

Władysław Wornalkiewicz

Niepokój, czy nadzieja

—

SZTUCZNA INTELIGENCJA

Obszary zastosowań



2023

Władysław Wornalkiewicz

Niepokój, czy nadzieja

-

Sztuczna inteligencja

Obszary zastosowań



Dnipro 2023

ISBN 978-617-627-171-0

*Zatwierdzone na posiedzeniu Rady Naukowej
Wydziału Humanistyczno-Ekonomicznego
Państwowego Uniwersytetu Pedagogicznego w Berdiańsku,
protokół nr 11 (30.06.2023 r.)*

Władysław Wornalkiewicz. Niepokój, czy nadzieja - Sztuczna inteligencja. Obszary zastosowań. Monografia. Dnipro: Wydawca «Svidler A.L.», 2023. 160 s.

Recenzenci:

prof. dr hab. Oleksandra Mandych

prof. dr hab. Yana Suchikova

dr Oleksandr Nestorenko (Polska)

Rada redakcyjna:

Ihor Bohdanov, Nadiya Dubrovina (Słowacja), Wojciech Duczmal (Polska), Tamara Makarenko, Tetyana Nestorenko, Aleksander Ostenda (Polska), Sławomir Śliwa (Polska)

Autor ponosi pełną odpowiedzialność za tekst, cytaty i ilustracje.

Wydawca

Wydawca «Svidler A.L.»

zaświadczenie o wpisie do Państwowego Rejestru Podmiotów Wydawniczych:

Seria DK № 3876 z dnia 10.09.2010 r.

a/s 2493, Dnipro, 49041, tel. +38 (067) 635-78-83

© Władysław Wornalkiewicz, 2023

© Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny
w Berdiańsku, 2023

Spis treści

AI



AI

Wprowadzenie	5
1. Sztuczna inteligencja – wstępne testowanie przykładowej aplikacji	7
1.1. Wstęp	7
1.2. Pojęcie i obszar zastosowania sztucznej inteligencji	7
1.3. Dostęp do programu <i>ChatGPT</i>	9
1.4. Niepokoje związane z zawansowaniem techniki AI	15
2. Aplikacje sztucznej inteligencji (AI)	20
2.1. Wstęp	20
2.2. Bliżej o standardowym programie <i>ChatGTP</i>	23
2.3. Sięgnięcie po inne aplikacje klasy <i>chatbot</i>	25
3. Zastosowanie sztucznej inteligencji w sądownictwie	27
3.1. AI w świetle zasady skutecznej ochrony sądowej	27
3.2. <i>Artificial intelligence</i> w procesie stosowania prawa	30
3.3. Sztuczna inteligencja jako sędzia	32
3.4. Rozwój nowoczesnych technologii w stanowieniu prawa	34
4. Przestrzeń AI w logistyce	38
4.1. Rozważania nad sztuczną inteligencją w transporcie	38
4.2. Algorytmy AI w usługach transportowych	40
4.3. Możliwości optymalizacji procesu transportowego	45
4.4. Nowe technologie i ich wpływ na łańcuchy dostaw	48
5. Sztuczna inteligencja w procesie produkcji wyrobów	51
5.1. Modele i warunki rozwoju etyki AI w biznesie	51
5.2. Formułowanie kodeksu zasad etycznych AI w biznesie	53
5.3. Zastosowanie sztucznej inteligencji do określania wielkości partii	54
5.4. Zastosowanie autonomicznych głowic w procesach wygładzania materiałów	57
5.5. Zastosowanie AI w diagnostyce procesów przetwórczych	58
6. Zastosowanie sztucznej inteligencji w poszukiwaniu i wydobywaniu złóż	60
6.1. AI w poszukiwaniu i eksploatacji surowców	60
6.2. Inteligentny system wspomagający proces identyfikacji złoża gazu ziemnego	62
6.3. Inteligentne systemy mechatroniczne w maszynach górniczych	66

7. Nowoczesne technologie w budownictwie	69
7.1. Budownictwo w erze innowacji	69
7.2. Przyszłościowe koncepcje przyjaznego środowiska mieszkaniowego	70
7.3. Zakres zastosowania AI w inteligentnych budynkach	72
7.4. Systemy LiDAR, BIM, GIS AI w budownictwie	75
7.5. Pomysł zastosowania sztucznej inteligencji w prognozowaniu wpływu drgań komunikacyjnych	78
7.6. Zastosowanie drzew decyzyjnych do oceny wpływu cech niezabudowanych nieruchomości gruntowych na ich wartość	80
8. Sztuczna inteligencja w ochronie zdrowia	85
8.1. Analiza potrzeb zastosowania AI w sektorze ochrony zdrowia	85
8.2. Prawo i etyka cyberprzetwarzania w medycynie	89
8.3. Potencjał sztucznej inteligencji w praktyce klinicznej	92
8.4. Zastosowanie sztucznej inteligencji w mammografii	93
8.5. Sytuacja <i>Triage'u</i> pandemicznego w odniesieniu do osób z niepełnosprawnością	95
8.6. Zastosowanie metod uczenia maszynowego w analizie badań słuchu	96
9. Wpływ sztucznej inteligencji na pracę biur rachunkowych	99
10. AI w systemach sterowania	103
10.1. Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego	103
10.2. Sztuczna inteligencja w ocenie zjawisk zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych	105
11. Inteligentne wyszukiwanie informacji w Internecie	108
12. AI w zagadnieniach różnych	112
12.1. Zastosowanie sztucznej inteligencji w działaniach socjotechnicznych	112
12.2. Ujęcie prawne wpływu sztucznej inteligencji na dyskryminację rasową	113
12.3. Systemy wykrywania intruzów wykorzystujące metody sztucznej inteligencji	115
12.4. Znaczenie nowoczesnych technologii dla bezpieczeństwa	119
12.5. Internetowe systemy edukacyjne	123
12.6. Sztuczna inteligencja w nauczaniu języka angielskiego	125
13. Moje publikacje w latach 2008-2023	128
Bibliografia	151

Wprowadzenie



Co jakiś czas jesteśmy świadkami dużego poruszenia w środowisku naukowym, a takim jest teraz coraz częściej wprowadzanie do różnych procesów tzw. sztucznej inteligencji (AI). Jest to efekt błyskotliwego rozwoju techniki informatycznej, łączności bezprzewodowej, przetwarzania zwanego „chmurowym”. Istotną rolę odgrywa też gromadzenie przez lata zasobów informacyjnych w formie elektronicznej, szeroki dostęp do Internetu.

W niniejszym opracowaniu dokonano przeglądu publikacji naukowych dotyczących różnych sfer zastosowania sztucznej inteligencji, która dla jednych jest nadzieją a dla innych stanowi niepokój o własne miejsce pracy. W związku z nową falą zainteresowania internautów, tworzenia aplikacji dogodnego wyszukiwania i opracowywania treści na zadany temat niektóre posunięcia, zwłaszcza młodej generacji użytkowników szokują swoją ekstrawagancją. Przykładem może być „odprawienie” nabożeństwa w kościele ewangelickim bez udziału duchownego, lecz pod przewodnictwem aplikacji programowej typu *ChatGPT*, sumulującej celebranta, który nawet wygłosił przekonujące kazanie do zgromadzonych uczestników Konferencji^{1 2}.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie - <https://wydarzenia.interia.pl/zagranica/news-sztuczna-inteligencja-w-kosciele-chatgpt-odprawil-msze-swiet,nId,6838689>.

Rys. 0.1. Nabożeństwo prowadzone przez technologię AI

Koncepcję i projekt nowoczesnego „nabożeństwa” opracował 29-letni austriacki teolog i filozof Jonas Simmerlein z Uniwersytetu Wiedeńskiego, który stwierdził, że podczas mszy „*tylko towarzyszył technologii*”³. Ponad 40-minutowe nabożeństwo, prowadzone przez czarnoskórego pastora „*awatara*” z wielkiego ekranu ustawionego nad ołtarzem, składało się z modlitw, śpiewów, kazania i błogosławieństwa końcowego. W świątyni zgromadziło się ponad 300 osób.

Dodam jeszcze, że awatar oznacza reprezentanta świata wirtualnego. Awatary są używane głównie na forach dyskusyjnych, a także w grach komputerowych (zwłaszcza RPG, MMORPG i FPP) oraz rzeczywistości wirtualnej⁴. Nazwa ta pochodzi od słowa *awatara*, oznaczającego w hinduizmie wcielenie bóstwa, które zstępuje z nieba na ziemię w postaci śmiertelnej – ludzkiej, zwierzęcej lub mieszanej.

¹ <https://bitcoin.pl/sztuczna-inteligencja-poprowadzila-msze-w-kosciele>.

² Odbyło się to 11 czerwca 2023 roku w Norymberdze na zakończenie 42. Niemieckiego Zgromadzenia Ewangelickiego (*Deutscher Evangelischer Kirchentag*).

³ <https://wydarzenia.interia.pl/zagranica/news-sztuczna-inteligencja-w-kosciele-chatgpt-odprawil-msze-swiet,nId,6838689>.

⁴ [https://pl.wikipedia.org/wiki/Awatar_\(rzeczywisto%C5%9B%C4%87_wirtualna\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Awatar_(rzeczywisto%C5%9B%C4%87_wirtualna)).

Technologia *ChatGPT* znajduje coraz szersze zastosowanie w wielu dziedzinach. Jest to narzędzie wprowadzone przez firmę Open AI, oparte na działaniu sztucznej inteligencji. Odpowiada na różne pytania i pomaga wykonywać różne zadania. Serwis rozpoczął działalność 30 listopada 2022 r. i od razu stał się ogólnosiwiatowym przebojem. W niniejszej pracy wspomniano także o innych aplikacjach sztucznej inteligencji oraz o urządzeniach zwanych *chatbotami* (robotami) wspomagającymi pracę w różnych zawodach, a niekiedy zastępującymi działalność ludzką. Oprócz wspomnianego przykładu, w tej pracy zaprezentowano wykorzystanie aplikacji sztucznej inteligencji w zakresie:

- tworzenia projektów dokumentacji na określony temat z użyciem aplikacji *ChatGPT*,
- zastosowanie sztucznej inteligencji w sądownictwie,
- wykorzystanie algorytmów AI w procesie ekspedycji i transportu,
- skorzystanie z dorobku AI w procesach obróbki i montażu wyrobów,
- eksploatawanie inteligentnych systemów w poszukiwaniu i eksploatacji nowych złóż surowców,
- zastosowanie technik AI w projektowaniu, sprawdzaniu stanu zaawansowania obiektów inwestycyjnych,
- monitorowania w tzw. budynkach inteligentnych,
- kreowanie nowych koncepcji przyjaznego środowiska mieszkaniowego,
- badanie wpływu drgań komunikacyjnych na stan infrastruktury,
- stosowanie rozwiązań hybrydowych – stanowiących połączenie z metodami AI,
- przestrzeni wykorzystania sztucznej inteligencji oraz innych metod uczenia komputerowego w zakresie diagnostyki medycznej,
- obszaru nowoczesnego sterowania urządzeniami pomiarowymi oraz mobilnego odczytywania stanu w zakresie infrastruktury komunalnej,
- badania zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych,
- różnych zastosowań AI i innych nowoczesnych technologii komputerowych sygnalizowanych w Internecie.

To tylko nieliczne wdrożenia, które dostrzegłem poprzez analizę wybranych artykułów naukowych zamieszczonych w Internecie. Na pewno jest ich jeszcze znacznie więcej – poza Internetem. Zaprezentowane uznałem jednak jako charakterystyczne, godne zauważenia dla studiujących zwłaszcza na kierunkach *Zarządzanie, Logistyka, Administracja*. Niech one wniosą dla studiujących spojrzenie na nowe tendencje w zakresie korzystania ze świata wirtualnego. Uzupełnieniem tekstu tej monografii są liczne odniesienia do bibliografii, zwłaszcza autorów z krajów o zaawansowanej technice IT.

1. Sztuczna inteligencja – wstępne testowanie przykładowej aplikacji



1.1. Wstęp

Marzeniem wielu inżynierów jest stworzenie robota, który miałby przybliżenie inteligencji człowieka, potrafił widzieć, słyszeć i wykazywać zdolności w określonym obszarze. Jesteśmy świadkami szybkiego postępu nauk, zwłaszcza w zakresie zachowań ludzkich, biologii mózgu czy też rozwoju i wprowadzania techniki cyfrowej.

Zagadnieniem, które poruszono w tym materiale jest tzw. sztuczna inteligencja (AI). Zainteresowania moje skupiły się na programach komputerowych, które upodobniają się swoimi relacjami do zachowań operatora. Posługują się zwrotami osób stosowanymi w codziennym życiu i działalności zawodowej. Mogą wymieniać między internautą a sobą różne uprzejmości. Doświadczyłem to podczas próby skorzystania z oprogramowania firmy OpenAI. Czasami odnosiłem wrażenie, że odpowiadający na moje na moje pytanie, skierowane przez Internet, jest istotą ludzką i to znacznie inteligentniejszą. Jednak błyskotliwy rozwój programów z obszaru AI, czyli wzorujących się na reakcjach człowieka, budzi niepokój wielu specjalistów z zakresu socjologii, psychologii a nawet teologii. Wydaje mi się, że w okresie tworzenia tzw. *społeczeństwa informacyjnego* nadchodzi era redukcji stanowisk, gdzie z powodzeniem pracownika zastępuje czatbot, czyli inteligentny komputer.

W tym miejscu warto jeszcze wyjaśnić często używany termin „*chatbot*”. Jest to program komputerowy, którego zadaniem jest prowadzenie konwersacji z udziałem komputera, który replikuje zachowania ludzkie, np. automatyzując odpowiedzi na powtarzalne pytania. Najprostsze tzw. *boty* wykorzystują schematy blokowe. Zadaniem *chatbota* jest automatyzacja powtarzalnych i przewidywalnych zadań i procesów w dużej skali. *Chatboty* pomagają także budować spersonalizowane doświadczenia klientów. Wykorzystywane są na stronach internetowych, w komunikatorach takich jak *Messenger*, *WeChat*, *Telegram*, *WhatsApp* będąc w roli asystentów głosowych (*Asystent Google*, *Amazon Alexa*), ale także jako wirtualni asystenci w postaci robota. *Chatboty* z powodzeniem działają w takich branżach jak obsługa klienta, sprzedaż, kampanie marketingowe czy edukacja.

Zaprezentowany materiał jest wstępnym rekonesansem po publikacjach internetowych. Wybrano moim zdaniem najistotniejsze, a ponadto zaprezentowano przykład udanej mojej współpracy z programem sztucznej inteligencji. Doprowadziła ona, korzystając z rady dotyczącej wyboru programu w zakresie optymalizacji zagadnienia transportowego, do zainstalowania pakietu *R* oraz skorzystania z wchodzącej do jego biblioteki aplikacji programowania liniowego o nazwie „*lpSolver*”. Dążność do dogodnego opracowywania tekstów na wskazane tematy to moim zdaniem także optymalizacja skorzystania z obszernego już dorobku zgromadzonego głównie w bazach Internetu.

1.2. Pojęcie i obszar zastosowania sztucznej inteligencji

Sztuczna inteligencja, SI (*artificial intelligence*, AI) to inteligencja wykazywana przez urządzenia⁵. W informatyce i kognitywistyce oznacza także tworzenie modeli i programów

⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja.

symulujących choć częściowo zachowania inteligentne. Sztuczna inteligencja jest także przedmiotem rozważań filozofii oraz przedmiotem zainteresowania nauk społecznych. Andreas Kaplan i Michael Haenlein definiują sztuczną inteligencję jako „*zdolność systemu do prawidłowego interpretowania danych pochodzących z zewnętrznych źródeł, nauki na ich podstawie oraz wykorzystywania tej wiedzy, aby wykonywać określone zadania i osiągać cele poprzez elastyczne dostosowanie*”. Sztuczna inteligencja ma dwa podstawowe znaczenia, a mianowicie jest to:

- hipotetyczna inteligencja realizowana w procesie technicznym, a nie naturalnym;
- nazwa technologii i dziedzina badań naukowych informatyki i kognitywistyki, czerpiąca także z osiągnięć psychologii, neurologii, matematyki i filozofii.

Wymieniona tu *kognitywistyka* to dziedzina nauki zajmująca się obserwacją i analizą działania zmysłów, mózgu i umysłu, w szczególności ich modelowaniem⁶. Jest nauką interdyscyplinarną, znajduje się na pograniczu wielu dziedzin, a mianowicie psychologii poznawczej, neurobiologii, filozofii umysłu, sztucznej inteligencji, lingwistyki oraz logiki i fizyki. Główne obszary badawcze w obrębie tej dziedziny to reprezentacja wiedzy, język, uczenie się, myślenie, percepcja, świadomość, podejmowanie decyzji oraz inteligencja.

Głównym zadaniem badań nad sztuczną inteligencją w drugim znaczeniu jest konstruowanie maszyn i programów komputerowych zdolnych do realizacji wybranych funkcji umysłu i ludzkich zmysłów, niepoddających się numerycznej algorytmizacji. Problemy takie bywają nazywane *AI-trudnymi* i zalicza się do nich między innymi:

- podejmowanie decyzji w warunkach braku wszystkich danych,
- analiza i synteza języków naturalnych,
- rozumowanie logiczne/racjonalne,
- automatyczne dowodzenie twierdzeń,
- komputerowe gry logiczne,
- inteligentne roboty,
- systemy eksperckie i diagnostyczne.

Trzeba dodać, że sztuczna inteligencja jest powiązana z obszarami uczenia maszynowego, logiki rozmytej, widzenia komputerowego, obliczeń ewolucyjnych, sieci neuronowych, robotyki i sztucznego życia. Istnieją dwa podstawowe podejścia do pracy nad AI:

1. Tworzenie modeli matematyczno-logicznych analizowanych problemów i implementowanie ich w formie programów komputerowych, mających realizować konkretne funkcje uważane powszechnie za składowe inteligencji. W tej grupie, tzw. podejścia symbolicznego, są np. algorytmy genetyczne, metody logiki rozmytej i wnioskowania bazującego na doświadczeniu.

2. Podejście subsymboliczne, polegające na tworzeniu struktur i programów „*samouczących się*”, bazujących na modelach sieci neuronowej i sieci asocjacyjnych, oraz opracowywanie procedur „*uczenia*” takich programów, rozwiązywania postawionych im zadań i szukania odpowiedzi na wybrane klasy „*pytań*”.

Współczesne praktyczne przykładowe zastosowania sztucznej inteligencji są następujące:

- technologie oparte na logice rozmytej (powszechnie stosowane np. do sterowania przebiegiem procesów technologicznych w fabrykach w warunkach „*braku wszystkich danych*”);
- systemy eksperckie (systemy wykorzystujące bazę wiedzy i mechanizmy wnioskowania do rozwiązywania problemów);
- maszynowe tłumaczenie tekstów (systemy nadające się szczególnie do tłumaczenia tekstów technicznych);
- sieci neuronowe (stosowane z powodzeniem w wielu zastosowaniach łącznie z programowaniem „*inteligentnych przeciwników*” w grach komputerowych);
- uczenie się maszyn (dział sztucznej inteligencji zajmujący się algorytmami potrafiącymi uczyć się, podejmować decyzje bądź nabywać wiedzę);
- eksploracja danych (omawia obszary powiązanie z potrzebami informacyjnymi, pozyskiwaniem wiedzy, stosowane techniki analizy i oczekiwane rezultaty);

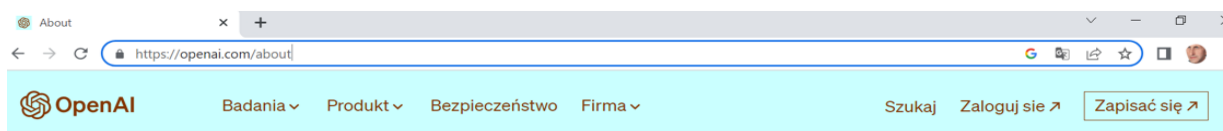
⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kognitywistyka>.

- rozpoznawanie obrazów (stosowane są już programy rozpoznające osoby na podstawie zdjęcia twarzy lub rozpoznające automatycznie zadane obiekty na zdjęciach satelitarnych);
- rozpoznawanie mowy i rozpoznawanie mówców (stosowane już powszechnie na skalę komercyjną);
- rozpoznawanie pisma (OCR), które stosowane już masowo np. do automatycznego sortowania listów, rozpoznawania treści życiorysów oraz w elektronicznych notatnikach;
- sztuczna twórczość (istnieją programy automatycznie generujące krótkie formy poetyckie, komponujące, aranżujące i interpretujące utwory muzyczne, które są w stanie skutecznie „zmylić” nawet profesjonalnych artystów, tak, że ci nie uznają utworów za sztucznie wygenerowane);
- generowanie obrazów (obrazy tworzone przez algorytmy komputerowe, wykorzystujące techniki uczenia maszynowego).

Są przewidywania, iż istnieje w 50% prawdopodobieństwo na osiągnięcie przez AI średniego ludzkiego poziomu przed 2040 rokiem. Z fascynacji sztuczną inteligencją powstało Polskie Stowarzyszenie Sztucznej Inteligencji (PSSI), którego celem jest promowanie i wspieranie działalności naukowej, dydaktycznej oraz kulturalnej w zakresie popularyzacji, rozwoju i stosowania teorii, metod i narzędzi sztucznej inteligencji oraz innych dziedzin nauk informatycznych, a także upowszechnianie w społeczeństwie ich osiągnięć⁷.

1.3. Dostęp do programu *ChatGPT*

Obserwowanie zachowań internautów prowadzi do tworzenia bazy standardowych ich zapytań, zebrania publikowanych pozycji pod żadaną frazą. Ponadto monitorowanie działań ekspertów i zgromadzenia ich wiedzy oraz udzielonych porad umożliwia utworzenie obszernego banku informacji. Powoduje to, że maszyna jaką jest komputer pracujący w sieci, zaczyna przewyższać swoimi możliwościami przeciętnego człowieka. Jest to fascynujące, z punktu widzenia kreowania nowych implementacji oprogramowania. Powstają towarzystwa programistów chcących tworzyć nowe kreatywne aplikacje. Istnieją już firmy podejmujące temat szeroko rozumianego AI, a jedną z nich jest OpenAI zajmująca się badaniami i wdrożeniem sztucznej inteligencji ogólnej⁸. Fragment strony www tej firmy zaprezentowano na rysunku 1.1.



Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 1.1. Menu główne strony internetowej firmy OpenAI

Obiektem badań wymienionej firmy jest między innymi model o nazwie *ChatGPT*, który wchodzi w interakcję z operatorem w sposób konwersacyjny. Format dialogu umożliwia tej aplikacji odpowiadanie na dodatkowe pytania, a nawet odrzucanie niewłaściwych próśb.

Korzystając z linku (<https://openai.com>) podjęto próbę zainstalowania aplikacji *ChatGPT*. Jednak użytkowanie *ChatGPT* wymaga wcześniejszego zarejestrowania się, czyli utworzenia własnego konta, które jest weryfikowane telefonicznie (zob. rysunek 1.2). Następnie przykładowo wysyłanie jest e-mail na (wlodek2004@op.pl). Jeśli chcemy często korzystać z udogodnień aplikacji *ChatGPT* to możemy się zgodzić na zapisanie na stałe swego hasła. Po zweryfikowaniu e-maila proszeni jesteśmy o podanie bliższych danych o sobie:

- data urodzenia w formacie (MM/DD/RRRR),
- imię i nazwisko,
- numer telefonu.

⁷ <https://spis.ngo.pl/215435-polskie-stowarzyszenie-sztucznej-inteligencji>.

⁸ Według: <https://openai.com/about>.

Utwórz swoje konto

Pamiętaj, że do rejestracji wymagana jest weryfikacja telefoniczna. Twój numer zostanie użyty wyłącznie do weryfikacji Twojej tożsamości ze względów bezpieczeństwa.

Edytować

Hasło

Twoje hasło musi zawierać:

✓ Co najmniej 8 znaków

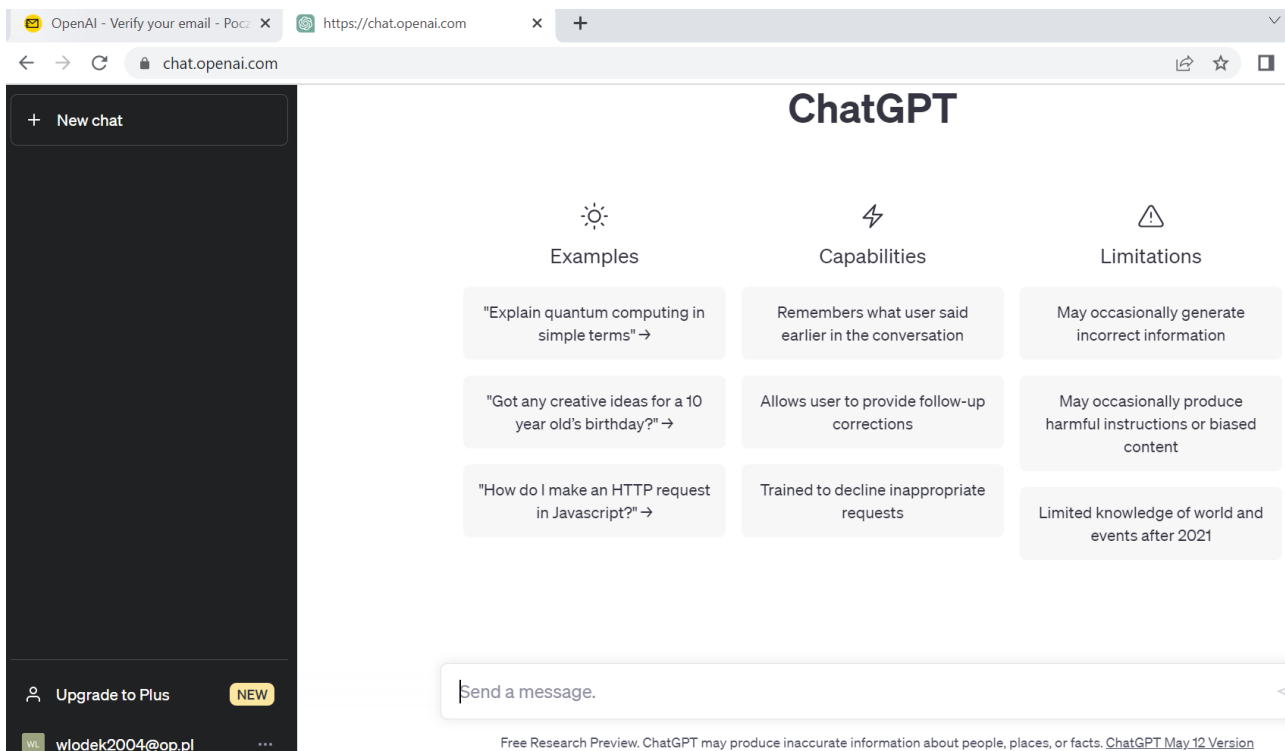
Kontynuować

Posiadasz już konto? [Zaloguj się](#)

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 1.2. Wprowadzenie własnego e-mail w celu utworzenia konta wejścia do *ChatGPT*

Weryfikacji podlega też numer telefonu, przy czym uzyskujemy kod dostępu do aplikacji. Po wysłaniu numeru kodu pojawiają się komunikaty informujące o zakresie funkcjonalnym *ChatGPT*, a jednym z nich jest zaprezentowany na rysunku 1.3.

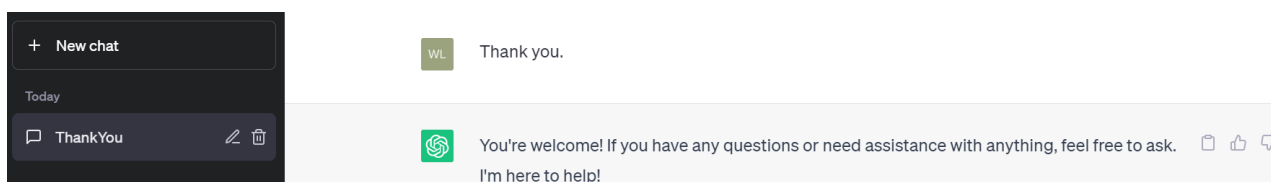


Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 1.3. Potwierdzenie możliwości korzystania z *ChatGPT*

Konwersacje z dostępnym programem *ChatGPT* prowadzimy w języku angielskim. Na początek przesyłamy komunikat potwierdzający w podoknie „Send a message” o treści np. *Thank you*. Ku memu zaskoczeniu otrzymałem szybko odpowiedź, która w tłumaczeniu jest następująca: „Nie ma

za co! Jeśli masz jakieś pytania lub potrzebujesz pomocy w czymkolwiek, nie wahaj się zapytać. Jestem tu by pomóc!” (zob. rysunek 1.4).



Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 1.4. Przykład wstępnej konwersacji

Po pewnym czasie wysłałam zapytanie: *Jak wyszukać artykuły dotyczące optymalizacji zagadnienia transportowego?* Pytanie to w języku angielskim brzmi: *How to search for articles related to the optimization of the transport issue?* Po stosunkowo niedługim czasie uzyskałam w dalej wymienionych ośmiu punktach postępowanie, które po skorzystaniu z tłumacza Google jest następujące:

1. *Zacznij od ogólnego zapytania: zacznij od wyszukiwarki, takiej jak Google Scholar lub wyspecjalizowanej akademickiej bazy danych, takiej jak IEEE Xplore lub PubMed. Wpisz ogólne zapytanie związane z optymalizacją transportu, np. „artykuły dotyczące optymalizacji transportu” lub „optymalizacja sieci transportu”.*

2. *Zawęż zapytanie: jeśli uzyskasz zbyt wiele wyników, zawęż zapytanie, dodając określone słowa kluczowe związane z tematem. Na przykład, aby zawęzić wyszukiwanie, możesz użyć terminów takich jak „transport miejski”, „logistyka towarowa”, „wyznaczanie tras pojazdów” lub „optymalizacja transportu publicznego”.*

3. *Wykorzystaj operatory wyszukiwania: Korzystaj z operatorów wyszukiwania, aby poprawić wyniki wyszukiwania. Na przykład ujęcie określonych fraz w cudzysłów (" ") spowoduje wyszukanie dokładnych dopasowań. Możesz także użyć operatorów boolowskich „AND” lub „OR”, aby połączyć lub wykluczyć określone słowa kluczowe. Na przykład „optymalizacja transportu ORAZ zrównoważony transport”.*

4. *Przejrzyj streszczenia i tytuły artykułów: przejrzyj listę wyników wyszukiwania i przejrzyj streszczenia i tytuły, aby określić trafność artykułów. Pomoże Ci to zidentyfikować artykuły, które są ściśle powiązane z interesującym Cię tematem.*

5. *Poszukaj kluczowych autorów publikacji: zwróć uwagę na wybitnych badaczy lub autorów, którzy szeroko publikowali na temat optymalizacji transportu. Zwróć także uwagę na renomowane czasopisma lub materiały konferencyjne, które często publikują artykuły z tej dziedziny. Może to pomóc w znalezieniu wiarygodnych źródeł i powiązanych artykułów poprzez cytaty i odniesienia.*

6. *Uzyskaj dostęp do pełnych tekstów artykułów: Po zidentyfikowaniu interesujących artykułów sprawdź, czy są one swobodnie dostępne lub dostępne w bibliotece Twojej instytucji. Niektóre artykuły mogą wymagać subskrypcji lub zakupu, ale wiele z nich można znaleźć bezpłatnie w repozytoriach preprintów lub kontaktując się bezpośrednio z autorami.*

7. *Przełóżaj sieci cytowań: Po znalezieniu odpowiednich artykułów zapoznaj się z ich sieciami cytowań. Obejmuje to sprawdzenie odniesień cytowanych w artykule, a także artykułów, które cytowały go od czasu jego publikacji. Może to prowadzić do dodatkowych artykułów na ten sam temat.*

8. *Bądź na bieżąco z najnowszymi badaniami dotyczącymi optymalizacji transportu, rozważ ustawienie alertów lub powiadomień dla określonych słów kluczowych lub autorów w akademickich bazach danych lub na platformach czasopism. W ten sposób będziesz otrzymywać powiadomienia za każdym razem, gdy zostaną opublikowane nowe artykuły pasujące do Twoich zainteresowań.*

Na zakończenie tego wyszczególnienia kroków postępowania nasz wirtualny asystent, czyli aplikacja ChatGPT daje nam radę: *Pamiętaj, że proces wyszukiwania artykułów jest iteracyjny i może być konieczne udoskonalenie strategii wyszukiwania w miarę postępów. Pamiętaj również o krytycznej ocenie znalezionych artykułów, aby ocenić ich wiarygodność i znaczenie dla twoich badań lub zainteresowań.* Po podziękowaniu „Thank You” w oknie komunikatów uzyskujemy odpowiedź, która w języku polskim znaczy: *„Nie ma za co! Cieszę się że mogłem pomóc. Jeśli masz więcej pytań, możesz je zadać. Miłego badania!”*

Zachęcony pomyślnym dialogiem odczułem, że mam do czynienia z dobrym doradcą i podjąłem próbę zadania kolejnego pytania: *Is there WinQSB program for Windows 10?*, czyli: *Czy jest program WinQSB na Windows 10?* Tym razem przygotowanie odpowiedzi trwało nieco dłużej, a rezultatem była rada, która w języku polskim jest następująca: „WinQSB (*Windows-based Quantitative Systems for Business*) to starszy pakiet oprogramowania opracowany przez Wydział Nauk o Decyzjach na Uniwersytecie Wisconsin-Madison. Został zaprojektowany dla systemów operacyjnych Windows, w tym Windows 95, 98 i XP. Jednak nie jest oficjalnie obsługiwany w nowszych wersjach systemu Windows, takich jak Windows 10. Chociaż możliwe jest uruchomienie WinQSB w systemie Windows 10 przy użyciu trybu zgodności lub technik wirtualizacji, nie ma gwarancji, że będzie działać poprawnie lub bez problemów. Ponadto, ponieważ WinQSB nie jest już aktywnie utrzymywany ani aktualizowany, może nie być kompatybilny z najnowszymi aktualizacjami systemu Windows 10. Jako alternatywę można rozważyć użycie innych pakietów oprogramowania, które zapewniają podobną funkcjonalność do analizy ilościowej i optymalizacji, takich jak Microsoft Excel z dodatkiem Solver, język programowania R z bibliotekami optymalizacyjnymi (np. lpSolve, ROI lub CVXR) lub specjalistyczne oprogramowanie optymalizacyjne, takie jak Gurobi, CPLEX lub Optimization Toolbox firmy MATLAB. Te alternatywy oferują szeroki zakres możliwości i są aktywnie utrzymywane, zapewniając zgodność z nowoczesnymi systemami operacyjnymi, takimi jak Windows 10”.

Asystent – program ChatGPT zachęcił mnie do dalszej współpracy: „*You're welcome! If you have any more questions, feel free to ask. I'm here to help!*”. Zainteresowanie moje zbudził program lpSolve. Zadałem więc pytanie: *How to install lpSolver? (Jak zainstalować lpSolve?)*. W odpowiedzi uzyskałem dość precyzyjną procedurę postępowania, która po translacji jest następująca: „*Aby zainstalować pakiet lpSolve wykonaj następujące kroki:*

Zainstaluj R: Jeśli jeszcze tego nie zrobiłeś, pobierz i zainstaluj R z oficjalnej strony internetowej (<https://www.r-project.org/>) zgodnie z systemem operacyjnym.

Uruchom R: otwórz konsolę R lub RStudio (zintegrowane środowisko programistyczne dla języka R).

Zainstaluj pakiet lpSolve: W konsoli R wpisz następujące polecenie i naciśnij klawisz Enter, aby zainstalować pakiet lpSolve z repozytorium CRAN: `install.packages("lpSolve")`.

załaduj pakiet lpSolve: Po zakończeniu instalacji załaduj pakiet lpSolve do sesji R, używając polecenia: biblioteka (lpSolve). Pakiet lpSolve powinien być teraz zainstalowany i gotowy do użycia w Twoim środowisku R.

Ponadto ChatGPT proponuje nam przetestowanie instalacji lpSolve na przykładzie rozwiązania problemu programowania liniowego przy wykorzystaniu następującego kodu języka R:

```
# Utwórz współczynniki funkcji celu
objekt <- c(5, 3)
# Utwórz macierz ograniczeń
mat <- macierz(c(2, 1, 1, 2), nrow = 2, byrow = PRAWDA)
# Utwórz prawą stronę ograniczeń
kierunek <- c("<=", "<=")
rrs <- c(8, 6)
# Rozwiąż zadanie programowania liniowego
lp <- lp("max", obj, mat, dir, rhs)
# Wydrukuj rozwiązanie
print(rozwiazanie lp$)
```

Na zakończenie podpowiedzi czytamy: „*Ten kod definiuje prosty problem programowania liniowego i rozwiązuje go za pomocą lpSolve. Jeśli wszystko zostało poprawnie zainstalowane, w konsoli powinno być wydrukowane optymalne rozwiązanie. Pamiętaj, aby zapoznać się z dokumentacją i zasobami lpSolve, aby uzyskać więcej informacji na temat efektywnego wykorzystania pakietu do określonych potrzeb optymalizacyjnych*”.

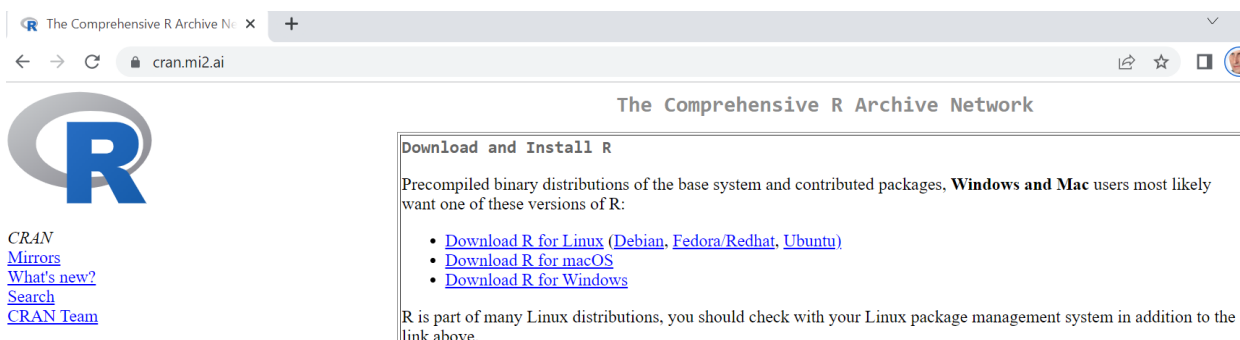
Byłem zaskoczony precyzyjnością odpowiedzi i zachęcony współpracą z komputerowym doradcą postanowiłem sprawdzić prawdziwość przesłanej rady. Rozpocząłem od zainstalowania pakietu *R* bazując na stronie (<https://www.r-project.org>). Pobranie programu *R* nastąpiło z serwera lokalnego na Uniwersytecie Wrocławskim.



Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 1.5. Strona tytułowa pobrania programu *R* 4.3.0

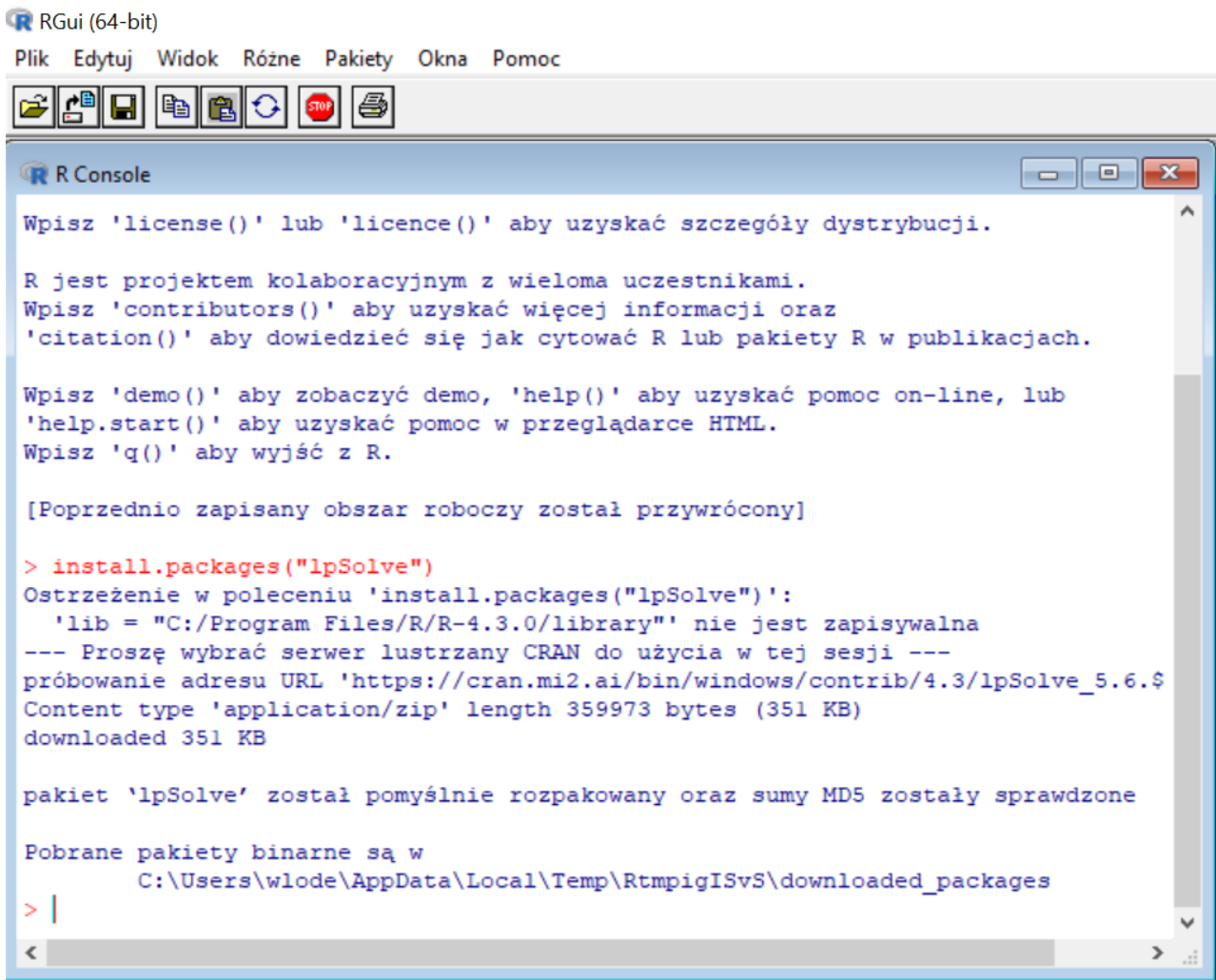
Kolejny krok to wskazanie ładowania *R* do *Windows* w tzw. formacie CRAN, czyli w wersji cran.mi2.ai (zob. rysunek 1.6).



Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 1.6. Wybór środowiska systemu operacyjnego *Windows* dla instalacji pakietu *R*

Mając już do dyspozycji pakiet *R* z jego okna *RGui* instalujemy program *lpSolve* podając polecenie: `instal.packages(„lpSolve”)`. Dla skorzystania z tej sesji pobrania użyto, jak już wspomniano, tzw. serwer lustrzany CRAN. Jak wynika z rysunku 1.7. „*lpSolve*” został pomyślnie rozpakowany, sprawdzony i zapisy na dysku mego laptopa są na ścieżce: `c:\Users\wlode\AppData\Local\Temp\RtmpigISvS\downloaded_packages`.



```
RGui (64-bit)
Plik Edytuj Widok Różne Pakiety Okna Pomoc

Wpisz 'license()' lub 'licence()' aby uzyskać szczegóły dystrybucji.

R jest projektem kolaboracyjnym z wieloma uczestnikami.
Wpisz 'contributors()' aby uzyskać więcej informacji oraz
'citation()' aby dowiedzieć się jak cytować R lub pakiety R w publikacjach.

Wpisz 'demo()' aby zobaczyć demo, 'help()' aby uzyskać pomoc on-line, lub
'help.start()' aby uzyskać pomoc w przeglądarce HTML.
Wpisz 'q()' aby wyjść z R.

[Poprzednio zapisany obszar roboczy został przywrócony]

> install.packages("lpSolve")
Ostrzeżenie w poleceniu 'install.packages("lpSolve")':
  'lib = "C:/Program Files/R/R-4.3.0/library"' nie jest zapisywalna
--- Proszę wybrać serwer lustrzany CRAN do użycia w tej sesji ---
próbowanie adresu URL 'https://cran.mi2.ai/bin/windows/contrib/4.3/lpSolve_5.6.9
Content type 'application/zip' length 359973 bytes (351 KB)
downloaded 351 KB

pakiet 'lpSolve' został pomyślnie rozpakowany oraz sumy MD5 zostały sprawdzone

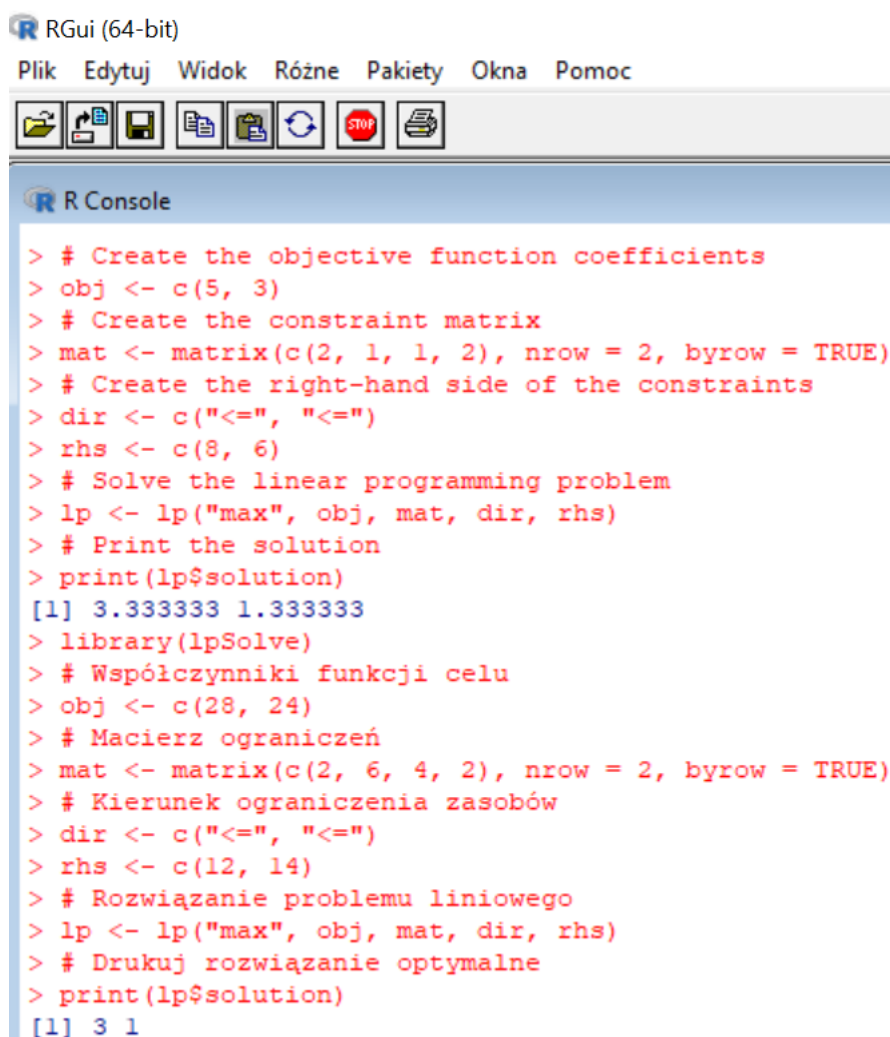
Pobrane pakiety binarne są w
  C:\Users\wlode\AppData\Local\Temp\RtmpigISvS\downloaded_packages

> |
```

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 1.7. Komunikat pakietu R o pomyślnym zainstalowaniu programu *lpSolve*

Sprawdźmy teraz, czy *lpSolve* dokonuje obliczenia optymalizacyjnego zadania decyzyjnego. W tym względzie skorzystamy z prostego przykładu zasugerowanego przez *ChatGPT* oraz przykładu własnego autora. Jednak w sekwencji kodu języka R musimy podać dla zadania decyzyjnego współczynniki funkcji celu, macierz norm jednostkowych ograniczeń dla zasobów oraz wskazać cel optymalizacji, czyli maksimum (zob. rysunek 1.8). Rozwiązanie pierwszego przykładu z programowania liniowego są: $x_1 = 3,333333$; $x_2 = 1,333333$. Dla drugiego przykładu pobieramy ponownie z biblioteki program *lpSolve* i wprowadzamy parametry oraz dane wejściowe podobnie jak dla przykładu pierwszego i w rezultacie pracy programu uzyskujemy wyniki: $x_1 = 3$, a $x_2 = 1$.



```
> # Create the objective function coefficients
> obj <- c(5, 3)
> # Create the constraint matrix
> mat <- matrix(c(2, 1, 1, 2), nrow = 2, byrow = TRUE)
> # Create the right-hand side of the constraints
> dir <- c("<=", "<=")
> rhs <- c(8, 6)
> # Solve the linear programming problem
> lp <- lp("max", obj, mat, dir, rhs)
> # Print the solution
> print(lp$solution)
[1] 3.333333 1.333333
> library(lpSolve)
> # Współczynniki funkcji celu
> obj <- c(28, 24)
> # Macierz ograniczeń
> mat <- matrix(c(2, 6, 4, 2), nrow = 2, byrow = TRUE)
> # Kierunek ograniczenia zasobów
> dir <- c("<=", "<=")
> rhs <- c(12, 14)
> # Rozwiązanie problemu liniowego
> lp <- lp("max", obj, mat, dir, rhs)
> # Drukuj rozwiązanie optymalne
> print(lp$solution)
[1] 3 1
```

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 1.8. Przykłady sformułowania dwóch zadań decyzyjnych i uzyskane rozwiązania

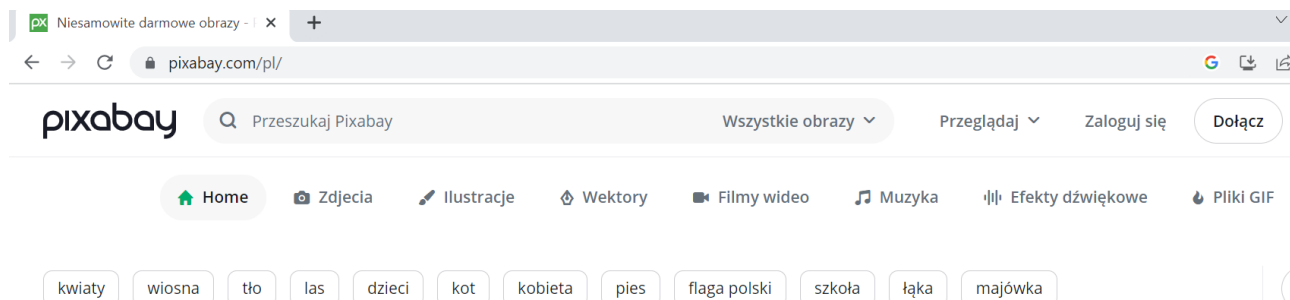
1.4. Niepokoje związane z zawansowaniem techniki AI

Według informacji internetowej BT Group Plc zapowiedział szeroko zakrojone zwolnienia pracowników⁹. Redukcja zatrudnienia w szeregach brytyjskiego giganta o wcześniejszej nazwie British Telecom jest związana m.in. z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Natomiast wg internetowego banku zdjęć i filmów stockowych (*Pixabay*) – zob. rysunek 1.9, sztuczna inteligencja już teraz powoduje zwolnienia pracowników¹⁰. Nadmienię, że bank ten obejmuje bazę obrazów na zmodyfikowanej wersji licencji Creative Commons Zero w wielkości około 2,3 miliona i jest uznawany za największy na świecie. Ponadto *Pixabay* umożliwia rejestrację oraz publikację własnych zdjęć w serwisie. BT (Blomberg Television) poinformował, że w firmie do 2030 r. planuje się zwolnić kilka tysięcy pracowników w związku z cyfryzacją, automatyzacją i sztuczną inteligencją¹¹.

⁹ <https://www.money.pl/gospodarka/brytyjski-gigant-zwolni-dziesiatki-tysiecy-osob-czesc-zastapi-sztuczna-inteligencja-6899458806147968a.html>.

¹⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Pixabay>.

¹¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Blomberg_Television.



Rys. 1.9. Fragment strony bazy obrazów *Pixabay*

Bloomberg Television to amerykańska sieć płatnej telewizji skupiająca się na programach biznesowych i rynku kapitałowym, należąca do Bloomberg LP, która jest dystrybuowana na całym świecie, docierając do ponad 310 milionów domów. W Bloomberg zakłada się, że technologia AI pomoże firmie zastąpić niektórych pracowników obsługi urządzeń IT i usług cyfrowych. Wiele czatów obsługi klienta już teraz jest obsługiwanych przez tzw. bota, a ten w dodatku jest wysoko oceniany przez klientów.

Sztuczna inteligencja została uznana za dyscyplinę akademicką w 1956 roku¹². Różne poddziedziny badań nad sztuczną inteligencją skupiają się na celach i zastosowaniach narzędzi. Tradycyjne cele badań nad sztuczną inteligencją obejmują rozumowanie, reprezentację wiedzy, planowanie, uczenie się, przetwarzanie języka naturalnego, percepcję jak można przenieść obiekty i manipulowania nimi. Ogólna inteligencja, czyli umiejętność rozwiązania problemu jest jednym z długoterminowych celów tej dziedziny. Pierwsi badacze opracowali algorytmy, które naśladowały rozumowanie krok po kroku, którego źródłem są ludzie, gdy rozwiązują zagadki lub dokonują logicznych dedukcji. W ramach badań nad sztuczną inteligencją opracowano narzędzia do reprezentowania różnych dziedzin, takich jak obiekty, właściwości, kategorie i relacje między obiektami, zdarzenia, stany, skutki, wiedza o wiedzy, czyli co wiemy o tym, co wiedzą inni.

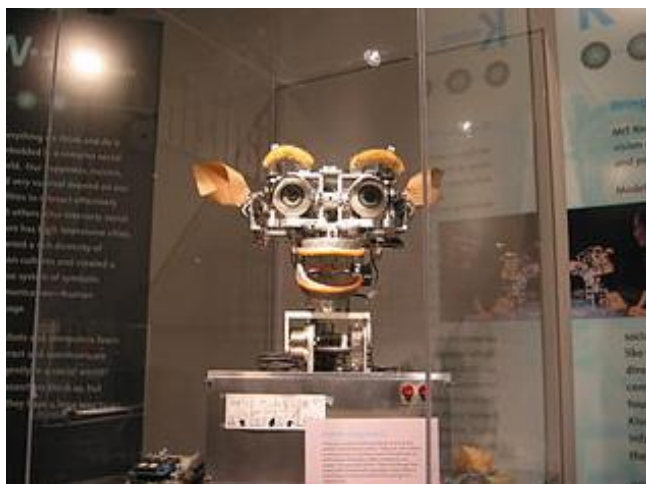
Wymieniona wcześniej percepcja maszynowa to zdolność do wykorzystania danych wejściowych z czujników (takich jak kamera, mikrofony, sygnały bezprzewodowe oraz lidar, sonar, radar i czujniki dotykowe do obserwacji współczesnego świata. Zastosowania obejmują rozpoznawanie mowy, twarzy oraz obiektów. Kreowana jest wizja komputerowa do rozpoznawania informacji rzeczywistych np. wizerunku twarzy małego dziecka. Wspomniany wcześniej lidar (*Light Detection and Ranging*) stanowi metodę pomiaru odległości poprzez oświetlanie celu światłem laserowym i pomiar odbicia za pomocą czujnika. Różnice w czasie powrotu wiązki lasera oraz zmiana długości fali mogą być następnie wykorzystane do tworzenia trójwymiarowego modelu, co ma zastosowania np. w lotnictwie.

Prace nad tworzeniem „*inteligentnych*” urządzeń elektronicznych trwają od wielu lat. Przykładem może być głowa robota o nazwie Kismet wykonana w latach 90. w Massachusetts Institute of Technology jako eksperyment z tzw. komputerem afektywnym, który potrafi w ograniczonym zakresie rozpoznawać i symulować emocje¹³. Wymieniony Kismet, aby mógł właściwie wchodzić w interakcje z ludźmi, zawiera urządzenia wejściowe, które dają mu zdolności słuchowe i wizualne. Wyraz twarzy jest tworzony poprzez ruchy uszu, brwi, powiek, ust, szczęki i głowy (zob. rysunek 1.10). System oprogramowania tzw. inteligencji społecznej rangi Kismet lub

¹² https://en-m-wikipedia-org.translate.google/wiki/Artificial_intelligence?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pl&_tr_pto=sc.

¹³ https://en.wikipedia.org/wiki/Kismet_%28robot%29.

syntetyczny układ nerwowy SNS został zaprojektowany z myślą o ludzkich modelach inteligentnego zachowania.



Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Kismet_%28robot%29.

Rys. 1.10. Widok robota Kismet

Wiele problemów w sztucznej inteligencji, a w tym w rozumowaniu, planowaniu, uczeniu się, percepcji i tworzeniu urządzeń wymaga od projektanta oraz operatora działania z niepełnymi lub niepewnymi algorytmami. Nowoczesne sieci neuronowe modelują złożone relacje między czynnikami i narzędziami oraz znajdują wzorce w danych. Boty można nauczyć się funkcji ciągłych, a nawet korzystać z operacji logicznych.

Opracowano specjalistyczne języki programowania dla potrzeb sztucznej inteligencji, takie jak Lisp¹⁴, Prolog, TensorFlowi wiele innych. Ponadto zbudowano sprzęt, który obsługuje akceleratory sztucznej inteligencji i obliczenia neuromorficzne. Wymieniony język Lisp powstał jako wygodna matematyczna notacja dla programów komputerowych, oparta na rachunku lambda. Szybko został najchętniej wybieranym językiem do badania i rozwoju sztucznej inteligencji. Wywodzi się z niego wiele technik programistycznych, takich jak struktury drzewiaste, odśmiecanie pamięci, dynamiczne typowanie czy nowe koncepcje w programowaniu obiektowym (*Common Lisp Object System*). Stosowane obliczenia neuromorficzne naśladują strukturę i funkcję ludzkiego mózgu¹⁵.

Sztuczna inteligencja jest stosowana w wyszukiwarkach, np. w Google), kierowaniu reklam internetowych, systemach rekomendacji oferowanych przez Netflix, YouTube czy Amazon. Ponadto w ukierunkowanej reklamie prowadzonej w ramach *AdSense*, *Facebook*, wirtualnych asystentach klasy *Siri* czy *Alex*. Osiągnięcia AI znalazły swój wyraz w pojazdach autonomicznych, dronach, translatorach językowych, filtrowaniu spamu oraz w tzw. chatbotach np. *ChatGPT*. Wymieniony tu *Google AdSense* to serwis reklamowy, wyświetlający na stronach WWW kontekstowe reklamy tekstowe, bannery oraz reklamy wideo¹⁶. W najbliższym czasie *AdSense* będzie wyświetlało reklamy oparte na aktywnościach internetowych i zachowaniach internautów. Funkcja ta nazywana jest *targetowaniem behawioralnym*.

Dla przykładu okreśmy jeszcze bliżej *Siri*, które jest inteligentnym asystentem osobistym¹⁷. Oprogramowanie to opiera się bowiem na interfejsie konwersacyjnym i rozpoznaje naturalną mowę użytkownika, odpowiada na jego pytania i wykonuje powierzone zadania. Dzięki implementacji

¹⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Lisp>.

¹⁵ <https://hashdork.com/pl/neuromorphic-computation/>.

¹⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Google_AdSense.

¹⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Siri>.

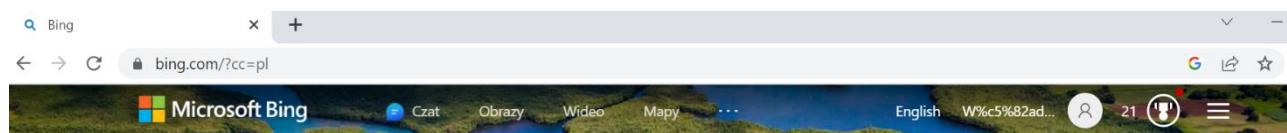
nauczania maszynowego asystent ten z czasem analizuje osobiste preferencje użytkownika, w celu zapewnienia bardziej dopasowanych wyników i rekomendacji. Jednak aplikacja *Siri* wymaga stałego połączenia z Internetem, a jej główne źródła informacji to serwisy *Bing* i *Wolfram Alpha*.

Innym przykładem zastosowania AI są inteligentne sygnalizacje świetlne opracowane w Carnegie Mellon 2009 roku, zainstalowane przez firmę Surtrac, która wdrożyła inteligentną kontrolę systemów ruchu w 22 miastach. Dzięki takiemu rozwiązaniu czas jazdy został skrócony o 25%, a czas oczekiwania w korku o 40% na skrzyżowaniach.

* * *

Jak już nadmieniałem, *ChatGPT* to *chatbot* opracowany przez firmę OpenAI, wykorzystujący model GPT i służący do generowania odpowiedzi na temat zadany przez użytkownika¹⁸. Model ten został opracowany na podstawie dużych zbiorów danych, głównie internetowych, tak aby mógł prowadzić rozmowę i angażować się w różne problemy, od ogólnych rozmów po określone obszary wiedzy. Narzędzie *ChatGPT* szybko zwróciło na siebie uwagę dzięki rozbudowanym odpowiedziom z wielu dziedzin wiedzy, które czasem są jednak tylko pozornie prawidłowe. Jego model językowy został opracowany zarówno za pomocą technik uczenia nadzorowanego, jak i uczenia przez wzmocnienie. W związku z rosnącą popularnością omawianej aplikacji Fundacja Panoptykon zwróciła uwagę na różne skutki uboczne związane z tego rodzaju narzędziami, jak m.in. problemy z odpowiedzialnością prawną, zagrożenie dla prywatności, ułatwienie w tworzeniu materiałów dezinformacyjnych, a także rozwój biznesu w oparciu o model przynoszący negatywne konsekwencje społeczne¹⁹. Panoptykon to polska organizacja pozarządowa, której celem jest ochrona podstawowych wolności wobec zagrożeń związanych z rozwojem współczesnych technik nadzoru nad społeczeństwem. Działalność Fundacji wpisuje się w szerszy nurt badania i reagowania na zjawisko „społeczeństwa nadzorowanego”.

Alternatywne do *ChatGPT* rozwiązanie programistyczne *HuggingChat* zostało sprawdzone na zestawie danych *OpenAssistant Conversations Dataset* (OASST1), wykorzystując metodologię szkoleniową opracowaną przez firmę OpenAI. Natomiast oprogramowanie *Bard* zostało stworzone przez Google jako odpowiedź na wyzwanie rzucone przez OpenAI i ich *ChatGPT*. Aplikacja *Bard* jest obecnie dostępna w 180 krajach, z wyłączeniem większości krajów europejskich, takich jak Polska, Niemcy i Francja. Jest oparta na LaMDA i technologii uczenia maszynowego. Działa poprzez analizę dużych zestawów danych tekstowych. Traktowana jest jako część większej rywalizacji między Google a Microsoftem, który zintegrował *ChatGPT* z własną wyszukiwarką *Bing*. Zatem warto jeszcze wspomnieć o *Bing*, którą producent Microsoft nazywa silnikiem decyzyjnym, ze względu na liczbę zaimplementowanych funkcji pomagających podjąć decyzję odnośnie do wyboru restauracji czy biletów lotniczych²⁰. Widok fragmentu strony internetowej wyszukiwarki *Bing* zaprezentowano na rysunku 1.11.



Źródło: <https://www.bing.com/?cc=pl>.

Rys. 1.11. Fragment wyszukiwarki *Bing* z podaniem menu głównego

¹⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/ChatGPT>.

¹⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Fundacja_Panoptykon.

²⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bing>.

Będąc tematem niniejszego tekstu aplikacja *ChatGPT* określana jest w Wikipedii jako zaawansowany model językowy opracowany przez OpenAI. Jej głównym celem jest generowanie odpowiedzi na różne pytania zadawane przez ludzi, udzielanie informacji, pomoc w rozwiązywaniu problemów oraz uczestniczenie w rozmowach na różne tematy²¹ i może być ona przydatna w szerokim zakresie zastosowań np.:

- wsparcie dla klienta,
- tworzenie treści,
- tłumaczenie,
- nauka i edukacja,
- generowanie pomysłów.
- programowanie i pomoc techniczna,
- rozrywka i gry,
- jako osobisty asystent (pomagając w organizacji życia codziennego, przypominając o ważnych terminach czy udzielając porad na różne tematy),
- jako wsparcie emocjonalne dla operatora.

²¹ <https://www.politykabezpieczenstwa.pl/pl/a/chatgpt-co-to-takiego-jak-z-niego-skorzystac>.

2. Aplikacje sztucznej inteligencji (AI)



2.1. Wstęp

Nowy niepokój jaki wywołała „sztuczna inteligencja” spowodował duże poruszenie zwłaszcza wśród recenzentów prac dyplomowych. Jakimi kryteriami się kierować, aby sprawdzić samodzielność przedłożonej do oceny publikacji naukowej, czy też pracy studenta. Nawet w środowisku lekarzy specjalistów odczuwa się znaczne zaniepokojenie. Słyszane są głosy: *Przecież nasza praca to działanie często według standardowych, stale powtarzanych tych samych procedur, prawie to wszystko z powodzeniem może wykonywać robot komputerowy i dać wstępną ocenę stanu zdrowia pacjenta o określonym obszarze dolegliwości.* Takie myśli przewijają się będą coraz częściej, zwłaszcza wśród osób prowadzących hotele, biura podróży, ewidencjonowanie ruchu pacjentów, pracowników, a także komponentów do procesu wytwórczego.

Niniejszy rozdział należy traktować jako wstępny rekonesans po aplikacjach informatycznych, naśladujących przebieg świadomego działania człowieka, w sytuacjach pozyskiwania wiedzy z ogromnej już bazy zawartej w zbiorach Internetu. Po tej refleksji ponownie skupmy się na podstawowych określeniach towarzyszących „sztucznej inteligencji”.

Chatbot to określenie programu komputerowego, którego zadaniem jest prowadzenie konwersacji z udziałem komputera, który replikuje zachowania ludzkie, np. automatyzując odpowiedzi na powtarzalne pytania (wg <https://pl.wikipedia.org/wiki/Chatbot>). Najprostsze, w skrócie zwane boty wykorzystują schematy blokowe. Mogą one dodatkowo wykorzystywać silniki do przetwarzania języka naturalnego oraz interfejs tekstowy lub głosowy. Zadaniem takiego programu jest automatyzacja powtarzalnych i przewidywalnych zadań i procesów w dużej skali. *Chatboty* pomagają także budować spersonalizowane doświadczenia klientów. Jak już wspomniano, chatboty wykorzystywane są na stronach internetowych, w komunikatorach, ale także jako wirtualni asystenci w postaci robota. Tego typu programy z powodzeniem działają w branżach obsługi klienta, sprzedaży, kampaniach marketingowych, czy też w edukacji. W obecnych czasach *chatboty* usprawniają proces pomocy technicznej, odpowiadając na często zadawane pytania, planując spotkania i realizując zamówienia. Ich obszar zastosowania związany jest z rozwojem sztucznej inteligencji, a w tym uczenia maszynowego.

Przykładem wirtualnego asystenta jest chatbot *Eliza*, który jest programem symulującym psychoanalityka, napisany w 1966 przez Josepha Weizenbauma. Program analizuje wzorce w zdaniach, które otrzymuje, a następnie buduje pytania przez przestawienie słów oraz podmianę słów kluczowych. Mimo prostoty program jest tak przekonujący, że powstało wiele anegdot o ludziach silnie angażujących się emocjonalnie w trakcie „rozmów” z *ELIZĄ*.

Według ([https://pl.wikipedia.org/wiki/Messenger_\(komunikator_internetowy\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Messenger_(komunikator_internetowy))) *Messenger* to komunikator internetowy opracowany przez Metę²². Służy do wysyłania wiadomości, zdjęć, filmów, naklejek i innych plików, a także pozwala reagować na wiadomości znajomych²³ i wchodzić w

²² Stenovec T., *The Real Reason Facebook Is Forcing You to Download Messenger*, „Huffington Post”, 2014.

²³ *Messenger – Features*, Facebook, 2017.

interakcje z botami²⁴. Usługa umożliwia również połączenia głosowe (w tym grupowe) oraz wideorozmowy. Aplikacja oferuje możliwość szyfrowania wiadomości oraz dostęp do minigier²⁵.

Encyklopedia internetowa pod linkiem: <https://pl.wikipedia.org/wiki/WeChat> informuje nas, że *WeChat* stanowi chiński komunikator internetowy i portal społecznościowy zbudowany przez firmę Tencent Inc. Służy m.in. do wysyłania wiadomości, robienia zakupów za pomocą botów oraz wykonywania płatności. Do 2017 roku był najpopularniejszym komunikatorem świata z ponad 950 mln aktywnych użytkowników. Jest powszechnie znany jako najbardziej innowacyjna i wszechstronna chińska aplikacja na świecie do płatności, zakupów i korzystania z mediów społecznościowych^{26 27 28}.

Aplikacja *Telegram* – według ([https://pl.wikipedia.org/wiki/Telegram_\(komunikator_internetowy\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Telegram_(komunikator_internetowy))), jest niekomercyjnym, bazującym na chmurze obliczeniowej, komunikatorem²⁹. Posiada zbliżoną do mikroblogów funkcjonalność. Korzysta z niego miesięcznie ponad 550 milionów użytkowników. W rankingu liczby pobrań *Telegram* znajduje się w pierwszej dziesiątce sieci socjalnych na świecie³⁰. Użytkownicy mogą wysyłać wiadomości, zdjęcia, filmy i pliki dowolnego typu, a także tworzyć grupy do 200 000 osób lub kanały do nadawania wiadomości do nieograniczonej liczby odbiorców. Kanały mogą być publiczne ze stałym adresem URL i mogą mieć nieograniczoną liczbę członków. Każdy post na kanale ma swój własny licznik wyświetleń. *Telegram* obsługuje szyfrowane metodą *end-to-end* połączenia głosowe i wideo, a także czaty głosowe w grupach do 200 000 uczestników. Można używać go na wszystkich urządzeniach jednocześnie – wiadomości są płynnie synchronizowane na dowolnej liczbie telefonów, tabletów lub komputerów.

Komunikator *WhatsApp* to mobilna aplikacja dla smartfonów (<https://pl.wikipedia.org/wiki/WhatsApp>). Aplikacja ta jest dostępna dla różnych platform iOS, Android i KaiOS³¹. Dzięki tej aplikacji można przysyłać wiadomości i pliki multimedialne pomiędzy dwoma telefonami komórkowymi, połączonymi z Internetem. Wymagana jest instalacja aplikacji na telefonie. Możliwe jest tworzenie czatów grupowych, przesyłanie własnej pozycji dzięki *Mapom Google* i współdzielenie kontaktów własnej rubryki. Aplikacja pozwala również na rozmowy wideo oraz VoIP.

Systemy *iOS* oraz *Android* są już ogólnie znane jednak warto w tym miejscu poświęcić nieco miejsca *KaiOS*. Według <https://pl.wikipedia.org/wiki/KaiOS> platforma *KaiOS* jest to mobilny system operacyjny rozwijany przez przedsiębiorstwo KaiOS Technologies (Hong Kong) Limited. Pierwsza wersja systemu została wydana w 2017 roku. Wśród zalet tego systemu wymienia się niskie wymagania sprzętowe, zwłaszcza w zakresie pamięci operacyjnej, przy jednoczesnej obsłudze różnych aplikacji^{32 33}. System zapewnia współpracę z 4G LTE, GPS i Wi-Fi, a przeznaczone na tę platformę aplikacje funkcjonują w oparciu o HTML5, co pozwala ograniczyć wykorzystanie zasobów sprzętowych i baterii.

²⁴ Hort J., *Facebook Messenger zavádí skupinové telefonáty až pro 50 uživatelů*, www.focus-age.cz, 2016.

²⁵ Kubeš J., *Facebook Messenger nyní nabízí šifrování zpráv*, *Dvojklík*, 2016.

²⁶ *Tech in Asia – Connecting Asia's startup ecosystem*, www.techinasia.com.

²⁷ *WeChat: The End-All Platform? – Digital Innovation and Transformation*, digit.hbs.org.

²⁸ *How WeChat Became China's App for Everything*, „*Fast Company*”, styczeń 2017.

²⁹ Hamburger E., *Why Telegram has become the hottest messaging app in the world*, *The Verge*, 2014.

³⁰ *Telegram zamiast WhatsApp – już 500 mln użytkowników!*, www.telepolis.pl.

³¹ *Informacje o obsługiwanych systemach operacyjnych*, faq.whatsapp.com.

³² Jančich V., *Google zaujímajú jednoduchšie telefóny, investuje do nich milióny dolárov*, *Živé.sk*, 2018.

³³ Agarwal S., *What Is KaiOS and Why Is It the 3rd Most Popular Mobile OS?*, *MakeUseOf*, 2019.

Jest trzecim pod względem popularności mobilnym systemem operacyjnym³⁴. Pod jego kontrolą działa ponad 100 mln urządzeń na całym świecie. Główne funkcje *KaiOS* zapewniają bowiem LTE, GPS, Wi-Fi oraz aplikacje, choć w nieco uproszczonej wersji³⁵. Dzięki LTE zapewniony jest stały dostęp do sieci i przeglądarki. *KaiOS* posiada też preinstalowane aplikacje mobilne takie jak: *Facebook*, *WhatsApp*, *Gmail*, *Google Maps* czy *YouTube*, a ich obsługa odbywa się za pomocą fizycznych przycisków w urządzeniu. Trzeba jeszcze dodać, że telefon na systemie operacyjnym *KaiOS* charakteryzuje się sporą uniwersalnością.

Jak już nadmieniono, przykładami asystentów głosowych jest *Asystent Google* oraz *Amazon Alexa*. *Asystent Google* stanowi inteligentny asystent osobisty opracowany przez Google, który jest dostępny na urządzeniach mobilnych oraz inteligentnych urządzeniach domowych (według: https://pl.wikipedia.org/wiki/Asystent_Google). Użytkownicy komunikują się z *Asystentem Google* głównie za pomocą głosu, ale możliwa jest również komunikacja za pomocą pisma. Asystent potrafi odpowiadać na zadane pytania, wyszukiwać informacje w Internecie, kontrolować urządzenia *smart home* (np. zmywarki), robić zakupy przez Internet, rezerwować loty, rozpoznawać przedmioty za pomocą kamery, zarządzać kalendarzem użytkownika oraz wiele innych³⁶.

Aplikacja *Amazon Alexa*, znana jako *Alexa*, to technologia wirtualnego asystenta w dużej mierze oparta na polskim synteźatorze mowy o nazwie Ivona, kupionym przez Amazon w 2013 roku - według https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Alexa³⁸. Jest zdolna do wielu zadań, takich jak interakcja głosowa, odtwarzanie muzyki, tworzenie list rzeczy do zrobienia, ustawianie alarmów, przesyłanie strumieniowe podcastów, odtwarzanie audiobooków oraz dostarczanie informacji o pogodzie, ruchu drogowym, sporcie i innych informacji w czasie rzeczywistym, takich jak wiadomości³⁹. *Alexa* może również sterować kilkoma inteligentnymi urządzeniami, używając siebie jako systemu automatyki domowej. Do wykonywania tych zadań wykorzystuje automatyczne rozpoznawanie mowy, przetwarzanie języka naturalnego i inne formy słabej sztucznej inteligencji.

W uzupełnieniu dodam, że *sztuczna inteligencja* jest stosowana w wyszukiwarkach, np. w Google, kierowaniu reklam internetowych, systemach rekomendacji oferowanych przez Netflix, YouTube czy Amazon. Ponadto w ukierunkowanej reklamie prowadzonej w ramach *AdSense*, *Facebook*, wirtualnych asystentach osobistych klasy *Siri*.

Aplikacja *Siri* opiera się na interfejsie konwersacyjnym i rozpoznaje naturalną mowę użytkownika, odpowiada na jego pytania i wykonuje powierzone zadania. Dzięki implementacji nauczania maszynowego *asystent ten z czasem analizuje osobiste preferencje użytkownika*, w celu zapewnienia bardziej dopasowanych wyników i rekomendacji. Jednak aplikacja *Siri*⁴⁰ (wg <https://pl.wikipedia.org/wiki/Siri>) wymaga stałego połączenia z Internetem, a jej główne źródła informacji to serwisy Bing i Wolfram Alpha. Od wersji systemu iOS 11 możliwe jest również w *Siri* ręczne wpisywanie komend.

Chatboty są stale rozwijalne i dostosowywane do zachowań ludzkich, i tak po standardzie *ChatGTP* opracowano wersję *ChatGTP Plus*. W ofercie czytamy, że jest to wersja pilotażowa

³⁴ Szczęsny J., *Pewnie o nim nie słyszałeś, ale to „trzeci” system mobilny na świecie*, Antyweb, 2019.

³⁵ <https://www.myphone.pl/system-kaios-aplikacje-mozliwosci-i-dzialanie/>.

³⁶ Nowak M., *Bot Google Assistant – oto 14 rzeczy, które może zrobić*, Spider’s Web, 2016.

³⁷ *Amazon wchodzi na rynek rozpoznawania głosu, kupuje oprogramowanie Ivona, aby konkurować z Siri firmy Apple*, 2013.

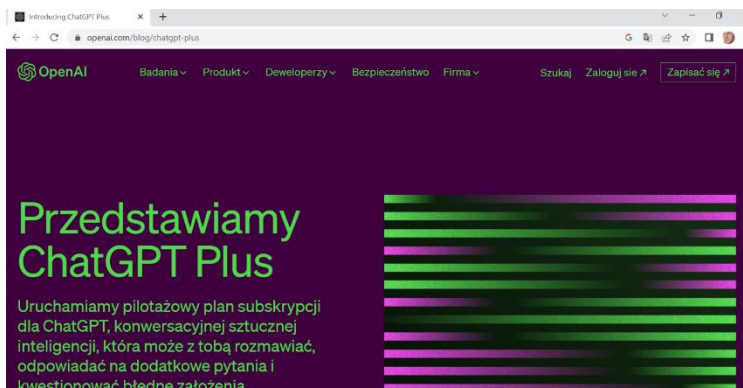
³⁸ Ibidem.

³⁹ *Przegląd usługi głosowej Alexa (v20160207)*. Usługa głosowa Alexa . developer.amazon.com.

⁴⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Siri>.

rozpowszechniana w formie subskrypcji (rys. 2.1). Plan subskrypcji *ChatGPT Plus*, będzie dostępny komercyjnie za opłatą miesięczną, a subskrybenci otrzymają szereg korzyści, a mianowicie :

- ogólny dostęp do *ChatGPT*, nawet w godzinach szczytu;
- szybsze czasy reakcji;
- priorytetowy dostęp do nowych funkcji i ulepszeń,
- dostępność dla klientów w Stanach Zjednoczonych i na całym świecie.



Źródło: <https://openai.com/blog/chatgpt-plus>.

Rys. 2.1. Menu główne komercyjnego *ChatGPT -Plus*

2.2. Bliżej o standardowym programie *ChatGTP*

Jak już nadmieniono, sztuczna inteligencja (*artificial intelligence*, AI) to inteligencja wykazywana przez urządzenia sztuczne (wg https://pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja). W informatyce i kognitywistyce oznacza także tworzenie modeli i programów symulujących, choć częściowo zachowania inteligentne⁴¹. Sztuczna inteligencja jest także przedmiotem rozważań filozofii (*filozofia sztucznej inteligencji*) oraz przedmiotem zainteresowania nauk społecznych. Jednym z przykładów stosowania AI jest robot Boston Dynamics, posiadający cechy sztucznej inteligencji, zobacz go podczas testów armii Wielkiej Brytanii (rysunek rys. 2.2).



Źródło: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/87/Spot_robot_Royal_Air_Force.jpg.

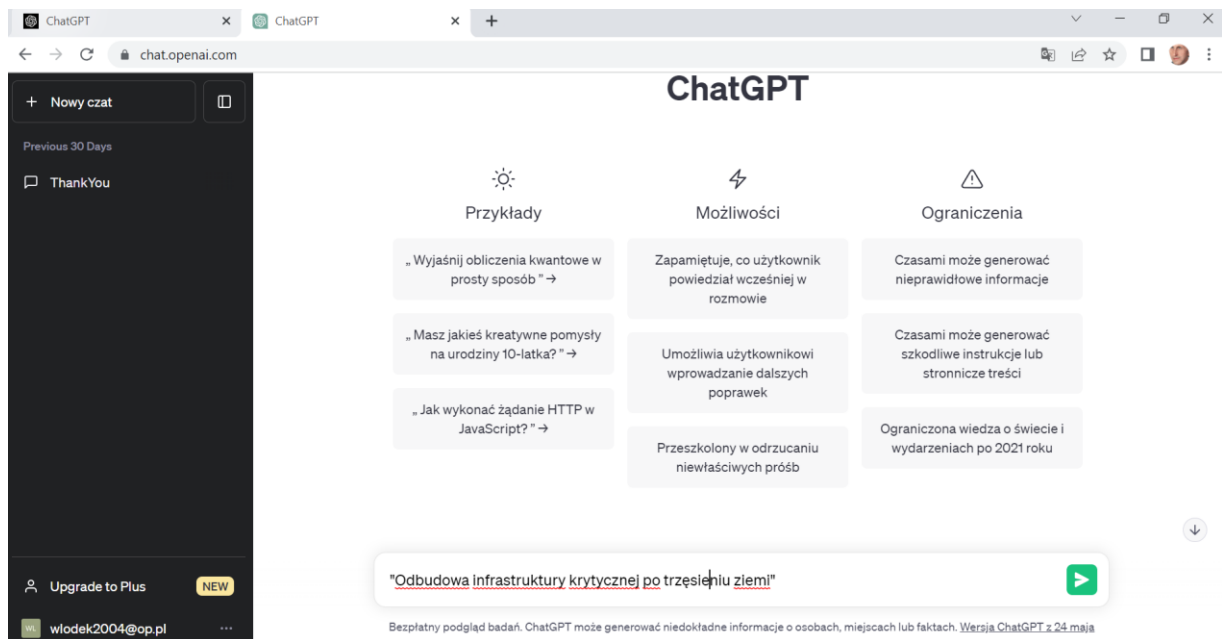
Rys. 2.2. Testowanie robota *BostonDynamics*

Jak już wiemy, istnieją już firmy podejmujące temat szeroko rozumianego AI. Jedną z nich jest OpenAI zajmująca się badaniami i wdrożeniem sztucznej inteligencji ogólnej. Obiektem badań wymienionej firmy jest między innymi model softwarowy o nazwie *ChatGPT*, który wchodzi w interakcję z operatorem w sposób konwersacyjny. Format dialogu umożliwia tej aplikacji odpowiadanie na dodatkowe pytania, a nawet odrzucanie niewłaściwych próśb.

Na etapie zakładania konta do aplikacji *ChatGPT* konwersację prowadzimy w języku angielskim. Na zakończenie postępowania nasz wirtualny asystent, czyli aplikacja *ChatGPT* daje nam radę: *Pamiętaj, że proces wyszukiwania artykułów jest iteracyjny i może być konieczne*

⁴¹ *Katalog der Deutschen Nationalbibliothek*, portal.dnb.de.

udoskonalenie strategii wyszukiwania w miarę postępów. Jako przykładowy temat w języku polskim dla ChatGPT, który został udostępniony dla zachęty na 30 dni, podałem w oknie komunikacji „Odbudowa infrastruktury krytycznej po trzęsieniu ziemi” – rys. 2.3. Na zaprezentowanym ekranie ChatGPT istnieje też sugestia przejścia do wersji Plus tej aplikacji.



Źródło: Opracowanie własne.

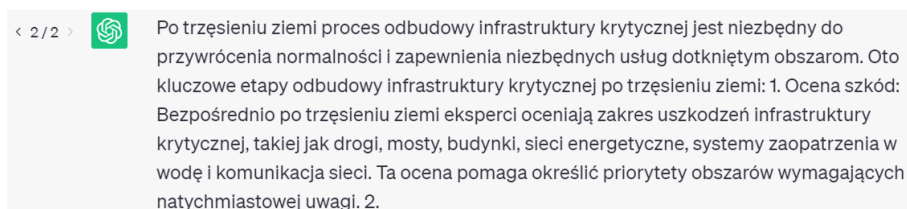
Rys. 2.3. Potwierdzenie możliwości korzystania z ChatGPT

Początkowo otrzymany tekst odpowiedzi chatbota nie był zadawalający, gdyż testowany ChatGPT zinterpretował sobie pospiesznie zadany temat jako „Odbudowa infrastruktury krytycznej po zbroczeniu ziemi”. Kliknąłem więc na pojawiony się przycisk „Zregeneruj odpowiedź”. Uzyskano już lepszą odpowiedź na zadany problem, a przy tym aplikacja poprosiła o naszą opinię generując odpowiednie podokno, a w nim alternatywy odpowiedzi do wyboru:

Czy ta reakcja była lepsza, czy gorsza? *Lepsza Gorsza To samo*

Jako odpowiedź zaznaczyłem „To samo”.

Następnie wprowadzono zadany temat, ale w języku angielskim „Rebuilding critical infrastructure after the earthquake”. Tym razem aplikacja przedłożyła nam, jako iterację 2/2, tekst w języku polskim na żądany przez nas temat „Odbudowa infrastruktury krytycznej po trzęsieniu ziemi” (zob. rysunek 2.4).



Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 2.4. Część drugiej skorygowanej odpowiedzi na zadany temat

Efekt pracy robota nie był jednak dla mnie zadawalający, i tak po sześciu krokach iteracyjnych wymuszenia poprawy odpowiedzi, klikając na przycisk „Regenerate response”, uzyskano efekt zaznaczony jako 6/6. Zamieszczono w całości poniżej, aby internauci mogli sami ocenić jakość odpowiedzi.



Po trzęsieniu ziemi proces odbudowy infrastruktury krytycznej jest niezbędny do przywrócenia podstawowych usług, zapewnienia bezpieczeństwa publicznego i wsparcia odbudowy dotkniętych społeczności. Oto kilka kluczowych kroków związanych z odbudową infrastruktury krytycznej po trzęsieniu ziemi:

1. *Ocena szkód*: Bezpośrednio po trzęsieniu ziemi przeprowadzana jest dokładna ocena w celu określenia zakresu uszkodzeń infrastruktury krytycznej, takiej jak drogi, mosty, budynki, sieci energetyczne, systemy wodno-kanalizacyjne i sieci komunikacyjne. Ta ocena pomaga nadać priorytet obszarom i strukturom, które wymagają natychmiastowej uwagi.

2. *Środki bezpieczeństwa i ochrony*: Przed rozpoczęciem jakichkolwiek prac rekonstrukcyjnych wdrażane są środki bezpieczeństwa i ochrony w celu ochrony pracowników i społeczeństwa. Obejmuje to ocenę integralności strukturalnej uszkodzonych budynków i infrastruktury w celu ustalenia, czy można je naprawić, czy też należy je wyburzyć. Protokoły bezpieczeństwa są ustalane w celu ograniczenia ryzyka podczas procesu odbudowy.

3. *Naprawy tymczasowe*: Pilne i tymczasowe naprawy są przeprowadzane w celu przywrócenia podstawowych usług i zapewnienia bezpieczeństwa publicznego. Może to obejmować usuwanie gruzu, naprawę linii energetycznych, przywrócenie dostaw wody i ponowne otwarcie kluczowych tras transportowych. Te tymczasowe środki zapewniają natychmiastową ulgę, podczas gdy opracowywane są długoterminowe plany odbudowy.

4. *Planowanie odbudowy*: Kompleksowe plany odbudowy są opracowywane na podstawie oceny szkód i potrzeb społeczności. Plany te obejmują określenie priorytetowych obszarów odbudowy, zaprojektowanie odpornej infrastruktury oraz rozważenie długoterminowego zrównoważonego rozwoju i środków zmniejszających ryzyko klęsk żywiołowych. Współpraca między agencjami rządowymi, inżynierami, urbanistami i interesariuszami społeczności ma kluczowe znaczenie na etapie planowania.

5. *Finansowanie i zasoby*: Odpowiednie fundusze i zasoby są niezbędne do wspierania wysiłków na rzecz odbudowy. Rządy przydzielają fundusze nadzwyczajne, zwracają się o pomoc do organizacji międzynarodowych i badają partnerstwa publiczno-prywatne, aby zabezpieczyć środki niezbędne do odbudowy infrastruktury krytycznej. W celu pozyskania materiałów, sprzętu i wykwalifikowanej siły roboczej ustanowiono wydajne procesy zaopatrzenia.

6. *Odporność infrastruktury*: Proces odbudowy daje możliwość zwiększenia odporności infrastruktury krytycznej na przyszłe trzęsienia ziemi. Obejmuje to włączenie projektów odpornych na trzęsienia ziemi, konstrukcje wzmacniające, wdrożenie ulepszonych przepisów i przepisów budowlanych oraz rozważenie środków łagodzących zagrożenia naturalne. Celem jest stworzenie infrastruktury, która będzie w stanie wytrzymać przyszłe zdarzenia sejsmiczne oraz zminimalizować szkody i zakłócenia.

7. *Zaangażowanie interesariuszy*: Zaangażowanie społeczności lokalnych, przedsiębiorstw i innych interesariuszy ma kluczowe znaczenie dla udanej odbudowy infrastruktury. Zaangażowanie tych interesariuszy sprzyja poczuciu własności, uwzględnia lokalną wiedzę i zapewnia, że infrastruktura odpowiada potrzebom i preferencjom dotkniętej nią populacji. Konsultacje społeczne, programy zaangażowania społeczności i przejrzyste procesy decyzyjne to kluczowe elementy zaangażowania interesariuszy.

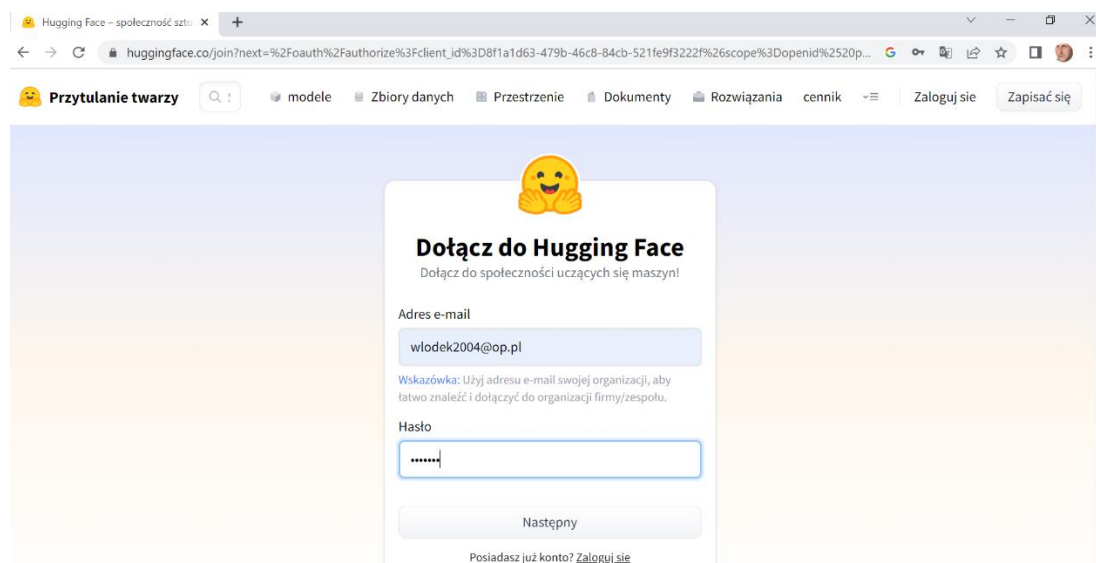
8. *Monitorowanie i ocena*: Ciągłe monitorowanie i ocena w trakcie całego procesu odbudowy pomagają ocenić postęp, zidentyfikować wyzwania i wprowadzić niezbędne poprawki. Regularne kontrole zapewniają, że przebudowywana infrastruktura spełnia normy bezpieczeństwa i wymagania jakościowe. Wnioski wyciągnięte z procesu odbudowy mogą stanowić podstawę przyszłych działań w zakresie gotowości i reagowania na klęski żywiołowe.

Odbudowa infrastruktury krytycznej po trzęsieniu ziemi to złożony i czasochłonny proces, który wymaga starannego planowania, koordynacji i współpracy. Stawiając na pierwszym miejscu bezpieczeństwo, odporność, zrównoważony rozwój i zaangażowanie interesariuszy, społeczności mogą przywracać kluczowe usługi i budować infrastrukturę lepiej przygotowaną na przyszłe zdarzenia sejsmiczne. W tym szóstym kroku regeneracji odpowiedzi uzyskaliśmy w miarę staranną odpowiedź na zadany temat, co może zmylić oceniającego opracowanie, że wykonał to zaliczający przedmiot student, szkoda jednak, że nie podaje *chatbot* odniesień do źródeł bibliograficznych.

2.3. Sięgnięcie po inne aplikacje klasy *chatbot*

Alternatywne do *ChatGPT* rozwiązanie programistyczne *HuggingChat* zostało sprawdzone na zestawie danych *OpenAssistant Conversations Dataset* (OASST1), wykorzystując metodologię opracowaną przez firmę OpenAI. Dołączenie się do społeczności internautów korzystających z aplikacji *Hugging Chat* wymaga zarejestrowania się poprzez przybliżenie twarzy do ekranu. Kolejnym krokiem jest utworzenie własnego konta poprzez podanie adresu e-mail, przy czym zalecany jest stosowany w firmie, gdzie pracuje internauta i wprowadzenie unikalnego hasła, minimum 8 znakowe (zob. rysunek 2.5). Ze względu na znaczne trudności z zredagowaniem

akceptowalnego hasła i komercyjnego charakteru programu *Hugging Chat* zrezygnowałem z dalszej procedury.



Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 2.5. Okno zachęty do wejścia w grono użytkowników aplikacji *Hugging Chat*

Trzeba nam jeszcze, choć na moment zwrócić uwagę na oprogramowanie typu *chatbot* o nazwie *Bard*, które zostało wykreowane przez Google jako odpowiedź na wyzwanie rzucone przez OpenAI i ich *ChatGPT*. Aplikacja ta jest obecnie dostępna w 180 krajach, z wyłączeniem większości krajów europejskich, takich jak Polska, Niemcy i Francja. Jest oparta między innymi na technologii uczenia maszynowego. Początkowa wersja *Bard* wykorzystywała lekką modelową wersję języka *LaMDA*, ponieważ wymagała mniejszej mocy obliczeniowej i mogła być skalowana do większej liczby użytkowników. *LaMDA* została zbudowana w roku 2017 na *Transformerze*, czyli architekturze sieci neuronowej Google⁴². Model transformatora może wykonać prawie każde zadanie dotyczące przetwarzania naturalnego języka (NLP). Możemy go użyć do modelowania języka, tłumaczenia lub klasyfikacji. Transformer wykonuje te zadania szybko, usuwając sekwencyjną naturę problemu, czyli zamiast przekazywać do sieci wyraz po wyrazie, od razu przekazywane jest całe zdanie.

Trzeba tu nadmienić, że *GPT-3*, czyli model językowy na którym działa *ChatGPT*, również został zbudowany na *Transformerze*. *Google Bard* jest teraz zasilany przez własny i najbardziej zaawansowany model dużego języka *PaLM 2* firmy Google, co umożliwi *Bardowi* być znacznie bardziej wydajnym i działać na wyższym poziomie⁴³. Odmianą omawianej aplikacji jest *Bard AI* opracowany przez firmę z Melbourne w Australii, która tworzy technologie sztucznej inteligencji opartą na bayesowskich sieciach prawdopodobieństwa⁴⁴. Google rozpoczęło współpracę z Adobe, dzięki czemu *Bard* będzie mógł generować obrazy na zadany temat za pomocą narzędzia *Adobe Firefly*. Daje to *chatbotowi* Google podobną funkcjonalność do *DALL-E 2* – graficznego narzędzia konkurencyjnej firmy OpenAI⁴⁵.

Występuje obecnie duże zainteresowanie oprogramowaniem typu *chatbot*, ale jednocześnie niepokoi. Jednak moim zdaniem opracowania wykonane przez robota są „zimne” – nie zawierają emocji przekazu i piękna językowego.

⁴² <https://miroslawmameczur.pl/czym-jest-i-jak-dziala-transformer-siec-neuronowa/>.

⁴³ <https://www.zdnet.com/article/what-is-google-bard-heres-everything-you-need-to-know/>.

⁴⁴ Bardai.io.

⁴⁵ <https://biznes.wprost.pl/technologie/11215918/google-bard-nie-dla-polakow-wszystkie-nowosci-ai-z-google-io.html>.

3. Zastosowanie sztucznej inteligencji w sądownictwie



3.1. AI w świetle zasady skutecznej ochrony sądowej

W artykule Mateusza Bartosza podjęto się analizy zaproponowanych przez Komisję Europejską przepisów aktu w sprawie sztucznej inteligencji, w kontekście potencjalnych zagrożeń naruszenia praw podstawowych, które wynikać mogą z zastosowania sztucznej inteligencji w sądownictwie⁴⁶. Przykłady zastosowania systemów sztucznej inteligencji zaczerpnięte są przede wszystkim z państw członkowskich Unii Europejskiej. Zaprezentowano etapy prac nad strategią zmierzającą do opracowania rozporządzenia w celu zapewnienia bezpieczeństwa działania systemów sztucznej inteligencji. Sztuczna inteligencja, po polsku SI, a z angielskiego AI to nowe zagadnienie, z którym mierzy się ustawodawstwo każdego systemu prawnego: międzynarodowego i państwowego, a także unijnego. Wśród sektorów, w których sztuczna inteligencja potencjalnie odgrywa znaczącą rolę są⁴⁷:

- transport, a w ramach niego pojazdy autonomiczne;
- medycyna, z wykorzystaniem inteligentnych maszyn do wspomagania pracy lekarzy;
- rozrywka, a w niej gry strategiczne;
- przemysł zbrojeniowy, z zaawansowanymi systemami automatycznego namierzania, drony autonomiczne.

Również w sferze publicznej coraz więcej jest przykładów zastosowania systemów SI. We Włoszech, działa system RiskER, przewidujący ryzyko hospitalizacji⁴⁸. Przyspieszona cyfryzacja przyczyniła się do wprowadzenia systemów zautomatyzowanego podejmowania decyzji i systemów SI.

Przykładem jest system COMPAS wprowadzony w niektórych sądach USA, służący do oceny ryzyka recydywy oskarżonych w postępowaniach karnych⁴⁹. System ten stanowi profilowanie przestępców więziennych w celu uzyskania sankcji alternatywnych i służy jako narzędzie do zarządzania sprawami i wspomagania decyzji⁵⁰. COMPAS został zaprojektowany przy użyciu konstrukcji behawioralnych i psychologicznych „o bardzo dużym znaczeniu dla recydywy i karier przestępczych”.

Kompetencja Unii Europejskiej do podejmowania działań, zmierzających do ustanowienia prawa regulującego wprowadzanie do obrotu i stosowanie systemów sztucznej inteligencji, wynika z przepisu art. 114 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (dalej TFUE)⁵¹. Zachodzi potrzeba odpowiedzi na pytanie: *Czy proponowane przez Komisję Europejską przepisy rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady, ustanawiającego zharmonizowane przepisy dotyczące sztucznej inteligencji i zmieniające niektóre akty wykonawcze Unii (Artificial Intelligence Act -AIA), mogą służyć skutecznemu zapobieganiu potencjalnym zagrożeniom*⁵².

⁴⁶ Opracowanie bazuje na publikacji internetowej: Bartoszek M., *Zastosowanie sztucznej inteligencji w sądownictwie w świetle zasady skutecznej ochrony sądowej*, Folia Iuridica Universitatis Wratislaviensis 2022 vol. 11 (1), 8-29.

⁴⁷ Dede G., Hamon R., Junklewitz H., Naydenov R., Malatras A., Sanchez M., *Cybersecurity challenges in the uptake of Artificial Intelligence in Autonomous Driving*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2021.

⁴⁸ AlgorithmWatch, *Automating Society Report 2019*, 1 stycznia 2019 r., s. 89, <https://algorithmwatch.org/en/automating-society/>.

⁴⁹ Rahman F., *COMPAS Case Study: Fairness of a Machine Learning Model*, “Towards Data Science”, 7 września 2020 r., <https://towardsdatascience.com/compas-case-study-fairness-of-a-machinelearning-model-f0f804108751>.

⁵⁰ [https://en.wikipedia.org/wiki/COMPAS_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/COMPAS_(software)).

⁵¹ *Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej*, Dz. Urz. UE C 326/47 z 26.10.2012 r.

⁵² Wniosek Komisji Europejskiej, *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające zharmonizowane przepisy dotyczące sztucznej inteligencji (Akt w sprawie sztucznej inteligencji) i zmieniające niektóre akty ustawodawcze Unii*, 21 kwietnia 2021 r., COM/2021/206 final,

Sztuczna inteligencja traktowana jest jako osobna gałąź nauki. W motywach projektu AIA Komisja Europejska opisała sztuczną inteligencję jako „szybko rozwijającą się grupę technologii, które muszą przyczynić się do wielu korzyści społeczno-ekonomicznych we wszystkich gałęziach przemysłu i obszarach działalności gospodarczej”⁵³. Według przepisów AIA sztuczna inteligencja to przede wszystkim „oprogramowanie opracowane przy użyciu co najmniej jednej z technik i podejść wymienionych w załączniku P”, między innymi technologie uczenia maszynowego, rozumowania symbolicznego, metod wyszukiwania, które stanowią cechy charakterystyczne systemów SI, określanymi jak już wspomniano również jako AI.

Zdaniem Mateusza Bartosza wszędzie tam, gdzie obecnie używane są systemy teleinformatyczne, możliwe jest wdrożenie SI „ulepszenia” funkcjonowania sądów. Rozróżnia się tu systemy analizujące dane i wspierające pracę sędziego oraz systemy mogące zastąpić sędziego. Sądy mogą wspomagać się oceną ryzyka recydywy, uzyskaną dzięki programom komputerowym, ale nie mogą polegać na takiej ocenie.

Francuskie sądy apelacyjne w Rennes i Douai w 2017 r. brały udział w pilotażowym programie testowym systemu *Predictice*⁵⁴. System ten, wymagający jeszcze modyfikacji, był używany wyłącznie w celu obliczania wysokości odpraw zasądzanych w sprawach pracowników zwolnionych bez „rzeczywistej i poważnej przyczyny”. System predykcyjny *Predictice* ma on za zadanie dokonać określenia szansy sukcesu w ewentualnym postępowaniu sądowym na podstawie przedstawionych dokumentów lub kwestii prawnych. Zastosowanie takiego systemu w Polsce pozwalałoby na przyspieszenie negocjacji oraz mediacji, a mediator mógłby określić sposób prowadzenia mediacji w bardziej precyzyjny sposób i oszczędzić czas poświęcony na analizę akt sprawy⁵⁵.

Do drugiej kategorii zaliczyć trzeba, pierwszy w Europie w pełni zautomatyzowany system rozstrzygania sporów, o nazwie *e-Court* do spraw windykacyjnych zastosowany w Królestwie Niderlandów⁵⁶. Całość postępowania odbywa się online, a rozstrzygnięcie sprawy w imieniu sędziego jest wydawane przez system sztucznej inteligencji na podstawie obowiązujących przepisów. Po kilku miesiącach badań i eksperymentów z prototypem systemu *e-Court* wyniki wydają się bardzo obiecujące⁵⁷. Nie ma wątpliwości, że rozwiązania dostarczane przez *e-Court* mogą znacznie usprawnić działanie polskich sądów na wiele sposobów. Może poprawić szybkość postępowań sądowych i pozytywnie wpłynąć na jakość podejmowanych decyzji. Może również pomóc w ujednoliceniu orzeczeń sądowych w tego samego rodzaju sprawach. Zdalny dostęp do dokumentów sądowych przechowywanych w formie elektronicznej może dać stronom znacznie lepsze możliwości korzystania z przysługujących im uprawnień procesowych w trakcie procesu, niż mogłyby kiedykolwiek dać tradycyjne archiwa.

Trzeba tu nadmienić, że Estonia, kraj będący w czołówce cyfryzacji administracji publicznej i wymiaru sprawiedliwości, jako jeden z pierwszych krajów wprowadził wybory powszechne przez Internet⁵⁸. Sztuczna inteligencja w Estonii, podobnie jak *e-Court* w Holandii, ma rozstrzygać jedynie

<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1623335154975&uri=CELEX%3A52021PC0206>.

⁵³ AIA, s. 22, motyw 3.

⁵⁴ Letteron R., *Digital access to the law*, “Digital Issues of Les Annales des Mines” 2018, nr 3.

⁵⁵ <https://mikulski.krakow.pl/aktualnosci/szybkosc-rozwiazywania-sporow-nowa-nadzieja-sztuczna-inteligencja-w-ad-poza-sadem-w-sadach-panstwowych-i-w-arbitrazu/>.

⁵⁶ Nakad-Weststrate H., Jongbloed T., van der Herik H., Salem A., *Digitally Produced Judgements in Modern Court Proceedings*, “International Journal of Digital Society” 2015, nr 4, s. 1102.

⁵⁷ https://www.nowemedia-org-pl.translate.google.com/translate/the-impact-of-the-e-court-solution-on-the-polish-judicial-system/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pl&_x_tr_hl=pl&_x_tr_pto=sc.

⁵⁸ <https://e-estonia.com/solutions/e-governance/i-voting/>.

sprawy o drobne roszczenia. Na szczególną uwagę zasługuje projekt imitacji rozumowania sędziowskiego przewidywania orzeczeń ETPC wprowadzony w 2016 r.⁵⁹. Rezultatem projektu było osiągnięcie średnio 79% skuteczności w przewidywaniu rozstrzygnięć ETPC (*Europejski Trybunał Praw Człowieka*). Sąd ten został utworzony przez Radę Europy, którego zadaniem jest zapewnianie przestrzegania europejskiej konwencji praw człowieka, przy czym baza danych ETPC zawiera również informacje dotyczące orzecznictwa⁶⁰.

Wstępem do prac nad AIA były *Wytyczne w zakresie etyki dotyczące godnej zaufania sztucznej inteligencji przygotowane przez odpowiednią grupę ekspertów wysokiego szczebla*⁶¹. Po tych *Wytycznych* następnym krokiem w strategii Komisji Europejskiej na temat rozwoju i regulacji AI jest *Biała Księga w sprawie sztucznej inteligencji*. W *Białej Księdze* Komisja Europejska po raz pierwszy porusza temat praw podstawowych, a w tym prawo do rzetelnego procesu. Jako drogowskaz tworzenia regulacji prawnych pojawiła się idea oparcia proponowanych przepisów na analizie ryzyka. Odnośnie treści *Białej Księgi*, a w tym w szczególności AI, swoje stanowisko wyraziła Rada Adwokatur i Stowarzyszeń Prawniczych Europy (CCBE)⁶². Postuluje ona obowiązek informowania stron i uczestników postępowania o każdym użyciu systemu sztucznej inteligencji. W wyniku konsultacji społecznych w dniu 21 kwietnia 2021 r. został przedłożony projekt aktu w sprawie sztucznej inteligencji. Komisja Europejska nie podjęła się postulowanymi przez CCBE rozwiązaniami sektorowymi, ale przedstawiła projekt ogólny rozporządzenia dotyczący AI i powiększyła do czterech kategorie ryzyka:

- niedopuszczalne ryzyko,
- wysokie ryzyko,
- ograniczone ryzyko,
- minimalne ryzyko.

W przypadku np. ryzyka ograniczonego jest obowiązek informowania użytkownika lub odbiorcy, że stosowane systemy typu *chatboty* są systemami sztucznej inteligencji. W obszarze sprawowania wymiaru sprawiedliwości, w propozycji AIA występuje tylko jedno stwierdzenie kategoryczne, że systemy AI mają służyć organowi sądowemu pomocą w badaniu i interpretacji stanu faktycznego i przepisów prawa⁶³, czyli być narzędziem pracy.

W projekcie AIA następuje obarczenie odpowiedzialnością za spełnienie wymogów twórców systemów sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka. Istotne dla ochrony praw podstawowych, w tym zasady skutecznej ochrony sądowej, są wymogi dotyczące jakości danych, bezpieczeństwa oraz transparentności funkcjonowania systemów klasy AI. Występuje tu wymóg wprowadzenia funkcji rejestracji zdarzeń oraz wymóg przejrzystości. Przyjęto ustalenie, że sprawy zawsze muszą być rozpatrywane przez sędziego-człowieka, który musi mieć możliwość podjęcia decyzji o rozpatrzeniu sprawy wyłącznie na podstawie własnej wiedzy i umiejętności. Tak więc stosowanie przepisów AIA może pozwolić na skuteczniejsze zapobieganie potencjalnym naruszeniom wymogów niezawisłości i bezstronności sędziowskiej. Inne podstawowe obowiązki proceduralne odniesione do dostawców są następujące:

⁵⁹ Aletras N., Tsarapatsanis D., Preotiuc-Pietro D., Lamos V., *Predicting judicial decisions of the European Court of Human Rights: a Natural Language Processing perspective*, "PeerJ Computer Science" 2016, t. 93.

⁶⁰ https://e-justice.europa.eu/150/PL/international_case_law.

⁶¹ Niezależna grupa ekspertów wysokiego szczebla do spraw sztucznej inteligencji została powołana przez Komisję Europejską w czerwcu 2018 r., *Wytyczne w zakresie etyki dotyczące godnej zaufania sztucznej inteligencji*, 8 kwietnia 2019 r., <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>.

⁶² Rada Adwokatur i Stowarzyszeń Prawniczych Europy, *CCBE Response to the consultation on the European Commission's White Paper on Artificial Intelligence*, 5 czerwca 2020 r., s. 6-7, <https://www.ccbe.eu/documents/position-papers/>.

⁶³ Załącznik III do AIA.

- certyfikowanie systemów sztucznej inteligencji;
- sporządzanie dokumentacji technicznej systemów AI;
- podejmowanie niezbędnych działań naprawczych, jeżeli system SI nie spełnia któregokolwiek z wymogów zawartych w AIA.

* * *

Danymi wejściowymi w przypadku systemów AI, wykorzystywanych w sądownictwie, mogą być akta sprawy. Postulat spełnienia szczególnych wymogów, przez dane wykorzystywane podczas projektowania i testowania systemu sztucznej inteligencji, pozwala liczyć na wyższy stopień wczesnego wykrywania problemów wynikających z potencjalnego braku obiektywizmu w zbiorach danych. Zagrożenie braku transparentności procesów decyzyjnych minimalizowane jest poprzez wprowadzenie wymogów tworzenia szczegółowej specyfikacji technicznej oraz funkcji rejestrowania zdarzeń. Efektem zwiększonej wiedzy powinna być umiejętność adekwatnego wyjaśnienia efektów pracy systemów AI, co zmniejsza zagrożenie wystąpienia „efektu czarnej skrzynki”.

W sądownictwie użycie jakiegokolwiek systemu do administrowania pracą sądów, wspierania procesu rozstrzygania spraw przez sędziów, a nawet potencjalnie do rozstrzygania spraw zamiast sędziów musi być zgodne z szeregiem praw i wymogów. Zatem zdaniem Mateusza Bartosza, postulowane przez CCBE rozwiązanie sektorowe, zaprojektowane specyficznie dla potrzeb wykorzystania systemów sztucznej inteligencji mimo wszystko w sądownictwie jest konieczne.

3.2. *Artificial intelligence* w procesie stosowania prawa⁶⁴

W Polsce i nie tylko występuje szybki rozwój teleinformatyki, a także informatyki co ma wpływ na polski system prawa. Według ustawy z 5.9.2016 r. o usługach zaufania oraz identyfikacji elektronicznej⁶⁵ stanowią one implementację rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 910/2014 z 23.7.2014 r. w odniesieniu do transakcji elektronicznych na rynku wewnętrznym⁶⁶. Dla przyspieszenia procesu sądowego coraz szerzej wdrażana jest sztuczna inteligencja (*Artificial intelligence* – AI). Spotyka się też niepokój związany z tzw. *singularity*. Wymienione określenie to osobliwość technologiczna, czyli hipotetyczny punkt w przyszłym rozwoju cywilizacji, w którym postęp techniczny stanie się tak szybki, że wszelkie ludzkie przewidywania staną się nieaktualne. Głównym wydarzeniem, mającym do tego doprowadzić, byłoby stworzenie sztucznych inteligencji przewyższających intelektualnie ludzi. Takie sztuczne inteligencje mogłyby opracowywać jeszcze wydajniejsze sztuczne inteligencje, wywołując lawinową zmianę w technologii⁶⁷.

Google Inc. opracowało i przedstawiło system *WaveNet*, który jest obecnie największym generatorem mowy ludzkiej i syntezatorem dźwięków. System ten pobiera dane z zasobów Internetu w celu syntezy sygnałów audio i przedstawia automatycznie generowane utwory muzyczne. Wytwarzanie zdolności komputerów do rozumienia mowy ludzkiej nastąpiło poprzez zastosowanie tzw. głębokich sieci neuronowych np. Google Voice Search. Jednak generowanie mowy w dużej mierze opiera się na tworzeniu bardzo dużych baz danych krótkich fragmentów mowy, kompletowanych w określoną wypowiedź. Wszystkie informacje wymagane do wygenerowania

⁶⁴ W opracowaniu zaimplementowano fragmenty publikacji internetowej: Zienowicz T. A., *Artificial intelligence i singularity w procesie stosowania prawa*, PME Nr 2/2019.

⁶⁵ Dz.U. z 2019 r., poz. 162 ze zm.

⁶⁶ Dz. Urz. UE L Nr 257, s. 73; dalej jako: rozporządzenie 910/2014.

⁶⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Osobliwo%C5%9B%C4%87_technologiczna.

danych są przechowywane w parametrach modelu, a zawartość i właściwości mowy mogą być sterowane za pomocą wejść do modelu. WaveNet funkcjonuje jako spłotowa sieć neuronowa, gdzie warstwy spłoty mają różne parametry⁶⁸. W październiku 2017 r. firma Google ogłosiła 1000-krotną poprawę wydajności wraz z lepszą jakością głosu. WaveNet został następnie wykorzystany do wygenerowania głosów Asystenta Google dla języka angielskiego i japońskiego na wszystkich platformach Google⁶⁹.

Na uwagę zasługuje program *DeepMind* z mistrzem świata Lee Sedolem w *Go*. Człowiek został pokonany przez program opracowany przez Google. *Go* to kompleksowa gra planszowa, która wymaga intuicji, kreatywnego i strategicznego myślenia. Przez wielu uważana jest za trudniejszą w dziedzinie sztucznej inteligencji niż szachy. Aby pokonać gracza w *Go*, program komputerowy musi uwzględnić nie tylko sformalizowanie zasady strategii, lecz także zaprojektować program nauczania. Program uczy się sam przez analizę dziesiątków milionów ruchów wykonanych w poprzednich grach *Go*. Algorytm *AlphaGo*, wspomnianego programu, wykorzystuje kombinację uczenia maszynowego i wyszukiwania na zasadzie drzewa kombinacji w połączeniu ze szkoleniem ze zbiorów gier z komputerem i ludźmi. Program wykreowany jest ze zbiorów danych i algorytmów, natomiast gra prowadzona jest samodzielnie przez *AlphaGo*⁷⁰.

W pierwszej połowie lat 90. XX w. podstawa badań nad sztuczną inteligencją i prawem w Stanach Zjednoczonych, koncentrowała się głównie na rozwiązywaniu poszczególnych spraw⁷¹. Umożliwiało to zbieranie rozsądnej liczby interesujących spraw⁷². Istotne dla tego typu badań jest wprowadzenie sposobu segregacji danych w celu budowy decyzji. Według twórców koncepcji *dialektyczne abstrakcyjne ramy*, czyli ADF (*Abstract Dialectical Framework*) (ADF), norma standardowa może być uogólniona do przypadków stabilnych i preferowanych⁷³. Formalne modele argumentacji stały się inspiracją do badań dla różnych form sztucznej inteligencji, takich jak niekonsekwentne rozumowanie, systemy wielozadaniowe i projektowanie uzasadnień prawnych za pomocą AI. Modele formalne dotyczące porównywania wartości korzystają z szablonów jakościowych lub ilościowych. Analityczne metody właściwego postępowania dowodowego zazwyczaj skupiają się na jednym z trzech narzędzi: argumentów, spostrzeżeń, prawdopodobieństw.

Szacuje się, iż liczba błędnych ustaleń w wyrokach skazujących w procesach karnych w Holandii jest rzędu 5–10%⁷⁴. Potrzeba jest zatem zastosowania narzędzi analitycznych, opartych na sztucznej inteligencji, który zredukował by skalę tych uchybień. Narzędzia te mają na celu pomóc w organizacji i uporządkowaniu materiału dowodowego oraz dać podstawę do budowy algorytmów w ramach AI. W zakresie ilościowym występowanie określonych zjawisk można uznać za wsparcie dla probabilistycznej metody funkcjonowania sztucznej inteligencji w ocenie stanu faktycznego. Jak już nadmieniono, w obecnych badaniach argumenty, scenariusze i rachunek prawdopodobieństwa zostają zaprzęgnięte w analizę materiału dowodowego⁷⁵. Rosnąca potrzeba tworzenia norm, które mogłyby być interpretowane przez sztuczną inteligencję w procesie stosowania prawa, zaczyna być

⁶⁸ deepmind.com.

⁶⁹ <https://en.wikipedia.org/wiki/WaveNet>.

⁷⁰ wired.com.

⁷¹ Sergot M.J., Sadri F., Kowalski R.A., Kriwaczek F., Hammond P., Cory H.T., +e British Nationality, *Act as a logic program*, *Communication of the ACM* 1986, Nr 29(5), s. 370–386.

⁷² Al-Abdulkarim L., Atkinso K., Bench-Capon T., *Accommodating change*, [16.11.2016 r.], s. 409 i n.

⁷³ Brewka G., Woltran S., *Abstract Dialectical Frameworks*, [w:] F. Lin, U. Sattler, M. Truszczynski (red.), *Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Twelfth International Conference, Toronto-Ontario-Canada 2010*.

⁷⁴ Derksen T., *Onschuldig vast. ISVW*, Leusden 2016.

⁷⁵ Verheij B., *Proof with and without probabilities*, *Artif Intell Law* 2017, Nr 25.

coraz bardziej zauważalna, zwłaszcza w zakresie zrozumienia wartości społecznych i moralnych, którym normy mają służyć⁷⁶. Rozumowanie moralne bowiem wymaga, aby podmioty prawa miały akceptowalny zestaw wartości i sposób ich egzekwowania. Systemy etyczne muszą rozwijać także normy chroniące ludzkość przed nadmierną ekspansją sztucznej inteligencji i skierowaniem jej przeciwko ludziom. Podmioty prawa w otwartych systemach, w których dopuszcza się kierowanie normami moralnymi, powinny mieć możliwość wyraźnego uzasadnienia działań jakie podejmują.

* * *

Trudno przyjąć za podstawę tezę uzasadniającą budowę sztucznej inteligencji na algorytmie opartym tylko na argumentacji i uzasadnianiu stawianych tez, z pominięciem wartości, jako wystarczającym dla formalnej realizacji, jakim jest zastosowanie konkretnej normy. Celem badań nad samym zaprojektowaniem i zastosowaniem AI powinno być rozumowanie i argumentacja oparta na wartościach. Innym podejściem jest modelowanie scenariuszy jako stanowych schematów przejściowych (STD) oraz zbadanie, w jaki sposób normy można projektować w takich sytuacjach, aby uniknąć niepożądanych wyników⁷⁷.

W tych podejściach czynniki są typowe i występują przy użyciu modelu *Belief-Desire-Intention* (BDI)⁷⁸. Model BDI zakłada, że podmioty prawa mają zestaw przekonań i zestaw celów. Podstawową ideą jest tu założenie, że podmioty prawa mają zestaw określonych wartości, a ich aspiracje i preferencje można usystematyzować, czyli ułożyć według wartości społecznych. Normy prawne są wspierane sankcjami formalnymi, a w szczególności sankcją karną, podczas gdy normy społeczne są wspierane przez nieformalne działanie osób ze środowiska w formie np. wyśmiewania lub dezaprobaty. Jednak normy moralne powinny być zabezpieczone normami prawnymi i być z nimi zgodne⁷⁹.

Bazy orzeczeń istnieją w każdym systemie prawa – zwłaszcza takim, które nie było dotknięte zmianami ustrojowymi. Powstające wyszukiwarki i ich kwalifikowane postaci zdają się wprowadzać intuicyjne odniesienia do gromadzonego materiału zarówno w zakresie prawa, jak i orzecznictwa, a także w zakresie doktryny komentującej normy prawne i zapadłe orzecznictwo. Tak więc problematyka zaprojektowania algorytmów, które będą w stanie poradzić sobie z zasygnalizowanymi sposobami interpretacji prawa stanowi największe wyzwanie.

3.3. Sztuczna inteligencja jako sędzia⁸⁰

Żadna z postaci prawniczego rozumowania nie wydaje się zależeć silniej od unikalnych umiejętności człowieka, niż rozstrzyganie w postępowaniach sądowych⁸¹. Orzecznictwo sądów krajowych państw europejskich nie dostarcza wielu rozstrzygnięć dotyczących dopuszczalnych granic wykorzystania sztucznej inteligencji do konstruowania orzeczeń⁸². Angielski *High Court of*

⁷⁶ Bench-Capon T., Modgil S., *Norms and value based reasoning: justifying compliance and violation*, *Artif Intell Law* 2017, Nr 25.

⁷⁷ Wooldridge M., van der Hoek W., *On obligations and normative ability: towards a logical analysis of the social contract*, *J Appl Log* 2005 Nr 3, s. 396–420; van der Hoek W., Roberts M., Wooldridge M., *Social laws in alt* (2010) *Optimal social laws*, [w:] *Proceedings of the 9th International Conference*.

⁷⁸ Rao A.S., George M., *Modeling rational agents...*, s. 473–484; Wooldridge M., *An introduction to multiagent systems*, Wiley, Hoboken 2009.

⁷⁹ Bench-Capon T., Modgil S., *Norms and value based reasoning: justifying compliance and violation*, op. cit.

⁸⁰ Opracowanie bazuje na: Górski M., *Dziesiąty element. Sztuczna inteligencja jako sędzia a prawo do sądu*, *PME* Nr 3/2022.

⁸¹ Sartor G., Branting L.K., *Judicial Applications of Artificial Intelligence*, Dordrecht 1998.

⁸² Završnik A., *Criminal justice, artificial intelligence systems, and human rights*, *ERA Forum* (2020), Nr 20.

Justice i irlandzki *High Court* odnosiły się do ograniczonego zakresu wykorzystania AI w procesie cywilnym z wykorzystaniem kodowania predykcyjnego. Analiza predykcyjna polega na wykorzystaniu narzędzi sztucznej inteligencji do przewidywania prawdopodobieństwa nastąpienia określonych zdarzeń w przyszłości na podstawie danych historycznych⁸³. *High Court of Justice* w Londynie, znany jest właściwie jako *High Court of Justice Jego Królewskiej Mości w Anglii*, wraz z Sądem Apelacyjnym i Sądem Koronnym są sądami wyższej instancji Anglii i Walii⁸⁴.

Nie są znane orzeczenia europejskich sądów krajowych dotyczące wykorzystania AI nie do „mechanicznego” analizowania, strukturyzowania czy selekcjonowania dowodów, ale do oceny materiału dowodowego i wydania orzeczenia. Nie ma jednak wątpliwości wykorzystanie AI do kontroli warunków formalnych pozwu. Istotne jest natomiast zagadnienie wykorzystania sztucznej inteligencji w modelu zakładającym samodzielne orzekanie przez AI, czyli pełną automatyzację⁸⁵.

Zdaniem Marcina Górskiego, ani elementy, ani też pozostałe składniki prawa do „sprawiedliwego” rozpatrzenia sprawy nie wydają się w sposób bezsporny i klarowny stać na przeszkodzie wydaniu orzeczenia w drodze wykorzystania sztucznej inteligencji jako sędziego. W ramach postępowania prowadzonego przez „elektronicznego sędziego” należy zapewnić szczególną ochronę stron postępowania, które mogą doświadczać usprawiedliwionych trudności z poradzeniem sobie z systemem elektronicznym.

Wymóg niezawisłości, przy założeniu prawidłowego algorytmu określającego funkcjonowanie urządzenia informatycznego, mógłby zostać spełniony. Sztuczna inteligencja daje większe szanse na bezstronność, bo nie odczuwa emocji. Istotne jest to w jaki sposób zostanie skonstruowany algorytm kierujący działaniem sztucznej inteligencji realizującej zadania sędziego. Sposób zaprogramowania, jeżeli byłby prawidłowy, nie powinien determinować sposobu rozstrzygnięcia konkretnej sprawy. Trudno więc dopatrzeć się uchybień w wykorzystaniu sztucznej inteligencji w sądowym sprawowaniu sprawiedliwości poprzez zastąpienia sędziego-człowieka „sędzią-maszyną”.

Tak więc w pewnym zakresie nie jest konieczna obecność czynnika ludzkiego dla zadośćuczynienia wiążce uprawnień wynikających z art. 47 KPP UE. Sprawiedliwość – rozumiana nie jako tradycyjnie wskazywany element prawa do sądu, czyli zespół gwarancji o charakterze proceduralnym, lecz pojmowana w znaczeniu materialnym, którego orzecznictwo sądów międzynarodowych słusznie starało się dotąd unikać⁸⁶. Zatem człowiek w sędziowskiej tożsamości, może i powinien być wspomagany przez sztuczną inteligencję, której udział w konstruowaniu decyzji sędziowskiej sprzyja rzetelności procesu i przewidywalności orzeczeń⁸⁷.

* * *

Dodam jeszcze, że w wyniku procedury pracy aplikacji jaką jest sztuczna inteligencja następuje samouczenie się algorytmu. Sięgnięcie przez algorytm do standardów wypracowanych np. w orzecznictwie Trybunału Sprawiedliwości w Hadze, dotyczących zaprzeczaniu ludobójstwu Ormian, spowodowałoby najprawdopodobniej, że rezultatem sądowej oceny byłoby stwierdzenie, że

⁸³ Lai L., Świerczyński M. (red.), *Prawo sztucznej inteligencji*, Warszawa 2020, w przypisie 17 do rozdz. XX.

⁸⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/High_Court_of_Justice.

⁸⁵ Według typologii przedstawionej przez M. Dymitruk, jest to pierwszy z modeli wykorzystania AI w wymiarze sprawiedliwości.

⁸⁶ Sądy międzynarodowe, takie jak ETPC czy TS, nie są przecież w żadnej mierze „sądami kolejnej instancji”.

⁸⁷ Ulenaers J., *The Impact of Artificial Intelligence on the Right to a Fair Trial: Towards a Robot Judge?*, *Asian Journal of Law and Economics*, vol. 11, No. 2, 2020, pp. 20200008, <https://doi.org/10.1515/ajle2020-0008>.

nie doszło do naruszenia art. 10 Konwencji⁸⁸. Choć jakość prawa jest determinantą wykorzystania AI do pełnienia funkcji orzeczniczej, to jednak ta nowoczesna technologia może nie uwzględniać innych czynników, które wpływają na kształt i jakość samych orzeczeń sądowych. Mogą się one wiązać z pewną ludzką wrażliwością oraz z wycuciem nastrojów społecznych i politycznych.

3.4. Rozwój nowoczesnych technologii w stanowieniu prawa

Współczesne technologie IT są coraz popularniejsze, bowiem coraz powszechniej stosowane są platformy elektroniczne, chmury obliczeniowe oraz komunikacja typu *robot – robot*⁸⁹. Są one jednak ograniczane np. przez prawo własności przemysłowej. Innowacje przyczyniają się do ingerencji w prawo i zabezpieczenie ich ochrony, tak więc podstawowym zagadnieniem staje się kwestia regulacji prawnej samego działania nowoczesnych technologii. W pierwszej kolejności następuje wyznaczanie celów regulacji, a w następnej dochodzi do procesu stanowienia prawa. Przykładem w tym zakresie jest opracowywanie polityk w zakresie przyszłych regulacji zagadnienia sztucznej inteligencji, gdyż obecne warunki życia w dużym stopniu zależą od stanu funkcjonującej technologii informacyjno-komunikacyjnej. Wraz z rozwojem technologii cyfrowej pojawiły się nowe obszary działania człowieka określane powszechnie jako środowisko sieci teleinformatycznej - cyberprzestrzeni. W warunkach funkcjonowania jednostki w cyberprzestrzeni konieczne jest podjęcie nowych działań w zakresie ustalenia norm, a uprzednio zasad i wartości. Jednak wolność w środowisku internetowym wymaga bezpieczeństwa i ochrony. Trzeba wyraźnie podkreślić, że odmienność technologii komunikowania zmieniła zasady funkcjonowania jednostek i całych społeczności. Funkcjonują platformy multimedialne świadczące usługi drogą elektroniczną.

Polityka regulacyjna w warunkach nowych technologii

W wyniku procesu cyfryzacji i poszerzania zakresu usług komunikacji elektronicznej państwo musi stopniowo ograniczyć zakres sprawowania funkcji zarządczej na rzecz kształtowania strategii i mechanizmów rozwoju w społeczeństwie, w którym głównym produktem stała się informacja. Cyberbezpieczeństwo wymaga działań związanych z zachowaniem dostępności i integralności sieci i infrastruktury, poufności zawartych w nich informacji. Europejski system ochrony praw człowieka w zakresie cyberbezpieczeństwa powinien być zbudowany na założeniu, że istnieje pewien wspólny wszystkim państwom europejskim katalog wartości.

Elementy nowoczesnych technologii, do których zaliczamy oprogramowanie, usługi, bazy danych czy urządzenia, charakteryzują się szybkim tempem rozwoju. Konwergencja technologiczna, czyli łączenie wielu obszarów działania człowieka powoduje, że zacierają się też granice pomiędzy poszczególnymi obszarami stanowienia prawa. Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii wzrasta liczba incydentów mogących spowodować zakłócenia w świadczeniu podstawowych usług, które mogą mieć różne źródła. UE może przeciwdziałać tej sytuacji poprzez promowanie przestrzegania praw podstawowych w Internecie.

Pojęcie „nowoczesnych technologii”

Pojęcie „nowe technologie” posiadało legalne definicje określone m.in. w art. 18b ust. 2 ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych⁹⁰ oraz art. 26c ust. 2 ustawy o podatku

⁸⁸ Wyrok (Wielkiej Izby) ETPC z 15.10.2015 r., skarga Nr 27510/08.

⁸⁹ Opracowanie bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Chałubińska-Jentkiewicz K., *Rozwój nowoczesnych technologii w kontekście procesu stanowienia prawa na przykładzie strategii AI*, Teka Komisji Prawniczej PAN Oddział w Lublinie, t. XII, 2019, nr 2, s. 53–71, <https://doi.org/10.32084/tekapr.2019.12.2-4>.

⁹⁰ Ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. *O podatku dochodowym od osób prawnych*, Dz. U. z 2019 r., poz. 865 z późn. zm.

dochodowym od osób fizycznych⁹¹, które powstały dla celów tych ustaw. W wymienionej tu ustawie ustawodawca docenił kwestie rozwoju nowych technologii poprzez zmniejszenie obciążenia podatkiem dochodowym przedsiębiorstw. Przepisy składające się na rozporządzenie Komisji (UE) nr 316/2014 z dnia 21 marca 2014 r., w sprawie stosowania art. 101 ust. 3 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej, do kategorii porozumień o transferze technologii wprowadzają podstawowy słownik pojęć⁹². W wąskim ujęciu pojęcie „*nowoczesne technologie*” obejmuje zatem dobra niematerialne, które związane są bezpośrednio z zastosowaniem produktów będących efektem zastosowania nowych rozwiązań technicznych np. patenty, wzory użytkowe. W związku z korzystaniem i wdrażaniem nowych technologii, będziemy mieć do czynienia z normami prawnymi, które odnoszą się będą do różnych zagadnień⁹³:

- rozwoju sztucznej inteligencji (*Artificial Intelligence*, AI);
- *machine learning*;
- 5G, czyli nowego standardu sieci komórkowej;
- *Augmented Reality*, czyli rozszerzonej rzeczywistości popularyzowanej przez Google, Facebook czy Apple, która wkracza w obszar medycyny i e-commerce;
- *Internet of Things* (IoT), czyli konsekwencja rozwoju wszystkiego co inteligentne;
- *Big Data*;
- komputery kwantowe.

Komputer kwantowy do urządzenie elektroniczne, do opisu którego wymagana jest mechanika kwantowa, zaprojektowany tak, aby wynik ewolucji tego układu reprezentował rozwiązanie określonego problemu obliczeniowego⁹⁴. Prawo nowych technologii to zespół norm prawnych, które odnoszą się do obszarów wymagających niezbędnej regulacji, w sferze relacji o charakterze zarówno publicznym, jak i prywatnym.

Sztuczna inteligencja w procesie stanowienia prawa

Wraz z rozwojem tzw. „*nowoczesnych technologii*” pojawiają się problemy dotyczące etycznych i prawnych regulacji związanych z zasadami funkcjonowania komputerów i robotów. Prawne aspekty ochrony dotyczącej dóbr osobistych, wcześniej nie obejmowały ochrony sztucznej inteligencji. Jednak komputery coraz bardziej są samodzielne w „*myśleniu*” i procesie decyzyjnym, ale czy już mają one także świadomość istnienia moralności? Ugo Pagallo dowodzi, iż powinniśmy rozróżnić zachowanie robotów jako narzędzi interakcji międzyludzkich, oraz zachowanie robotów jako podmiotów w sferze prawnej⁹⁵.

Trzeba nadmienić, że potencjalne niebezpieczeństwo stwarzane przez sztucznie inteligentne maszyny zwiększa się, gdy stają się one mobilne. W oparciu o działania AI funkcjonują m.in. programy do automatycznego tworzenia informacji, programy asystentów głosowych (*Google Assistant*), programy diagnostyczne stosowane w medycynie, rozpoznawania twarzy. Technologia AI może być również wykorzystywana w świadczeniu usług prawnych. Zagadnienie AI i strategii regulacyjne najlepiej odzwierciedlają obecne tendencje ustawodawcze związane z rozwojem nowoczesnych technologii.

W Wielkiej Brytanii polityka w zakresie stanowienia prawa - odnośnie AI została określona w *Białej Księdze. W Strategii Przemysłowej (Next Generation Services)* w

⁹¹ Ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. *O podatku dochodowym od osób fizycznych*, Dz. U. z 2019 r., poz. 1387 z późn. zm.

⁹² Dz. U. UE L 93, 28.03.2014.

⁹³ Ibidem.

⁹⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Komputer_kwantowy.

⁹⁵ Ugo P. 2013. *The Laws of Robots Crimes, Contracts, and Torts*. Dordrecht Heidelberg New York: Springer.

(<https://www.gov.uk/government/publications/life-sciences-industrial-strategy>) podnosi się potrzebę stworzenia sieci ośrodków badań nad innowacjami oraz zaplanowanie wspólnych badań i rozwoju, w celu opracowania nowych zastosowań AI i technologii opartych na danych w takich sektorach. W polityce regulacyjnej zaznacza się, iż niektóre z danych nie mogą zostać otwarte, ponieważ zawierają informacje krytyczne dla państwa, wrażliwe czy handlowe. Celem regulacyjnym jest ustalenie pionierskich mechanizmów udostępniania danych, takich jak *Data Trusts*, które wyraża zaufanie do danych, poprzez prawne i techniczne ramy udostępniania danych i zarządzania nimi. Data Trust promuje i ułatwia wymianę danych między organizacjami, zapewniając zaufanie do zasad, bezpieczeństwa danych, poufności i prywatności⁹⁶. Zaufanie do danych składa się z dwóch kluczowych elementów:

1. Umów prawnych.
2. Platformy technologicznej do gromadzenia, agregowania, ochrony i zarządzania danymi.

Celem strategicznym jest także zachęcanie do budowania nowych modeli biznesowych. Ponadto jedną z przyszłych regulacji jest kwestia np. ram prawnych działania samochodów z własnym napędem - bez człowieka.

Francja jest jednym z czterech krajów pod względem produkcji artykułów sztucznej inteligencji, obok Chin, Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii⁹⁷. Wśród wielu proponowanych sposobów wsparcia rozwoju AI i generowania aplikacji informatycznych, jest utworzenie sieci interdyscyplinarnych instytutów poświęconych temu tematowi oraz zbudowanie specjalnego do tego celu superkomputera. W strategii zwraca się uwagę, iż obecne przepisy koncentrują się na ochronie jednostki, podczas gdy funkcjonowanie AI – systemów masowej analizy – może uderzać w prawa zbiorowe. Najbardziej wydajna technika uczenia maszynowego - sieci głębokich neuronów (*Deep Learning*), nie polega na ustalonych z góry zasadach. W miarę jak poszerza się sfera oddziaływania AI na naszą codzienność coraz bardziej oczekuje się od nich działania zgodnie z prawem i normami społecznymi już uznanymi⁹⁸. Przeszkodami w tworzeniu nowych ram prawnych w zakresie AI jest ochrona własności intelektualnej i tajemnice handlowe, ochrona danych osobowych.

W niemieckiej strategii dotyczącej AI podkreślono, iż rząd federalny angażuje się zarówno w badania, jak i rozwój AI⁹⁹. Ponadto w omawianej strategii wskazano na obowiązek używania sztucznej inteligencji w sposób odpowiedzialny we współpracy z nauką, przemysłem oraz społeczeństwem obywatelskim. Istotnym celem strategicznym jest zapewnienie bezpieczeństwa systemów informatycznych, które używają i wdrażają AI. Konieczne jest zapewnienie przejrzystości, identyfikowalności i weryfikowalności systemów, szczególnie podczas użytkowania opartego na algorytmach prognozowania. W strategii istotne znaczenie ma dostosowanie ram prawa autorskiego do eksploracji tekstu i danych jako podstawy uczenia maszynowego do celów komercyjnych.

Uchwalono nowelizację prawa o ruchu drogowym, stanowiącą o obowiązku przebywania prowadzącego pojazd przez cały czas, na wypadek nagłej potrzeby przejścia kontroli nad pojazdem zgłoszonej przez system autonomicznego sterowania¹⁰⁰. W przypadku, gdy człowiek będzie musiał

⁹⁶ <https://www.cremeglobal.com/what-is-a-data-trust-the-complete-guide-for-organizations-regulators-and-manufacturers/>.

⁹⁷ *Stratégie nationale de recherche en intelligence artificielle*, <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid128577/rapport-de-cedric-villani-donner-un-sens-a-l-intelligence--artificielle-ia.html>.

⁹⁸ Ugo P., Corrales M., Fenwick M., Forgo N., 2018, *The Rise of Robotics & AI: Technological Advances. Normative Dilemmas. In Robotics, AI and the Future of Law*, ed. Corrales M., Fenwick M., Forgo N., 1–13. Singapore: Springer, s. 9-10.

⁹⁹ https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf.

¹⁰⁰ *Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße – rechtlicher Rahmen Aktenzeichen: WD 7 – 3000 –111/18*. Abschluss der Arbeit: 22. Mai 2018 Fachbereich: WD 7: Zivil-, Straf- und Verfahrensrecht, Umweltschutzrecht, Bau und

przejąć kontrolę nad pojazdem, to wówczas dostęp do urządzeń mobilnych ma być zablokowany. Obowiązkiem jest także instalacja w samochodzie urządzeń rejestrujących poszczególne etapy jazdy, czyli tzw. *czarnej skrzynki*. Zasady odnoszące się do autonomicznych pojazdów są następujące:

- uszkodzenie mienia zawsze poprzedza krzywdę osobistą;
- nie może być żadnej dyskryminacji ludzi, na przykład ze względu na wzrost lub wiek;
- w przypadku zaistnienia szkody, odpowiedzialny jest producent.

* * *

Państwa członkowskie UE minimalizują swoje zaangażowanie w stanowieniu nowego prawa odnośnie do AI oczekując regulacji na poziomie Parlamentu Europejskiego. Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 16 lutego 2017 r. zawiera zalecenia dla Komisji w sprawie przepisów prawa cywilnego dotyczących robotyki, 2015/2103(INL). Dokumentem o znacznie niższej randze jest Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „*Sztuczna inteligencja dla Europy*”. Wymagane jest wypracowanie jednego systemu polityki stanowienia prawa nowoczesnych technologii, która obejmować powinna całość działań w środowisku cyberprzestrzeni, przy czym obszar ten można podzielić na regulacje dotyczące:

- kwestii nowoczesnych technologii jako przedmiotu ochrony oraz kwestii ochrony dóbr związanych z korzystaniem z AI,
- funkcjonowaniem jednostki w warunkach rozwoju nowoczesnych technologii,
- granic zastosowania nowoczesnych technologii.

4. Przestrzeń AI w logistyce



4.1. Rozważania nad sztuczną inteligencją w transporcie

Już we wrześniu 2019 roku września 2019 roku odbyła się w Warszawie 15. Międzynarodowa Konferencja Euro-Trans, której tematem przewodnim było „Zastosowanie sztucznej inteligencji w systemach mobilności oraz łańcuchach dostaw”, połączona z międzynarodową konferencją logistyczną „Zaawansowany łańcuch dostaw” - *Advanced Supply Chain*¹⁰¹. Pierwszy dzień konferencji był okazją do prezentacji najnowszych rozwiązań na różnych etapach łańcucha dostaw, a prelegentami byli przede wszystkim przedstawiciele sektora TSL (*transport, spedycja, logistyka*). Dyrektor Instytutu Infrastruktury, Transportu i Mobilności Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie redukcję CO₂ uznał za wymagany standard operacji logistycznych. Prelegent z Transporeon odniósł się do zagadnienia wpływu automatyzacji na efektywność logistyki transportu (fragment widoku strony z produktami platformy Transporeon pokazano na rysunku 4.1). Dla rozwiązania problemów wskazał na właściwe zarządzanie oknem czasowym, możliwe dzięki wdrożeniu platformy *Transporeon*.

TRANSPOREON <small>A Tomlinson Company</small>			Produkty	Branże	Pomoc	Kariera	Spółka
MARKET INTELLIGENCE AND BENCHMARKING	FREIGHT PROCUREMENT AND RATE MANAGEMENT	TRANSPORT EXECUTION					
Market Insights	Freight Procurement	No-Touch Order					
Supply Chain Advisory	Freight Procurement Advisory and Analytics	Best Carrier					
Market Intelligence	Carrier Premium Account	Attachment Services					
	Trust Center	Event Management					
	Rate Management	Surcharge Management					
	Autonomous Procurement	Freight Matching					

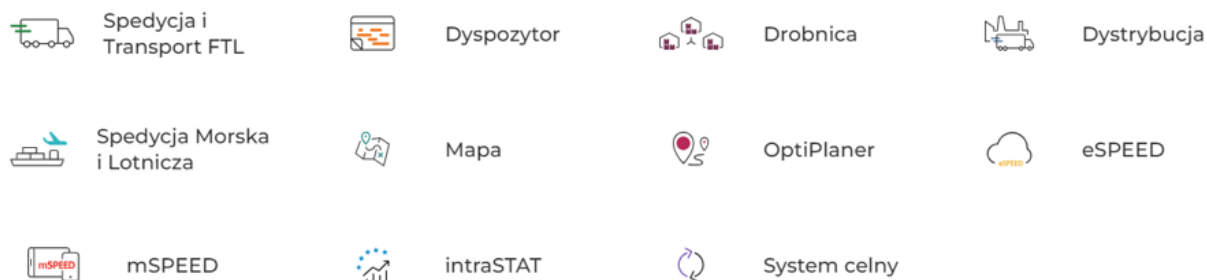
Źródło: <https://www.transporeon.com/pl>

Rys. 4.1. Produkty platformy *Transporeon*

Dyrektor generalny BVL International, przedstawił stan robotyzacji i automatyzacji w gospodarce magazynowej oraz rozwiązania, które mogą przyczynić się do usprawnienia procesów logistycznych. Jego zdaniem automatyzacja przyczyni się do powstania nowych możliwości, gdyż maszyny i sztuczna inteligencja mogą właściwie prognozować oraz wykonywać powtarzalne czynności, jednak ludzi nie można zastąpić w podejmowaniu decyzji.

Reprezentujący InterLan poświęcił swoje wystąpienie wyzwaniom rynku, podkreślając znaczenie optymalizacji procesów logistycznych. Wskazał na system informatyczny dla transportu i spedycji *InterLan*. Jego zdaniem efektywne wdrożenie systemu umożliwi 5–15% poprawę wskaźnika efektywności pracy. Produkty wchodzące w skład systemu InterLan zaprezentowano na rys. 4.2.

¹⁰¹ Opracowanie niniejsze bazuje na publikacji internetowej: Załoga E., Kowalska S., *Rozważania nad sztuczną inteligencją w transporcie i logistyce*, PTiL 4/2019 (48), www.wnus.edu.pl/ptil.



Źródło: <https://www.interlan.pl/produkty/>.

Rys. 4.2. Moduły systemu *InterLan*

Kolejny prelegent z DHL CSI przedstawił działanie platformy transportowej DHL, a w tym aplikacji DHL24 oraz platformy do zarządzania ryzykiem. Narzędzie, jakim jest DHL24 umożliwia:

- wyliczenie ceny według stawek z umowy,
- składanie zleceń w dowolnym momencie z dowolnego miejsca,
- szybkie drukowanie listów przewozowych (przesyłki krajowe),
- znalezienie właściwej usługi dla zamawiającego,
- składanie i monitorowanie statusów reklamacji,
- zamawianie kuriera,
- wykonywanie raportów przesyłek,
- dodawanie odbiorców do książki adresowej,
- import zleceń i odbiorców.

Natomiast uczestnik konferencji z Locus Int. podjął się przybliżenia tematyki sztucznej inteligencji w łańcuchu dostaw, bowiem sztuczna inteligencja pomocna jest w:

- optymalnym planowaniu tras,
- śledzeniu operacji i analizach w czasie rzeczywistym,
- dokładnym lokalizowaniu niejednoznacznych adresów,
- określeniu idealnej lokalizacji dla następnego centrum biznesowego,
- optymalizacji floty pojazdów,
- określeniu wydajności różnych zasobów.

Jako przykład zastosowania AI podał algorytmiczną platformę Locus, której wykorzystanie pozwoliło obsługiwanemu przedsiębiorstwu na osiągnięcie wskaźnika dostaw na czas dla ponad 10 mln klientów. Referenci z Kaufland Polska Markety przedstawili efekty automatyzacji procesów w magazynie drobnicowym na przykładzie Centrum Dystrybucyjnego firmy Kaufland w Woli Krzysztoporskiej oraz projekty dalszej automatyzacji. Przedstawiciel Raben Polska przybliżył współczesną ofertę usług operatorów logistycznych, zwracając uwagę na potrzebę współpracy. Ponadto przedstawił osiągnięcia firmy Raben we wdrażaniu technologii 4.0 (system ETA, platforma myRaben, globalny standard komunikacyjny GS1 XML). Moduły i funkcjonalności platformy myRaben są następujące:

- Track & Trace* (Zaawansowane śledzenie przesyłki wraz z parametrem ETA),
- myOrder* (Składanie zleceń transportowych),
- myDelivery* (Indywidualne planowanie parametrów dostawy),
- myClaim* (Wygodne bi szybkie składanie reklamacji),
- myOffer* (przygotowanie oferty cenowej przesyłek),
- mySlot* (Awizowanie dostaw do magazynu),
- myStock* (Składanie zleceń logistyki kontraktowej),
- Indywidualna konfiguracja* (Możliwość indywidualnej konfiguracji konta oraz tworzenia subkont).

Wymieniony skrót ETA oznacza elektroniczną autoryzację podróży. Byli jeszcze inni prelegenci, którzy zaprezentowali procesy zarządzania w swoich firmach logistycznych.

* * *

Na uwagę zasługiwał drugi dzień Konferencji, który dał okazję naukowcom do wypowiedzi na temat sztucznej inteligencji i jej wykorzystaniu w transporcie i mobilności. Pytania młodych naukowców dotyczyły między innymi wielu aspektów – od finansowania badań nad AI, współpracy nauki i praktyki w tym obszarze, po kwestie ochrony danych, barier, problemów wykorzystania cyfrowych urządzeń w sektorze TSL. Kierownik Katedry Transportu SGH w Warszawie przedstawił zaawansowanie prac nad sztuczną inteligencją w Unii Europejskiej. Uznał, że konstruowanie i wykorzystanie autonomicznych samochodów to nie jest jeszcze teraźniejszość, lecz raczej nieodległa przyszłość. Przedstawił pilotażowy projekt wykorzystania bezzałogowych pojazdów ciężarowych na trasie Rotterdam–Frankfurt nad Menem–Wiedeń. W trakcie debaty snuło się potencjalne zadawano zapytanie „Czy rzeczywiście w epoce czwartej rewolucji przemysłowej (gospodarki 4.0), przy perspektywie zastosowania sztucznej inteligencji, da się coś jeszcze więcej zrobić?”

4.2. Algorytmy AI w usługach transportowych

W tym opracowaniu omówiono modelowanie oceny usług transportowych i wieloaspektowość tego zagadnienia oraz wskazano metodę wykorzystującą sztuczne sieci neuronowe¹⁰². Podstawę weryfikacji metody stanowiły badania eksperymentalne w firmie produkcyjnej branży spożywczej.

W 2016 roku istotny wzrost zapotrzebowań na specjalistów odnotowała logistyka, bo 21%¹⁰³. W tej branży zauważyć można następujące trendy:

- globalizacja gospodarki,
- personalizacja (produkty i usługi pod potrzeby klienta),
- wzrost świadomości ekologicznej,
- rozwój technologii informacyjnej.

Przydatnym narzędziem do oceny procesów logistycznych może być sztuczna inteligencja (AI). Problemy AI rozwiązuje inteligencja obliczeniowa (*computational intelligence*), która korzysta z następujących technik¹⁰⁴:

- sieci neuronowe,
- logika rozmyta,
- algorytmy ewolucyjne,
- zbiory przybliżone,
- zmienne niepewne,
- metody probabilistyczne.

W cytowane prace badawczej zastosowano modelowanie matematyczne wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe¹⁰⁵.

W roku 2017 rozwój transportu w Polsce był opóźniony w stosunku do popytu, co objawiało się opóźnieniem lub ograniczeniem rozwoju nowych technologii transportowych. Zdaniem autorów cytowanego artykułu nie ma jednoznacznie zdefiniowanego pojęcia jakości usług transportowych (UT). Przyjęto, że jakość UT, to stopień spełnienia wymagań opisanych charakterystykami jakości¹⁰⁶, a charakterystyki są elementami opisującymi kryteria oceny. Głównym determinantem wyboru kryteriów jest cel, jaki chce się osiągnąć po dokonaniu oceny.

¹⁰² W opracowaniu zaimplementowano fragmenty publikacji internetowej: Józwiak A., Świdorski A., *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 117, transport, 2017.

¹⁰³ Grzelak M., *Planowanie zdolności produkcyjnych w przedsiębiorstwach wytwórczych*, Systemy Logistyczne Wojsk nr 45, Warszawa, 2016.

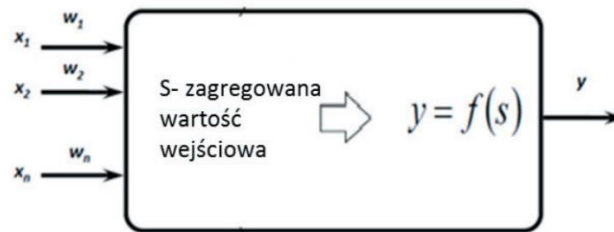
¹⁰⁴ Rutkowski L., *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, PWN, Warszawa, 2005.

¹⁰⁵ Józwiak A., Świdorski A., *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, op. cit.

¹⁰⁶ Świdorski A., *Modelowanie oceny jakości usług transportowych*, Politechnika Warszawska, Warszawa, 2011.

Istota modelowania neuronowego

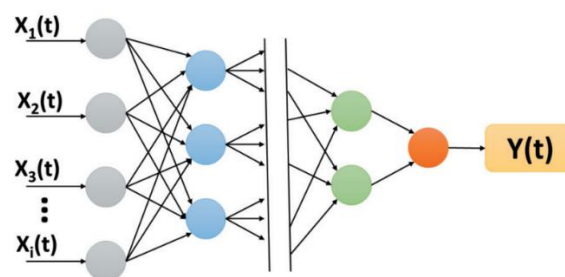
Sztuczne sieci neuronowe (SSN) oparte są na budowie mózgu i układzie nerwowym człowieka. Zasadniczym elementem tych układów są komórki nerwowe. SSN tworzą tzw. neurony, czyli elementy przetwarzające dane. Istota modelowania neuronowego polega na poszukiwaniu modelu matematycznego, wykorzystując sygnały wejściowe x_1, x_2, \dots, x_n każdego neuronu i przypisane im wagi w_1, w_2, \dots, w_n , celem poszukiwania sygnału wyjściowego y (rys. 4.1).



Źródło: Nałęcz M. (red.), *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2000.

Rys. 4.1. Model neuronu

Wewnątrz każdego neuronu mają zastosowanie dwie podstawowe funkcje: agregacji danych (s), aktywacji ($y = f(s)$). Neurony ułożone są w warstwach: wejściowej, ukrytych i wyjściowej. Połączone są ze sobą na zasadzie każdy z każdym między warstwami, natomiast w ogóle nie komunikują się ze sobą w danych warstwach. *Perceptron* jest najczęściej stosowanym typem sieci neuronowej¹⁰⁷, składającym się z jednego bądź wielu niezależnych neuronów McCullocha-Pittsa, implementująca algorytm uczenia nadzorowanego klasyfikatorów binarnych. *Perceptron* jest funkcją, która potrafi określić przynależność parametrów wejściowych do jednej z dwóch klas, poprzez wskazanie czy coś należy czy nie do pierwszej klasy. Może być wykorzystywany tylko do klasyfikowania zbiorów liniowo separowalnych¹⁰⁸. Aby móc testować przynależność do więcej niż dwóch klas, należy użyć *perceptronu* z większą ilością neuronów, w którym klasy zakodowane są jako wyjścia *perceptronu* (dla danych testowych) w postaci bitów. Schemat sieci jednokierunkowej – perceptronu wielowarstwowego pokazano na rysunku 4.2.



Źródło: Józwiak A., Świdorski A., *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, op. cit.

Rys. 4. 2. Schemat sieci jednokierunkowej neuronowej

Kolejnym czynnikiem decydującym o charakterze sieci jest algorytm jej uczenia. W praktyce mamy do czynienia z algorytmami: z nauczycielem (gdzie wskazują się pożądaną wartość wyjściową jako wzorcową) i bez nauczyciela (sieć sama uzyskuje wyniki końcowe na podstawie analizy relacji między danymi wejściowymi). Wyróżnić można następujące procedury uczenia się¹⁰⁹:

¹⁰⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Perceptron>.

¹⁰⁸ Marsland S., *Machine Learning. An algorithmic perspective*, 2014.

¹⁰⁹ Rutkowski L, *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, op. cit.

- algorytm wstecznej propagacji błędu (najczęściej wykorzystywany¹¹⁰,
- algorytm zmiennej metryki,
- algorytm Levenberga-Marquardta,
- rekurencyjna metoda najmniejszych kwadratów,
- algorytm WTA (*Winner Take All*),
- algorytmy WTM (*Winner Take More*).

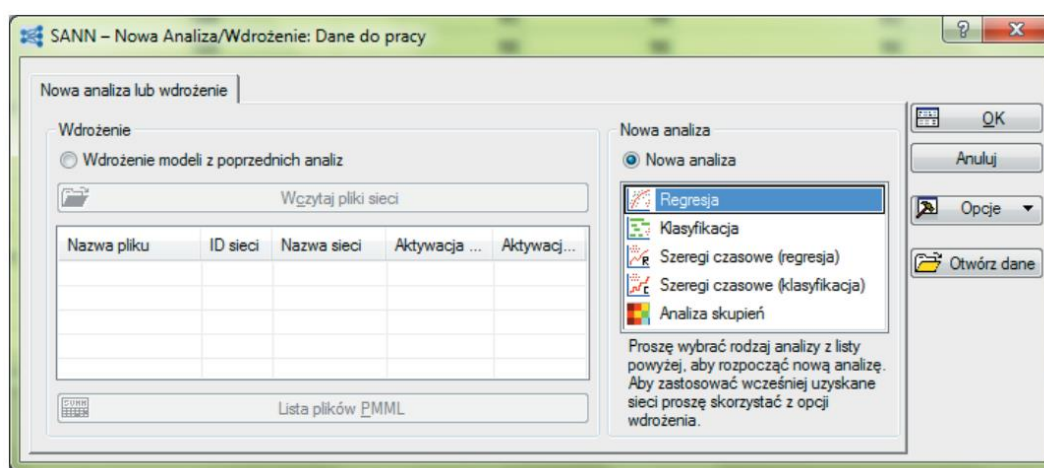
Zwróćmy uwagę chociaż na jedną procedurę przykładową – algorytm WTA. Przy wykorzystaniu sieci neuronowych, WTA jest odpowiednikiem algorytmu *K-uśrednień* (*K-means*) znanego z analizy skupień¹¹¹ i polega na obliczaniu aktywacji każdego neuronu, a następnie wyborze zwycięzcy o największym sygnale wyjściowym.

Wyniki badań

Badania dotyczące możliwości wykorzystania algorytmów AI w logistyce przeprowadzono w firmie produkcji wyrobów mleczarskich. Głównym procesem logistycznym w tej firmie, jest proces zakupów i codziennego odbioru i transportu mleka od kilkuset dostawców do zakładu produkcyjnego. Celem badań było opracowanie metody oceny usług transportowych realizowanych przez przewoźników i jej weryfikacja w praktyce. Określono 5 podstawowych kryteriów, a w ramach nich charakterystyki:

1. Bezpieczeństwo przewozu ładunku.
2. Planowanie tras.
3. Terminowość.
4. Jakość odbioru.
5. Ocena eksploatacyjna środków transportowych.

Przykładowe dane z bieżącej eksploatacji zestawiono tabelarycznie. Są to dane z oceny przeprowadzonej przez ekspertów firmy: dyspozytora transportu, kierownika wydziału produkcji ogólnej/ działu odbieralni, kierownika laboratorium badania mleka/laboratorium odbieralni, kierownika działu transportu. Do uczenia sieci wykorzystano około 250 danych zebranych z bieżącej eksploatacji w ciągu ostatnich 2 lat. Według autorów publikacji internetowej zebrane dane posłużyły do zbudowania i nauczania sieci neuronowej do bieżących ocen usług transportowych, z wykorzystaniem programu komputerowego *Statistica 12*, a następnie określono rodzaj analizy – regresja (zob. rysunek 4.3).



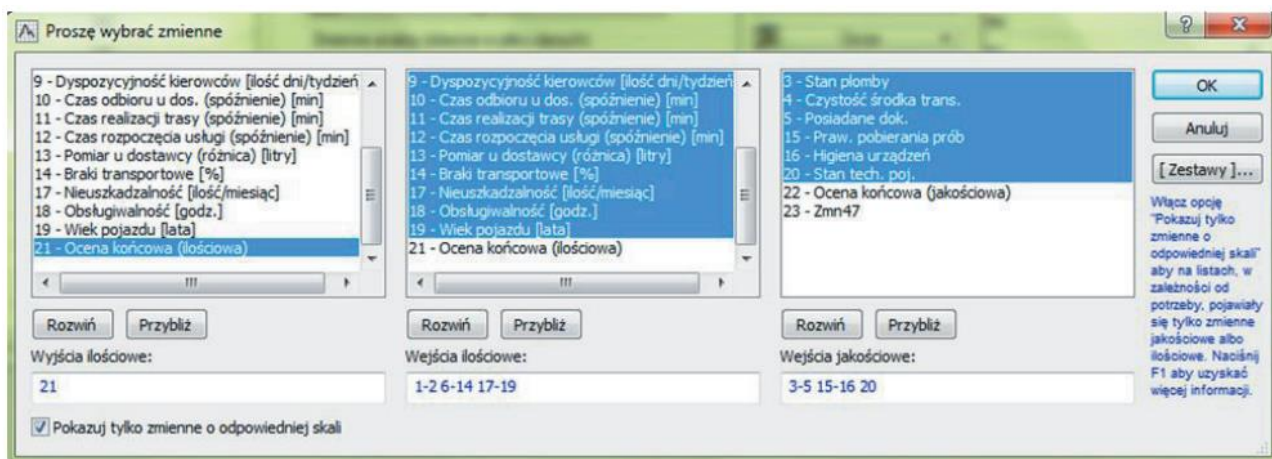
Źródło: Józwiak A., Świdorski A., *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, op. cit., rys. 3.

Rys. 4.3. Wybór rodzaju analizy w programie *Statistica 12*

¹¹⁰ Nałęcz M. (red.), *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2000.

¹¹¹ <http://db.zmitac.aei.polsl.pl/SSN/w10.pdf>.

Następnie dokonano wyboru danych wejściowych - ilościowych i jakościowych oraz danych wyjściowych ilościowych (zob. rysunek 4.4).

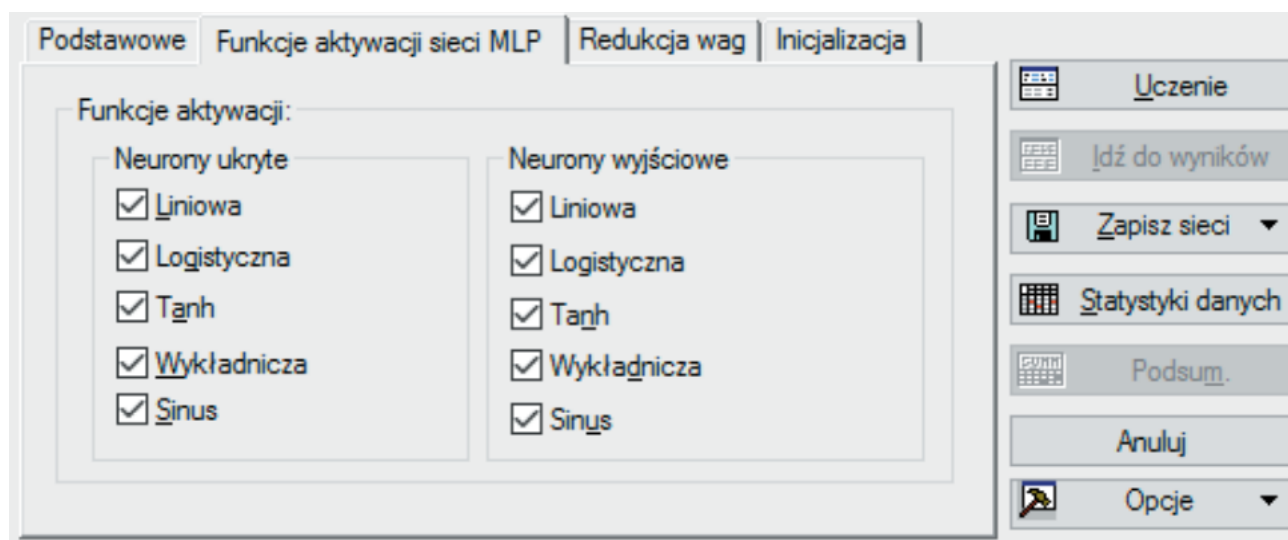


Źródło: Józwiak A., Świdorski A., *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, op. cit., rys. 4.

Rys. 4.4. Wybór danych ilościowych i jakościowych do uczenia sieci neuronowej

Wraz z określeniem danych wejściowych, zdefiniowano wielkość zbioru uczącego. Określono, iż 80% danych (spośród 250) stanowić będzie zbiór uczący wykorzystywany do modyfikacji wag, 10% - zbiór testowy przeznaczony do bieżącego monitorowania procesu uczenia i 10% - zbiór walidacyjny do oceny jakości sieci po zakończeniu uczenia. W kolejnym kroku określono podstawowe parametry sieci:

- rodzaj wykorzystanej sieci (*perceptron* wielowarstwowy - MLP),
- liczbę neuronów ukrytych,
- funkcje aktywacji (liniową, logistyczną, tanh, wykładniczą, sinus).



Źródło: Józwiak A., Świdorski A., *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, op. cit., rys. 5.

Rys. 4.5. Wybór parametrów sieci neuronowej

Wykorzystując wszystkie dostępne metody funkcji aktywacji dokonano procesu uczenia sieci. Przykładowe wyniki tego procesu przedstawiono w tabeli 4.1.

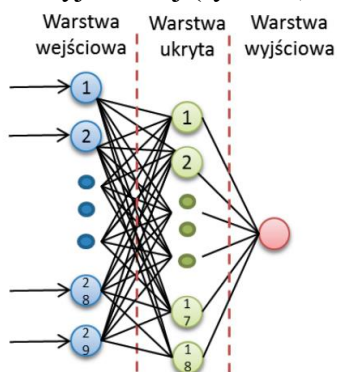
Kolorem niebieskim oznaczano sieci, które wykazywały najniższą jakość na podstawie zbioru uczącego, natomiast kolorem zbliżonym do czerwonego najwyższą jakość sięgającą prawie 99%.

Tab. 4.1. Przykładowe wyniki procesu uczenia sieci neuronowej

ID	Nazwa sieci	Jakość uczenia	Jakość testowania	Jakość walidacji	Błąd uczenia	Błąd testowania	Błąd walidacji	Algorytm uczenia	Funkcja błędu	Aktywacja ukryte	Aktywacja wyjściowe
53	MLP 29-6-1	0,931549	0,920999	0,866019	0,000514	0,000570	0,000824	BFGS 22	SOS	Sinus	Logistyczna
31	MLP 29-12-1	0,947748	0,927007	0,824608	0,000394	0,000433	0,000700	BFGS 5	SOS	Liniowa	Liniowa
35	MLP 29-11-1	0,954764	0,911863	0,831112	0,000292	0,000557	0,000525	BFGS 7	SOS	Liniowa	Wykładnicza
34	MLP 29-18-1	0,962161	0,955815	0,702086	0,000236	0,000336	0,001451	BFGS 17	SOS	Liniowa	Tanh
54	MLP 29-8-1	0,964718	0,955733	0,830308	0,000226	0,000358	0,000741	BFGS 24	SOS	Sinus	Tanh
51	MLP 29-7-1	0,966174	0,953364	0,688744	0,000215	0,000311	0,001413	BFGS 34	SOS	Wykładnicza	Sinus
36	MLP 29-11-1	0,970437	0,947599	0,668187	0,000183	0,000402	0,001801	BFGS 15	SOS	Liniowa	Sinus
41	MLP 29-11-1	0,970514	0,930567	0,730330	0,000184	0,000523	0,001183	BFGS 29	SOS	Logistyczna	Sinus
33	MLP 29-12-1	0,971387	0,949473	0,764607	0,000178	0,000390	0,001173	BFGS 13	SOS	Liniowa	Logistyczna
39	MLP 29-17-1	0,971665	0,953356	0,713231	0,000180	0,000353	0,001577	BFGS 13	SOS	Logistyczna	Tanh
56	MLP 29-16-1	0,975206	0,944511	0,715905	0,000155	0,000417	0,001473	BFGS 15	SOS	Sinus	Sinus
55	MLP 29-9-1	0,976758	0,941768	0,854456	0,000148	0,000396	0,000673	BFGS 46	SOS	Sinus	Wykładnicza
45	MLP 29-6-1	0,983741	0,954595	0,791330	0,000102	0,000319	0,000959	BFGS 35	SOS	Tanh	Wykładnicza
52	MLP 29-9-1	0,984411	0,954591	0,822080	0,000097	0,000302	0,000591	BFGS 36	SOS	Sinus	Liniowa
44	MLP 29-9-1	0,986418	0,938580	0,805363	0,000085	0,000378	0,000702	BFGS 37	SOS	Tanh	Tanh
50	MLP 29-7-1	0,988208	0,950988	0,779942	0,000074	0,000304	0,000900	BFGS 52	SOS	Wykładnicza	Wykładnicza
40	MLP 29-13-1	0,989877	0,965548	0,768630	0,000063	0,000220	0,001005	BFGS 77	SOS	Logistyczna	Wykładnicza
49	MLP 29-13-1	0,990123	0,967700	0,781791	0,000062	0,000210	0,000886	BFGS 62	SOS	Wykładnicza	Tanh
37	MLP 29-14-1	0,990225	0,941406	0,820885	0,000061	0,000382	0,000641	BFGS 72	SOS	Logistyczna	Liniowa
48	MLP 29-12-1	0,991031	0,954335	0,844501	0,000056	0,000282	0,000597	BFGS 43	SOS	Wykładnicza	Logistyczna
46	MLP 29-8-1	0,992197	0,949121	0,696255	0,000049	0,000315	0,001242	BFGS 68	SOS	Tanh	Sinus
43	MLP 29-17-1	0,992339	0,956261	0,854677	0,000048	0,000276	0,000620	BFGS 69	SOS	Tanh	Logistyczna
47	MLP 29-7-1	0,993022	0,957511	0,761694	0,000044	0,000255	0,001093	BFGS 71	SOS	Wykładnicza	Liniowa
42	MLP 29-18-1	0,993157	0,967570	0,839853	0,000043	0,000204	0,000529	BFGS 68	SOS	Tanh	Liniowa
38	MLP 29-14-1	0,993213	0,955366	0,750477	0,000043	0,000295	0,001342	BFGS 98	SOS	Logistyczna	Logistyczna

Źródło: Józwiak A., Świdorski A., Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce, op. cit., tab. 2.

Należy jednak zauważyć, że jakość zbioru walidacyjnego nie jest zbieżna z jakością zbioru uczącego. Dlatego, za najlepszą sieć uznano MLP 29-18-1, oznaczona kolorem żółtym¹¹². Jakość zbioru uczącego wyniosła 0,99%, natomiast jakość zbioru walidacyjnego 0,84%. Funkcją agregującą dane w neuronie została funkcja tangens, natomiast funkcja wyjścia przyjęła postać funkcji liniowej. Zatem przy tak określonych parametrach i przeprowadzeniu procesu uczenia, struktura najlepszej sieci przyjęła postać MLP 29-18-1, co oznacza 29 neuronów w warstwie wejściowej, 18 neuronów w warstwie ukrytej i 1 neuron w warstwie wyjściowej (rys. 4.5).



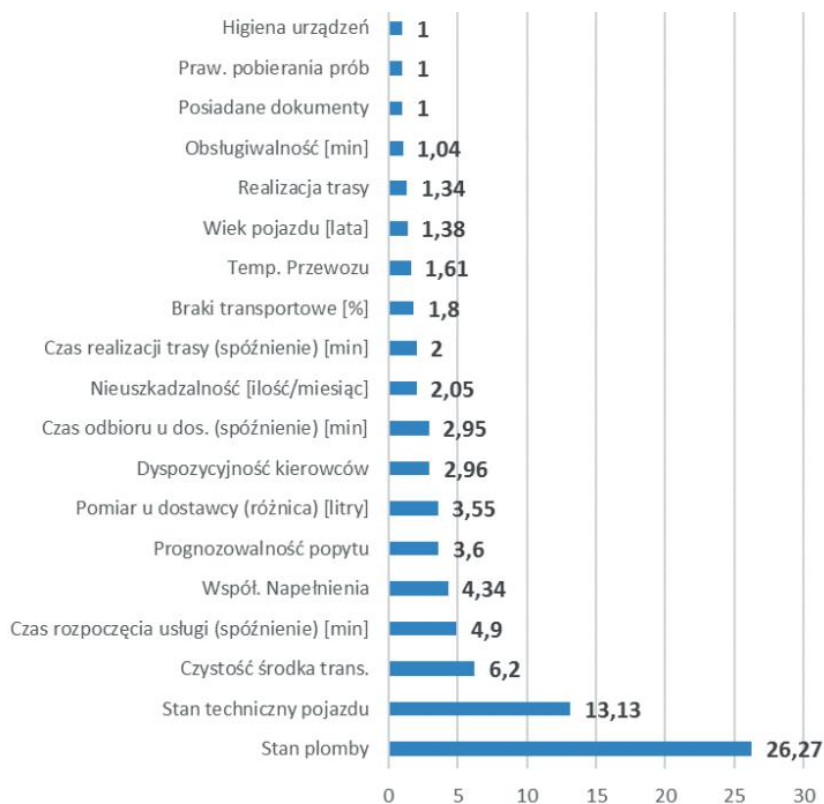
Źródło: Józwiak A., Świdorski A., Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce, op. cit., rys. 6.

Rys. 4.5. Struktura badanej sieci MLP 29-18-1

¹¹² Józwiak A., Świdorski A., Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce, op. cit., rys. 5.

* * *

Globalna analiza wrażliwości wygenerowana przez program *Statistica 12* odzwierciedla istotność poszczególnych zmiennych wejściowych sieci na sygnał wyjściowy- ocenę ilościową (zob. rysunek 4.6).



Źródło: Józwiak A., Świdorski A., Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce, op. cit., rys. 10.

Rys. 4.6. Globalna analiza wrażliwości dla sieci neuronowej MLP 29-18-1

Największy wpływ mają charakterystyki: stan plomby, stan techniczny pojazdów, czystość środka transportu, czas rozpoczęcia usługi, współczynnik napelnienia cysterny. Przeprowadzone badania przez Arkadiusza Józwiaka oraz Andrzeja Świdorskiego i w rezultacie ich uzyskane wyniki końcowe wskazują na możliwość wykorzystania sztucznych sieci neuronowych do dokonywania oceny usług transportowych. Na podstawie zgromadzonych danych z przeszłości, sieć neuronowa umożliwi podejmowanie decyzji, generowanie oceny z bieżącej lub przyszłej eksploatacji. W praktyce istnieją już inne zastosowania AI w logistyce, a mianowicie do: oceny zapewnienia jakości środków transportu, oceny ryzyka, optymalizacji tras przejazdu, oceny systemów logistycznych.

4.3. Możliwości optymalizacji procesu transportowego

Zaprezentowano praktyczne zastosowanie sztucznej inteligencji w optymalizacji procesu transportowego a także prototypy nowych urządzeń¹¹³. Istnieją dwa podstawowe podejścia do pracy nad sztuczną inteligencją (AI):

¹¹³ Opracowanie bazuje na publikacji internetowej: Wróbel M., Wojda P., *Możliwości optymalizacji procesu transportowego z wykorzystaniem sztucznej inteligencji*, Koło Naukowe Logistyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna, Journal of Translogistics, 2018.

- *symboliczne*, które polegają na tworzeniu matematyczno-logicznych analiz problemów i używania ich w przy użyciu programów komputerowych;

- *subsymboliczne*, tworzące programy samouczące się; wykorzystują one modele sieci neuronowych oraz asocjacyjnych.

Uczenie maszynowe to dziedzina sztucznej inteligencji, która na podstawie wyszukiwania relacji próbuje naśladować inteligentne zachowania człowieka. Polega ona na zbieraniu podstawowych parametrów i danych, by przygotować się do samodzielnego edukowania z wykorzystaniem wgranych wzorców. Logistyka wykorzystuje sztuczną inteligencję, a jednym z rozwiązań jest optymalizacja planowania tras przewozu towarów. Współczesny użytkownik smartfonu ma możliwość zaplanowania drogi do wybranego miejsca w około 2 sekundy, z wybraniem interesującego go kryterium, korzystając z np. aplikacji „*Mapy Google*”. Aplikacja bierze pod uwagę natężenie ruchu w czasie rzeczywistym i planuje optymalniejszą trasę przejazdu (zob. rysunek 4.7).

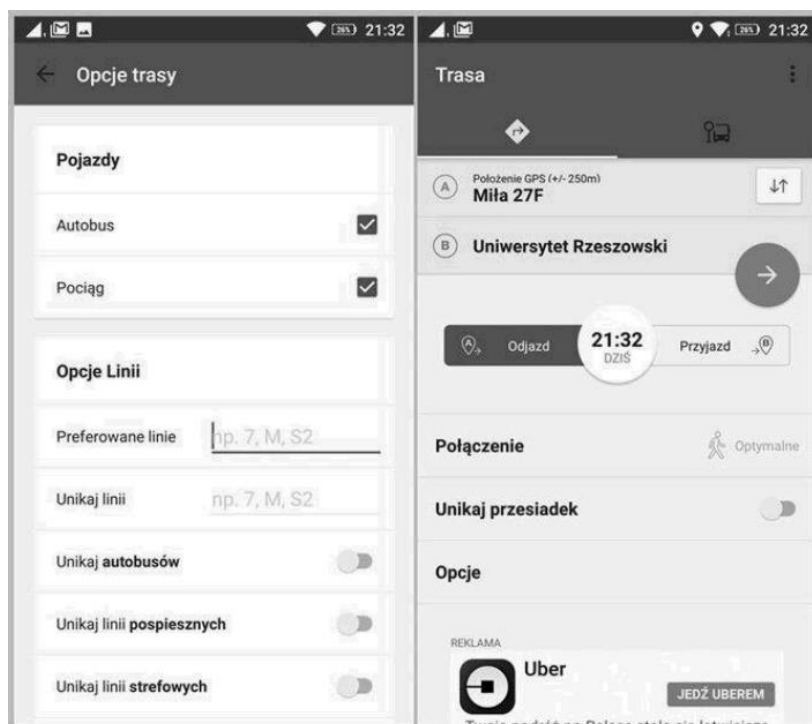


Źródło: <https://www.google.com/maps/dir/Wojskowa+Akademia+Techniczna+im.+Jaros%C5%82awa+D%C4%85browskiego,+gen.+Sylwestra+Kaliskiego,+Warszawa/Politechnika+Wroc%C5%82awska,+wybrze%C5%BCe+Stanis%C5%82awa+Wyspia%C5%84skiego+27,+50-370+Wroc%C5%82aw/@51.6748146,17.8593563,8z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x471ecaf7284060f1:0xe38d5d41e0486505!2m2!1d20.8996406!2d52.2531574!1m5!1m1!1s0x470fe82a7836289b:0xb8f93f04c5c8d70f!2m2!1d17.0619712!2d51.1073907!3e0>

Rys. 4.7. Trasa przejazdu wygenerowana w aplikacji *Mapy Google*

System jest na tyle automatyczny, że planuje czas naszego przejazdu uwzględniając maksymalne dopuszczalne prędkości jazdy, natężenie ruchu, a ponadto odpowiada na opóźnienia związane z wypadkami losowymi. Przy wzroście świadomości ekologicznej społeczeństwa, zwiększa się procent osób poruszających się transportem zbiorowym. Aplikacja „*Jakdojade*” jest też wykorzystaniem sztucznej inteligencji (zob. rysunek 4.8).

Umożliwia ona nam wybór środka transportu, rozpoznaje naszą lokalizację i znajduje najbliższy naszego położenia przystanek. Ponadto wymieniona aplikacja oferuje nam dodatkową usługę jaką jest zakup biletów.



Źródło: <https://www.komputerswiat.pl/artykuly/redakcyjne/nie-wiesz-jak-dojechac-ta-aplikacja-cipodpowie/xjcxr5q>.

Rys. 4.8. Strona główna aplikacji *JakDojadę*

Komunikacja miejska to nie tylko autobusy czy tramwaje, lecz w wielu miastach funkcjonuje szeroko rozwinięta sieć taksówek. Aplikacja „iTaxi” umożliwia nam zamówienie taksówki na smartphone. Po przyjęciu zlecenia przez kierowcę, w aplikacji pasażera pojawiają się dane taksówkarza. Po przejeździe nie trzeba mieć nawet gotówki, w aplikacji można podpiąć wcześniej kartę, konto PayPal lub Android Pay, a aplikacja sama zajmie się płatnością. Trzeba jeszcze nadmienić, że kolejne zastosowanie AI to samochody autonomiczne. Wymaga to jednak wdrożenia systemów automatycznych do których zaliczamy między innymi:

- system stabilizacji toru jazdy,
- kontrola trakcji,
- system zapobiegający blokowaniu kół (ABS),
- układy rozpoznawania znaków drogowych,
- układ ostrzegania o niezamierzonej zmianie pasa ruchu,
- układ wczesnego reagowania w czasie ryzyka zdarzenia,
- system automatycznego parkowania.

* * *

W wyścigu firm próbujących zbudować odpowiedni pojazd autonomiczny z niezbędnym systemem ochrony poruszającego się w nim użytkownika rywalizują m.in. Waymo, Tesla, Uber, Audi, Volvo, Mercedes, BMW. Firma Waymo zapowiedziała prace nad autonomicznym samochodem ciężarowym. W budowie w pełni autonomicznego samochodu ciężarowego zaangażowane są także firmy Toyota oraz Volvo. Zakłada się, że wprowadzenie do użytku pojazdów autonomicznych przyczyni się do:

- większej mobilności,
- zmniejszenie ruchu ulicznego,
- zwiększenia bezpieczeństwa,
- brak problemu z parkingiem.

4.4. Nowe technologie i ich wpływ na łańcuchy dostaw

Raport z roku 2018, dotyczący badania przeprowadzonego przez Massachusetts Institute of Technology (MIT) wśród kierownictwa firm reprezentujących różne sektory gospodarki, wymienia 7 podstawowych technologii, charakteryzujących się „naturalnym interfejsem”, a są nimi¹¹⁴:

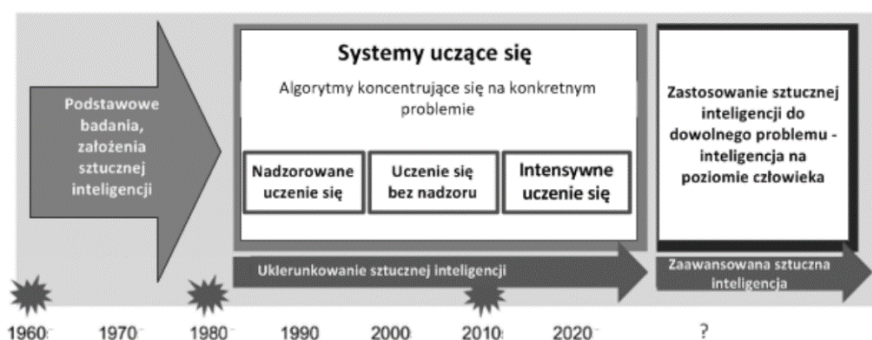
1. Przetwarzanie globalne (*pervasive computing*).
2. Sieci bezprzewodowe.
3. Druk 3D.
4. Sztuczna inteligencja (uczenie maszynowe).
5. Robotyka.
6. Nanotechnologia.
7. Biotechnologia.

Już w roku 1985 Internet i cyfrowe media oraz urządzenia elektroniczne zapoczątkowały rewolucję informacyjną. Przewiduje się, że w obrębie łańcucha dostaw zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) będzie miało istotne znaczenie.

Przyszła kolejna rewolucja przemysłowa umożliwi łączenie urządzeń w ramach cyfrowych ekosystemów oraz pogłębianie integracji między partnerami wewnątrz poziomych i pionowych łańcuchów wartości. Omawiana jest najczęściej w ramach koncepcji *Przemysł 4.0*¹¹⁵. Nawiązuje do niej badanie ankietowe przeprowadzone przez grupę pracowników MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Grupa ta wymieniła podane wcześniej 7 nowoczesnych klas technologii związanych z procesem digitalizacji.

Inteligentna cyfrowa sieć – implementacja sztucznej inteligencji

Określenie „*inteligentna cyfrowa sieć*” oznacza powstawanie oprogramowania, które potrafi się uczyć i reagować na zachowania użytkowników¹¹⁶. Oznacza zatem projektowanie i implementację sztucznej inteligencji (rys. 4.9). Jednak w wielu publikacjach sztuczna inteligencja (*Artificial Intelligence, AI*) jest wiązana z badaniami informatycznymi nad agentami (oprogramowaniem i maszynami), które mają zestaw opcji do wyboru i muszą zrealizować konkretne cele. Inteligentne aplikacje mogą przyczynić się do poprawy funkcjonowania tradycyjnych aplikacji, a mianowicie: analizy wydajności pracowników, sprzedaży, marketingu, bezpieczeństwa.



Źródło: The impact of the 2018 strategic technology trends on unified work group communications http://docs.media.bitpipe.com/io_14x/io_140261/item_1626375/Motorola-Solutions-Unified-Workgroup-Communications-Gartner-Brief.pdf.

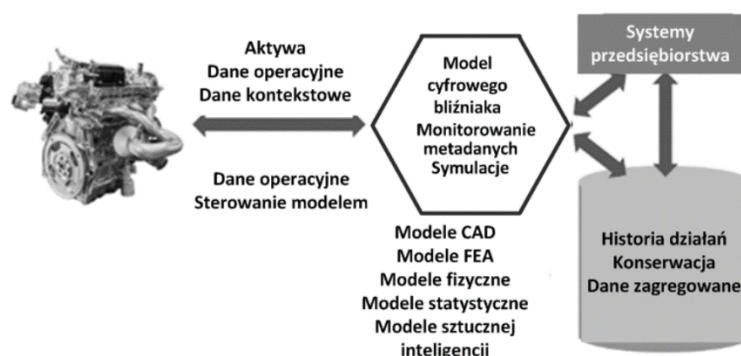
Rys. 4.9. Ewolucja sztucznej inteligencji

¹¹⁴ Segars A.H., *Seven Technologies Remaking the World*, <https://sloanreview.mit.edu/projects/seven-technologies-remaking-the-world/>.

¹¹⁵ Schwab K., *Czwarta rewolucja przemysłowa*, Studio Emka, Warszawa 2018.

¹¹⁶ McIlwraight D., Marmanis H., Babenko D., *Inteligentna sieć. Algorytmy przyszłości*, Wydanie II, Helion, Gliwice, 2017.

Wraz z falą *Przemysłu 4.0* powstało pojęcie „cyfrowy bliźniak”, a ideę jego przedstawiono na rysunku 4.10.



Źródło: The impact of the 2018 strategic technology trends on unified work group communications http://docs.media.bit-pipe.com/io_14x/io_140261/item_1626375/Motorola-Solutions-Unified-Workgroup-Communications-Gartner-Brief.pdf.

Rys. 4.10. Cyfrowy bliźniak

Inteligentne rzeczy (przedmioty, urządzenia) to rzeczy fizyczne, które dzięki AI mogą być wykorzystywane w stopniu wykraczającym poza realizację sztywnych modeli, dzięki czemu bardziej naturalnie wchodzą w interakcje z otoczeniem. Przykładem mogą być drony, roboty czy pojazdy autonomiczne.

Obszary zastosowania sztucznej inteligencji w łańcuchach dostaw

Sztuczna inteligencja czerpie naukę z eksploracji danych. Wprowadzając AI do firmy, powinno się kierować dążeniem do wzrostu wydajności dzięki zastosowaniu automatyzacji procesów w realizacji powtarzalnych, ręcznych i transakcyjnych zadań, a w przypadku łańcuchów dostaw, w odniesieniu do realizacji procesów są nimi m. in.:

- analiza przyczyn źródłowych,
- wykrywanie anomalii w łańcuchu dostaw,
- prognozowanie,
- planowanie zaopatrzenia,
- czyszczenie danych,
- planowanie produkcji,
- kodyfikacja zachowań klienta,
- poprawa planowania popytu.

Analityka zdarzeń gospodarczych też ulega ciągłym przeobrażeniom. Do niedawna analizy umożliwiały organizacjom dostrzeganie wzorców i odpowiadały na pytania dotyczące wydarzeń z przeszłości. *Zaawansowane analizy pozwalają penetrować dane na bieżąco i decydować o tym, jakie działania należy podjąć w przyszłości.* Kluczowymi uwarunkowaniami w realizacji koncepcji odtworzenia świata fizycznego w warstwie wirtualnej są¹¹⁷:

- zapewnienie dostępu w czasie rzeczywistym do pełnego spektrum danych o odpowiedniej jakości,
- możliwość „nauczenia się” przez świat wirtualny zachowań świata fizycznego.

Nowe podejście do analityki wymaga podnoszenie kwalifikacji pracowników w zakresie umiejętności rozumienia i obsługi danych. Jednak obecnie takie cechy, jak intuicja, zdolność

¹¹⁷ Soldaty A., *Cyfrowy bliźniak – jeszcze wizja czy już rzeczywistość?*, <https://www.controlengineering.pl/cyfrowy-blizniak-jeszcze-wizja-czy-juz-rzeczywistosc/>.

odróżniania dobra od zła, interpretowanie zachowań innych są tradycyjnie zarezerwowane dla człowieka.

Zastosowanie sztucznej inteligencji następuje także w procesie planowania, i tu techniki uczenia maszynowego mają za zadanie pomóc określić i zrozumieć strukturę oraz relacje w zbiorze danych. Wykorzystanie AI w procesie planowania pokazano na rysunku 4.11.

		UCZENIE MASZYNOWE		
		Uczenie bez nadzoru	Uczenie nadzorowane	Uczenie intensywne
PLANOWANIE	Planowanie zapotrzebowania	✓	✓	✓
	Planowanie dostaw	✓	✓	✓
	Planowanie produkcji		✓	
	Planowanie wdrożenia	✓	✓	
	Operacyjny plan sprzedaży i produkcji	✓	✓	✓

Źródło: Daihes K., Ramakrishna G., *AI Is Already Transforming Supply Chain Planning – Are You on Board?* <http://www.opexanalytics.com/ai-already-transforming-supplychain-planning-board/>, 2018.

Rys. 4.11. Wykorzystanie AI w procesach planowania

Wykorzystanie sztucznej inteligencji w obszarze planowania w łańcuchach dostaw prowadzi do:

- zmiany tradycyjnych sposobów planowania, korzystając z przetwarzania w chmurze (*Cloud Computing*) i projektowania współbieżnego;
- skrócenia cykli decyzyjnych, odejście od tradycyjnych operacji typu *Just-in-Time* do planowania w czasie rzeczywistym przy użyciu danych niestrukturalnych; dane niestrukturalne to zwykle pliki tekstowe, obrazy, wideo, przepływy mediów społecznościowych;
- przejrzystości informacji; sztuczna inteligencja może pomóc pozbyć się uprzedzeń i brakujących wzorców przykładowa sytuacja: zawyżone prognozy sprzedaży).

* * *

Elementem wyjścia do dalszych badań nad udoskonaleniem funkcjonowania łańcuchów dostaw są sugestie:

- szersze upowszechnienie niektórych technicznych rozwiązań sztucznej inteligencji, np. robotów, dronów, pojazdów autonomicznych itp.,
- wyrobienie przekonania, że rozwiązania technologiczne nie są wystarczającą odpowiedzią na wyzwanie cyfrowej transformacji (*Przemysł 4.0*); ta rewolucja różni się bowiem tym od poprzednich tym, że wielką wagę przykładają się w jej ramach do zmian w kulturze organizacyjnej i zarządzaniu¹¹⁸.

Już w niedalekiej przyszłości dane uznawane będą jako nowy zasób, tak jak traktowane są zasoby naturalne w łańcuchach dostaw¹¹⁹.

¹¹⁸ Maternowska M. (2017), *Wpływ nowoczesnych technologii na zmiany w sposobie zarządzania*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka”, nr 5, s. 394-403.

¹¹⁹ Jagielska M. (2017), *Sztuczna inteligencja w zarządzaniu – stan aktualny a perspektywy*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, t. XVIII, z. 2, cz. II, s. 9-19.

5. Sztuczna inteligencja w procesie produkcji wyrobów



5.1. Modele i warunki rozwoju etyki AI w biznesie

Wskazano różne modele etyki sztucznej inteligencji rozwijanych przez biznes, w procesie produkcji wyrobów i świadczeniu usług¹²⁰. Odpowiedź na wyzwanie etyczne udzieliła Grupa Robocza Wysokiego Szczebla powołana przez Komisję Europejską do wypracowania kodeksu etyki sztucznej inteligencji (AI). Badania nad AI w ośrodkach naukowych kontrolowane są przez podmioty przyznające granty. Sondaż przeprowadzony wśród firm zainteresowanych AI wskazuje, że 72% z nich wdrożyło już rozwiązania z tego obszaru¹²¹. W tych badaniach mamy do czynienia z niebezpieczeństwem braku społecznej kontroli¹²². Warto więc zastanawiać się nad etycznymi dylematami z którymi mamy do czynienia obecnie. Etyka biznesu to możliwość opracowania standardów etycznych dla badań i komercjalizacji produktów i usług bazujących na sztucznej inteligencji. Ważne jest, aby myślenie największych firm technologicznych było zbieżne z kodeksem przygotowanym przez Grupę Roboczą Wysokiego Szczebla.

Sztuczna inteligencja – definicje i rodzaje

Istnieją różne definicje sztucznej inteligencji, a dla uproszczenia posłużymy się definicją wypracowaną przez Grupę Roboczą Wysokiego Szczebla Komisji Europejskiej i przedstawioną w odpowiednim dokumencie¹²³: *Sztuczna inteligencja odnosi się do systemów, które wykazują inteligentne zachowanie, analizując swoje środowisko i podejmując działania – z pewnym stopniem autonomii – w celu osiągnięcia określonych celów*. Systemy zbudowane z wykorzystaniem sztucznej inteligencji mogą być oparte wyłącznie na oprogramowaniu. Tak więc AI to systemy oprogramowania (bądź urządzeń) zaprojektowane przez ludzi, które, biorąc pod uwagę złożony cel, działają w wymiarze fizycznym lub cyfrowym. Rozróżniamy następujące systemy AI:

- wąskiej (słabej) sztucznej inteligencji wykonujące jedno lub kilka określonych zadań;
- ogólnej (silnej) sztucznej inteligencji, które mogą wykonywać większość czynności, a w tym myślenie abstrakcyjne realizowane przez ludzi;
- głębokiej sztucznej inteligencji (przyszłościowe).

Istnieje wiele wyzwań etycznych, naukowych i technologicznych, związanych z ogólną sztuczną inteligencją. Należą do nich takie zagadnienia jak myślenie zdroworozsądkowe, samoświadomość i zdolność maszyny do zdefiniowania własnego celu.

Warunki badań w zakresie sztucznej inteligencji

W badaniach nad etyką sztucznej inteligencji rozwijanej przez biznes ważne jest wypracowanie:

- dostępu do aktualnej wiedzy o realizowanych projektach,
- udział w debacie odpowiednich osób,
- praktyczne i szybkie efekty działań.

¹²⁰ Opracowanie to bazuje na publikacji internetowej: Sroka R., *Modele i warunki rozwoju etyki sztucznej inteligencji w biznesie*, Prakseologia nr 161/2019.

¹²¹ *AI Momentum, Maturity and Models for Success*, SAS Institute, 2018, https://www.accenture.com/t20180919T202227Z_w_us-en/_acnmedia/PDF-86/Accenture-AI-Momentum-Final.pdf.

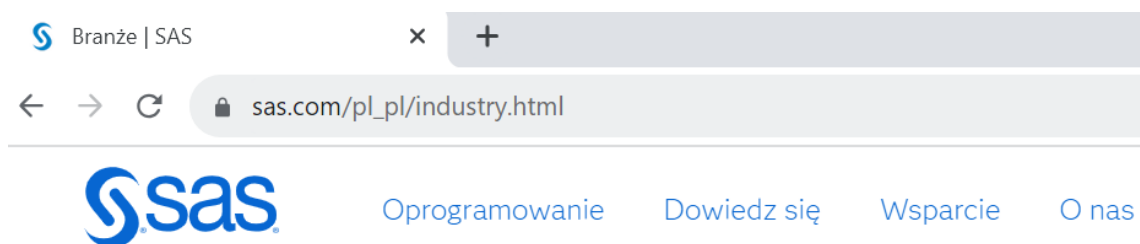
¹²² Łupkowski P., *Rola etyki i antropologii w rozważaniach o sztucznej inteligencji*, „Ethos” 1–2 (69–70), 2005.

¹²³ *A definition of AI: Main Capabilities and Scientific Disciplines*, 2019, High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, Brussels.

Zakłada się, że twórcy algorytmu określonej aplikacji nie muszą być świadomi skutków jego komercjalizacji. W dokumencie Komisji Europejskiej *Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence* etyka stosowana została określona jako ta, która zajmuje się rzeczywistymi sytuacjami, w których decyzje muszą być podejmowane pod presją czasu, a często również z ograniczoną liczbą informacji¹²⁴. Ukształtował się pogląd, że dzięki AI chcemy się pozbyć odpowiedzialności przy podejmowaniu trudnych decyzji, przy czym odpowiedzialność spoczywałaby na algorytmach. Występują już obecnie produkty napędzane sztuczną inteligencją, które z założenia zostały zaprojektowane do działań nieetycznych, a należą do nich systemy wspomagające manipulowanie ludźmi, sianie dezinformacji i strachu.

Etyka sztucznej inteligencji – perspektywa biznesu

Etyka sztucznej inteligencji w biznesie powinna przede wszystkim odnosić się, do dostawców rozwiązań technologicznych, aby oni nie unikali odpowiedzialności za swoje produkty czy usługi. W większości przypadków nie wiadomo, nad czym pracują firmy, a produkty z zakresu AI znane są dopiero, gdy już są gotowe rozwiązania. Jednym z przykładów dyskusji etycznej jest zastosowanie AI w pojazdach autonomicznych, a standardy etyczne wprowadzane w tego typu pojazdach w postaci algorytmów będą wpływać na intuicje moralne ludzi. Autorzy projektu *Moral Machine*, jako strony internetowej opracowanej przez MIT zauważają, że stajemy przed koniecznością oddania decyzji moralnych w gestię maszyn sterowanych sztuczną inteligencją¹²⁵. Jak wynika z badania instytutu SAS, Accenture Applied Intelligence, Intela i Forbes Insights, 70% firm wdrażających projekty z zakresu sztucznej inteligencji organizuje szkolenia dla pracowników¹²⁶. Dla przykładu fragment strony www wiodącego instytutu SAS z USA pokazano na rysunku 5.1.



Źródło: https://www.sas.com/pl_pl/industry.html.

Rys. 5.1. Fragment strony www instytutu SAS

SAS oferuje też bezpłatne oprogramowanie dla sektora akademickiego¹²⁷, a w ramach niego aplikacje:

SAS® OnDemand for Academics- Access statistical analysis, data mining and forecasting software (Dostęp do oprogramowania do analizy statystycznej, eksploracji danych i prognozowania);

SAS® Viya® for Learners - Build data science skills with a cloud-enabled, open analytics engine (Zdobycie umiejętności w zakresie analizy danych za pomocą otwartego silnika analitycznego obsługującego chmurę).

Firmy podejmują działania nie tylko wewnątrz własnej struktury, ale również inicjują współpracę z zewnętrznymi partnerami.

Dostrzegając możliwość etycznie negatywnych konsekwencji funkcjonowania AI, ponad pięćdziesiąt przedsiębiorstw w Niemczech wprowadziło wspólny znak jakości dla sztucznej

¹²⁴ *Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence*, 2019. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, European Commission, Brussels.

¹²⁵ <http://moralmachine.mit.edu/>.

¹²⁶ *AI Momentum, Maturity and Models for Success*, SAS Institute.

¹²⁷ https://www.sas.com/pl_pl/learn/academic-programs/software.html.

inteligencji. Zgodnie z wymaganiami tego znaku firmy zobowiązują się w rozwoju i stosowania sztucznej inteligencji, dbać o dobro ludzi oraz respektować podstawowe europejskie wartości godności człowieka¹²⁸.

Facebook zobowiązał się przekazać 7,5 miliona dolarów na badania etyki AI w celu przeanalizowania problemów i pozyskania wskazówek dla rozwoju etycznych rozwiązań. Zamierza ponadto wesprzeć utworzenie Instytutu Etyki w Sztucznej Inteligencji (*The Institute for Ethics in Artificial Intelligence*). Warto nadmienić, że firma Facebook wykorzystuje obecnie sztuczną inteligencję m.in. do wykrywania potencjalnych samobójców¹²⁹. Google prowadzi samodzielnie prace nad dylematami etycznymi związanymi z rozwojem sztucznych inteligencji. Badania realizuje to poprzez należąca do Google firmę DeepMind.

5.2. Formułowanie kodeksu zasad etycznych AI w biznesie

Trwają również niezależne prace nad opracowaniem zasad etycznych dla sztucznej inteligencji pod auspicjami rządów, a przykładami są:

- Australia's Ethics Framework¹³⁰,
- Grupa robocza ds. etyki i prawa sztucznej inteligencji, a jej rekomendacje zawarte są w dokumencie polskiego Ministerstwa Cyfryzacji zatytułowanym *Założenia do strategii AI w Polsce. Plan działań Ministerstwa Cyfryzacji z 2018 roku*¹³¹.

W roku 2019 Komisja Europejska opublikowała *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* przygotowanego przez Grupę Ekspertów Wysokiego Szczebla ds. Sztucznej Inteligencji. Podstawowym źródłem wartości wspomnianego dokumentu są traktaty Unii Europejskiej oraz Karta Praw Podstawowych. Zgodnie z wymienionym dokumentem akceptowalna społecznie AI powinna być:

- zgodna z prawem;
- etyczna, czyli zgodna z zasadami i wartościami etycznymi;
- odporna, rzetelna, wytrzymała w sensie społecznym i technicznym.

Intencją autorów dokumentu *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* było pokazanie jak zasady etyczne powinny być stosowane w obszarze społecznym i technicznym związanym ze sztuczną inteligencją.

Dokument ten podzielono na 3 części:

- prawa podstawowe i zasady etyczne;
- wymagania, aby AI była wiarygodna;
- narzędzia do oceny jakości zastosowanych wymagań.

Budowa odpowiedniego środowiska dla rozwoju etycznej sztucznej inteligencji obejmuje również umożliwienie zgłaszania negatywnych skutków stosowania tej nowej technologii.

* * *

Wszyscy korzystający z Internetu są dostawcami danych pozwalających na rozwój sztucznej inteligencji. Cykl, w którym każdy z nas jest zarówno na początku, dostarczając dane, jak i na końcu, korzystając z usług i produktów powstałych na bazie tych danych, rodzi nowe, niespotykane wyzwania etyczne. Trzeba podkreślić, że większość prac nad rozwojem sztucznej

¹²⁸ Podstawowe wartości etyczne dla sztucznej inteligencji, deutschland.de 2019, <https://www.deutschland.de/pl/news/podstawowe-wartosci-etyczne-dla-sztucznej-inteligencji>.

¹²⁹ Kuchta M., *Facebook przekaze 7,5 miliona dolarów na badania etyki sztucznej inteligencji*, Social Press 2019, <https://socialpress.pl/2019/01/facebook-przekaze-75-miliona-dolarowna-badania-etyki-sztucznej-inteligencji>.

¹³⁰ Dawson D., et al., 2019, *Artificial Intelligence: Australia's Ethics Framework*, Data61 CSIRO, Australia.

¹³¹ *Założenia do strategii AI w Polsce. Plan działań Ministerstwa Cyfryzacji*, 2018. Ministerstwo Cyfryzacji, Warszawa.

inteligencji jest prowadzonych przez biznes. Przedstawione badania wskazują, że firmy są świadome aspektu etycznego swoich prac nad sztuczną inteligencją. Dokument *Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence* może się stać ważnym wyznacznikiem standardów etycznych.

5.3. Zastosowanie sztucznej inteligencji do określania wielkości partii

Istotnym zagadnieniem w planowaniu produkcji jest problem określania wielkości partii, co ma wpływ na wyniki osiągane przez przedsiębiorstwa¹³². Jakość osiąganych wyników różni się w zależności od:

- zmienności zapotrzebowania netto,
- długości horyzontu planistycznego,
- długości okresu planistycznego,
- relacjami między kosztem zaopatrzenia a kosztem produkcji,
- obecności ograniczeń wydajności,
- złożoności rozważanego procesu.

W zakresie określania wielkości partii istnieją różne procedury oraz narzędzia typu: algorytmny genetyczne, symulowane wyżarzanie, przeszukiwanie tabu, sieci neuronowe.

Problem optymalnego planowania produkcji i harmonogramowania nie jest problemem nowym, jednakże z powodu rosnącego znaczenia, stał się obiektem zainteresowania wielu badaczy. Dlatego też jednym z najważniejszych problemów wyłaniających się w obszarze planowania operacyjnego jest problem określania wielkości partii (*lot sizing problems*). Planowane bowiem czasy realizacji i wielkości partii znacząco wpływają na cały proces planowania produkcji i wyniki w systemach produkcyjnych kontrolowane przez systemy zintegrowane klasy ERP.

Zdaniem Joanny Oleśków zwykle większość kierowników planowania zapotrzebowania materiałowego stosuje częściowo arbitralne zasady takie jak „*uruchomić wszystko cztery razy na miesiąc*” równo dla wszystkich produktów. Takie decyzje wpływają na cały cykl produkcyjny, poziomy zapasów i poziomy obsługi klientów, które mogą istotnie wpływać na efektywność zarządzania *wąskimi gardłami* procesów produkcyjnych w przedsiębiorstwach.

Problemy określania wielkości partii w systemach ERP

Problem określania wielkości partii stanowi obszar, w którym istnieje wiele możliwości jego poprawy. Ogólna klasyfikacja problemów określania wielkości partii obejmuje następujące kryteria^{133 134 135}:

- liczba poziomów w systemie ERP,
- liczba rozważanych wyrobów,
- rodzaj struktury technologicznej np. zastosowanie BOM (*Bill of Materials Processor*),
- liczba ograniczeń wydajności stanowisk pracy,
- cechy charakterystyczne popytu.

¹³² Opracowanie niniejsze bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Oleśków J., *Zastosowanie sztucznej inteligencji do rozwiązywania problemów określania wielkości partii w systemach ERP*, Politechnika Poznańska.

¹³³ Jinxing X., Dong J., *Heuristic Genetic Algorithms for General Capacitated lot sizing problems*, An International Journal Computer, vol.44, 2002, 263-276.

¹³⁴ Oleśków J., Fertsch M., *Lot sizing methods – review and comparative analysis, development and advantages arising from GA application*, Materiały konferencyjne 3rd International Conference on Advances in Production Engineering, Warszawa, APE'2004, 83-92.

¹³⁵ Molinder A., Olhager J., *The effect of MRP lot sizing on actual cumulative lead times in multi-level systems*, Production Planning & Control, vol. 9, no. 3, 1998, 293- 302.

Zatem jedną z głównych decyzji związanych z planowaniem zapotrzebowania materiałowego w systemach ERP jest wybór odpowiedniej metody określania wielkości partii. Określanie wielkości partii wpływa zarówno na wielkość zamówień produkcyjnych jak i częstotliwość, z jaką są one uwalniane na zakład produkcyjny. Wiele technik określania wielkości partii, bazuje na modelach ekonomicznej wielkości partii lub zmiennej wielkości partii. Główną wadą stosowanych obecnie technik określania wielkości partii jest niezdolność do dostarczenia optymalnych rozwiązań, w rozsądnym czasie obliczeniowym dla złożonych struktur produktów.

Ogólna charakterystyka metod określania wielkości partii. Wiele czynników musi być uwzględnionych podczas podejmowania decyzji odnośnie określania wielkości partii, a mianowicie: koszt zamawiania, koszt utrzymywania zapasów, koszt braków, ograniczenia wydajnościowe, minimalna wielkość zamówienia, maksymalna wielkość zamówienia. Kombinacja tych czynników wpływa na powstawanie różnych modeli oraz procedur postępowania. Konieczne jest zatem szukanie nowych technik bardziej efektywnych, generujących wielkości partii adekwatnie do nałożonych ograniczeń i warunków, a alternatywą techniki zwane inteligentnymi lub metaheurystykami.

Zastosowanie sztucznej inteligencji w obszarze określania wielkości partii. Informatyka intensywnie rozwija się w obszarze zastosowania sztucznej inteligencji (*artificial intelligence* - AI). Odnosi się wrażenie, że istnieją w AI techniki, które mogą mieć zastosowanie w harmonogramowaniu i planowaniu produkcji. Podczas dokonywania wyboru określonej techniki należy kierować się podstawową zasadą informatyki „*Wykorzystaj właściwe narzędzie dla właściwego problemu*”. Menadżerowie powinni umieć rozpoznawać n/w techniki AI i stosować je do odpowiednich sytuacji¹³⁶:

- systemy ekspertowe,
- sieci neuronowe,
- techniki *data mining* (eksploracji danych),
- drzewa decyzyjne,
- algorytmy genetyczne,
- przeszukiwanie z tabu,
- symulowane wyżarzanie.

Każda z technik AI musi być stosowana do odpowiedniego problemu, jeśli ma przynieść optymalne wyniki.

Algorytmy genetyczne stanowią doskonałą alternatywę tradycyjnych technik określania wielkości partii. Funkcje celu wykorzystywane w algorytmach genetycznych nie ograniczają się do optymalizacji indywidualnych funkcji i mogą rozważać także kryteria inne niż tylko koszty np. czas dostawy, poziomy jakościowe. Kiedy wybieramy metodę kodowania głównym ograniczeniem jakie musi być wzięte pod uwagę jest długość, w kategoriach ilości cyfr, każdego odcinka „*planowanej ilości zamówienia*” kodu algorytmu genetycznego¹³⁷. W praktyce uruchomienia planowanie zapotrzebowania na komponenty wyrobów według procedury MRP nie są wykonywane częściej niż raz w tygodniu. Aby określić możliwość zastosowania operatorów algorytmu genetycznego dla zidentyfikowania ilości planowanych wielkości partii należy wykonać szereg badań z użyciem systemu informatycznego.

¹³⁶ Grupe F.H., Jooste S., *Genetic Algorithms. A business perspective*, Information Management & Computer Security, vol.12, no.3, 2004, 289-298.

¹³⁷ Stockton D.J., Quinn L., Khalil R.A., *Use of genetic algorithms in operations management Part 2: results*, Proc. Instn.Mech.Engrs, vol.218, part B:J. Engineering Manufacture, 2004,329-343.

Problem określania wielkości partii można również rozwiązać przy wykorzystaniu techniki symulowanego wyżarzania (*simulated annealing*). W przypadku tym konieczne jest rozważenie binarnej macierzy jako zmiennej decyzyjnej. Wielkość macierzy zależy od horyzontu planistycznego i ilości wyrobów w systemie ERP. Stosunkowo łatwo jest obsługiwać ten system dla zmieniających się w czasie parametrów takich jak koszty magazynowania, koszty zamawiania, horyzont planistyczny. Po wykonaniu pewnej ilości eksperymentów otrzymuje się odpowiedni tzw. harmonogram chłodzenia¹³⁸.

Inną techniką w określaniu wielkości partii jest przeszukiwanie z tabu (*tabu search*). Rozwiązanie bieżące jest zawsze zastępowane przez najlepsze rozwiązanie w sąsiedztwie. Główne ograniczenia i zalety algorytmów genetycznych, symulowanego wyżarzania oraz przeszukiwania tabu w obszarze określania wielkości partii pokazano w tabeli 5.1.

Tab. 5.1. Porównanie wybranych metaheurystyk w obszarze określania wielkości partii

Metoda/ podejście	Obszar zastosowania	Zalety	Ograniczenia
<i>Symulowane wyżarzanie (Simulated Annealing)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - problemy określania wielkości partii bez ograniczeń dla wielu wyrobów - problemy określania wielkości partii z ograniczeniami dla jednego lub wielu wyrobów z czasami i kosztami uruchomienia 	<ul style="list-style-type: none"> - może być stosowane do problemu, gdzie poszukiwane optimum globalne jest ukryte między wieloma ograniczonymi, lokalnymi optimumami - elastyczne, zdolne do radzenia sobie z zmiennymi kosztami, zmiennym zapotrzebowaniem - zdolne do radzenia sobie ze złożonymi problemami 	<ul style="list-style-type: none"> - procedura chłodzenia wyżarzania nie jest przejrzysta dla użytkownika i może prowadzić do utraty zrozumienia problemu określania wielkości partii - metoda ta jest raczej powolna - określenie sposobu reprezentacji rozwiązania (zdefiniowanie sąsiedztwa)
<i>Algorytmy genetyczne (Genetic Algorithms)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - problemy określania wielkości partii dla wielu wyrobów - problemy określania wielkości partii z ograniczeniami dla jednego lub wielu wyrobów z czasami i kosztami uruchomienia 	<ul style="list-style-type: none"> - funkcja celu może uwzględniać inne kryteria niż koszty, takie jak czasy dostawy, poziomy jakości itp. - ta sama procedura może być wykorzystana dla obojętnie jakiego modelu popytu, kosztów zamówienia lub utrzymywania zapasów, cykliów zamawiania, długości horyzontu planistycznego - nie ma ograniczeń co do ilości uwzględnianych okresów planowania - zdolne do radzenia sobie z dużą liczbą parametrów - zmniejszającą złożoność obliczeń 	<ul style="list-style-type: none"> - trudna struktura danych kodowania - pośrednie kodowanie - radzenie sobie z nierealnymi rozwiązaniami (np. konieczność stosowania funkcji kar)
<i>Przeszukiwanie tabu (Tabu search)</i>	<ul style="list-style-type: none"> problemy określania wielkości partii jedno i wielopoziome z ograniczeniami i bez ograniczeń 	<ul style="list-style-type: none"> - metoda stosowana do rozwiązywania złożonych i dużych problemów optymalizacyjnych - szybki czas wykonania i uzyskanie dobrych optymalnych lub podoptymalnych wyników 	<ul style="list-style-type: none"> - konieczność właściwego określenia struktury i długości pamięci oraz zasady zatrzymania i kryterium aspiracji - technika jest skomplikowana dla użytkowników - radzenie sobie z nierealnymi rozwiązaniami - określenie sposobu reprezentacji rozwiązania (zdefiniowanie sąsiedztwa)

Źródło: Oleśków J., *Zastosowanie sztucznej inteligencji do rozwiązywania problemów określania wielkości partii w systemach ERP*, op. cit., tab. 1.

¹³⁸ Tang O., *Simulated annealing in lot sizing problems*, Int.J.Production Economics, 88, 2004, 173-181.

* * *

Skuteczność techniki określenia partii zapotrzebowania materiałowego jest silnie uzależniona od takich czynników jak zmienność wielkości zapotrzebowań materiałowych, zmienność częstotliwości zapotrzebowań i powiązane z nimi koszty utrzymywania zapasów i zakupów. Przedstawiono kilka technik, które umożliwiają osiągnięcie dobrych wyników. Jednak obecnie obserwujemy rozwój różnego rodzaju algorytmów bazujących na kombinacjach tych technik. Wprowadzenie nowej heurystyki wymaga znacznego nakładu prac na przeprowadzenie odpowiedniej liczby badań komputerowych przy wykorzystaniu dużej liczby standardowych danych, porównania wyników z innymi algorytmami i zbadania wpływu parametrów algorytmu i struktury problemów na jakość otrzymywanych wyników. Istotnym problemem jest radzenie sobie z niepewnościami zapotrzebowania. Przewiduje się, że kombinacje heurystyk, czyli metaheurystyki będą odgrywać istotną rolę w rozwiązywaniu złożonych problemów zarówno jako autonomiczne algorytmy lub części hybrydowego modelu optymalizacji.

5.4. Zastosowanie autonomicznych głowic w procesach wygładzania materiałów

Przedstawiono innowacyjny sposób obróbki materiałów trudnoskrawalnych powierzchni krzywoliniowych¹³⁹. Metoda obróbki może być wykorzystana do wygładzania powierzchni i krawędzi odlewów powstałych na skutek realizacji procesu produkcyjnego części samochodowych i lotniczych, jak również po cięciu laserowym i innych obróbkach erozyjnych. Szybki rozwój techniczny umożliwia budowę urządzeń technologicznych z precyzyjnym sterowaniem oparte o możliwości sztucznej inteligencji^{140 141 142}. Zastosowanie inteligentnych głowic obróbkowych umożliwia kompensację dosuwu i odpowiednie wysterowanie sygnałów pomiarowych z czujników zlokalizowanych w strefie obróbki. Inteligentny system sterowania dosuwem piezoelektrycznym pozwala na swobodne ustawienie parametrów pracy głowicy obróbkowej, również poprzez nauczanie jej odpowiedzi w zależności od zastosowanego materiału i powierzchni czynnej ściernicy, po przeprowadzonej odpowiednio wcześniej analizie cyfrowej. Dodam jeszcze, że w piezoelektrykach pod wpływem naprężeń mechanicznych powstaje pole elektryczne¹⁴³.

Rozwój systemów CAD/CAM obrabiarek sterowanych numerycznie o złożonej kinematyce, umożliwia realizację skomplikowanych powierzchni krzywoliniowych. Głowice wykonano w taki sposób, aby możliwe było ich stosowanie zarówno na obrabiarkach CNC jak i na robotach przemysłowych^{144 145 146}.

¹³⁹ W opracowaniu wykorzystano niektóre elementy z publikacji internetowej: Gotowała K., Musiał W., *Zastosowanie autonomicznych głowic obróbkowych w procesach wygładzania materiałów trudnoskrawalnych w przemyśle samochodowym*, Autobusy 7-8/2017.

¹⁴⁰ Korbicz J., Kościelny J., Kowalczyk Z., Cholewy W. (red.), *Diagnostyka procesów. Modele. Metody sztucznej inteligencji. Zastosowania*, Monografie Polskiej Akademii Nauk, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2002.

¹⁴¹ Kwak J-S., Ha M-K., *Neural Network Approach for Diagnosis of Grinding Operation by Acoustic Emission and Power Signals*, Journal of Materials Processing Technology, 147(2004)1, pp. 65-71.

¹⁴² Kwak J-S., Song J-B., *Trouble Diagnosis of the Grinding Process by using Acoustic Emission Signals*, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 41(2001)6, pp. 899-913.

¹⁴³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Piezoelektryk>.

¹⁴⁴ Kacalak W., Szafraniec F., Tomkowski R., Lipiński D., *An analysis of the stereometric abrasive surface treated using the information on the location and shape vertices*, Manufacturing 2010, Współczesne problem wytwarzania i zarządzania produkcją, Poznań 2010.

¹⁴⁵ Musiał W., *Wygładzanie powierzchni krzywoliniowych z wykorzystaniem robota przemysłowego oraz zastosowaniem systemów CAD/CAM*, Mechanik, luty 2013, ISSN 0025-6552, CD 45, s. 1÷7.

¹⁴⁶ Plichta J., Nadolny K., Musiał W., Sutowski P., *Wysoko efektywne szlifowanie materiałów trudnoskrawalnych*, Monografia z projektu Badawczego nr. N N503 214837, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2012.

Na podstawie wykonanych pomiarów opracowano zespół dosuwu piezoelektrycznego umożliwiający realizację z dużą dokładnością procesu wygładzania. Dzięki wcześniejszym badaniom możliwe było wykonanie specjalistycznej głowicy obróbkowej umożliwiającej generowanie dosuwu we współpracy z robotem przemysłowym. Na rysunku 5.2 zaprezentowano głowicę obróbkową umieszczoną na stopce ramienia robota i pozwalającą na generowanie dodatkowych ruchów prostopadle do powierzchni obrabianej lub pod dowolnie zaprogramowanym kątem względem powierzchni wygładzanej.



Źródło: Gotowała K., Musiał W., *Zastosowanie autonomicznych głowic obróbkowych w procesach wygładzania materiałów trudnoskrawalnych w przemyśle samochodowym*, Autobusy 7-8/2017, rys. 3.

Rys. 5.2. Widok głowicy obróbkowej na ramieniu robota

Zasadniczy proces sterowania dosuwem głowicy piezoelektrycznej odbywa się w komputerze sterującym, wyposażonym w oprogramowanie (*Controll Fuzzy-logic*), które umożliwia wprowadzenie ustawień i parametrów zbiorów rozmytych oraz wstępny zakres ruchu siłownika piezoelektrycznego.

5.5. Zastosowanie AI w diagnostyce procesów przetwórczych

Występują silnie nieliniowe związki pomiędzy wejściem i wyjściem danego procesu przetwórczego i dlatego do opracowania modułu wnioskowania diagnostycznego procesu można wykorzystać metody sztucznej inteligencji. Proces przetwórczy można potraktować jako system, który posiada wejścia (produkty do przetworzenia), wyjścia (gotowy przetworzony wyrób)¹⁴⁷. Na każdy system podczas jego działania oddziałują zakłócenia, które mogą mieć wpływ na końcową jakość gotowego wyrobu. Chcąc uzyskać właściwą jakość przetworzonego produktu węzły funkcjonalne aparatury przetwórczej powinny być okresowo lub w trybie „on line” diagnozowane.

Przedstawienie analitycznego opisu przebiegu procesu przetwórczego, z uwagi na silne nieliniowości pomiędzy parametrami wejściowymi, wyjściowymi i zakłóceniami, nie zawsze jest możliwe do wykonania. Zauważono, że do tego celu można wykorzystać sztuczne sieci neuronowe, systemy ekspertowe, logikę rozmytą oraz algorytmy genetyczne. W systemach ekspertowych wiedza zawarta jest w postaci jawnej w formie opisowej, natomiast w przypadku sieci neuronowych informacje przetworzone przez sieć mają postać zbiorów liczbowych w których jest ona skompresowana. Stosowanie systemów ekspertowych jako modułu składowego systemu wnioskowania diagnostycznego umożliwia jego modyfikację w trakcie jego eksploatacji. Natomiast

¹⁴⁷ Opracowanie bazuje na publikacji internetowej: Langman J., *Zastosowanie sztucznej inteligencji w diagnostyce procesów przetwórczych*, Inżynieria Rolnicza 13/2006.

modyfikacja sztucznej sieci neuronowej wymaga przeprowadzenia od nowa procesu uczenia sieci na kolejnym, uwzględniającym zmiany przebiegu procesu - pliku uczącym. Wspomniana logika rozmyta pozwala na rozróżnianie stanów pośrednich pojedynczych lub zbiorów zmiennych procesowych. Algorytmy genetyczne pozwalają na określenie zmian wartości zmiennych procesowych w powiązaniu z zaistniałymi wcześniej stanami procesu wykorzystując takie operatory genetyczne jak dziedziczenie, krzyżowanie i mutacje.

W diagnostyce procesów testy wykonywane są automatycznie przez komputer diagnozujący, wyposażony w specjalny program. Wykrywanie uszkodzeń sprowadza się w zasadzie do przekształcenia zbioru zmiennych procesowych X w zbiór odpowiadających im sygnałów diagnostycznych S . W celu porównania wartości zmiennej procesowej, z wartościami dopuszczalnymi bądź granicznymi, na podstawie tego porównania wygenerowanie odpowiedniego sygnału diagnostycznego można wykorzystać odpowiednio wytrenowane sztuczne sieci neuronowe (SSN). Takie sieci powinny posiadać tyle wejść ile jest zmiennych procesowych opisujących dany proces oraz 1 wyjście.

* * *

Nieliniowe związki między wejściem a wyjściem procesu przetwórczego, uniemożliwiają zastosowanie prostych metod wnioskowania diagnostycznego celem jednoznacznego określenia miejsca wystąpienia nieprawidłowości w realizacji założonej technologii przetwarzania. Opracowując system diagnostyczny, dla procesu przetwarzania produktów rolniczych, najkorzystniejsze jest zastosowanie metod sztucznej inteligencji, do budowy skutecznego systemu wnioskowania diagnostycznego. Skuteczność takiego systemu przejawiać się powinna w jednoznaczności diagnozy w wieloparametrowym procesie jakim jest proces przetwarzania produktów rolniczych.

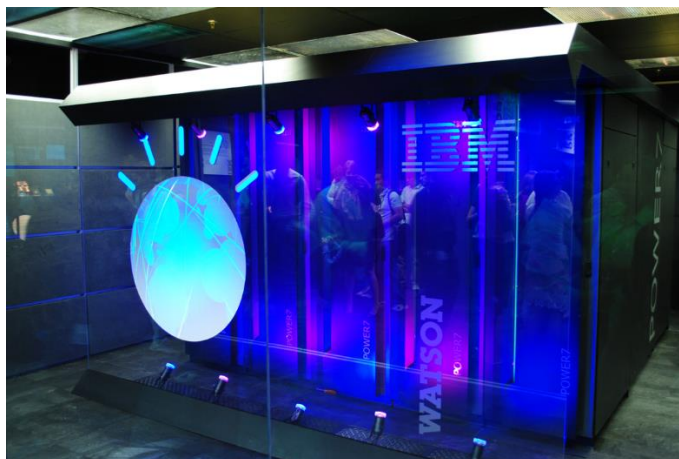
6. Zastosowanie sztucznej inteligencji w poszukiwaniu i wydobywaniu złóż



6.1. AI w poszukiwaniu i eksploatacji surowców

Obserwujemy obecnie szybki postęp w konstruowaniu, programowaniu i zastosowaniu robotów. Współczesne roboty są urządzeniami inteligentnymi, zmieniającymi swoje oprogramowanie stosownie do potrzeby¹⁴⁸. Ojczyzną inteligentnych urządzeń jest Dolina Krzemowa w USA, gdzie powstał dział nauki zwany sztuczną inteligencją (*artificial intelligence – AI*). Robot pomimo wysokiej ceny jest od niego znacznie tańszy od zatrudnionego pracownika, który w USA średnio kosztuje około 45000 USD rocznie. Zachęca to Amerykanów do inwestowania w grupę firm FAANG, produkującą inteligentne roboty. FAANG to akronim zawierający pierwsze litery nazw pięciu największych amerykańskich spółek technologicznych: F – Facebook (FB), A – Amazon (AMZN), A – Apple (APPL), N – Netflix (NFLX), G – Alphabet, znany jako Google (GOOG)¹⁴⁹. Akcje każdej spółki należącej do grupy FAANG są notowane na giełdzie Nasdaq i wchodzą w skład indeksu S&P 500, stanowiąc w sumie 15% jego udziału.

Zastosowanie sztucznej inteligencji w górnictwie do poszukiwania złóż, jak i ich eksploatacji stało się koniecznością. Międzynarodowe koncerny wydobywające wszelkiego rodzaju surowce, wdrażają AI. Przykładem jest Rio Tinto, który wydobywa około 500 tys. ton miedzi rocznie. Wybór miejsca pod budowę determinuje problemy związane z przyszłą eksploatacją i dlatego zastosowanie sztucznej inteligencji w tej dziedzinie ma kluczowe znaczenie. Zastosowano w tym celu robot firmy IBM o nazwie Watson.



Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Watson_\(superkomputer\)#/media/Plik:IBM_Watson.PNG](https://pl.wikipedia.org/wiki/Watson_(superkomputer)#/media/Plik:IBM_Watson.PNG).

Rys. 6.1. Superkomputer Watson

Możliwości Watsona charakteryzowane są następująco: *Ma on systemy, które uczą się, a nie tylko takie, które po prostu są zaprogramowane. Zdolność Watsona do interakcji z ekspertami jest ważną częścią opracowywania tego rodzaju rozwiązań. IBM ma nadzieję, że ta sama moc, która pomogła w*

¹⁴⁸ Opracowanie bazuje na artykule internetowym: Maksymowicz A., *Sztuczna inteligencja w poszukiwaniu i eksploatacji surowców*, Przegląd Geologiczny, vol. 67, nr 4, 2019.

¹⁴⁹ <https://admiralmarkets.com/pl/education/articles/shares/akcje-faang>.

wydobyciu ropy i gazu, trafi w ręce górników i poszukiwaczy¹⁵⁰. Watson samoczynnie rejestruje dostarczane mu mapy i przekroje geologiczne, analizy chemiczne i wszelkie inne dane związane z poszukiwaniem złóż.

Sztuczna inteligencja ma również zastosowanie w transporcie autonomicznym. Wspomniana firma górnicza Rio Tinto zastosowała w swoich kopalniach odkrywkowych transport autonomiczny. Zintegrowany system zarządzania obejmuje 16 kopalń, 1500 km linii kolejowych oraz trzy porty. Rio Tinto korzysta obecnie w Australii z 76 ciężarówek o nośności 350 t. Zdalnie sterowane samochody ciężarowe produkuje dla tego koncernu japońska firma Komatsu¹⁵¹.

Trwają prace nad uruchomieniem autonomicznego systemu kolei dużych odległości. Trzeba jeszcze dodać, że pięć lat trwały badania nad autonomicznym pociągiem z 244 wagonami załadowanymi urobkiem¹⁵².

Trwają też badania nad eliminacją pracy geologa poprzez wdrożenie urządzeń sztucznej inteligencji. Jest to tym istotniejsze, że możliwości geologów, w coraz trudniejszym poszukiwaniu surowców, są ograniczone i w dużym stopniu zostały już wykorzystane. Jest to związane z poszukiwaniami złóż znajdujących się na coraz większych głębokościach. Problemem staje się też czas potrzebny na przejście od fazy odkrycia złoża do jego eksploatacji, który średnio wynosi ok. 15–20 lat¹⁵³. Firma IBM zbudowała drugiego inteligentnego robota o imieniu Watson safety. Zajmuje się on bezpieczeństwem górników pracujących w zróżnicowanych warunkach zagrożenia, powodowanych przez górotwór oraz maszyny i urządzenia stosowane do utrzymania ruchu zakładu górniczego.

Urządzenia sztucznej inteligencji wykorzystują bieżące dane napływające z czujników i urządzeń pomiarowych, a także korzystają w tym samym czasie z danych archiwalnych. Oczekuje się, że w najbliższej przyszłości AI zapewni pełną ochronę warunków pracy, zanim górnik znajdzie się na miejscu pracy. Współpracująca z IBM firma Mitsufuji wprowadziła na rynek nową „koszulę” wykonaną ze srebrnych włókien przewodzących, która śledzi dane biometryczne pracowników¹⁵⁴.

Sterowanie system AI nie jest jednak w pełni bezpieczne, a przykładem jest australijska kopalnia rudy żelaza Christmas Creek stosująca bezzałogowy transport urobku. Na początku lutego 2019 roku, jedna z ogromnych ciężarówek transportujących rudę, uderzyła z niewielką prędkością w zaparkowany na poboczu podobny pojazd. Po analizie orzeczono, że sytuacja ta nie była wynikiem awarii systemu autonomicznych systemów transportowych, lecz doszło do chwilowego zaniku sygnału wi-fi¹⁵⁵.

* * *

Badania i wdrażania nowoczesnych algorytmów sztucznej inteligencji są kosztowne i z tego względu firmy wydobywcze podpisują umowy wielostronne o współpracy w zakresie zintensyfikowania wysiłków nad przyspieszeniem projektowania urządzeń i stosownych aplikacji programowych.

¹⁵⁰ Maksymowicz A., *Sztuczna inteligencja w poszukiwaniu i eksploatacji surowców*, op. cit.

¹⁵¹ MARR B. 2018 – *The 4th Industrial Revolution: How Mining Companies Are Using AI, Machine Learning And Robots*. Forbes, 7.09.2018.

¹⁵² Ibidem.

¹⁵³ Williams G., *Out with the Gold: The Big Data, AI Mining Revolution*, Gold Investing News, 19.06.2018 r.

¹⁵⁴ Jamasmiec C., 2019, *IBM steps up efforts to help miners improve health and safety records*, Mining.com, 16.02.2019.

¹⁵⁵ Ibidem.

6.2. Inteligentny system wspomagający proces identyfikacji złoża gazu ziemnego

Zaprezentowano inteligentny system wspomagający proces identyfikacji perspektywicznych horyzontów złożowych gazu ziemnego¹⁵⁶. Adam Pańko bazuje na dotychczasowych doświadczeniach firmy ORLEN Upstream. System został opracowany na bazie sztucznej inteligencji z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych (SSN) i metod uczenia maszynowego (ML) oraz dodatkowo metod tzw. eksperymentu projektowanego (*Design of experiment*, DOE). Pierwsza część systemu obejmuje procesy związane z selekcją odpowiednich danych wejściowych. Kolejnym etapem jest identyfikacja perspektywicznych horyzontów złożowych w nowo wierconych odwiertach na obszarze zapadliska przedkarpackiego. Następny element systemu stanowi projekt bazy danych wejściowych do budowy zastępczego modelu złożowego (ZMZ). Do konstrukcji bazy danych wykorzystano metodę Latin hypercube i symulator numeryczny Eclipse. Skonstruowany model zastępczy został użyty do probabilistycznego generowania profili wydobywania gazu. Ostatnim elementem zaprojektowanego systemu jest analiza ekonomiczna opłacalności wydobywania gazu. Na podstawie tej analizy ekonomicznej utworzono ranking zidentyfikowanych horyzontów złóż i podejmowana jest ewentualna decyzja o ich eksploatacji. Szybko wzrastają koszty związane z serwisami wykorzystywanymi w procesie poszukiwania złóż węglowodorów, a w szczególności:

- usługi wiertnicze,
- geofizyczne,
- usługi związane z opróbowaniem i testami produkcyjnymi,
- zagospodarowanie złóż.

Z kilku testowanych horyzontów odwiertów tylko dwa lub trzy, ze względu na możliwości jednoczesnego udostępnienia, mogą być przeznaczone do eksploatacji. Zachodzi konieczność nie tylko zidentyfikowania horyzontów zapewniających uzyskanie przemysłowego przyływu gazu ziemnego, lecz także wykonania ich klasyfikacji, biorąc pod uwagę aspekty finansowe.

Wykorzystanie sztucznej inteligencji następuje także w branży naftowej E&P¹⁵⁷. Zastosowanie znalazły sztuczne sieci neuronowe oraz uczenie maszynowe (*machine learning*), wykorzystywane zarówno w zagadnieniach klasyfikacyjnych, jak i regresyjnych. Do identyfikacji perspektywicznych interwałów złożowych zapadliska przedkarpackiego zaprojektowany system, który wykorzystuje programy komputerowe *MATLAB* i *Interactive Petrophysics* oraz biblioteki obliczeniowe: *Pandas*, *Sklearn*, *Matplotlib*. Algorytm działania omawianego inteligentnego systemu pokazano na rysunku 6.2. System wykorzystuje między innymi dane z pomiarów geofizycznych wykonanych w interwale niezarurowanym rurami okładzinowymi. Rozpoczyna się wyborem danych wejściowych, ich integracją i korelacją poprzedzoną procesem QC, a kończy decyzją o udostępnieniu zidentyfikowanego horyzontu złoża do eksploatacji.

Głównym kryterium wyboru danych jest ich reprezentatywność, wiarygodność i odpowiednia liczba zastosowanych algorytmów AI. Każdy typ wykorzystanych danych powinien mieć istotny wpływ na proces identyfikacji perspektywicznych horyzontów złożowych¹⁵⁸. Wykorzystano następujące grupy danych pochodzące z czterech odwiertów (W1, W2, W3, W4):

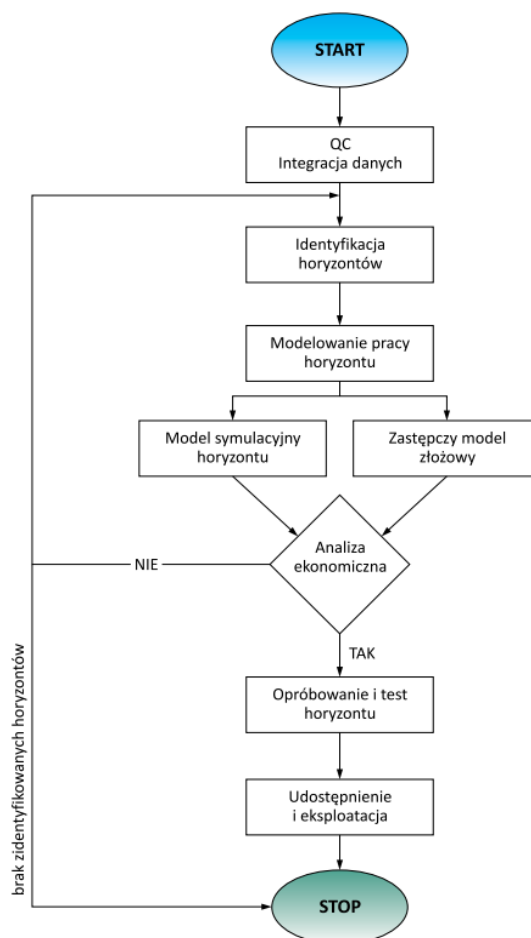
- wyniki pomiarów geofizyki odwiertowej (9 danych),
- wyniki analiz laboratoryjnych rdzeni wiertniczych i próbek okruchowych oraz wskazania profilowania gazowego,

¹⁵⁶ Opracowanie bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Pańko A., *Inteligentny system wspomagający proces identyfikacji perspektywicznych horyzontów w wielohoryzontowych złożach gazu ziemnego uwzględniający kryterium ekonomiczne ich udostępniania i eksploatacji*, czasopismo Nafta-Gaz 2022, nr 11, s. 781-793.

¹⁵⁷ Tadeusiewicz R., 1993. Sieci neuronowe. Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa.

¹⁵⁸ Mohaghegh S., 2018, *Data-Driven Analytics for the Geological Storage of CO₂*, Taylor & Francis Group.

- wyniki analiz laboratoryjnych pobranych próbek płynów złożowych,
- wyniki wykonanych DST i testów produkcyjnych.



Źródło: Pańko A., *Inteligentny system wspomagający proces identyfikacji perspektywicznych horyzontów w wielohoryzontowych złożach gazu ziemnego uwzględniający kryterium ekonomiczne ich udostępniania i eksploatacji*, op. cit., rysunek 1.

Rys. 6.2. Algorytm działania systemu AI w zakresie poszukiwania i udostępnienia złoża

Powyższy zestaw grup danych został przygotowany do wykorzystania przez sieci neuronowe i metody uczenia maszynowego, przy czym obróbka danych wejściowych obejmowała następujące etapy:

1. Oczyszczanie z pomiarów nieudanych.
2. Detekcja i usunięcie pomiarów odstających. W tym etapie w celach porównawczych zastosowano trzy algorytmy: EllipticEnvelope, Grubbsa i OneClassSVM. Pierwsze dwa algorytmy w uproszczeniu polegają na sprawdzeniu odległości każdego pomiaru od ogólnej średniej uwzględniającej wszystkie zmienne ze zbioru danych. Trzecia metoda to algorytm z obszaru uczenia maszynowego.
3. Wizualizacja i statystyka opisowa (*descriptive statistics*).
4. Określenie korelacji pomiędzy poszczególnymi pomiarami.
5. Analiza geostatyczna (wyznaczenie zasięgu korelacji danych pomiarowych – wariogramu, dla każdego zestawu danych pomiarowych).
6. Normalizacja danych pomiarowych (ze względu na fakt, że dane pomiarowe mają różne skale/rozmiary, zostały one sprowadzone do jednego wspólnego zakresu opisanego wartością średnią równą 0 i odchyleniem standardowym równym 1)¹⁵⁹.
7. Redukcja wielowymiarowości danych (analiza czynników głównych (*principal component analysis*, PCA)).

¹⁵⁹ Fernandes M.A., 2012, *Using Neural Networks for Determining Hydrocarbons Presence from Well Logs: A Case Study for Alagoas Basin*, Society of Petroleum Engineers. DOI: 10.2118/153446-MS.

Dla oceny perspektywicznych interwałów złożowych wykorzystano wyniki wykonanych próbowań typu DST (*drill stem test*, oprobowanie przewierconych interwałów w trakcie wiercenia odwiertu) i testów produkcyjnych, we wszystkich wykonanych przez ORLEN Upstream odwiertach.

Kolejnym krokiem było wykorzystanie do identyfikacji horyzontów złoża technologii AI, zwanej też SI i uczenia maszynowego (ML). Systemy SI są w stanie do pewnego stopnia dostosować swoje zachowanie, analizując skutki wcześniejszych działań i działając autonomicznie. Uczenie maszynowe to samouczenie się maszyn albo systemy uczące się (*machine learning*). Stanowią obszar sztucznej inteligencji poświęcony algorytmom, które poprawiają się automatycznie poprzez doświadczenie, czyli ekspozycję na dane, przy czym algorytmy ML budują model matematyczny. Po przedstawieniu nauczonemu modelowi nowych danych, które nie zostały wykorzystane do uczenia, algorytm prawidłowo zakwalifikuje dane (pomiar) do odpowiedniej kategorii (*flow units*). Wcsygnalizowanemu doświadczeniu przetestowano 6 następujących algorytmów uczących:

Decision Trees (DT);
Discriminant Analysis (DA);
Naive Bayes Classifiers (NB);
Nearest Neighbor Classifiers (KNN);
Support Vector Machine (SVM);
Ensemble Classifiers (EC)¹⁶⁰;
*MathWorks*¹⁶¹.

Najlepsze wyniki otrzymano, stosując algorytm *Ensemble Classifiers*, uzyskując skuteczność klasyfikacji w porównaniu z wzorcem na poziomie około 94%.

W etapie zastosowania sztucznych sieci neuronowych (SSN) do identyfikacji tzw. *flow units* wykorzystano ten sam zestaw danych wejściowych jak w przypadku metod uczenia maszynowego, przy czym dane te zostały podzielone na trzy zestawy:

- uczący,
- walidacyjny,
- testujący

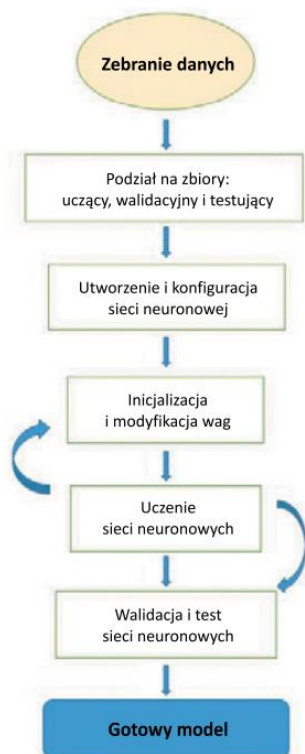
odpowiednio w procentowej proporcji 70 : 15 : 15. Zestaw uczący został wykorzystany do uczenia sieci neuronowej, zestaw walidacyjny – do walidacji sieci i jego zadaniem było zapobieganie przeuczeniu się sieci. Zestaw testujący wykorzystano do potwierdzenia dopasowania nauczonej sieci oraz upewnienia się, czy proces walidacji przebiegł poprawnie. Implementacja sieci neuronowych w procesie identyfikacji przebiegała według algorytmu pokazanego na rysunku 6.2. Najlepsza skuteczność klasyfikacji/rozpoznawania została uzyskana dla sieci *four-layers feed-forward*, złożonej z warstwy wejściowej zawierającej 9 neuronów, z 4 warstw ukrytych zawierających odpowiednio 13, 15, 16 i 16 neuronów oraz warstwy wyjściowej zawierającej 6 neuronów. W procesie uczenia wykorzystano algorytm Levenberga–Marquardta.

Wytrenowany model sieci neuronowych *four-layers feedforward network* oraz model *machine learning* – *Ensemble Classifiers* zostały zastosowane do identyfikacji perspektywicznych horyzontów złożowych w odwiercie W1, ponieważ W1 jest wyposażony w selektywny zestaw wydobywczy i w sposób ciągły eksploatowany. Zadaniem algorytmu było także wyznaczenie dla skonsolidowanych horyzontów wartości minimalnej, maksymalnej oraz wartości średniej dla danej

¹⁶⁰ Barbacki J., 2021, *Zastosowanie sztucznej inteligencji w procesie klasyfikacji fałszywych skał zbiornikowych w oparciu o dane geofizyki otworowej*, *Wiadomości Naftowe i Gazownicze*, 2(267): 4–8.

¹⁶¹ MathWorks, 2021, *MATLAB documentation*, R2021b.

wielkości z profilowań geofizycznych. Wielkości te zostały wykorzystane do tworzenia zastępczego modelu złożowego (ZMZ)¹⁶²



Źródło: Pańko A., Inteligentny system wspomagający proces identyfikacji perspektywicznych horyzontów w wielohoryzontowych złożach gazu ziemnego uwzględniający kryterium ekonomiczne ich udostępniania i eksploatacji, op. cit., rys. 11.

Rys. 6.3. Algorytm analizy przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych

Do dalszego wykorzystania zostały wybrane interwały zidentyfikowane za pomocą wytrenowanego modelu sztucznych sieci neuronowych, bowiem interwały te najlepiej odtwarzają horyzonty opróbowane/testowane w odwiercie W1.

Proces zaprojektowania zastępczego modelu złożowego (ZMZ) jest wieloetapowy i stanowi replikę klasycznych modeli numerycznych. ZMZ naśladuje, czy też odtwarza ich możliwości z dużą dokładnością i z uwzględnieniem całej ich złożoności, do tego w nieporównywalnie krótszym czasie¹⁶³. Pozostaje nam teraz wygenerowanie odpowiednio dużego zestawu danych wejściowych, które umożliwiają efektywne wytrenowanie sztucznej sieci neuronowej. Do tego celu wykorzystano metodę eksperymentu projektowanego - *Latin hypercube* (*Łaciński hipersześcian*)¹⁶⁴.

Ostatnim elementem systemu jest wykonanie analizy ekonomicznej opłacalności procesu udostępnienia i eksploatacji zidentyfikowanych horyzontów, na podstawie otrzymanych profili wydobywania gazu przy implementacji zastępczego modelu złożowego oraz przy wykorzystaniu dodatkowych informacji, takich jak:

¹⁶² Mohaghegh S., Modavi C., Hafez H.H., Haajizadeh M., Kenawy M., Guruswamy S., 2006, *Development of Surrogate Reservoir Models (SRM) for Fast-Track Analysis of Complex Reservoirs*, Intelligent Energy Conference and Exhibition, Amsterdam, April 11–13, DOI: 10.2523/99667-MS.

¹⁶³ Mohaghegh S., 1995, *Neural Network: What It Can Do for Petroleum Engineers*. *Journal of Petroleum Technology*, 47(1): 42–42. DOI:10.2118/29219-PA.

¹⁶⁴ McKay M.D., Beckman R.J., Conover W.J., 1979, *A Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables in the Analysis of Computer Code*, American Statistical Association and the American Society for Quality Technometrics, 42(1): 55–61.

- koszt wiercenia odwiertu (w tym nakłady na wykonanie opróbowania i testu produkcyjnego wyznaczonych horyzontów);
- koszt zagospodarowania lub tylko koszt podłączenia do istniejącej instalacji;
- wysokość opłaty eksploatacyjnej;
- stopa dyskonta;
- koszty OPEX w ujęciu rocznym (OPEX SA¹⁶⁵ to Generalny Wykonawca na terenie Polski i Niemiec);
- scenariusz cenowy sprzedaży gazu ziemnego (w odpowiedniej perspektywie czasowej oraz data początku analizy, czyli rozpoczęcia regularnego wydobycia gazu).

Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy ekonomicznej opracowany został ranking zidentyfikowanych horyzontów w nowych wierconych odwiertach.

* * *

W celu udogodnienia procedury twórcy algorytmu opracowali adekwatną aplikację komputerową mającą na celu generowanie profili wydobycia gazu i przeprowadzenie analizy ekonomicznej. Aplikacja ta, rangi systemu inteligentnego, zostanie wykorzystana do identyfikacji perspektywicznych oczekiwań horyzontów, w nowo wierconych odwiertach przez ORLEN Upstream oraz w procesie podejmowania decyzji odnośnie kolejności nich udostępniania do eksploatacji.

Tak więc, w branży naftowej zastosowanie sztucznej inteligencji (SI) stanowi alternatywę dla dotychczas wykorzystywanych metod identyfikacji złóż. Następuje szybkie działanie wytrenowanego zastępczego modelu złożowego, który korzysta z zebranych danych pochodzących z nowo wierconych odwiertów zasobów gazu ziemnego.

6.3. Inteligentne systemy mechatroniczne w maszynach górniczych

Podstawowym źródłem wytwarzania energii w kraju jest węgiel. Wydobywanie tego surowca jest coraz trudniejsze, z uwagi na zwiększającą się głębokość eksploatacji. Zagrożenia związane są z zapaleniem i wybuchem metanu, pożarami endogenicznymi, tąpnięciami, zawałami oraz wyrzutami skał czy wdarciami się wody. Wzrasta obszar implementacji systemów inteligentnych w polskim górnictwie węgla kamiennego. Jednak wydobywanie węgla wymaga wdrażania w coraz szerszym zakresie systemów mechanizacyjnych¹⁶⁶. W kopalni doświadczalnej JAN próbowano uruchomić zautomatyzowaną ścianę wydobywczą z użyciem cyfrowej maszyny sterującej MASTER 301¹⁶⁷.

W tym materiale wymieniono podstawowe prace realizowane w latach 2012 w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG. Obecnie rozwój informatyki umożliwia wdrażanie inteligentnych systemów maszyn górniczych. Trzeba tu nadmienić, że inteligentna maszyna to idea, która powinna mobilizować do opracowywania rozwiązań dążących do doskonałości. Natomiast sztuczna inteligencja to zdolności maszyn do naśladowania człowieka, dla której wyznaczono kryteria takie jak:

- autonomia,
- interfejs „człowiek-maszyna”,
- zdolność do adaptacji (dostosowywanie się do zmian środowiska człowieka).

¹⁶⁵ <https://opex.com.pl/>.

¹⁶⁶ Opracowanie niniejsze bazuje na zaimplementowanych fragmentach artykułu internetowego: Kozieł A., Jasiulek D., Stankiewicz K., Bartoszek S., *Inteligentne systemy mechatroniczne w maszynach górniczych*, czasopismo „Napędy i sterowanie”, luty 2012.

¹⁶⁷ Antoniak J, *Przenośniki zgrzeblowe*, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1968.

Kopalnia przyszłości powinna charakteryzować się takimi cechami jak: wysoki wskaźnik produktywności, wyższy poziom bezpieczeństwa, energooszczędność, ochrona środowiska. Główne trendy w zakresie technologii górniczych są następujące:

- zwiększenie efektywności procesu wydobycia węgla, przy jednoczesnym wzroście poziomu bezpieczeństwa;
- konieczność eksploatacji w coraz trudniejszych warunkach górniczo-geologicznych, w tym w cienkich pokładach;
- automatyzacja procesów wydobywczych.

Technologie stosowane w górnictwie coraz częściej wiążą się z informatyzacją procesu wydobycia, poprzez nadzór pracy maszyn ze stanowiska dyspozytora, zlokalizowanego na powierzchni kopalni. Wprowadzenie automatyzacji wymaga integracji poszczególnych systemów sterowania maszyn i urządzeń. Wprowadzenie automatyzacji wymaga integracji poszczególnych systemów sterowania maszyn i urządzeń. Wyszczególniono kierunki prac badawczych, które są zbieżne z trendami rozwoju technologicznego, sformułowanymi w ramach projektu „*Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego*”¹⁶⁸. W tych scenariuszach występują następujące kierunki prac badawczych:

- ścianowe systemy mechanizacyjne,
- drażenie wyrobisk korytarzowych,
- systemy transportowe w podziemiach kopalni,
- infrastruktura systemowa, a w ramach tego: wprowadzenie cyfrowej transmisji informacji z wykorzystaniem nośników światłowodowych, opracowanie urządzeń łączności radiowej przystosowanych do pracy w warunkach kopalnianych, opracowanie systemów teletransmisyjnych dla układów monitoringu i sterowania.

Coraz częściej stosowane są serwonapędy, nieodzowny element układów sterowania maszyn i urządzeń, które pomimo niewielkich gabarytów pozwalają na osiągnięcie dużych mocy wyjściowych i sterowanie za pomocą technologii światłowodowych i bezprzewodowych. Metody symulacji komputerowej stwarzają nowe możliwości w projektowaniu, sprawdzaniu funkcjonalności i badaniach maszyn górniczych. Jednak jeszcze systemy wspomagające pracę maszyn, w tym górniczych, są obciążone brakiem umiejętności myślenia i podejmowania decyzji, co cechuje ludzkie postępowanie¹⁶⁹.

ITG KOMAG prowadzi szereg prac badawczych i wdrożeniowych z zakresu inteligentnych maszyn i urządzeń, w ścisłej współpracy z partnerami przemysłowymi. Tendencje w światowym górnictwie wskazują na potrzebę tworzenia inteligentnych układów sterowania kombajnów chodnikowych. Nie jest jednak możliwe całkowite wycofanie operatora – człowieka z rejonu pracy maszyny, ze względu na montaż obudowy chodnikowej. Implementacja układu automatyki, który będzie kontrolował parametry pracy kombajnu i wspomagał profilowanie obrysu wyrobiska, może przynieść także szereg innych korzyści. W ramach projektu badawczego rozwojowego pt. „*Inteligentny układ sterowania kombajnu chodnikowego*” opracowano w ITG KOMAG propozycję algorytmów sterujących, na podstawie metod i technik, takich jak sztuczne sieci neuronowe oraz logika rozmyta. Do tej pory dość często użyto pojęcie „*logika rozmyta*” warto więc przybliżyć jego znaczenie: *Jedna z logik wielowartościowych, stanowi uogólnienie klasycznej dwuwartościowej logiki. Została zaproponowana przez Lotfi Zadeha, jest ściśle powiązana z jego teorią zbiorów*

¹⁶⁸ Koziół A., *Innowacyjne priorytetowe technologie w przemyśle węgla kamiennego*. [W:] Turek M. (red.), *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego*, GIG, Katowice, 2008.

¹⁶⁹ Koziół A., *Inteligentne systemy maszyn górniczych*. Kwartalnik Naukowo-Techniczny „Maszyny Górnicze” 2/2011, Gliwice 2011.

*rozmytych. W logice rozmytej między stanem 0 (fałsz) a stanem 1 (prawda) rozciąga się szereg wartości pośrednich, które określają stopień przynależności elementu do zbioru*¹⁷⁰.

W wymienionej firmie realizowany jest również projekt dotyczący hybrydowego systemu pozycjonowania maszyn pracujących w wyrobiskach korytarzowych kopalni, a obszarem zastosowań systemu są kombajny chodnikowe. Koncepcja wzorowana jest na satelitarnym systemie GPS, przy czym rolę satelitów pełnić będą aktywne układy elektroniczne instalowane na elementach obudowy chodnikowej. Kolejnym zakresem prac badawczo-rozwojowych objęto system sterowania zasilaniem elektrycznym, który zostanie zaimplementowany w górniczej maszynie transportowej z silnikiem spalinowym. Rozwiązanie to ma na celu odzyskanie części energii cieplnej i przetworzenie jej na energię elektryczną, wykorzystując do tego celu ogniwa termoelektryczne.

* * *

Jak już nadmieniono kopalnię przyszłości tworzyć będą zintegrowane systemy inteligentnych maszyn i urządzeń. Pozwolą one na zwiększenie efektywności procesu wydobywania węgla kamiennego z zachowaniem bezpieczeństwa pracy. Wprowadzenie automatyzacji umożliwi zastąpienie pracy ludzi w skrajnie niebezpiecznych warunkach przez nadzorowane zespoły maszyn i urządzeń. Przykładem postępu w tym zakresie są wyniki prac badawczych i wdrożeniowych Instytutu Techniki Górniczej KOMAG z zastosowaniem algorytmów AI.

¹⁷⁰ Kalwoda J., *Podstawy logiki rozmytej*, Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej PW.

7. Nowoczesne technologie w budownictwie



7.1. Budownictwo w erze innowacji

Występuje niedobór inżynierów oraz rosnący popyt na usługi budowlane, co jest bodźcem do wprowadzania innowacji w branży budowlanej. Nadzieją są rozwiązania oparte na technologiach sztucznej inteligencji, w tym uczenia maszynowego. Integracja systemów BIM, pozwalająca na automatyzację procesów projektowych i koordynację międzybranżową wykazała, że inżynierowie dość szybko przystosowują się do nowych, innowacyjnych systemów¹⁷¹. W Stanach Zjednoczonych ponad 70% firm budowlanych korzysta na co dzień z BIM (*Building Information Modeling*). Skrót ten wyraża modelowanie informacji o budowaniu, cyfrowy zapis fizycznych i funkcjonalnych właściwości obiektu budowlanego, w formie parametrycznej, służący do generowania i wykorzystania danych o budowlach w formie źródła wiedzy¹⁷². BIM jest w pełni dostępnego dla uczestników procesu inwestycyjnego i stanowi podstawę dla podejmowania decyzji w trakcie pełnego cyklu funkcjonowania, od pierwszej koncepcji, poprzez projektowanie, budowę i eksploatację, do rozbiórki budowli. Budownictwo wymienia się jako jeden z głównych beneficjentów dogłębnej integracji innowacyjnych systemów informatycznych. Już teraz drony pozwalają pozyskiwać materiał wizualny do analiz sztucznej inteligencji. Użycie dronów może usprawnić inspekcję trudno dostępnych budowli i instalacji, codzienne kontrolowanie zaawansowania budowy, wykrywanie niezgodności z projektem, a ponadto monitorowanie stanu bezpieczeństwa pracowników. Dąży się do integracji BIM oraz nowych, innowacyjnych metod automatyzacji w celu poprawy efektywności realizacji inwestycji.

Do godnych uwagi aplikacji klasy AI należy *GoogleTranslate*, która to w roku 2016 została wzbogacona o sieć neuronową w celu zwiększenia płynności tłumaczenia i nosi nazwę *GoogleNaturalMachineTranslation* (GNMT)¹⁷³.

Coraz większą popularność, zyskują także aplikacje rozpoznawania mowy, takie jak *Siri*, *Cortana*, *Alexa* czy *Google Talk*. Popularność zdobyły także aplikacje bazujące na materiale fotograficznym czy video, a przykładem jest *FaceApp*. Powstają wciąż nowe pomysły na wykorzystanie AI, np. liczenie kalorii na podstawie zdjęcia posiłku (*CalorieMama*).

W roku 2015 Google udostępniło platformę *TensorFlow* pozwalającą na tworzenie modeli głębokiego uczenia oraz sieci neuronowych. Jest to otwartoźródłowa wielomodułowa biblioteka programistyczna napisana przez Google Brain Team¹⁷⁴. Biblioteka ta do działania może wykorzystywać zarówno karty graficzne, procesory, jak i wyspecjalizowane mikroprocesory nazywane akceleratorami. W jej najniższej warstwie znajduje się rozproszony silnik wykonawczy, który w celu podniesienia wydajności został zaimplementowany w języku programowania C++.

Już z pozycji roku 2019 sądzono, że za 10 lat AI i uczenie maszynowe będzie obecne we wszystkich aspektach budownictwa i technologii budowlanych. Mogą one pomóc inspektorom przyspieszyć kontrole budowlane oraz wygenerować raport z obserwacji. Firma Autodesk przewiduje główne zastosowanie sztucznej inteligencji w monitorowaniu stanu bezpieczeństwa budowy. Z

¹⁷¹ Opracowanie niniejsze bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Burzyńska K., *Budownictwo w erze innowacji*, Przegląd budowlany 12/2019.

¹⁷² https://pl.wikipedia.org/wiki/Building_Information_Modeling.

¹⁷³ https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Neural_Machine_Translation.

¹⁷⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/TensorFlow>.

pomocą mogą przyjść także aplikacje AI np. analizujące obraz budowy za pomocą dronów lub zainstalowanych na stałe kamer, na bieżąco wychwytyjące zagrożenia.

Poprawa bezpieczeństwa publicznego dotyczy także istniejących budowli. Wyczuwalne jest nadejście okresu zastosowania innowacyjnych technologii w dziedzinie konserwacji zabytków. W firmie Thornton Tomasetti opracowano narzędzie do automatycznego wykrywania uszkodzeń w przegrodach budowlanych oraz dachach. Narzędzie to pozwala analizować materiał zdjęciowy lub wideo, rejestrowany za pomocą sterowanych pojazdów powietrznych czyli dronów, a następnie przetwarzać go przy użyciu zaawansowanych algorytmów uczenia maszynowego na bazie bibliotek Google TensorFlow.

7.2. Przyszłościowe koncepcje przyjaznego środowiska mieszkaniowego

Dehumanizacja środowiska pracy i wypoczynku oraz degradacja środowiska naturalnego, zwłaszcza w dużych skupiskach ludzkich, wyzwała nowe jakościowo potrzeby społeczne. W niniejszym materiale omówiono wybrane, techniczne koncepcje podnoszenia komfortu pracy i wypoczynku w inteligentnych mieszkaniach oraz ograniczenia kosztów spełnienia potrzeb szczególnie osób niepełnosprawnych, starszych i dzieci¹⁷⁵.

Projektowanie techniczne jest formą koncepcyjnego opracowania sposobu wytwarzania obiektów budowlanych. Ich produkcja jest bowiem odpowiedzią na określone społeczne zapotrzebowanie. Natomiast projektowanie ergonomiczne jest procesem projektowania obiektu technicznego o pożądanym stopniu jakości ergonomicznej. Zróżnicowane potrzeby są swoistym wzorcem postępowania projektowego oraz kształtowania form i funkcji obiektów technicznych. Rozwój techniki jest źródłem ciągłej ewolucji i wzrostu potrzeb. Projektowanie budynków o optymalnej jakości ergonomicznej wymaga od architektów zdolności przewidywania przyszłych potrzeb użytkowników. Wykreowana została koncepcja biura i mieszkania inteligentnego. Coraz częściej dostosowanie produktów do specyficznych potrzeb i możliwości użytkowników szczególnie widoczne jest w branży motoryzacyjnej, a wprowadzone w niej innowacje mogą mieć zastosowanie także w biurach i budynkach mieszkalnych.

Drogie początkowo rozwiązania, takie jak komputer, Internet, telefony komórkowe wdrożono w pierwszej kolejności w środowisku pracy, co zmieniło jego organizację i formy działania. Obecnie wiele przedsiębiorstw stara się ująć problematykę komfortu pracy w sposób kompleksowy, aby zapewnić swoim pracownikom komfort psychiczny i fizyczny. Mimo zabiegania o poprawę komfortu psychicznego np. w miejscu pracy, zmiany na rynku pracy i rosnące wymagania pracodawców powodują ciągły pośpiech, pracę po godzinach oraz w domu. W takiej sytuacji szczególnie osoby niepełnosprawne przegrywają konkurencję na rynku pracy.

Zapewnieniu komfortu fizycznego w obiektach naszej pracy, czy zamieszkania ma służyć utrzymywanie stałych, optymalnych warunków mikroklimatycznych w pomieszczeniach. W nowoczesnych biurach i większych zakładach produkcyjnych parametry mikroklimatu mogą być automatycznie regulowane. Zamiast wysoce materiałochłonnego budownictwa wielkopłytowego, proponuje się lekkie konstrukcje szkieletowe ze szczelnymi ścianami osłonowymi. Jednak zaletą ciężkich konstrukcji budowlanych jest ich zdolność do efektywnej akumulacji ciepła w zimie oraz ochrony przed nadmiernym przegrzaniem w lecie. Zauważa się tzw. syndrom chorych budynków

¹⁷⁵ W opracowaniu zabazowano na artykule internetowym: Nowakowski P., Charytonowicz J., *Przyszłościowe koncepcje przyjaznego środowiska mieszkaniowego*, Politechnika Wrocławska, Wydział Architektury.

(*Sick Building Syndrome – SBS*), wynikający z nadmiernej szczelności budynku¹⁷⁶. Może on ujawnić się w pomieszczeniach przez obniżenie jakości powietrza, wzrost jego wilgotności oraz *rozwój grzybów pleśniowych*. Zjawisko te są przyczyną powstawania różnych objawów chorobowych wśród mieszkańców. Coraz częściej sterowanie gospodarką energetyczną budynków oraz regulacja komponentów mikroklimatu odbywa się automatycznie, dzięki odpowiednim systemom elektronicznym.

Ewolucja uwarunkowań społecznych związanych z ochroną środowiska przyczyniła się do powstania nowego modelu mieszkania zwanego *mieszkaniami inteligentnymi*. Współpracujące ze sobą systemy umożliwiają efektywne zarządzanie zasobami obiektu, a do podstawowych cech domu inteligentnego należą:

- zarządzanie gospodarką energetyczną (ogrzewanie, kontrolowana wentylacja, oświetlenie naturalne i sztuczne, ochrona przed nadmiernym nasłonecznieniem);
- systemy bezpieczeństwa i kontroli dostępu (minimalizacja zagrożeń wypadków oraz zdarzeń nieprzewidzianych, zabezpieczenie przed intruzami);
- ochrona przeciwpożarowa, zabezpieczenie przed zatruciem gazem).

Działania te wymagają zastosowania specjalnej instalacji i aparatury elektronicznej (*Home Electronic System – HES*).

Odpowiednie systemy można instalować zarówno w pojedynczych mieszkaniach, całych budynkach mieszkalnych jak i w domkach jednorodzinnych. Wtedy za działania kontrolne i sterujące odpowiada specjalny, multimedialny program komputerowy. Dysponując np. komputerem przenośnym komendy mogą być wydawane do kilku elementów systemu naraz. Dodatkowy koszt takiej sieci może stanowić 2,5 razy kosztów najprostszej instalacji oświetleniowej¹⁷⁷. Nowoczesne systemy instalacyjne powinny spełniać następujące oczekiwania:

- zdalne sterowanie;
- automatyczna regulacja;
- zastosowanie sztucznej inteligencji, np. przy pracy w kuchni;
- obsługa zdarzeń, głównie w celu oszczędności energii;
- kształtowanie „scen”, np. wypranie odzieży w nocy, podgrzewanie posiłków;
- sygnalizacja zjawisk niepożądanych, np. awarie urządzeń AGD.

* * *

Inteligentny system HES umożliwia wygodne prowadzenie gospodarstwa domowego. Instalacje reagujące na obecność, tryb życia i potrzeby użytkowników tworzą wraz z typowymi instalacjami *system inteligentnego budynku* (*SBS – Smart Building System*). Automatyzacja codziennych czynności zalecana jest przede wszystkim dla osób o określonych dysfunkcjach psychofizycznych. Jednak realizacja koncepcji mieszkania inteligentnego jest przedsięwzięciem kosztownym, na który jeszcze nie mogą sobie pozwolić zwłaszcza osoby niepełnosprawne. Jest też trudna do urzeczywistnienia w istniejących już zasobach mieszkaniowych z powodu konieczności prowadzenia „*rujnujących*” prac remontowych. Trzeba jednak podkreślić korzyści płynące z zastosowania „systemów inteligentnych” zarówno w pracy jak i domu, a są nimi przede wszystkim:

- wygoda i bezpieczeństwo życia;
- możliwość automatycznego utrzymywania stałych, optymalnych warunków mikroklimatycznych;
- znaczne zmniejszenie niektórych prac i codziennych czynności domowych.

Wszystko to ma szczególne znaczenie dla osób starszych i niepełnosprawnych.

¹⁷⁶ Fritsch M., *Handbuch gesundes Bauen und Wohnen*, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1996.

¹⁷⁷ *Das intelligente Haus 2000*, i-center, Nürnberg 2000.

7.3. Zakres zastosowania AI w inteligentnych budynkach

W odniesieniu do człowieka „*inteligencja*” to rodzaj szczególnej sprawności umysłowej. Inteligencja to również zdolność do postrzegania, analizy i optymalnej adaptacji do zmian otoczenia¹⁷⁸. W *Słownik języka polskiego* definiuje się pojęcie inteligencji następująco: *Zdolność rozumienia, uczenia się oraz wykorzystywania posiadanej wiedzy i umiejętności w sytuacjach nowych*¹⁷⁹. Coraz częściej jednak w publikacjach dotyczących zastosowania nowoczesnych technologii teleinformatycznych w wyposażeniu domów używa się nazwy „*inteligentne budynki*”¹⁸⁰. Raczej bardziej adekwatne jest tu mówienie o automatycznym monitoringu wnętrza budynku w celach ochrony jego bezpieczeństwa. Warto więc choć krótko wymienić wymagania jakie powinny spełniać systemy automatyki zastosowane w budynkach, żeby można było mówić o „*inteligencji*” tych budynków. W obecnych czasach rośnie liczba realizacji technicznych, którym przypisuje się miano budynku inteligentnego, a przykład takiej nowoczesnej realizacji pokazano na rysunku 7.1.



Źródło: https://kb.pl/porady/inteligentne-domy-_t/.

Rys. 7.1. Przykład tzw. budynku inteligentnego

Ten nieduży budynek klasy „*Smart dom*” wykorzystuje system zaawansowanego technicznie zarządzania, przy zastosowaniu licznych czujników i detektorów¹⁸¹. Cały system jest z kolei zintegrowany, dając możliwość łatwego i szybkiego zarządzania wszystkimi instalacjami, jakie znajdują się w takim inteligentnym domu. Głównym zadaniem instalowanego systemu jest poprawa komfortu użytkowania, a także zwiększenie funkcjonalności, podniesienie bezpieczeństwa, jak również obniżenie kosztów eksploatacji przez stosowanie ekologicznych rozwiązań. Na rysunku 7.2 przedstawiono wybrane aspekty funkcjonowania nowoczesnie wyposażonego budynku zbliżonego do *inteligentnego*. Szereg atrybutów wejścia, a więc pozyskiwania informacji, można udoskonalić dzięki zastosowaniu metod sztucznej inteligencji, korzystającej z informacji pozyskiwanych z zainstalowanych czujników w danym obiekcie budowlanym. Jest w nim wiele systemów sensorycznych np. odpowiednie czujniki i przetworniki pomiarowe mające na celu:

- wykrywanie obecności ludzi;
- kontrolujące parametry fizyczne i chemiczne wewnątrz i na zewnątrz budynku;
- nadzorujące zużycie mediów;
- wykrywające zagrożenia (na przykład pożarowe);
- mierzące lub wykrywające mnóstwo innych parametrów.

¹⁷⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Inteligencja>.

¹⁷⁹ <https://sjp.pwn.pl/szukaj/inteligencja.html>.

¹⁸⁰ W tym tekście użyto zaimplementowanych fragmentów z publikacji internetowej: Tadeusiewicz R., *W jakim zakresie nowoczesna sztuczna inteligencja może być zastosowana w inteligentnych budynkach*, czasopismo „Napędy i sterowanie” nr 12, 2012.

¹⁸¹ https://kb.pl/porady/inteligentne-domy-_t/.

Czujniki i przetworniki pomiarowe są obecnie dobrej jakości i gromadzenie, rejestrowanie oraz interpretowanie dostarczanych przez nie informacji nie wymaga szczególnej umiejętności. Zdarza się, że obsługa budynku potrzebuje merytorycznego wsparcia ze strony struktur i systemów informatycznych w jakie budynek jest wyposażony. Powinna być wtedy możliwość skorzystania z narzędzia sztucznej inteligencji, jakim jest *system ekspertowy*. System taki, wyposażony jest w bazę wiedzy, pozyskaną od ludzi będących specjalistami z danej dziedziny. Ponadto wyposażony jest w moduł automatycznego wnioskowania, który na podstawie wprowadzonej do systemu wiedzy oraz na danych gromadzonych ze wspomnianych systemach sensorycznych, może dostarczać personelowi budynku cennych instrukcji postępowania.



Źródło: Tadeusiewicz R., *W jakim zakresie nowoczesna sztuczna inteligencja może być zastosowana w inteligentnych budynkach*, czasopismo „Napędy i sterowanie” nr 12, 2012, rys. 3.

Rys. 7.2. Atrybuty „inteligentnego” budynku

Zgromadzenie i przetransmitowanie do centrum kontroli obrazów z bardzo wielu punktów jest możliwe dzięki zainstalowanym kamerom. Istotne jest wykorzystanie informacji dostarczanych przez cały teleinformatyczny sprzęt. Przy dużej liczbie punktów obserwacyjnych trudnym problemem jest równoczesna obserwacja obrazów z wielu kamer. Jeden obserwator może nie ogarnąć ich wszystkich wzrokiem. Ponadto dzielenie informacji wizyjnych na fragmenty przypisane do różnych obserwatorów obniża skuteczność wykrywania zagrożeń. Świadomość konsekwencji przeoczenia ważnej informacji o zagrożeniu zmusza do skupienia uwagi i natężonego wysiłku przy obserwacji obrazów z kamer. Z drugiej strony brak jakichkolwiek zagrożeń jest normą we wszystkich systemach kontroli bezpieczeństwa i tu dochodzi do zjawiska psychologicznego zwanego *deprywacją czujności obserwatorów*.

Tak więc zachodzi konieczność wspomaganie tego typu pracy odpowiednią techniką. Z pomocą przychodzi komputerowa analiza i ocena rejestrowanych obrazów. Niepodobne jest z góry przewidzieć wszystkich sytuacji jakie mogą się zdarzyć w obserwowanym obiekcie, dlatego konieczne jest zastosowanie sztucznej inteligencji (AI). Występuje jednak potrzeba odróżniania sytuacji, które wynikają z normalnej zmienności scen i rejestrowanych obrazów, od sytuacji wymagających interwencji obsługi lub nawet wezwania pomocy z zewnątrz. Wykrywanie nietypowo zachowujących się ruchomych obiektów za pomocą AI określono terminem „*metoda przepływu optycznego*”.

Zadania wizualnego nadzoru nad fragmentami inteligentnego budynku najczęściej wiążą się z wykrywaniem intruzów, a także z wykrywaniem przedmiotów, które długo pozostają na jakimś miejscu bez opieki lub przedmiotów, które były i zniknęły. Warunki oświetlenia wewnątrz nowoczesnych budowli są takie, że obraz ewentualnie pojawiającego się tam intruza lub podrzuconego przedmiotu niknie wśród odbłasków światła od szklanych i błyszczących powierzchni. Konieczna jest wtedy inteligentna obróbka obrazu wykonywana metodą znajdowania różnic między stanami czasowymi. Obraz różnicowy jest zbinaryzowany, to znaczy czarne piksele na tym obrazie mają wartość 0, jeśli w danym punkcie analizowany obraz nie różni się od obrazu tła (bez intruza), lub jako biały - wartość 1. Tak więc, aby wykryć zagrożenie trzeba mieć do dyspozycji porównawczy obraz tła. Trzeba tu wziąć pod uwagę, że zarówno obszary na zewnątrz budynku, jak i przestrzenie w jego wnętrzu oświetlone naturalnym światłem słonecznym – zmieniają swój wygląd w ciągu doby. Trzeba więc uwzględnić konieczność ciągłej aktualizacji tego, co można traktować jako obraz tła. Mając dobrze zdefiniowany obraz tła, można natychmiast wykryć obecność nowych ludzi i przedmiotów umieszczonych w nadzorowanej przestrzeni, co może znacząco wspomagać pracę funkcjonariuszy służb ochrony inteligentnego budynku.

W systemie ochrony inteligentnego budynku rzadko zależy nam jedynie na tym, żeby wykryć samą tylko obecność osób, ale przede wszystkim interesuje nas ich zachowanie. Jednak zadanie automatycznego komputerowego śledzenia sylwetek ludzi jest skomplikowane i istniejące algorytmy programowe nie zawsze realizują to bezbłędnie. System po każdej przygodzie zapamiętuje wzorzec potencjalnie niebezpiecznego przedmiotu i dlatego jego czujność ustawicznie wzrasta. Istotnym składnikiem procesu automatycznej obserwacji jest czynnik czasu. Uwaga twórców systemów automatycznego monitoringu ukierunkowana być musi na obróbkę wizyjnych informacji dynamicznych, czyli na inteligentną analizę strumieni wideo. Budując system analizy obrazów i sekwencji wideo dla inteligentnego budynku, trzeba dysponować:

- środkami potrzebnymi do tego, żeby zarejestrować symptomy zagrożenia;
- automatyczną analizą sygnałów z tych systemów obserwacji.

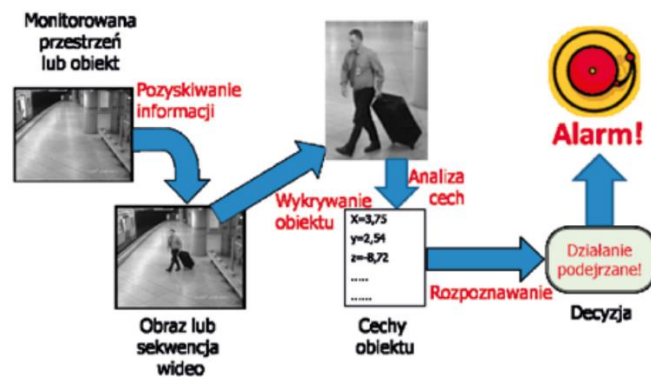
Jednak bardzo trudne jest określenie *a priori* ogólnych kryteriów poprawnego lub niepokojącego zachowania obserwowanych osób. Niebezpieczeństwo jest bowiem następstwem celowych działań ludzi, którzy bardzo inteligentnie starają się ukryć swoje prawdziwe intencje, a swoje działania starają się maksymalnie upodobnić do działań całkowicie nieszkodliwych.

* * *

Procedury automatycznego rozumienia obrazów wymagają dość zaawansowanych i pracochłonnych technik analizy i interpretacji takich obrazów. Przy wszystkich tradycyjnych podejściach zakłada się jednokierunkowy przepływ sygnałów (zob. rysunek 7.3).

Przy automatycznym rozumieniu obrazu istotne jest to, że mamy dwa źródła i dwa strumienie informacji. Jeden z nich zaczyna się od kamer i biegnie przez kolejne etapy przetwarzania, segmentacji i analizy sygnałów, kończąc jednak na próbie identyfikacji czy kategoryzacji obiektów. Drugi strumień informacji odpowiada temu, co w przypadku ludzi prowadzących obserwację tkwi w ich umysłach jako wynik odpowiedniego treningu, doświadczenia, a także po prostu ich mądrości, jest to wiedza ekspertów, którą posiadają doświadczeni policjanci i strażnicy.

Fałszywy alarm może być źródłem satysfakcji dla nieodpowiedzialnych żartownisiów lub może być źródłem informacji dla rzeczywistych złodziei lub terrorystów. W taki sposób poznają oni bowiem działania interwencyjne sił porządkowych. Trzeba nadmienić, że stosowanie w technice systemy ekspertowe i metody pozyskiwania wiedzy zostały już dość dobrze wystandaryzowane.



Źródło: Tadeusiewicz R., *W jakim zakresie nowoczesna sztuczna inteligencja może być zastosowana w inteligentnych budynkach*, op. cit., rys. 24.

Rys. 7.3. Tradycyjny sposób wykrywania niebezpiecznych zachowań i przedmiotów

7.4. Systemy LiDAR, BIM, GIS AI w budownictwie

Technologie cyfrowe znalazły liczne zastosowania w branży budowlanej. W tym opracowaniu przybliżone zostały systemy informacji przestrzennej (GIS), technologie BIM, skaning laserowy (LiDAR) oraz zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) w procesie optymalizacji podejmowanych działań¹⁸². W celu ujednolicenia wytycznych do tworzenia baz danych, w zakresie technologii cyfrowych w budownictwie, powstała dyrektywa INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*), która od 2007 r. stanowi podstawę do tworzenia baz w jednolitej formie na terenie całej Unii Europejskiej oraz państw EFTA. Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu (EFTA) to organizacja międzyrządowa założona w 1960 roku, promująca wolny handel i integrację gospodarczą pomiędzy jej członkami, zarówno w Europie, jak i globalnie¹⁸³.

Technologia GIS jest cenna w przypadku planowania przestrzennego. Natomiast, jak już nadmieniono, modelowanie informacji o budynku BIM (*Building Information Modeling*) to cyfrowy trójwymiarowy model integrujący informacje geometryczne i opisowe inwestycji. Wdrożenie technologii BIM wymaga zastosowania dedykowanego oprogramowania, którego narzędzia pozwolą na uzupełnienie części opisowej oraz stworzenie modelu 3D od podstaw.

Pojęcie BIM i *DIGITAL TWIN* nie są tożsame. I tak przykładowa wersja samoobsługowego portalu *Desoutter DIGITAL TWIN* dostępna jest przez całą dobę i ma wiele funkcji do zaoferowania inżynierom, mechanikom i firmowym działom ds. zakupów.

Aby cyfrowy bliźniak, jakim jest *DIGITAL TWIN* był wartościowym zasobem, musi być szczegółowym i dokładnym odwzorowaniem faktycznie zainstalowanego systemu, np. systemu sortowania paczek¹⁸⁴. Niezwykle cenną cechą jest możliwość obserwowania cyfrowego bliźniaka za pomocą filtrów. Można obserwować cały system sortowania, skupiając się tylko na wydajności, temperaturze, zużyciu energii. Jest to szybszy i znacznie wydajniejszy sposób gromadzenia informacji niż obserwacja systemu fizycznego.

¹⁸² Opracowanie na podstawie zaimplementowanych fragmentów publikacji internetowej: Szarata A., *Nowoczesne technologie w budownictwie LiDAR, BIM, GIS, AI – wybrane zagadnienia*, Przegląd Budowlany 3-4/2022.

¹⁸³ <https://eur-lex.europa.eu/PL/legal-content/glossary/european-free-trade-association-efat.html>.

¹⁸⁴ https://www.beumergroup.com/knowledge/cep/digital-twin-parcel-sortation/?utm_term=&utm_campaign=BM_search_dsa&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=9637964329&hsa_cam=14641024758&hsa_grp=131036114150&hsa_ad=652688650718&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-1957013899587&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQjw2eilBhCCARIsAG0Pf8vo5CD EdJIG_x3eXKv31-csVJaENTKHLnG1SatLbPpygyaGv1_eUEQaAj3VEALw_wcB.

Skaning laserowy LiDAR (*Light Detection And Ranging*) to technologia umożliwiająca mapowanie przestrzeni w trzech wymiarach poprzez zastosowanie wiązki laserowej. W wyniku pomiarów powstaje tzw. chmura punktów 3D, będąca zbiorem punktów o znanych współrzędnych x , y , z . LiDAR umożliwia również pozyskanie chmury punktów w kolorach RGB. Występują trzy rodzaje skaningu laserowego:

- naziemny,
- lotniczy,
- mobilny, wykonywany z przemieszczającego się pojazdu.

Czasem AI (*Artificial Intelligence*) traktowane są jako modele uczenia się, które umożliwiają maszynom optymalizację prac na podstawie wytrenowanych zbiorów danych. Uczenie maszynowe i głębokie uczenie maszynowe są jednak poddziedzinami sztucznej inteligencji, opartymi na sieciach neuronowych i algorytmach uczenia. Wykorzystanie AI w branży budowlanej występuje w tworzeniu kosztorysu i harmonogramu podejmowania zakupu materiałów budowlanych i ich dystrybucji.

Wspomniane nowoczesne technologie wzajemnie się przenikają i uzupełniają. Integracja różnych typów danych, zawierających unikatowe informacje, umożliwia dojście do zbudowania adekwatnego modelu do danego zastosowania. Wykorzystanie cyfrowych technologii usprawnia kontakt i przepływ informacji między wszystkimi uczestnikami realizowanej inwestycji. Zarządzanie inwestycją budowlaną z wykorzystaniem technologii BIM jest obecnie przedmiotem wielu praktycznych wdrożeń. Już w 2020 roku Unia Europejska ogłosiła program badawczy *Digital Building Twins* (RIA) poświęcony właśnie technologii BIM¹⁸⁵.

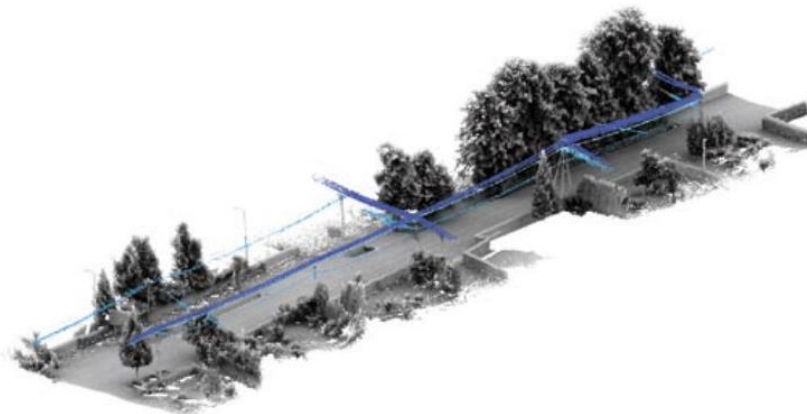
Jest wiele aspektów, w których stosowanie metodyki BIM w realizacji i zarządzaniu inwestycjami budowlanymi ma istotne znaczenie. Dobrym przykładem zastosowania BIM jest budowa linii szybkiego metra Crossrail w Londynie. Trzeba dodać, że zastosowanie metodyki BIM otworzyło projekt na cały szereg dalszych innowacji. Dzięki cyfryzacji procesu, przydzieleniu unikalnych numerów identyfikacyjnych w modelu BIM każdemu elementowi, możliwe było opracowanie szczegółowego harmonogramu wytwarzania i dostarczania paneli. Było to istotne, ponieważ ograniczona przestrzeń tuneli nie pozwalała na użycie ciężkiego sprzętu, montaż musiał być ręczny.

Usprawniający proces zarządzania inwestycją *Enprom* stanowi automatyzowany system wspierający realizację inwestycji napowietrznej sieci elektroenergetycznej, integrujący dane z różnych źródeł, w tym dane pozyskane z oblotów dronów. Projekt zakłada zastosowanie technologii z zakresu danych przestrzennych dwuwymiarowych (otwarte bazy danych GIS, mapy tematyczne, zdjęcia satelitarne), modeli trójwymiarowych (chmury punktów 3D, technologia BIM), a także szerokie zastosowanie możliwości sztucznej inteligencji oraz *machine learningu*. Wyuczony model wykrywa wszelkie nieprawidłowości na podstawie zbudowanej w procesie treningowym bazy wiedzy o prawidłowym wyposażeniu obiektu. W trakcie prac badawczo-rozwojowych w kontekście detekcji obiektów i usterek wykorzystano liczne metody *Computer Vision* oraz AI, oparte o sieci neuronowe.

Mobilny skaning dróg (etap przygotowania do inwestycji, planowanie inwestycji, monitorowanie), czyli *Smart Factor* pozwala na wskazanie optymalnych tras dojazdowych do obszaru inwestycji. Oprócz wskazania optymalnych tras dojazdowych zmapowany teren inwestycyjny w postaci modelu 3D umożliwia dokładną weryfikację terenu inwestycji (zob. rysunek

¹⁸⁵ https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020_LC-EEB-08-2020.

7.4). Natomiast metoda skaningu laserowego inwentaryzacja dróg i obiektów infrastruktury drogowej (oznakowanie poziome i pionowe) na potrzeby przeprowadzenia remontów dróg wykorzystywana jest do pomiaru elementów pasa drogowego, a następnie przetworzenia danych do kompletnego modelu 3D.



Źródło: Szarata A., *Nowoczesne technologie w budownictwie LiDAR, BIM, GIS, AI – wybrane zagadnienia*, op. cit., rysunek 11.

Rys. 7.4. Cyfrowe odwzorowanie obszaru pasa drogowego z postaci chmury punktów 3D

Kolejną innowacją w budownictwie jest zarządzanie placem budowy z zastosowaniem tzw. systemu *SkySnap*, z wykorzystaniem dronów oraz modeli komputerowych. Umożliwiają one stały monitoring obszaru budowy wraz z wykryciem materiałów i maszyn, a także zagrożeń i różnego typu kolizji. Przykład graficznej analizy terenu budowy wykonanej przy użyciu systemu *SkySnap* pokazano na fragmencie strony www zaprezentowanej na rysunku 7.5¹⁸⁶.



Źródło: https://dronywbudownictwie.pl/pl_PL/

Rys. 7.5. Ilustracja odwzorowania terenu budowy z wykorzystaniem dronu

* * *

W procesie projektowania i zarządzania inwestycją budowlaną musimy sobie radzić z dużymi zbiorami informacji. Staje się to możliwe w dynamicznie rozwijających się technologiach pozyskiwania danych, ich przetwarzania i wyciągania wniosków. Stosowane są w tym względzie różne systemy wspomagające, w tym z zastosowaniem techniki laserowej, dronów. Rodzi się nadzieja, że spontanicznie rozwijająca się sztuczna inteligencja, stanowić będzie coraz częściej występujący komponent wspomagający projektanta oraz realizatora inwestycji budowlanej.

¹⁸⁶ https://dronywbudownictwie.pl/pl_PL/.

7.5. Pomysł zastosowania sztucznej inteligencji w prognozowaniu wpływu drgań komunikacyjnych

Metody oparte na sztucznej inteligencji znajdują zastosowanie również w mechanice i inżynierii, przy czym wykorzystywane są: algorytmy genetyczne, maszyna wektorów nośnych, sieci bayesowskie, sztuczne sieci neuronowe. Maszyna wektorów nośnych korzysta z tzw. jądra radialnej funkcji bazowej i jest w stanie klasyfikować nierozdzielne liniowo klasy¹⁸⁷ W cytowanym artykule internetowym podjęto się analizy wpływu drgań komunikacyjnych na budynki mieszkalne oraz oceny obecnej metodyki pomiarowej realizowanej według PN-85 B-02170¹⁸⁸. Zamiarem jest opracowanie prostej metody prognozowania wpływu drgań na budynki mieszkalne tak, aby nie było konieczne przeprowadzanie pracochłonnych i kosztownych pomiarów polowych. Analizę wykonano przy użyciu algorytmów opartych na sztucznej inteligencji oraz dokonano wyboru optymalnej metody. Drgania komunikacyjne spowodowane są eksploatacją szlaków drogowych i kolejowych, a przybliżone zasięgi ich wpływów są następujące¹⁸⁹:

- 25 m od osi torów tramwajowych i od skrajnego pasa jezdni,
- 40 m od ściany tunelu metra,
- 50 m od osi torów kolejowych.

Powodują one zarysowania i spękania tynków, odpadanie farby, tynku oraz zarysowania konstrukcji. Podjęte badania miały na celu utworzenie bazy danych oraz opracowanie systemu komputerowego opartego na algorytmie sztucznej inteligencji.

Metodyka pomiarowa uzależniona jest od sytuacji, czy budynek jest projektowany lub istniejący. Badania drgań w celu określenia strefy wpływów dynamicznych wykonuje się dla obciążeń krótkotrwałych Czujniki pomiarowe należy zainstalować minimum w trzech miejscach na obiekcie od strony źródła drgań na fundamencie lub na ścianie w poziomie gruntu^{190 191}. Pomiaru polowe drgań wykonano na czterech budynkach jednorodzinnych spełniających założenia normy PN-85 B-02170 jako budynki jednorodzinne parterowe z poddaszem użytkowym, częściowo podpiwniczone¹⁹² (zob. rys. 7.6). Strzałki na rysunku oznaczają lokalizację czujników drgań, przy czym źródłem występowania drgań były pojazdy kołowe o różnym tonażu i różnej liczbie osi, poruszające się z różną prędkością. Przeanalizowano wpływ drgań na budynki znajdujące się w różnej odległości od skrajni drogi (w zakresie od 7 do 15 m) oraz został również uwzględniony stan nawierzchni. Dla każdego z budynków wykonano serię kilkunastu badań. Większość pomiarów wskazała na I strefę wpływu, co oznacza brak oddziaływania pojazdów poruszających się po drodze na pobliskie budynki. Jak już wspomniano, badania takie są relatywnie pracochłonne, tak więc celowym jest zbudowanie systemu, który z określonym prawdopodobieństwem klasyfikowałby dany budynek do strefy bezpiecznej.

¹⁸⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Maszyna_wektor%C3%B3w_no%C5%Bnych.

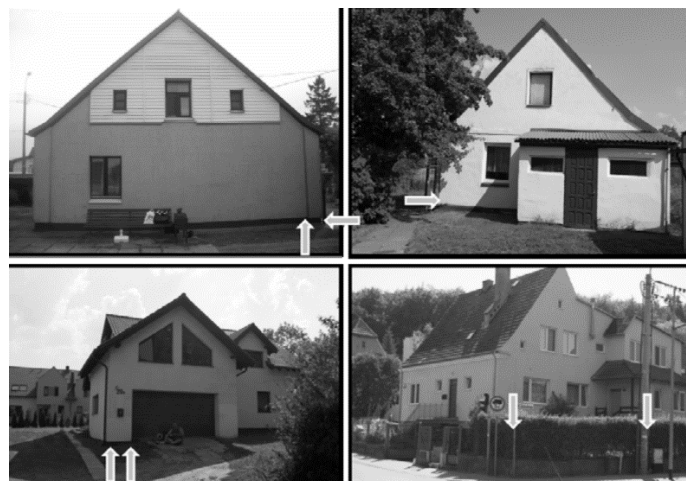
¹⁸⁸ Niniejsze opracowanie bazuje na publikacji internetowej: Jakubczyk-Gałczyńska A., Kristowski A., Jankowski R., *Idea zastosowania sztucznej inteligencji w prognozowaniu wpływu drgań komunikacyjnych na odpowiedź dynamiczną budynków mieszkalnych*, XI konferencja „Nowe kierunki rozwoju mechaniki” Sarbinowo Morskie”, 18-20.03.2015.

¹⁸⁹ Kawecki J., Stypuła K., *Zapewnienie komfortu wibracyjnego ludziom w budynkach narażonych na oddziaływania komunikacyjne*, Politechnika Krakowska, 2013.

¹⁹⁰ *Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki*, PN-85 B-02170, Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości, 1985.

¹⁹¹ Kawecki J., Stypuła K., *Błędy w prognozowaniu i diagnostyce wpływów dynamicznych na budynki*, Czasopismo Techniczne, t. 1-M, 2007, s. 127-136.

¹⁹² Jakubczyk-Gałczyńska A., Kristowski A., Jankowski R., *Idea zastosowania sztucznej inteligencji w prognozowaniu wpływu drgań komunikacyjnych na odpowiedź dynamiczną budynków mieszkalnych*, op. cit.



Źródło: Jakubczyk-Gałczyńska A., Kristowski A., Jankowski R., *Idea zastosowania sztucznej inteligencji w prognozowaniu wpływu drgań komunikacyjnych na odpowiedź dynamiczną budynków mieszkalnych*, op. cit., rys. 1.

Rys. 7.6. Przykładowe budynki poddane badaniom według normy PN-85 B-02170

Jak już nadmieniono, zdaniem autorów cytowanej publikacji do prezentowanego badania możliwe jest zastosowanie algorytmów sztucznej inteligencji (AI). Warto więc nieco przybliżyć ich charakterystyki.

Sztuczna sieć neuronowa - ANN (Artificial Neural Network) jest to algorytm obliczeń oparty na zasadzie działania ludzkiego mózgu i sieci komórek nerwowych, tzw. neuronów^{193 194}. Gdy informacja dociera do nich, neurony przetwarzają ją, zapamiętują, by wykorzystać w przyszłości. W sztucznych sieciach neuronowych informacje są podawane, przetwarzane i zapamiętywane, a nawet poprawiane. Trzeba więc przygotować pewną liczbę danych – sygnałów wejściowych i nadać im wagę wpływu na ostateczną odpowiedź. Wprowadzone dane poddawane są działaniu funkcji wewnętrznego przetwarzania i funkcji aktywacji. Następnym etapem jest weryfikacja, czy wyniki porównywane są z rzeczywistymi wielkościami danych próbek. Występująca różnica jest minimalizowana przez zmianę wag. Kiedy występujący błąd jest zadowalająco mały, następuje etap testowania.

Algorytmy genetyczne należą do szerszej grupy metod ewolucyjnych i oparte są na podstawowych zasadach genetyki^{195 196}. Analizowane jest środowisko złożone z osobników pewnej populacji. Każdy z osobników ma przypisany sztucznie określony kod – genotyp, na podstawie którego tworzony jest fenotyp, czyli ocena danego osobnika. Genotyp składa się z chromosomów, te zaś składają się z genów. Na początku algorytmu losowana jest populacja, z której na podstawie selekcji wybierane są osobniki najlepiej przystosowane, a następnie osobniki te poddawane są krzyżowaniu i mutacji.

Sieć bayesowska polega na przedstawieniu zależności przyczynowo-skutkowych na podstawie teorii prawdopodobieństwa. Prawdopodobieństwa wystąpienia ustalane jest na podstawie danych historycznych czy też opinii ekspertów. Tworzone są tablice użyteczności zawierające obliczone prawdopodobieństwa.

Metoda wskaźników nośnych Metoda wektorów nośnych (*Support Vector Machine - SVM*) jest techniką obliczeniową nadzorowanego uczenia wykorzystywaną do analizy danych typu

¹⁹³ Stęgowski Z., *Sztuczne sieci neuronowe*, op. cit.

¹⁹⁴ Ossowski S., *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*, op. cit.

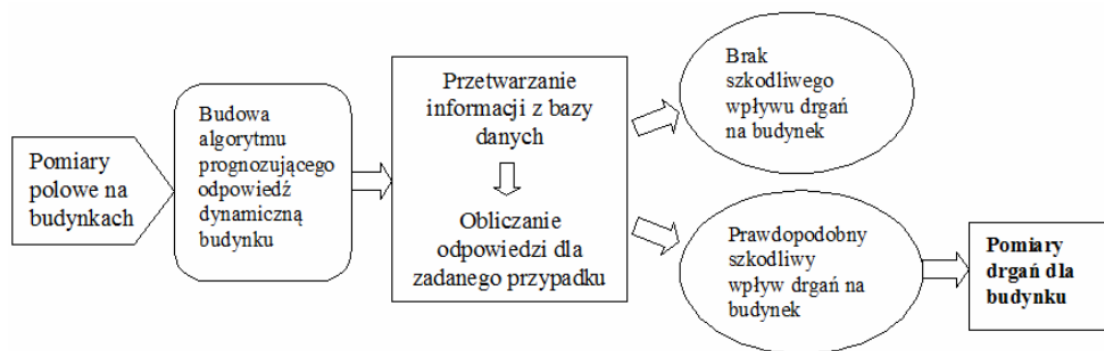
¹⁹⁵ Morajda J., *Narzędzia sztucznej inteligencji w ekonomii i zarządzaniu – zastosowania i perspektywy rozwoju*, II Konferencja Sceno, 2007.

¹⁹⁶ Goldberg D. E., *Algorytmy genetyczne i ich zastosowania*, WNT, Warszawa, 1998.

klasyfikacja i regresja¹⁹⁷. Po określeniu błędu klasyfikacji wyznacza się wektor nośny, który określa margines błędu. Metoda wektorów nośnych jest użyteczna zarówno dla rozwiązań liniowych jak i nieliniowych, a ponadto ma również swoje zastosowanie w problemach regresji.

* * *

W praktyce, w miarę wysokie prawdopodobieństwo zaistnienia jakiegoś zdarzenia jest dla inżynierii wystarczające poprzez zastosowanie podstawowych metod statystycznych, zamiast pracochłonnego iteracyjnego sprawdzania jakiegoś zjawiska przy pomocy AI. Zasada budowy specjalnego algorytmu, dla potrzeb sztucznej inteligencji, polega na wprowadzeniu do programu informacji na podstawie utworzonej wcześniej bazy danych. Ustala się w niej z określonym prawdopodobieństwem, czy występujące drgania komunikacyjne mają szkodliwy wpływ na budynek. Schemat działania systemu mającego na celu prognozowanie szkodliwego wpływu drgań komunikacyjnych na budynki mieszkalne jednorodzinne opartego na sztucznej inteligencji pokazano na rysunku 7.7.



Źródło: Jakubczyk-Gałczyńska A., Kristowski A., Jankowski R., *Idea zastosowania sztucznej inteligencji w prognozowaniu wpływu drgań komunikacyjnych na odpowiedź dynamiczną budynków mieszkalnych*, op. cit., rys. 2.

Rys. 7.7. Schemat postępowania przy budowie i wykorzystaniu AI do prognozowania wpływu drgań komunikacyjnych na budynki

Ekspert, dzięki swojemu doświadczeniu i zdobytej wiedzy przekazuje informacje, które stanowią podstawę programów i systemów obliczeń. Aby uzyskać wynik najlepszy, trzeba odpowiednio przeanalizować zadanie i posłużyć się odpowiednią metodą. Pożądanym jest zatem utworzenie oraz dokładne sprawdzenie efektywności algorytmu opartego na sztucznej inteligencji, który z wysokim prawdopodobieństwem szacowałby wpływ drgań wywołanych ruchem ulicznym. Szczególnie wskazane jest więc prognozowanie odpowiedzi dynamicznej budynków jeszcze nie wzniesionych.

7.6. Zastosowanie drzew decyzyjnych do oceny wpływu cech niezabudowanych nieruchomości gruntowych na ich wartość

Przedstawiono możliwości zastosowania drzew decyzyjnych do redukcji liczby atrybutów wartościotwórczych uwzględnianych w masowej wycenie¹⁹⁸. Oceniono wpływ cech nieruchomości na ich wartość oraz przedstawiono sposób redukcji liczby tych atrybutów w procesie powszechnej

¹⁹⁷ Morajda J., *Narzędzia sztucznej inteligencji w ekonomii i zarządzaniu – zastosowania i perspektywy rozwoju*, op. cit.

¹⁹⁸ Niniejszy materiał bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Litwin U., Malczewska A., *Zastosowanie drzew decyzyjnych do oceny wpływu cech niezabudowanych nieruchomości na ich wartość*, *Administratio Locorum* 3 (1) 2004 s. 113-124.

taksacji, a także możliwości zastosowania technik drzew decyzyjnych, czyli KDD (*Knowledge Discovery in Databases*). Wprowadzenie podatku *ad valorem* wymaga oszacowania dziesiątków milionów nieruchomości korzystając ze statystyki i ekonometrii, a nawet sztucznej inteligencji. Problem oceny wpływu cech poszczególnych nieruchomości podczas szacowania nieruchomości nabiera szczególnego znaczenia przy masowej wycenie, gdzie ze względów technicznych niezbędne jest ograniczenie do minimum liczby atrybutów. Ustawa o gospodarce nieruchomościami oraz rozporządzenie w sprawie powszechnej taksacji nieruchomości nie określają w precyzyjny sposób ani metod masowej wyceny, ani wymaganego stopnia, w jakim wartość katastralna ma być zbliżona do wartości rynkowej^{199 200}.

W cytowanej publikacji internetowej analizą objęto rynek nieruchomości gruntowych podkrakowskiej gminy Zabierzów. Sześcioletni monitoring pozwolił stwierdzić, że liczba zawieranych na tym rynku transakcji jest wystarczająca, by do jego analizy z powodzeniem stosować metody statystyczne. Celem jest określenie, które z cech niezabudowanych nieruchomości gruntowych mają największy wpływ na wartość oraz możliwości wykorzystania drzew decyzyjnych do analiz rynku nieruchomości. Klasyfikacji dokonano za pomocą algorytmu *M5.Prime* porównując z opinią ekspertów – rzeczoznawców majątkowych.

Jeśli zachodzi potrzeba odnalezienia prawidłowości w dużych zbiorach danych celowe jest zastosowanie sztucznej inteligencji. Rozpoznanie prawidłowości zachodzących w zbiorze danych, czyli zbiorze uczącym, pozwala na przewidywanie zjawisk reprezentowanych przez ten zbiór. Algorytmy odkrywania wiedzy w bazach danych umożliwiają²⁰¹:

- wyodrębnianie grup charakteryzujących się naturalnym podobieństwem,
- określanie zależności między atrybutami,
- określanie trendów,
- odnajdywanie anomalii.

Jak już wspomniano do klasyfikacji zastosowano algorytm *M5.Prime* zbudowany na bazie *C4.5 Quinlana*. Algorytm działa na zasadzie drzewa decyzyjnego i służy do predykcji ciągłych wartości numerycznych²⁰². W wyniku działania algorytmu zbiór danych jest dzielony na grupy (klasy). W każdym kolejnym węźle drzewa, na podstawie testu wartości kolejnego, wybranego przez algorytm atrybutu, następuje podział danych na dwa podzbiory (gałęzie)²⁰³. Podzbiory uzyskane na końcach gałęzi w wyniku cięcia drzewa noszą nazwę liści. Miarą dopasowania jest tutaj współczynnik korelacji między ceną transakcyjną a ceną predykowaną – prognozowaną. Dane wejściowe do analizy stanowią opisy transakcji dokonanych w latach 1997-2002 na terenie obszaru badawczego, a bazę danych obejmującą 1150 rekordów zbudowano na podstawie następujących materiałów źródłowych:

- aktów notarialnych;
- numerycznej mapy ewidencji gruntów;
- mapy zasadniczej;
- amatorskich fotografii planu zagospodarowania przestrzennego, numerycznego planu zagospodarowania przestrzennego;
- barwnych zdjęć lotniczych w skali 1: 26 000.

¹⁹⁹ Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami. (Dz.U. nr 115, poz. 741), tekst jednolity Dz.U. 46 poz. 543 z 2000 r.

²⁰⁰ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 października 2001 r. w sprawie powszechnej taksacji nieruchomości (Dz.U. nr 135, poz. 1514).

²⁰¹ Cichosz P., *Systemy uczące się*, WNT, Warszawa 2000.

²⁰² Witten I. H., Frank E., *Data mining*, Morgan Kaufmann Publishers, 1999.

²⁰³ Cichosz P., *Systemy uczące się*, op. cit.

Jak już nadmieniono, celem analizy danych było ustalenie, które z cech nieruchomości reprezentowanych przez poszczególne atrybuty w zbiorze danych wejściowych mają istotny wpływ na cenę. Dla badanego lokalnego rynku nieruchomości, w odniesieniu do gruntów o przeznaczeniu dopuszczającym zabudowę czynnikami wpływającymi na ich cenę są:

- lokalizacja;
- przeznaczenie gruntu;
- powierzchnia;
- klasa bonitacyjna (określana w ramach gleboznawczej klasyfikacji gruntów, na podstawie urzędowej tabeli gruntów określająca jakość gleby pod względem jej wartości użytkowej)²⁰⁴;
- uzbrojenie.

W przypadku gruntów położonych poza wyznaczonymi terenami budowlanymi cechami wpływającymi na cenę są: lokalizacja, klasa bonitacyjna gruntu, data transakcji, powierzchnia oraz uzbrojenie.

Drzewo decyzyjne, będące rezultatem obliczeń, oprócz listy atrybutów istotnych umieszczonych w jego węzłach, zawiera informację o predykowanej cenie przykładów, które na podstawie wartości poszczególnych atrybutów są zaliczane do danej klasy. Na podstawie właściwości drzewa można zbudować uproszczoną metodę obliczania wartości katastralnej. Ilustrację przykładowego drzewa decyzyjnego dla gruntów dopuszczających zabudowę zaprezentowano na rysunku 7.8.

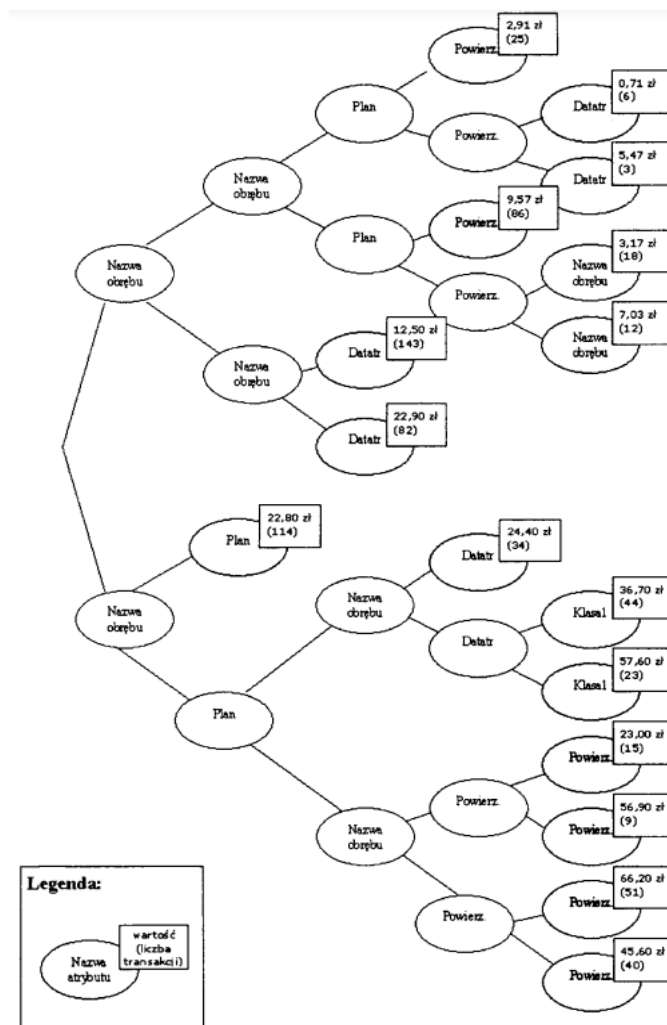
W omawianej publikacji internetowej, eksperckiej oceny wpływu cech nieruchomości na ich wartość dokonano na podstawie wywiadu przeprowadzonego przez Internet w środowisku rzeczoznawców majątkowych. Ankietowani mieli za zadanie określenie listy cech nieruchomości wraz z rangami tych cech w odniesieniu do niezabudowanych nieruchomości gruntowych położonych w obszarach gmin wiejskich i podmiejskich. Internetowa forma ankiety charakteryzowała się bardzo niską frekwencją i dlatego prośbę o wzięcie udziału w badaniach skierowano bezpośrednio do trzydziestu rzeczoznawców, spośród których odpowiedzi udzieliło szesnastu.

Ankietowani zostali poproszeni nie tylko o ocenę wpływu cech gruntów na wartość. Forma ankiety pozostawiła respondentom pewną dowolność nadawania cechom rang. Następnie w celu dokonania późniejszych porównań przeprowadzono ich normalizację, tak aby ich suma wynosiła 100. Następnie dla każdej cechy (atrybutu) obliczono:

- sumę rang,
- średnią rangę,
- liczbę,
- stosunek procentowy wystąpień,
- średnią rangę atrybutów niezerowych.

W odniesieniu do gruntów budowlanych jak i pozostałych ankietowani wymienili w sumie po dziewięć cech. Najważniejszą, zdaniem ekspertów, cechą jest lokalizacja, zarówno w znaczeniu ogólnym (miejscowość), jak i w sensie położenia względem innych obiektów na danym terenie. W przypadku gruntów o przeznaczeniu dopuszczającym zabudowę jako ważne cechy rzeczoznawcy wymieniają przeznaczenie w planie zagospodarowania przestrzennego, uzbrojenie, wielkość i kształt.

²⁰⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Klasa_bonitacyjna.



Źródło: Litwin U., Malczewska A., *Zastosowanie drzew decyzyjnych do oceny wpływu cech niezabudowanych nieruchomości na ich wartość*, op. cit., rys. 1.

Rys. 7.8. Drzewo decyzyjne dla zbioru gruntów o przeznaczeniu dopuszczającym zabudowę

* * *

W przypadku gruntów o przeznaczeniu dopuszczającym zabudowę różnica między zdaniem ekspertów a wynikami analizy danych dotyczy głównie *kształtu działki*. Cecha ta nie pojawiła się w zestawie wygenerowanym przez drzewo decyzyjne, ale obok powierzchni, wymienili ją rzeczoznawcy (zob. rysunek 7.8). Podobnie w przypadku uzbrojenia, które pojawia się na liście ekspertów, a w węzłach drzewa ulokowane jest tak nisko, że widoczne staje się dopiero po zmianie głębokości przycinania drzewa. Uznanie klasy bonitacyjnej gruntu jako czynnika wpływającego na wartość gruntów dopuszczających zabudowę wydaje się nieuzasadnione z punktu widzenia ekonomicznego interesu inwestora (tabela 7.1, gdzie: PZP – plan zagospodarowania przestrzennego).

Tab. 7.1. Porównanie wyników ankietowych z wynikami KDD gruntów budowlanych

Lp.	Cecha wg rzeczoznawców	Wg drzewa decyzyjnego (KDD)
1	Lokalizacja ogólna	Lokalizacja ogólna
2	Przeznaczenie w PZP	Przeznaczenie w PZG
3	Lokalizacja szczegółowa (sąsiedztwo)	Powierzchnia
4	Uzbrojenie	Klasa bonitacyjna gruntu
5	Powierzchnia i kształt	

Źródło: Litwin U., Malczewska A., *Zastosowanie drzew decyzyjnych do oceny wpływu cech niezabudowanych nieruchomości na ich wartość*, op. cit., tab. 1.

Porównanie wyników analizy danych za pomocą drzewa decyzyjnego (KDD) dotyczących gruntów niebudowlanych ze zdaniem ekspertów - rzeczoznawców pokazuje, że obok lokalizacji ogólnej i bonitacji istotnym czynnikiem decydującym o wartości jest także możliwość zmiany przeznaczenia gruntu. Dostrzeżono istnienie związku między cechami „możliwość zmiany przeznaczenia” i „uzbrojenie”, gdyż grunt uzbrojony lub sąsiadujący z terenami uzbrojonymi ma większe szanse na zmianę przeznaczenia. Wyniki badań potwierdzają *lokalizację* jako najistotniejszą cechą wartościotwórczą, co pozwala twierdzić, że granice obrębów mogą stanowić pierwsze przybliżenie granic stref taksacyjnych. Spośród pozostałych cech istotne znaczenie ma *przeznaczenie* w planie zagospodarowania przestrzennego. Jednak pozostałe atrybuty nie układają się strefami i mają charakter indywidualny. Trzeba dodać, że w zaprezentowanym badaniu algorytm odkrywania wiedzy rozpoznają reguły i prawidłowości występujące w zbiorach danych. Wykorzystane drzewa decyzyjne potrafią uczyć się takich reguł, a pozyskana wiedza może być wykorzystana do klasyfikacji nowych zestawów danych.

8. Sztuczna inteligencja w ochronie zdrowia



8.1. Analiza potrzeb zastosowania AI w sektorze ochrony zdrowia

Rozwój nowoczesnej technologii sprzyja jej zastosowaniu także w sektorze ochrony zdrowia. Istotne jest umocnienie zbierania i przechowywania danych, a w efekcie korzystania z bazy technologicznej. Autorzy cytowanej publikacji internetowej swoje badanie przeprowadzili wśród pracowników medycznych pracujących bezpośrednio z chorymi, administrujących i obsługujących profesjonalny sprzęt²⁰⁵. Świat narzuca trendy działania i narzędzia do realizacji założeń poprawy zdrowia społeczeństwa. Rozwój technologii obejmuje swoim zasięgiem zarówno podstawową opiekę zdrowotną i profilaktykę, jak również medycynę specjalistyczną. Istotne jest tu też stanowisko polskiego personelu medycznego w zakresie wykorzystania nowego sprzętu w praktyce. Jednak istnieje wiele obaw wynikających ze złych doświadczeń w kontekście dotychczasowego zastosowania technologii, w tym w obszarze medycyny. Zadać sobie należy pytanie: *Jakie są czynniki warunkujące wprowadzenie sztucznej inteligencji na poszczególnych stanowiskach pracy?* Celem odpowiedzi na tak postawione pytanie przeprowadzono badanie ankietowe wśród 125 przedstawicieli pracowników ochrony zdrowia. Dla przykładu, w dziennikarstwie w wybranych krajach, to właśnie dzięki algorytmom a nie pracownikom powstaje wiele wartościowych publikacji, bazujących na Internecie²⁰⁶. Także roboty cieszą się coraz większą popularnością, a ich wykorzystanie w różnych branżach jest uzasadnione, szczególnie w tak delikatnej materii jaką jest zdrowie²⁰⁷.

Trzeba zaznaczyć, że sprawność systemu komputerowego jest dużo większa od dobrego pracownika i to w kontekście wykorzystanego czasu pracy, jak i dokonanej analizy²⁰⁸. Obawy budzi doskonałość doboru przez aplikację najlepszego algorytmu. Jednak pracownik podejmując się tych samych działań nie jest w stanie osiągnąć wyniku, w takim samym czasie co algorytm komputerowy. Jednak człowiek – lekarz w przeciwieństwie do robota stawia sobie określony cel końcowy np. doprowadzenie do zdrowia określonego pacjenta. Biorąc pod uwagę zdrowie jako wartość największą, implementowanie innowacji do sektora ochrony zdrowia jest trendem powszechnym, choć obarczonym wieloma barierami²⁰⁹.

Praktyczne zastosowanie sztucznej inteligencji w okulistyce zainicjował prof. Marco Zarbin z Uniwersytetu Rutgers w New Jersey w Stanach Zjednoczonych, w czasie wolnym pracowników urzędu. Takie przeprowadzenie pilotowych badań również w Polsce miało istotny wpływ na wskazanie problemów zdrowia w dziedzinie okulistyki²¹⁰. Popularna w Stanach Zjednoczonych jest diagnostyka z użyciem systemu *IBM Watson*. Lekarz wprowadza dane pacjenta, a system dokonuje

²⁰⁵ Niniejsze opracowanie bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Bartusek M., Kulawik A., *Analiza potrzeb zastosowania nowoczesnej technologii sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia*, Fides, Ratio et Patria. Studia Toruńskie 15/2021.

²⁰⁶ Osiński G., *Transhumanizm – największe zagrożenie ludzkości*, źródło: <https://wksim.edu.pl/transhumanizm-najwieksze-zagrozenie-ludzkości/> s. 2-3/5.

²⁰⁷ Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Wykorzystanie robotów rehabilitacyjnych – szanse i zagrożenia w opiece zdrowotnej*, CEEOL – Article Detail, www.ceeol.com/search/article-detail?id=966529 s. 2-3/3.

²⁰⁸ Osiński G., *Roboty zamiast ludzi, Transhumanizm. Spotkajmy się w przyszłości*, <https://transhumanizm.edu.pl/?p=10952>, s. 3/5.

²⁰⁹ Dymyt M., Dymyt T., *Determinanty rozwoju innowacji w systemie opieki zdrowotnej, Zarządzanie i finanse, Management and Finance*, vol.16, No 3/1/2018, s. 72.

²¹⁰ *Sztuczna Inteligencja w służbie medycyny*, źródło: <https://uksw.edu.pl/pl/universytet/uczelnia-dzis/aktualnosci/1951-sztuczna-inteligencja-w-sluzbie-medycyny>.

analizy i zalecz procedury konieczne do wykonania choremu. Wskazanie do realizacji procedur diagnostycznych ułatwia lekarzowi postawienie diagnozy, a następnie zaproponowanie leczenia²¹¹. Dzięki już istniejącym aplikacjom programistycznym chorym przywraca się wzrok i słuch, także poprzez zastosowanie implantów elektronicznych.

W zakresie stosowania nowoczesnej technologii w medycynie początkowo objęta była nią strefa zabiegowa oraz obsługi pacjenta. Obecnie funkcjonują *e-recepty*, *elektroniczne zwolnienia lekarskie* oraz usługi w postaci *teleporady*. Dąży się do szerszego zastosowania nowoczesnej technologii w diagnostyce i radiologii²¹².

Dużym zainteresowaniem cieszą się również *voiceboty* ze sprawną komunikacją pomiędzy podmiotem działalności leczniczej a pacjentem. Jednym z podstawowym zadań jest odebranie telefonu oraz udzielenie informacji np. poinformowanie o zaplanowanej wizycie lekarskiej²¹³. *Voicebot* medyczny obsługuje rutynowe rozmowy a pracownicy mogą efektywnie wykonywać bardziej zaawansowane zadania. Rozmowa jest przekierowywana do lekarza tylko wtedy, gdy tematem jest merytoryczna strona leczenia. Medycyna w Polsce jest zainteresowana tworzeniem i wdrażaniem technologii, przy czym rozwiązania coraz częściej korzystają już ze sztucznej inteligencji (AI)²¹⁴. Współcześnie wykorzystanie AI obserwuje się w telemedycynie, teleporadach, teleoperacjach, telerehabilitacji, monitorowaniu stanu zdrowia pacjenta np. w cukrzycy, osób przewlekle chorych czy starszych, przebywających w domu.

Celem sygnalizowanych w tym materiale badań, było uzyskanie odpowiedzi na pytanie dotyczące potrzeby zastosowania w medycynie nowoczesnej technologii, z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Jak już nadmieniono, badanie przeprowadzono w miesiącu maju i czerwcu 2020 w województwie śląskim pośród 125 osób wykonujących zawód pielęgniarki, pielęgniarza i położnej. Wśród osób badanych byli też studenci studiów magisterskich pielęgniarstwa. Jako rezultat prac badawczych jest analiza statystyczna, która składa się z „*Statystyki opisowej*” oraz „*Analizy korelacji*”. Wykorzystany został współczynnik korelacji rangowej Spearmana r_s i odpowiadający mu test istotności. Rangowanie próby n -elementowej to nadanie uporządkowanym rosnąco wartościom próby kolejnych liczb naturalnych od 1 do n .

Z przeprowadzonego badania wynika, iż zdecydowana większość, bo 96,8% respondentów korzysta w życiu prywatnym z nowoczesnej technologii informatycznej. Zdecydowana większość badanych tj. 80,8% korzysta z nowoczesnej technologii w życiu zawodowym, przy czym 14,4% nie korzysta z takiego sprzętu, a 4,8% nie rozpoznaje takiego sprzętu. Prawie wszyscy ankietowani tj. 93,6% widzą potrzebę szerszego niż dotychczas zastosowania nowoczesnego sprzętu w pracy. Ponad połowa respondentów tj. 60,8% widzi małe szanse na szersze wprowadzenie nowoczesnej technologii w sektorze ochrony zdrowia. W ankiecie przedstawiono pięć przyczyn ograniczonego zakupu i wykorzystania nowoczesnej technologii w sektorze ochrony zdrowia²¹⁵.

Wśród przyczyn uniemożliwiających zakup nowoczesnego sprzętu na pierwszym miejscu respondenci wskazują za małe nakłady finansowe przeznaczone na sektor ochrony zdrowia (56,3%),

²¹¹ Osiński G., *Transhumanizm – największe zagrożenie ludzkości*, op.cit.

²¹² Pochrząst – Motyczynska A., *Sztuczna inteligencja obsługuje pacjenta w rejestracji szpitala*, Prawo.pl. *Zastosowanie sztucznej inteligencji w medycynie*, źródło: www.prawo.pl/zdrowie/zastosowanie-sztucznej-inteligencji-w-medycynie,493017.html.

²¹³ *Robot w Ostródzie zadzwoni i odbierze telefony od pacjentów*, MD,KF, 25.10.2019, www.tvp.info/45014854/robot-w-ostrodzie-zadzwoni-i-odbierze-telefony-od-pacjentow, s. 1/2.

²¹⁴ Grzela E., Kurzyńska E., *Sztuczna inteligencja to rewolucja w medycynie*. Relacja z Impact19, 29.05.2019, źródło: <http://pulsmedycyny.pl/sztuczna-inteligencja-torewolucja-w-medycynie-relacja-z-impact-19-962162>, s. 3-4/11.

²¹⁵ Bartusek M., Kulawik A., *Analiza potrzeb zastosowania nowoczesnej technologii sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia*, op. cit., s. 133.

następnie brak zainteresowania kupnem sprzętu przez decydentów środków finansowych 30,2%, kolejną przyczynę widzą w braku zainteresowania kupnem sprzętu przez pracowników medycznych (6,5%). Na brak dowodów na usprawnienie pracy medyków przez ich zastosowanie wskazuje 5,1% respondentów. Dla każdego ankietowanego obliczona została liczba zaznaczonych przez niego przyczyn ograniczonego zakupu i wykorzystania nowoczesnej technologii w sektorze ochrony zdrowia w Polsce.

Dość obszerna ankietowa badawcza obejmowała jeszcze szereg innych pytań, lecz zwrócę uwagę tylko na niektóre wyniki. Ponad połowa respondentów, tj. 59,2% wskazuje na duże korzyści zastosowania nowoczesnej technologii. Aż 65,6% respondentów zwraca uwagę na potrzebę zastosowania nowoczesnej technologii z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, 21,6% nie ma zdania na ten temat, a 12,8% nie widzi takiej potrzeby. Jednak 46,4% ankietowanych widzi małe szanse na wprowadzenie sztucznej inteligencji do sektora ochrony zdrowia. Interesujące jest to, że pracownicy w zawodach pielęgniarstwa, położna w 49,6% nie dostrzega zagrożenia z korzystania z aplikacji sztucznej inteligencji (AI) w ochronie zdrowia. Na pytanie „*Możliwości wystąpienia strat w przypadku zastosowania AI*” ankietowani mogli wybrać jedną z kilku alternatyw odpowiedzi, których udziały procentowe pokazano w tabeli 8.1.

Tab. 8.1. Możliwości wystąpienia strat w przypadku zastosowania sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia

Lp.	Rodzaj straty	Udział [%]
1	Utrata prywatności	19,6
2	Ograniczenie swobody	8,5
3	Niewłaściwe wykorzystanie informacji	31,4
4	Utrata danych	22
5	Dylematy etyczne	16,1
6	Inne straty	1,2
7	Nie wystąpią	1,2

Źródło: Opracowanie na podstawie: Bartusek M., Kulawik A., *Analiza potrzeb zastosowania nowoczesnej technologii sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia*, op. cit., tab. 16.

Zwróćmy uwagę, że 31,4% respondentów widzi ryzyko w niewłaściwym wykorzystaniu informacji, a 22% wskazuje na niebezpieczeństwo utraty danych, 19,6% badanych obawia się utraty prywatności. Dla 16,1% ankietowanych niepokojące są mogące pojawić się problemy natury etycznej, a 8,6% wskazuje na możliwość ograniczenia swobody podczas wykonywania pracy zawodowej.

W tabeli 8.2, na 125 osób ankietowanych, przedstawiono w układzie ilościowym i procentowym, korzyści z wprowadzenia sprzętu i aplikacji z zastosowaniem AI do realizacji zadań w sektorze ochrony zdrowia. Respondenci mogli zaznaczyć więcej niż jedna odpowiedź.

Wśród ankietowanych 27,6% respondentów widzi korzyść z wprowadzenia aplikacji i sprzętu klasy AI w postaci odciążenia personelu, a 25,2% wiąże nadzieje ze skróceniem czasu oczekiwania pacjentów na wykonanie procedur, wizyt i zabiegów. Skrócenie czasu i większa precyzja wykonanych procedur to korzyść dla 23,2% badanych, natomiast 14,7% zwraca uwagę na korzyść w postaci redukcji kosztów leczenia.

Następnie w części ankiety pod nazwą „*Analiza korelacji*” obliczono współczynniki korelacji rangowej Spearmana wraz z *p*-wartością dla testu istotności między *n/w* cechami (zmiennymi) charakterystycznymi, wyrażającymi wprowadzenie w najbliższym czasie sprzętu/aplikacji z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia w Polsce (zob. tab. 8.3):

- szanse
- poziom zagrożeń,
- liczba wskazanych strat,
- liczba wskazanych korzyści.

Tab. 8.2. Liczby i udziały procentowe respondentów, którzy wskazali określone korzyści z zastosowania AI w sektorze ochrony zdrowia

Lp.	Rodzaj korzyści	Liczebność	Udział [%]
1	Redukcja kosztów leczenia	50	14,6
2	Skrócenie czasu i większa precyzja wykonanych procedur	79	23,2
3	Odciążenie personelu	94	27,6
4	Skrócenie czasu oczekiwania pacjentów na wykonanie procedur, Wizyt i zabiegów	86	25,2
5	Wyższa jakość danych	31	9,1
6	Inne korzyści	0	0
7	Nie wystąpią korzyści	1	0,3

Źródło: Opracowanie na podstawie: Bartusek M., Kulawik A., *Analiza potrzeb zastosowania nowoczesnej technologii sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia*, op. cit., tab. 19.

Tab. 8.3. Zależności między czynnikami szans, zagrożeń, strat i korzyści wprowadzenia AI do sektora ochrony zdrowia, przy relacji parami

Lp.	Para	<i>N</i> ważnych odpowiedzi	r_s	p
1	Szanse – Poziom zagrożeń	103	0,02	> 0,05
2	Szanse – Liczba wskazanych strat	113	- 0,07	> 0,05
3	Szanse – Liczba wskazanych korzyści	121	- 0,02	> 0,05
4	Poziom zagrożeń - Liczba wskazanych strat	94	0,36	0,000362
5	Poziom zagrożeń – Liczba wskazanych korzyści	102	- 0,16	> 0,05
6	Liczba wskazanych strat - Liczba wskazanych korzyści	115	0,06	> 0,05

Źródło: Opracowanie na podstawie: Bartusek M., Kulawik A., *Analiza potrzeb zastosowania nowoczesnej technologii sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia*, op. cit., tab. 22.

Okazuje się, że istotnie statystyczną zależność uzyskujemy w przypadku „*Poziom zagrożeń - Liczba wskazanych strat*”. Ponadto zależność ta jest dodatnia i umiarkowana ($r_s = 0,36$). Oznacza to, że wraz ze wzrostem poziomu zagrożeń związanych z wprowadzeniem sprzętu/aplikacji z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia w Polsce wzrasta liczba wątpliwości związanych z wprowadzeniem sztucznej inteligencji we wskazanym sektorze.

* * *

Analiza potrzeb zastosowania nowoczesnej technologii i sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia, na przykładzie subiektywnej oceny grupy pracowników medycznych wykazała, że pracownicy medyczni odczuwają zapotrzebowanie zastosowania tej technologii. Zdecydowana większość ankietowanych korzysta zarówno w życiu prywatnym, jak i zawodowym ze zdobyczy technologii IT. Ankietowani są zainteresowani dalszym rozszerzeniem osiągnięć w zawodach pielęgniarstwa i położnictwa poprzez korzystanie na bieżąco z zaawansowanej technologii teleinformatycznej klasy AI. W dalszym wdrażaniu osiągnięć nowoczesnej techniki elektronicznej, w tym robotów trzeba jednak wziąć pod uwagę niepokój jaki wyrazili respondenci omawianego badania.

8.2. Prawo i etyka cyberprzetwarzania w medycynie

Ogólnopolska, interdyscyplinarna konferencja naukowa „*Forum Prawa Medycznego: Prawo i etyka świata cyfrowego*” odbyła się 14 maja 2021 roku na platformie internetowej Zoom²¹⁶. Wydarzenie dotyczyło spojrzenia na digitalizację otaczającej rzeczywistości z wielu perspektyw. Pierwszy panel rozpoczął się pytaniem: „*Czy świat cyfrowy jest odrębnym światem, wymagający szczególnych kryteriów oceny?*” Prelegent Przemysław Konieczniak wytknął wady zmienionej ustawowej definicji dokumentu w prawie karnym, oraz wykazał brak racjonalnych przesłanek zaostrzenia kary za zniszczenie nośnika informatycznego w odróżnieniu od nośnika analogowego. Jego zdaniem konstrukcje prawne powinny maksymalnie obejmować pewne typy zachowań ludzkich, które pozostaną aktualne nawet w zmieniającej się rzeczywistości.

Zwróćmy teraz uwagę na wystąpienie które miała Marta Grabowska z Centrum Europejskiego Uniwersytetu Warszawskiego. Omówiła ona proces obowiązkowej unijnej certyfikacji urzędzeń, które zawierają jakiegokolwiek komponenty sztucznej inteligencji, których użytkowanie może nieść za sobą potencjalne zagrożenie. Kinga Bączyk-Rozwadowska przedstawiła Rekomendacje Parlamentu Europejskiego w prelekcji „*Odpowiedzialność cywilna za stosowanie sztucznej inteligencji (SI)*”. Prelegentka zaznaczyła, że SI nie ma ani osobowości, ani sumienia, co uniemożliwia uznanie jej za podmiot lub osobę elektroniczną, która mogła by ponosić jakąkolwiek odpowiedzialność. Konieczne jest więc ustalenie podmiotu, który za ewentualne błędy SI odpowiedzialność poniesie. Prelegentka wymieniła odpowiedzialność na zasadzie winy w nadzorze. Ponadto wskazała na konieczność rozważenia wprowadzenia nowego ubezpieczenia oraz funduszu naprawiania szkód wywołanych przez SI.

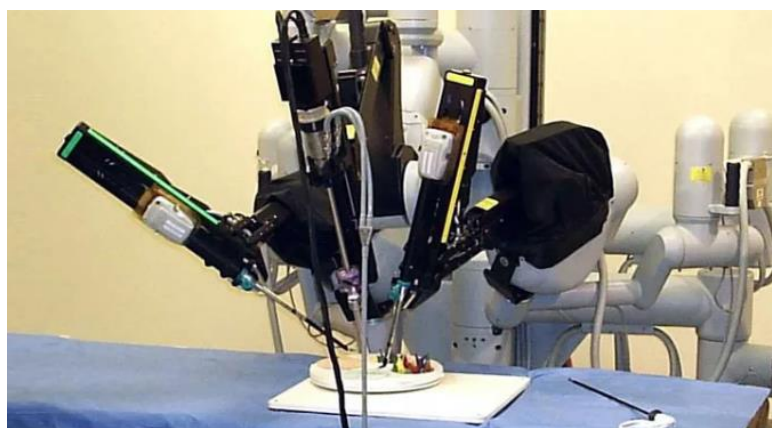
Ewa Plebanek w wystąpieniu pt. „*Nowoczesne technologie w medycynie a odpowiedzialność karna za niewłaściwe leczenie*” przedstawiła podział na nowoczesne technologie w aspekcie materialnym, a mianowicie roboty, algorytmy diagnostyczne oraz technologie bezkontaktowe typu: rozwiązania telemedyczne, utrzymywanie kontaktu lekarz-pacjent na odległość. Według opinii prelegentki im bardziej skomplikowany będzie system informatyczny, tym mniej możliwa będzie kontrola nad nim. Czyny zabronione przewidziane w k.k. pozwalają na dość precyzyjne przypisanie odpowiedzialności za określone czyny, w tym osoby np. serwisanta sprzętu. Joanna Miksa w wystąpieniu „*Środowiska lekarskie wobec stosowania algorytmów w procesie terapeutycznym na przykładzie francuskich lekarzy*” podkreśliła, że lekarze w głównej mierze obawiają się deklasacji swojej grupy zawodowej oraz wypierania ich przez algorytmy, co szczególnie niepokoi specjalistów diagnostyków.

Natomiast Kinga Flaga-Gieruszyńska w referacie „*Ochrona praw pacjenta a zastosowanie sztucznej inteligencji w medycynie*” zaakcentowała, iż SI może stanowić dla pacjenta rzetelne wsparcie informacyjne. Ponadto SI w przyszłości usprawni także zarządzanie podmiotem medycznym poprzez automatyzację czynności administracyjnych, a także przyczyni się do wydłużenia kontaktu lekarza z pacjentem. Niezmiennie istotną staje się ochrona dostępu do gromadzonych podczas konsultacji danych.

W kolejnej części Konferencji Paweł Salwa przedstawił temat „*Nowoczesne leczenie raka prostaty w asyście robota Da Vinci. Doświadczenia z ponad 1000 operacji wykonanych w Polsce*”. Zastosowanie tego robota umożliwi uniknięcie występujących po operacji prostaty powikłań w

²¹⁶ Opracowanie niniejsze bazuje na publikacji internetowej: Wojnarowska J., *Sprawozdanie z ogólnopolskiej interdyscyplinarnej konferencji naukowej „Forum Świata Medycznego: Prawo i Etyka Świata cyfrowego”, Przegląd Prawa Medycznego, Nr 1-2/2.*

postaci utraty erekcji oraz zaburzeń kontroli oddawania moczu. Telemanipulator, jakim jest robot *da Vinci* wprowadził medycynę w XXI wiek. Wskazał także, że do pełnego opanowania techniki posługiwania się tym robotem należy wykonać przy jego pomocy około 500 operacji. Obecnie cena jednego tego typu zabiegu, głównie ze względu na koszty serwisu i części zamiennych jest zbyt wysoka. Robot chirurgiczny *da Vinci* jest w tej chwili najczęściej używanym telemanipulatorem medycznym na świecie i może wykonywać większość operacji laparoskopowych²¹⁷. Został wyprodukowany przez Intuitive Surgical z USA. Budowa urządzenia oparta jest na telemanipulatorze The Black Falcon – robota opracowanego w Massachusetts Institute of Technology. Do 2005 roku wersja robota *da Vinci* wyposażona była w trzy ramiona a w 2006 roku na rynek został wprowadzony model *da Vinci S* w nieznacznie odmiennym wariantcie – cztery ramiona z udoskonalonym napędem liniowym.



Źródło: <https://www.chirurgicznierobotach.pl/da-vinci-intuitive-surgical/>.

Rys. 8.1. Robot chirurgiczny *da Vinci*

Interfejs teleoperatora w robocie *da Vinci* stanowi konsola znajdująca się w tej samej sali zabiegowej co telemanipulator. W skład konsoli wchodzi: sterownik z siłowym sprzężeniem zwrotnym, parzyste monitory wyposażone w dopasowane układy optyczne dające możliwość widzenia stereoskopowego oraz układ klawiszy i pedałów do uruchamiania różnorodnych funkcji urządzenia²¹⁸.

Temat „*Problem dyskryminacji w świecie AI*” przedstawił Łukasz Ćmielowski. Jako przykład podał działanie systemów rozpoznawania twarzy, które popełniają statystycznie więcej błędów przy rozpoznawaniu osób czarnoskórych, gdyż ich zdjęcia są równo reprezentowane w zestawach danych, na których owe systemy się uczą. Jego zdaniem dobra SI, np. bazująca na sieci neuronowej powinna być:

- wytłumaczalna,
- odporna na ataki,
- bezstronna,
- skuteczna,
- dokładna.

Wystąpienie Marty Marciniak dotyczyło problemów, jakie napotykają naukowcy, prowadzący badania dotyczące zaburzeń psychicznych w oparciu o technologię *mHealth* oraz metod na ich rozwiązanie. Badania w oparciu o tę technologię odbywają się w zmieniających się realiach codziennego życia uczestnika. Według prelegentki pozostawienie danych do samointerpretacji może być niebezpieczne, szczególnie dla osób z zaburzeniami. Godna zainteresowania jest informacja

²¹⁷ <https://www.chirurgicznierobotach.pl/da-vinci-intuitive-surgical/>.

²¹⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Robot_chirurgiczny_da_Vinci.

autorki, że przytłaczająca większość aplikacji *mHealth* dostępnych na rynku nie została przebadana, a ich używanie jest potencjalnie niebezpieczne dla zdrowia psychicznego.

Aleksandra Nowak przedstawiła referat pt. „*Infodemia, wybrane problemy ochrony dóbr osobistych w epoce postprawdy*” z perspektywy prawniczki i psychoterapeuty. Przytaczając kontekst aktualnych problemów, takich jak zjawisko infodemii, plagę *fake newsów* i coraz szerszej inwigilacji przez aplikacje i portale społecznościowe, zaproponowała nowe dobro osobiste rozumiane jako poczucie integralności osoby ludzkiej. Termin infodemia jest używany w odniesieniu do obfitości informacji na określony temat²¹⁹. Termin pochodzi z połączenia słowa informacja i słowo epidemia. Jest to związane z podobnymi koncepcjami, takimi jak fałszywe wiadomości, w takim stopniu, w jakim ich ilość i ekspozycja nasilają się. Infodemia jest uważana za etyczne wykroczenie dobrego dziennikarstwa naukowego²²⁰. Były jeszcze inne ciekawe wystąpienia przedstawicieli świata medycznego, lecz nie dotyczyły one ściśle problematyki sztucznej inteligencji.

Mimo wszystko, trzeba jednak wspomnieć jeszcze referat „*Etyczne zagadnienia dostępu do wiedzy i możliwości rozwoju maszyn*”, który zaprezentowała Dota Szymborska. Omówiła ona problem odpowiedzialności za działania autonomicznych maszyn. Zaprezentowała Robocicę Sophie, która otrzymała obywatelstwo Arabii Saudyjskiej, może więc głosować, prowadzić samochód, a także wygłasza odczyty na wielu konferencjach (zob. rysunek 8.2)²²¹.



Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Sophia_\(robot\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sophia_(robot)).

Rys. 8.2. Humanoidalny robot o nazwie Sophia, wyprodukowany przez firmę Hanson Robotics z Hongkongu

Obdarzona jest sztuczną inteligencją, aby uczyć się, dostosowywać do ludzkich zachowań i pracować z ludźmi.

* * *

Na zakończenie tego materiału wspomnę jeszcze o dwóch referatach. Emilia Wesołowska, w wystąpieniu „*O potrzebie regulacji w zakresie „efektu czarnej skrzynki”*”, przedstawiła pojęcie *black box medicine*²²². Pojęcie *medycyny czarnej skrzynki* definiuje się jako wykorzystywanie nieprzejrzystych modeli obliczeniowych do podejmowania decyzji związanych z ochroną zdrowia. *Medycyna czarnoskrzynkowa*, rozwijana jest przez genetyków, zwolenników medycyny

²¹⁹ https://es-m-wikipedia-org.translate.google/wiki/Infodemia?_x_tr_sl=es&_x_tr_tl=pl&_x_tr_hl=pl&_x_tr_pto=sc.

²²⁰ Losardo R.J., *Etyka w dziennikarstwie i agendach komunikacji zdrowotnej*, Biuletyn Krajowej Komisji Bioetyki, 2020, s. 10-11.

²²¹ [https://pl.wikipedia.org/wiki/Sophia_\(robot\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Sophia_(robot)).

²²² Nicholson Price II W., *Medycyna czarnej skrzynki*, Harvard Journal of Law & Technology, Tom. 28, nr 2, 2015, <https://petrieflom.law.harvard.edu/resources/article/black-box-medicine>.

personalizowanej i innych innowatorów w opiece zdrowotnej. Wykorzystuje połączenie wielkoskalowych zbiorów danych wysokiej jakości z wyrafinowanymi matematycznie algorytmami predykcyjnymi do identyfikowania i wykorzystywania ukrytych, złożonych powiązań między wieloma cechami pacjentów. Konieczna jest jednak przejrzystość modeli *black box medicine* (*medycyny czarnej skrzynki*), która pozwoli na zrozumienie tego, skąd biorą się uzyskiwane wyniki.

Podsumowując Maria Boratyńska zauważyła, że bardzo wiele uwagi podczas omawianej Konferencji poświęcono obawom związanym z negatywnymi konsekwencjami funkcjonowania sztucznej inteligencji, poszukiwaniu modeli jej odpowiedzialności oraz sposobom nakładania sankcji za błąd systemu.

8.3. Potencjał sztucznej inteligencji w praktyce klinicznej

Coraz częściej mówi się o wyleczeniu chorób nowotworowych dzięki skutecznym i ultranowoczesnym terapiom oraz wczesnej diagnostyce. Warto zadać pytanie: *Czy wykorzystanie sztucznej inteligencji w ochronie zdrowia może być odpowiedzią na bólczki systemu?* Niepokoi lekarzy medycyny (*medicar doctor* – MD), czy AI może w przyszłości ich zastąpić²²³. Sztuczna inteligencja w rozumieniu wąskim (*artificial narrow intelligence* – ANI), ma postać bardziej lub mniej złożonego algorytmu komputerowego pozwalającego analizować duże ilości informacji, odnajdywać nowe związki (korelacje) pomiędzy danymi i na tej podstawie wyciągać wnioski. AI cechuje jednak skuteczność w kompilowaniu ogromu danych w celu przewidzenia każdej możliwej opcji wyniku.

ANI może się stać istotnym narzędziem wspierającym podejmowanie decyzji przez profesjonalistów medycznych. Ponadto może dostarczyć informacji, które są poza zasięgiem poznawczym medyka. Szacuje się, że rozmiar globalnej luki kadrowej to blisko 17,5 mln profesjonalistów medycznych, a przy tym 1/3 lekarzy na świecie ma ponad 55 lat. Dzięki współpracy międzysektorowej firmy prywatne, takie jak Google DeepMind czy IBM Watson, stały się pionierami badań nad zastosowaniem sztucznej inteligencji w medycynie. Google, współpracuje obecnie z jednym z angielskich szpitali, w celu zbadania, w jaki sposób rozwijana przez nich sztuczna inteligencja może wspierać ograniczone zasoby ludzkie w analizie obrazowania oczu w poszukiwaniu patologii oraz wyborze optymalnego leczenia. ANI od IBM łączy charakterystykę kliniczną pacjenta zawartą w jego karcie z zewnętrznymi badaniami naukowymi, tak aby zaprojektować plan leczenia dla konkretnego pacjenta.

Program IBM, tzw. *Medical Sieve*, za cel stawia sobie stworzenie wirtualnego asystenta poznawczego (*cognitive assistant*), którego zdolności analityczne i zasobna baza wiedzy klinicznej będą wykorzystywane do wspierania decyzji klinicznych w obszarze radiologii i kardiologii. Wraz z rozwojem obrazowania cyfrowego, takiego jak rezonans magnetyczny, tomografia komputerowa i ultrasonografia, radiolodzy i kardiolodzy muszą codziennie badać dużą liczbę obrazów²²⁴. Typowy radiolog na izbie przyjęć może codziennie przeglądać nawet 200 przypadków badań obrazowych zawierających tysiące obrazów, na przykład w przypadku angiografii TK dolnej części ciała, gdzie w jednym badaniu może być aż 3000 obrazów. Zmęczenie poznawcze jest zatem częstym problemem, z którym borykają się radiolodzy i kardiolodzy. Co więcej, ze względu na ilość

²²³ Opracowanie niniejsze bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Łach K., *IA zamiast MD – potencjał sztucznej inteligencji w praktyce klinicznej*, czasopismo „Menadżer zdrowia” 6-7/2018.

²²⁴ *Wielkie wyzwanie radiologii z sitami medycznymi*, IBM, https://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=4384.

obrazów do zbadania, specjaliści ci mają niewiele czasu na przyswojenie wszystkich istotnych informacji klinicznych z dokumentacji pacjentów, zanim zaczną interpretować obrazy.

Algorytm holenderskiej firmy Zorgprisma Publiek analizuje cyfrowe dokumenty szpitala w celu znalezienia nieoptymalnych, powtarzalnych decyzji w leczeniu chorób i wskazuje, gdzie hospitalizacja nie była niezbędna. Prace firmy Deep Genomics zmierzają do stworzenia ANI, która za pomocą analizy dużych zbiorów danych genetycznych i elektronicznych rekordów pacjenta będzie poszukiwać mutacji i ich potencjalnych związków z występowaniem chorób. Ze stanu badań nad zastosowaniem ANI w medycynie wynika, że ma ona służyć jako nowoczesne narzędzie wspierające pracę kadr medycznych, przeszkodą upowszechnienia ANI jest jednak:

- wysoki koszt inwestycyjny,
- brak dobrej jakości badań potwierdzających skuteczność i opłacalność stosowania tej nowej technologii.

Skoro sztuczna inteligencja będzie wykorzystywana jako narzędzie dla profesjonalistów medycznych, trudno sobie wyobrazić, że podobne rozwiązania nie upowszechnią się wśród pacjentów. Motorem rozwoju badań nad sztuczną inteligencją jest ilość danych medycznych, sposób ich gromadzenia i przede wszystkim wiarygodność.

8.4. Zastosowanie sztucznej inteligencji w mammografii

Mammografia jest najpowszechniej stosowanym badaniem przesiewowym w diagnostyce raka piersi, a jej zastosowanie znacząco zmniejszyło umieralność nawet o 20-22%²²⁵. Jednak część nowotworów piersi nadal pozostaje niewykryta, ponieważ istnieje dość duży odsetek uzyskanych wyników fałszywie dodatnich, co naraża pacjenta na wykonywanie inwazyjnej procedury - biopsji piersi. Jedną z metod AI jest uczenie maszynowe, którego składową jest „uczenie głębokie”, oparte na sieciach neuronowych (CNN). Zastosowania AI w diagnostyce raka piersi stanowią 12% użycia metod sztucznej inteligencji w dziedzinie radiologii. Celem badania teoretycznego, przeprowadzonego przez twórców cytowanej prezentacji, był przegląd artykułów opublikowanych na PubMed w ciągu 5 lat. Widok fragmentu strony tytułowej tej witryny z podaniem frazy „artificial intelligence” pokazano na rysunku 8.3.

The image shows a screenshot of the PubMed search results page. At the top, there is the NIH National Library of Medicine logo and a search bar containing the text "artificial intelligence". Below the search bar, there are buttons for "Zaloguj się", "Szukaj", and "Podręcznik użytkownika". The search results section shows 40,612 results. A bar chart on the left shows the distribution of results by year, with a significant increase starting around 2015 and peaking in 2024. The first result is titled "Sztuczna inteligencja w medycynie" by Ramesh AN, Kambhampati C, Monson JR, and Drew PJ, published in Ann R Coll Surg Engl in 2004. The abstract snippet reads: "WPROWADZENIE: Sztuczna inteligencja to dziedzina informatyki zdolna do analizy złożonych danych medycznych. ...DYSKUSJA: Techniki sztucznej inteligencji mają potencjał do zastosowania w niemal każdej dziedzinie medycyny. ..."

Źródło: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=%22artificial+intelligence%22&filter=simsearch2.ffrft>.

Rys. 8.3. Strona tytułowa witryny PubMed.gov

²²⁵ Opracowanie bazuje na prezentacji internetowej: Wilczek N., Madoń B., Niewęglowski K., Palmi J., Wasyluk M., *Zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) w mammografii*, Student Research Circle at the Chair and Department of Epidemiology and Clinical Research Methodology, Medical University of Lublin.

* * *

Sygnalizowane w publikacjach systemy, które zostały użyte podczas badania, cechowały się zbliżoną dokładnością w wykrywaniu nowotworów piersi, w porównaniu z interpretacją doświadczonych radiologów. Wspomaganie pracy zastosowaniem AI-CAD, nawet niedoświadczonych radiologów, spowodowało, że decyzje diagnostyczne cechowały się znaczną poprawą wskaźnika wykrywalności nowotworów (CDR). Procentowy wzrost CDR z pomocą wyniósł średnio 27%. Zastosowanie technik sztucznej inteligencji wpłynęło na zmianę decyzji dwóch radiologów, a pozostałych pięciu specjalistów zauważyło ten nowotwór niezależnie od udziału algorytmu. Zatem zastosowanie AI przyczynia się do usprawnienia pracy radiologów, następuje wcześniejsze wykrywanie raka piersi, a diagnozy są dokładniejsze. Z uwagi na obiecujące wyniki osiągnięte przez zastosowanie AI w mammografii, ta nowoczesna technologia komputerowa może znaleźć też zastosowanie w innych badaniach przesiewowych prowadzonych przez służbę zdrowia. W opracowaniu analizy publikacji medycznych w witrynie *PubMed* badający wzięli pod uwagę następujące pozycje bibliograficzne wymienione w tabeli 8.4.

Tab. 8.4. Wybrane publikacje z witryny *PubMed*

Lp.	Publikacja
1	Geras KJ, Mann RM, Moy L. <i>Artificial Intelligence for Mammography and Digital Breast Tomosynthesis: Current Concepts and Future Perspectives</i> . <i>Radiology</i> . 2019 Nov;293(2):246-259. doi: 10.1148/radiol.2019182627. Epub 2019 Sep 24. PMID: 31549948; PMCID: PMC6822772.
2	Kim HE, Kim HH, Han BK, Kim KH, Han K, Nam H, Lee EH, Kim EK. <i>Changes in cancer detection and false-positive recall in mammography using artificial intelligence: a retrospective, multireader study</i> . <i>Lancet Digit Health</i> . 2020 Mar;2(3):e138-e148. doi: 10.1016/S2589-7500(20)30003-0. Epub 2020 Feb 6. PMID: 33334578
3	Mello-Thoms C. <i>The Path to Implementation of Artificial Intelligence in Screening Mammography Is Not All That Clear</i> . <i>JAMA Netw Open</i> . 2020 Mar 2;3(3):e200282. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.0282. PMID: 32119092.
4	Rajkomar A, Dean J, Kohane I. <i>Machine Learning in Medicine</i> . <i>N Engl J Med</i> . 2019 Apr 4;380(14):1347-1358. doi: 10.1056/NEJMra1814259. PMID: 30943338.
5	Rodriguez-Ruiz A, Lång K, Gubern-Merida A, Broeders M, Gennaro G, Clauser P, Helbich TH, Chevalier M, Tan T, Mertelmeier T, Wallis MG, Andersson I, Zackrisson S, Mann RM, Sechopoulos I. <i>Stand-Alone Artificial Intelligence for Breast Cancer Detection in Mammography: Comparison With 101 Radiologists</i> . <i>J Natl Cancer Inst</i> . 2019 Sep 1;111(9):916-922. doi: 10.1093/jnci/djy222. PMID: 30834436; PMCID: PMC6748773.
6	Sechopoulos I, Teuwen J, Mann R. <i>Artificial intelligence for breast cancer detection in mammography and digital breast tomosynthesis: State of the art</i> . <i>Semin Cancer Biol</i> . 2020 Jun 9:S1044-579X(20)30135-8. doi: 10.1016/j.semcancer.2020.06.002. Epub ahead of print. PMID: 32531273.
7	Suzuki K. <i>Overview of deep learning in medical imaging</i> . <i>Radiol Phys Technol</i> . 2017 Sep;10(3):257-273. doi: 10.1007/s12194-017-0406-5. Epub 2017 Jul 8. PMID: 28689314
8	Watanabe AT, Lim V, Vu HX, Chim R, Weise E, Liu J, Bradley WG, Comstock CE. <i>Improved Cancer Detection Using Artificial Intelligence: a Retrospective Evaluation of Missed Cancers on Mammography</i> . <i>J Digit Imaging</i> . 2019 Aug;32(4):625-637. doi: 10.1007/s10278-019-00192-5. PMID: 31011956; PMCID: PMC6646649.

Źródło: Wilczek N., Madoń B., Niewęglowski K., Palmi J., Wasyluk M., *Zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) w mammografii*,

8.5. Sytuacja *Triage'u* pandemicznego w odniesieniu do osób z niepełnosprawnością

Przy szacowaniu ryzyka związanego z tworzeniem ram prawnych dla AI istnieje pewna systemowość – Komisja Europejska (KE) wskazuje kolejno na ryzyko nieakceptowalne, ryzyko wysokie, ryzyko ograniczone, a także ryzyko o minimalnym poziomie zagrożenia²²⁶. Te odniesienia będą dalej refleksją na temat ryzyka związanego z tworzeniem ram prawnych dla AI. To opracowanie bazuje na wybranych i zaimplementowanych fragmentach publikacji Filipa Wyszyńskiego²²⁷.

Linia rozważań na temat zakazu dyskryminacji osób z niepełnosprawnościami przebiega zatem od problemu wartości życia ludzkiego, ku narzędziom do jej realizacji. Natomiast przestrzenią podjętą w tym materiale są poglądy Federalnego Trybunału Konstytucyjnego (*Bundesverfassungsgericht* – BVerfG)²²⁸.

Pojęcie medyczne *triage* wywodzi się z sortowania ziaren kawy, bądź z koncepcji przersedzania gorszej jakości włókien wełnianych w manufakturach w Wielkiej Brytanii. Etymologicznie wyraz *triage* jest rezultatem rozwoju języka francuskiego, będąc czasownikową formą *triangel*. Napoleoński chirurg J.D. Larrey jako pierwszy zastosował system *triage'u* na polu bitwy około 1800 r., podkreślając, że jego wykorzystanie jest cechą nowoczesnej chirurgii wojskowej²²⁹. Pod względem historyczno-prawnym pierwowzorem *triage'u* wydaje się być system grupowania rannych statuowany w Konstytucji Sanitarnej Armii (*Heeres-Sanitäts-Verfassung* – H-SVerf)²³⁰. W historii dokonywano również „*triage'u cywilnego*”, który rozwinął się w drugiej połowie XX w.²³¹, przy czym zastosowanie *triage'u* wystąpiło również w czasie pandemii COVID-19²³².

Światowa Organizacja Zdrowia (*World Health Organization* – WHO), proponuje algorytm do przeprowadzania *triage'u* w czasie pandemii COVID-19. Wskazała, że w oparciu o szacunki na dzień 22.03.2020 roku około 75% pacjentów i pacjentek z potwierdzonym zakażeniem COVID-19 mogło być leczonych ambulatoryjnie, do 20% wymagało hospitalizacji, a dla 5% wymagana była intensywna terapia. Algorytm grupujący kohorotowo przypadki osób przechodzących chorobę COVID-19 przedstawia ogólne wskazówki kierowania na odpowiednie poziomy ośrodków służby zdrowia. Nastąpiło przekierowanie zasobów medycznych do miejsc natychmiastowo krytycznych.

BVerfG orzekł, iż nie podjęto dostatecznych środków ostrożności w celu zapewnienia, że nikt nie znajdzie się w gorszej sytuacji ze względu na niepełnosprawność w kontekście ochrony zdrowia na oddziałach intensywnej terapii, które są gwarantem przeżywalności dla chorych na COVID-19.

²²⁶ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence_pl.

²²⁷ Wyszyński F., *Ryzyko regulacyjne sztucznej inteligencji. Analiza na przykładzie zakazu dyskryminacji osób z niepełnosprawnościami w sytuacji Triage'u pandemicznego (prawo niemieckie)*, Acta Iuridica Resoviensia nr 1(36)/2022, Uniwersytet w Białymstoku.

²²⁸ Niekiedy mówi się, że BVerfG w świecie polityki przemawia językiem sprawiedliwości, a w świecie sprawiedliwości językiem polityki. FTK w Niemczech jako niezależny organ konstytucyjny pełni istotną rolę w kształtowaniu kierunku polityki państwa. Znacząco wpłynął na umocnienie mechanizmów demokracji w Niemczech przez ostatnie 70 lat, a przy tym zyskał estymę i zaufanie społeczne.

²²⁹ Rigal S., Pons F., *Battlefield Triage* [w:] *Orthopedics in Disasters. Orthopedic Injuries in Natural Disasters and Mass Casualty Events*, red. N. Wolfson, A. Lerner, L. Roshal, Berlin–Heidelberg 2016, s. 166.

²³⁰ Brefeld F., *Der Fortschritt in der Sanitäts-Verfassung Preussens, auf der Basis des Prinzips der Standes-Selbst-Regierung*, Münster 1848, s. 177.

²³¹ Kahn C.A., E. Lerner B., Cone D.C., *Triage* [w:] *Koenig and Schultz's Disaster Medicine. Comprehensive Principles and Practices*, red. K.L. Koenig, C.H. Schultz, Cambridge 2016, s. 208.

²³² Orfali K., *What Triage Issues Reveal. Ethics in the COVID-19 Pandemic in Italy and France*, „Journal of Bioethical Inquiry” 2020, no. 17(4), s. 675–679.

Normatywna ochrona niepełnosprawnych na wypadek dyskryminacyjnego przeprowadzenia procedury *triage'u* powinna zostać uprzedzona przez ustawodawcę.

W ustawodawstwie niemieckim wprowadzono przepis „*Nikt nie może być dyskryminowany ze względu na swoją niepełnosprawność*”²³³. Jednak w przypadku *triage'u* pandemicznego lekarze na oddziałach covidowych mogą być zmuszeni przez okoliczności do decydowania o pierwszeństwie ratowania życia, kierując do ograniczonej liczby łóżek osoby pełnosprawne. Brak ścisłych regulacji stanowi wadę systemową i z perspektywy rozwoju AI budzi zastrzeżenia. Innym ważnym wyrokiem w zakresie inkluzywności²³⁴ jest postanowienie BVerfG, który wskazał, że osoba niepełnosprawna nie może być dyskryminowana przez instytucję ochrony zdrowia, która nie godziła się na przechodzenie skarżącej (osoby z niepełnosprawnością) korytarzami przychodni wraz z psem-przewodnikiem²³⁵.

* * *

W świetle powyższego sztuczna inteligencja (AI) oznacza też potencjał utworzenia oprogramowania mającego zdolność zakładania własnych ośrodków decyzyjnych. AI, wprowadzona bezpośrednio do systemu prawnego uformowanego przez ludzi, dostaje możliwość decydowania o ich życiu i zdrowiu. W Niemczech obowiązuje czteroszczeblowy system *triage'u*²³⁶, przy czym wyróżnia się²³⁷:

- kolor czerwony dla oznaczenia dużego zagrożenia życia,
- kolor żółty jako oznaczenie ciężkich obrażeń,
- kolor zielony charakteryzujący lekkie obrażenia,
- przypadki bez szans przeżycia.

Czteroszczeblowy system *triage'u* można zderzyć z czterema punktami szacowania ryzyka regulacyjnego AI zaproponowanymi przez Komisję Europejską. Sztuczna inteligencja wykorzystywana jest w prawie i medycynie, jednak przestrzeganie praw człowieka powinno być kryterium dopuszczalności zastosowania tej nowoczesnej technologii do użytku publicznego²³⁸. Trzeba zaznaczyć, że próba unormowania *triage'u* otwiera drogę do samoregulacji przez aplikację klasy w przyszłości. Było by to sprzymierzeńcem w zakresie obiektywnej ochrony życia i zdrowia człowieka.

8.6. Zastosowanie metod uczenia maszynowego w analizie badań słuchu

Rozwój nauk informatycznych stwarza pole dla implementacji technik bazujących na sztucznej inteligencji, w celu usprawnienia oraz ułatwienia pracy personelu medycznego, a diagnostyka otologiczna stanowi jedną z dziedzin zastosowania AI do obiektywnego badania słuchu (OBS)²³⁹. W tym materiale, starano się w zakresie badania słuchu, przedstawić możliwości

²³³ Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes vom 27. Oktober 1994 (BGBl. I S. 3146).

²³⁴ Słownik języka polskiego, inkluzywny «łączący lub obejmujący jakąś całość; też: przeznaczony dla wszystkich».

²³⁵ BVerfG, Beschluss der 2. Kammer des Zweiten Senats vom 30. Januar 2020 – 2 BvR 1005/18 -, Rn. 1-50.

²³⁶ Schutzkommission beim Bundesministerium des Innern, Katastrophenmedizin – Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall, München 2010, s. 86.

²³⁷ Ibidem.

²³⁸ Oręziak B., *Prawa człowieka jako determinanta sztucznej inteligencji? Propozycja kryteriów i dyrektyw zastosowania sztucznej inteligencji do użytku praktycznego* [w:] *Prawo sztucznej inteligencji*, red. L. Lai, M. Świerczyński, Warszawa 2020, s. 204.

²³⁹ W opracowaniu niniejszej części skorzystano z zaimplementowanych fragmentów publikacji internetowej: Pietrzak N., Roman J., Haberko W., Bugajski P., Gondko D., *Zastosowanie metod uczenia maszynowego w analizie wyników*

usprawnienia praktyki lekarskiej przy wykorzystaniu uczenia maszynowego (*machine learning - ML*). Dodam jeszcze, że przez uczenie maszynowe rozumiemy złożone algorytmy, posiadające zdolność samodoskonalenia się. Dokonano przeglądu bazy publikacji naukowych *PubMed*. Okazuje się, że badacze wykazują trafność diagnoz oraz interpretacji wyników stawianych przez algorytmy uczenia maszynowego. Zastosowanie metod usprawniających oraz ułatwiających procesy diagnostyczno-terapeutyczne może stanowić szansę na poprawę wyników pracy opieki zdrowotnej, przy czym jedną z gałęzi medycyny jest diagnostyka otologiczna. Audiologia stanowi dziedzinę medycyny zajmującą się obszarem diagnostyki i leczenia zaburzeń zmysłu słuchu.

Po weryfikacji publikacji internetowych do dalszego analizy przeznaczono 10 prac w języku polskim lub angielskim. Zauważono, że piśmiennictwo w zakresie stosowania metod sztucznej inteligencji w badaniach obiektywnych słuchu jest skromne. W tabeli 8.5 wyszczególniono stosowane techniki uczenia maszynowego w obiektywnym badaniu słuch (OBS).

Tab. 8.5. Stosowane techniki ML w wybranych OBS

Autorzy	Rok	Próba	Rodzaj badania	Rodzaj metody ML	Cel badania	Wyniki			Uwagi/Ograniczenia
						Czułość	Swoistość	Trafność/inne parametry	
Sundgaard JV et al.	2022	1014 pomiarów	TM	CNN	Wykrywanie zapaleń ucha środkowego metodami ML;	92.20%	92.90%	ACC: 92.60% AUC: 0.97 F1-score: 92.60%	Algorytm nie posiada możliwości rozróżnienia typu zapalenia ucha środkowego;
Nie L et al.	2022	135 pomiarów; 135 os.	TM	CNN	Automatyzacja diagnostyki otosklerozy;	b.d.	b.d.	AUC: 0.97 ±0.01 F1-score: 94% ±1.60%	Wyniki poprawiono poprzez systemy powiększania danych i strategię uczenia się poprzez przeniesienie;
McKearney RM et al.	2022	27 os.	ABR/EEG	RF; SE; LSTM; MP	Szkolenie i testowanie algorytmów uczenia maszynowego w wykrywaniu potencjałów ABR w badaniu EEG; Porównanie najlepszej metody ML do metod statystycznych;	b.d.	b.d.	Algorytm SE wykazał się największą trafnością diag.	Badania wymagają ewaluacji poprzez zwiększenie grupy badanej;
Wimalarathna H et al.	2021	136 os.	ABR	SVM; RF; DT; GB; Xgboost; NN	Określenie odpowiedniej techniki ML w celu zautomatyzowania analizy ABR;	b.d.	b.d.	ACC: 92% dla Xgboost	Największą trafność diag uzyskała technika ML Xgboost;
McKearney RM et al.	2019	232 pomiary	ABR	DCNN (LSTM)	Wykorzystanie technik ML w celu obiektywnej klasyfikacji sparowanych fal odpowiedzi pnia mózgu na: "wyraźną odpowiedź", "niejednoznaczna" lub "brak odpowiedzi";	92.90%	96.40%	ACC: 92.90%	Badania wymagają ewaluacji poprzez zwiększenie grupy badanej;
Chen C et al.	2020	614 pomiarów	ABR	BiLSTM	Skrócenie czasu oraz wsparcie procesu diagnostycznego przy zastosowaniu metody ML;	b.d.	b.d.	ACC: 92.91% dT: 0.05 s	Badania wymagają ewaluacji poprzez zwiększenie grupy badanej;
McCullagh P et al.	2007	550 pomiarów; 85 os.	ABR	NB; SVM-LP; KStar	Zastosowanie technik ML w klasyfikacji wzorów fal ABR;	93.10% dla NB	86.30% dla NB	ACC: 83.40% dla NB	Największą trafność diag uzyskała technika ML NB;
Liu Y et al.	2021	957 pomiarów	SFOAE	SVM, k-nn, BPNN, DT, RF	Przewidywanie stanu słuchu w oparciu o modele ML;	b.d.	b.d.	AUC: 0.93-0.99 dla 0.50-8 kHz	Przyszłe badania powinny skupić się na dalszej poprawie dokładności i skróceniu czasu badania w celu zwiększenia użyteczności klinicznej;
Liu YW et al.	2020	30 os.	TEOAE	SVM	Użycie technik ML w celu znalezienia parametrów predykcyjnych dla ubytku słuchu w przebiegu choroby Ménière'a.	b.d.	b.d.	ACC: >80%	Badania wymagają ewaluacji poprzez zwiększenie grupy badanej.

Źródło: Pietrzak N., Roman J., Haberkow W., Bugajski P., Gondko D., *Zastosowanie metod uczenia maszynowego w analizie wyników wybranych obiektywnych badań słuchu*, op. cit., tab. 1.

Przykładowo Sundgaard JV et al. zaproponowali automatyczny algorytm diagnostyczny do wykrywania zapalenia ucha środkowego, na podstawie pomiarów tympanometrii szerokopasmowej. Opracowana przez nich konwencjonalna sieć neuronową (*convolutional neural network - CNN*) wykazała wysoką wydajność z dokładnością 92,6%, po walidowaniu. Badanie autorów ukazuje, że algorytmy ML umożliwiają automatyczną diagnostykę zapalenia ucha z wysoką trafnością, co może stać się cennym narzędziem diagnostycznym w przyszłości²⁴⁰.

W niniejszej monografii nie sposób wymienić dalszych szczegółów medycznych i technologicznych przeprowadzonych badań przez różnych naukowców, ze względu na ich

wybranych obiektywnych badań słuchu, Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Biofizyki im. prof. Zbigniewa Religi, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach.

240 Sundgaard JV, Bray P, Laugesen S, et al., *A Deep Learning Approach for Detecting Otitis Media From Wideband Tympanometry Measurements*, IEEE J Biomed Health Inform. 2022;26(7):2974-2982. doi:10.1109/JBHI.2022.3159263.

obszerność i fachową terminologię danej dziedziny. Z tego względu nadmieniono tylko badania zespołu pod kierunkiem Liu YW. Fluktuacyjny ubytek słuchu jest charakterystyczny dla choroby Ménière'a (MD). Brak jest jednak wiarygodnych audiometrycznych cech, które pozwoliłyby przewidzieć możliwość wycofania niedosłuchu. Wspomniany wcześniej zespół postawił sobie za cel opracowanie narzędzia diagnostycznego, umożliwiającego znalezienie parametrów predykcyjnych dla wystąpienia niedosłuchu w przebiegu MD. Zastosowali oni implementacje metody SVM w badaniu TEOAE. Ta technika osiągnęła trafność ponad 80%.

* * *

Bazowe parametry TEOAE uzyskane podczas ostrych epizodów MD, przetworzone za pomocą technologii uczenia maszynowego, mogą dostarczyć przydatne narzędzie do przewidywania odzyskania słuchu²⁴¹. Ciągłe jednak doskonalenie metod sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego może mieć duży wpływ na przyszłość diagnostyki audiologicznej. Algorytmy uczenia maszynowego są w stanie wykrywać subtelne różnice, co może pomóc w wykryciu trudnych do zidentyfikowania problemów słuchowych. Istotne jest również to, aby systemy oparte na AI, a w ramach niego na odpowiedniej metodzie ML były weryfikowane poprzez badania na coraz większych grupach pacjentów.

²⁴¹ Liu YW, Kao SL, Wu HT, Liu TC, Fang TY, Wang PC, *Transient-evoked otoacoustic emission signals predicting outcomes of acute sensorineural hearing loss in patients with Ménière's disease*. Acta Otolaryngol. 2020;140(3):230-235. doi:10.1080/00016489.2019.1704865.

9. Wpływ sztucznej inteligencji na pracę biur rachunkowych



Sztuczna inteligencja (SI) to też cyfrowy operator sieci, inteligentna klimatyzacja, zakupy online, odkurzacze podłączane do sieci, roboty używane w fabrykach. Występuje obawa, że za kilka czy kilkanaście lat część zawodów zniknie, bowiem tam gdzie praca ludzka jest czynnością powtarzalną, zastąpi się ją maszyną. W opracowaniu wskazano jak SI wpływa na pracę biur rachunkowych. W zakresie rachunkowości zawód księgowego się zmieni, lecz nie zniknie²⁴². SI w obrocie prawa publicznego stworzy podstawy naliczania podatków przez administrację skarbową. W latach czterdziestych XIX w. Ada Lovelace wyraziła opinię że, „*maszyna może komponować wyrafinowane i naukowe utwory muzyczne o dowolnym stopniu złożoności czy rozmiaru*”. Alan Turing pracował nad stworzeniem maszyny myślącej jak człowiek.

Według Johna McCarthy SI to nauka i inżynieria tworzenia inteligentnych maszyn²⁴³. Maszyna, która jest zwykłym kalkulatorem i wykorzystuje procesy techniczne, nie jest inteligentna, lecz są maszyny, które uczą się od człowieka, analizując, jakie zachowania wpływają na efekty końcowe. Szereg urządzeń codziennego użytku ma nowe funkcje, np. telefon nie służy tylko do rozmów, ale można nim wykonać zdjęcia, porozmawiać na czacie, a także wysłać e-mail.

Kreatorem nowych technologii jest człowiek, który rozwija je do swoich potrzeb. Przewiduje się, że wszędzie tam, gdzie można zastąpić człowieka, powoli będzie wprowadzana automatyzacja. Obecnie sztuczna inteligencja występuje pod różnymi postaciami i jej zakres metodologiczny jest niezwykle szeroki, a pierwszy komercyjny system księgowy pojawił się w roku 1978 i znany jest w skrócie jako SAGE i ma obecnie różne rozszerzenia i nazwy. Wiele biur rachunkowych pracuje dziś na tym oprogramowaniu. Praca księgowego polega na wprowadzeniu danych do systemu księgowego, ich analizie, obróbce pod kątem przepisów podatkowych, stworzeniu deklaracji podatkowych i ich wysyłce. Można dokonać procesu automatyzacji we wprowadzaniu danych. Już teraz biura rachunkowe kupują inteligentne programy, które potrafią rozpoznać, z jakim dokumentem mają do czynienia i w odpowiedni sposób zarachować te dokumenty w księgach, np. automaty OCR, które to uczą się dekretowania²⁴⁴. Wystarczy wprowadzić paczkę dokumentów do skanera. Tak więc w najbliższej przyszłości księgowy może zostać wyeliminowany w procesie wprowadzania dokumentów, jak również w zakresie czynności księgowania wyciągów bankowych. Dostępne są już bowiem narzędzia do wgrywania wyciągów bankowych do systemu księgowego.

Zdaniem Anny Semrau, autorki omawianego artykułu, komputery będą odbierały pracę księgowym, gdyż ich kompetencje stają się już przestarzałe. Wszystko to co jest rutyną może zostać zastąpione techniką informatyczną. Jednak maszyna nie zaprojektuje samochodu o oryginalnej linii nadwozia, musi być tutaj czynnik ludzki o odpowiednich kompetencjach artystycznych. Programiści komputerowi potrafią tą rutynę zredukować do aplikacji użytkowej pomocnej w pracochłonnych czynnościach księgowych. Nowa technologia IT, czyli sztuczna inteligencja rozszerza automatyzację operacji księgowych. Komputery potrafią już odczytywać pismo odręczne lub tłumaczyć teksty z jednego języka na drugi, posługując się techniką uczenia maszynowego.

Dzięki wykorzystaniu tzw. *big data* wiele zadań już dziś jest w zasięgu maszyn elektronicznych. Termin *big data* odnosi się do dużych, zmiennych i różnorodnych zbiorów danych,

²⁴² W opracowaniu wykorzystano i zaimplementowano fragmenty publikacji internetowej: Semrau A., *Wpływ sztucznej inteligencji na pracę biur rachunkowych*, Akademia Ekonomiczno-Humanistyczna w Warszawie.

²⁴³ <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/tag/ai/>.

²⁴⁴ [https://pomoc.wfirma.pl/-program-do-\(dostep:ywania-faktur-w-chmurze](https://pomoc.wfirma.pl/-program-do-(dostep:ywania-faktur-w-chmurze).

których przetwarzanie i analiza jest trudna, ale jednocześnie wartościowe, ponieważ może prowadzić do zdobycia nowej wiedzy²⁴⁵.

Wykrywanie wzorów, przeprowadzanie analiz danych w sieci, badanie aktywności transakcji na rachunkach bankowych w celu wykrycia przestępstw jest obecnie coraz częściej realizowane przez algorytmy informatyczne sztucznej inteligencji. IBM rozbudowuje swój program *Watson*, tak aby można było go użyć do doradzania medykom, jaki plan leczenia wdrożyć. Księgowy specjalista będzie potrzebny w przypadku kwestii wymagających analizy czy przemyślenia problemów. Jak nadmieniono, zawód księgowego nie zniknie, ale się zmieni, będzie więc wymagało się od niego rozległej wiedzy i nowej jakości pracy.

Mimo wszystko, niepokoi informacja w raporcie *Willrobotstakemyjob.com*, który sygnalizuje, że sztuczna inteligencja wyprze księgowych w 98%. Praca w księgowości jest mozolna i być może dlatego według badania, aż 49% księgowych wyraża potrzebę zautomatyzowania powtarzalnych czynności²⁴⁶. W 2013 r. badacze z Oxford University opublikowali badanie dotyczące wpływu nowej technologii na zatrudnienie w Stanach Zjednoczonych. Dokonali analizy 702 miejsc pracy. W wyniku ich badań określono, że 47% miejsc pracy jest mocno zagrożonych automatyzacją²⁴⁷.

Czasami jednak należy włączyć czynnik ludzki, uwzględniając potrzebę kontaktu człowieka z człowiekiem i dlatego też takie zawody jak lekarz, trener personalny, protetyk, dentysta, projektant ubrań znajdują się według badaczy z Oxford University na liście zawodów bezpiecznych. Bowiem tam, gdzie potrzebna jest wiedza eksperta, droga do opanowania przez technologię IT jest nadal trudna. Wróćmy jednak do szeroko rozumianej rachunkowości, gdzie automatyzacji mogą zostać poddane takie czynności jak:

- przygotowywanie wysyłek deklaracji podatkowych,
- sprawdzanie ksiąg wieczystych,
- analiza kredytowa,
- korygowanie tekstów.

Wśród zawodów, które jeszcze dość długo nie zostaną zautomatyzowane trzeba wymienić²⁴⁸:

- analityk systemów komputerowych,
- specjalista od badań nad komputerami i informacją,
- kompozytor,
- pisarz,
- prawnik,
- prace wykonywane przez inżynierów i dyrektorów.

Pierwszy projekt dotyczący wykorzystania SI w zakresie prawa podatkowego nazywał się *Taxman*²⁴⁹. Powstały jeszcze inne podobne projekty, np.: *Tax Advisor*, *Taxadvisor*. McCarty uważał, że prawo podatkowe może być trudne do zrozumienia i stosowania przez młodych prawników, lecz może być implementowalne przez SI²⁵⁰. Porozumienie ACTA w Polsce w 2012 r. wywarło protesty

²⁴⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Big_data.

²⁴⁶ <https://willrobotstakemyjob.com/13-2011-accountants-and-auditors>.

²⁴⁷ Semrau A., *Wpływ sztucznej inteligencji na pracę biur rachunkowych*, op.cit.

²⁴⁸ <https://www.rp.pl/Rynek-pracy/305069951-Zawody-Kto-przegra-konkurencje-o-prace-zrobotem.html>.

²⁴⁹ L.T. McCarty, *An Experiment in Artificial Intelligence and Legal Reasoning*, „*Harvard Law Review*” 1977, t. 90, nr 5, s. 837–893.

²⁵⁰ B.D. Sandle B.D., *Tax Treaties and Controlled Foreign Company Legislation: Pushing the Boundaries*, Lex, Haga 1998.

w związku z prawem do wolności w Internecie, lecz nadal kwestią otwartą jest darmowe wykorzystywanie pobieranych z jego zasobów informacji²⁵¹.

W zakresie administracji publicznej komputerowa analiza danych ma służyć głównie uszczelnianiu systemów podatkowych i przeciwdziałaniu nadużyciom podatkowym. W 2017 r. dokonano w Polsce zmian w ordynacji podatkowej²⁵². Miały służyć one w walce z przestępstwami dotyczącymi VAT. Wprowadzono STIR, czyli system teleinformatyczny izby rozliczeniowej, który umożliwia wymianę informacji pomiędzy bankami a Krajową Administracją Skarbową. STIR stanowi zespół algorytmów, które mają na celu analizować przesłane przez banki dane finansowe przedsiębiorców²⁵³. Kolejnym narzędziem jest Jednolity Plik Kontrolny (JPK). W myśl przepisu podatnicy prowadzący komputerowe księgi podatkowe są zobowiązani przekazywać na żądanie organów podatkowych całość lub część tych ksiąg oraz dowodów księgowych²⁵⁴. Często podatnik nawet nie wie, że izba skarbowa dokonuje oceny przeprowadzanych przez niego transakcji, przy czym struktur JPK jest siedem²⁵⁵:

1. Ksiąg rachunkowych.
2. Wyciągu bankowego.
3. Magazynu.
4. Ewidencji zakupu i sprzedaży.
5. Faktur VAT.
6. Podatkowej księgi przychodów i rozchodów.
7. Ewidencji przychodów.

Wprowadzenie JPK to instrument do zbierania informacji, gromadzenia i przetwarzania danych²⁵⁶.

Kolejnym narzędziem do zbierania danych jest *e-faktura*, czyli system KSeF. Faktura wystawiana i otrzymywana jest przez podatników za pośrednictwem systemu teleinformatycznego, tj. *Krajowego Systemu e-faktur* (KseF). W ten sposób organy podatkowe otrzymały możliwość zdalnego monitorowania wystawianych faktur. Powstał projekt *e-Urząd Skarbowy*, który wpływa na uszczelnienie systemu podatkowego, a podstawową korzyścią jest zintegrowanie danych rozproszonych w różnych systemach²⁵⁷. Występują jeszcze inne wspomagające narzędzia informatyczne.

Minister Finansów powołał projekt pn. *Centralne Repozytorium Danych o Sprzedaży Detalicznej*, tzw. CR25, z działającymi tzw. kasami online, które przesyłają dane o rejestrowanej sprzedaży do systemu teleinformatycznego prowadzonego przez szefa Krajowej Administracji Skarbowej²⁵⁸. Szczegółowe monitorowanie przez organy państwowe działalności firm jest jednak

²⁵¹ Umowa handlowa dotycząca zwalczania obrotu towarami podrobionymi (ACTA). Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie *Umowy handlowej dotyczącej zwalczania obrotu towarami podrobionymi* (ACTA) (Dz.U. UE. C. z 2012 r.).

²⁵² Ustawa z dnia 24 listopada 2017 r. o zmianie niektórych ustaw w celu przeciwdziałania wykorzystywaniu sektora finansowego do wyłudzeń skarbowych (Dz.U. poz. 2491 ze zm.).

²⁵³ Mikuła P., *System Teleinformatyczny Izby Rozliczeniowej – najważniejsze aspekty nowej regulacji*, Lex, Warszawa 2018, s. 27–32.

²⁵⁴ Bartosiewicz A., Smaga M., 3. *Podmioty zobowiązane do sporządzania i przekazywania jednolitych plików kontrolnych*, [w:], *E-kontrola podatkowa i jednolity plik kontrolny*, Lex, Warszawa 2018, s. 1.

²⁵⁵ Krywań T., *Jednolity Plik Kontrolny*, ABC, Warszawa 2017, s. 3.

²⁵⁶ <https://ksiegowosc.infor.pl/podatki/ordynacja-podatkowa/5164852,Czy-wykorzystywanie-sztucznej-inteligencji-przez-fiskusa-w-kontroli-lub-postepowaniu-jest-legalne.html>.

²⁵⁷ Bartosiewicz A., Smaga M., Rozdział 9: *Kierunki rozwoju jednolitych plików kontrolnych*, [w:], Bartosiewicz A., Smaga M., *E-kontrola podatkowa i jednolity plik kontrolny*, Lex, Warszawa 2021, s. 5.

²⁵⁸ Bartosiewicz A., *Kasy fiskalne online*, LEX/el., 2017.

utrudnieniem w prowadzeniu własnych biznesów, bowiem zlecane jest biur rachunkowym, które nie zawsze dysponują wiedzą pozwalającą im prawidłowo i rzetelnie wypełnić te obowiązki.

* * *

Cechą życia jest umysł, więc niemożliwe dla robota jest osiągnięcie w pełni sztucznego życia. Jednak nowe technologie są ludziom potrzebne, SI również rozwija się odmiennie w różnych dziedzinach. Jednak kiedyś robot będzie w stanie wykonywać większość ludzkich czynności, a może uzyska własną osobliwość. Przewidywane systemy, które będą potrafić wyczuwać stany emocjonalne i odpowiednio na nie reagować, mogą uczynić komunikację między człowiekiem i „*inteligentną*” maszyną bardziej płynną i naturalną²⁵⁹. Mimo wszystko, w obecnej formie nowe technologie, w tym w szczególności *sztuczna inteligencja*, spowodują wyparcie mniej doświadczonych księgowych z zawodu. Obserwuje się, że przez wprowadzanie dociekliwych rozwiązań algorytmicznych, na poziomie administracji podatkowej, księgowy ma dużo więcej pracy do wykonania niż kiedykolwiek. Być może dojdzie w przyszłości, że urzędy podatkowe same będą naliczać zobowiązania podatkowe.

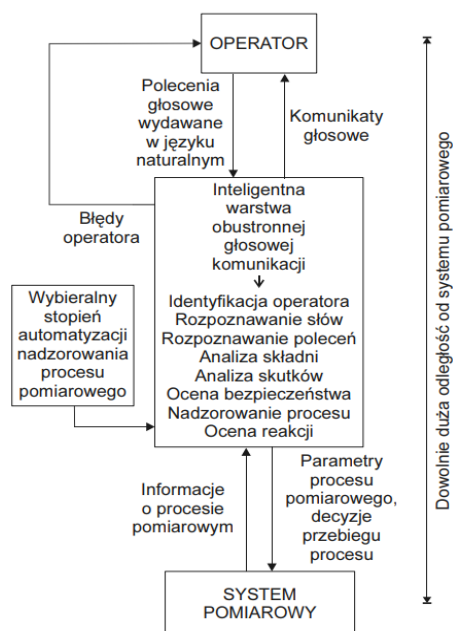
²⁵⁹ Semrau A., *Wpływ sztucznej inteligencji na pracę biur rachunkowych*, op. cit.

10. AI w systemach sterowania



10.1. Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego

Zaprezentowano koncepcję inteligentnych systemów obustronnej głosowej komunikacji urządzeń pomiarowych z operatorem w systemach pomiarowych. System komunikacyjny, opracowany dla technologii mobilnych, przy pomocy mowy i języka naturalnego pomiędzy urządzeniami pomiarowymi i ich operatorami wyposażony jest w inteligentne mechanizmy²⁶⁰. Oczekiwanym celem jest opracowanie podstaw tworzenia i stosowania zdalnych systemów sterowania, nadzorowania i optymalizacji procesów pomiarowych, komunikujących się za pomocą mowy i języka naturalnego z systemem pomiarowym i operatorem. Systemy te z zastosowaniem urządzeń i technologii mobilnych umożliwią zdalną kontrolę jakości procesu pomiarowego przez operatora znajdującego się w dowolnej odległości. Dąży się do opracowania standardu aplikacji mobilnych do sterowania. Umożliwia to sprawne monitorowanie pracy elementów i wykorzystywania zasobów, nadzorowanie podprocesów, wizualizację i prognozowanie wyników. Wprowadzanie informacji do urządzenia technicznego za pośrednictwem głosu okazało się efektywną i najwygodniejszą formą komunikacji pomiędzy człowiekiem i urządzeniami. Celowe więc jest zastosowanie technologii mobilnych wyposażonych w metody sztucznej inteligencji, które tworzą wyższą jakość w wzajemnej komunikacji. W przyszłości w systemach pomiarowych operator będzie oddzielony od urządzeń pomiarowych przez inteligentną warstwę obustronnej głosowej komunikacji (zob. rysunek 10.1).

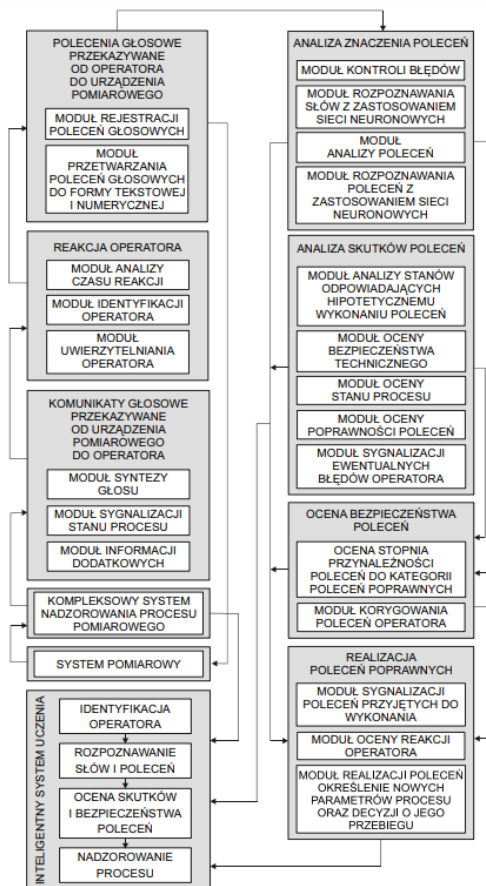


Źródło: Kacalak W., Majewski M., *Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego z operatorem dla technologii mobilnych*, op. cit.

Rys. 10.1. Schemat koncepcji inteligentnej warstwy obustronnej głosowej komunikacji urządzeń pomiarowych z operatorem

²⁶⁰ Opracowanie bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Kacalak W., Majewski M., *Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego z operatorem dla technologii mobilnych*, PAK vol. 55, nr 4/2009.

Zadaniem systemu nadzoru procesu pomiarowego, jest zapewnienie automatyzacji i wysokiej skuteczności nadzorowania procesów pomiarowych z elastycznym i kontrolowanym współdziałaniem obserwującego proces bezpośrednio lub z dowolnej odległości. System ten wyposażony jest w mechanizmy samouczenia i autokontroli (rys. 10.2).



Źródło: Kacalak W., Majewski M., *Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego z operatorem dla technologii mobilnych*, op. cit., rys. 2.

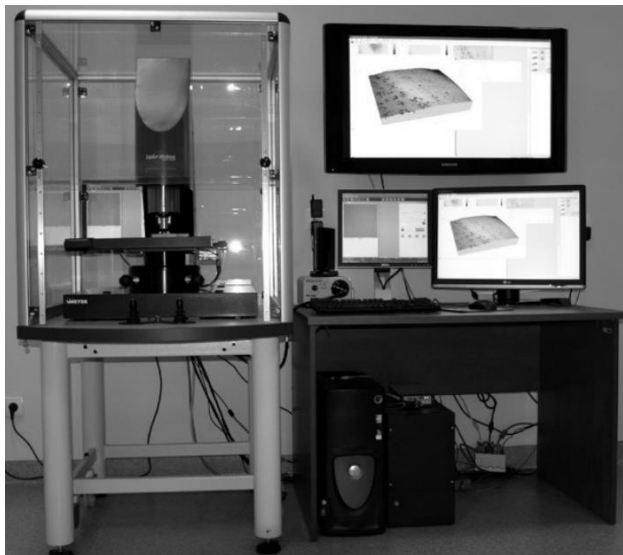
Rys. 10.2. Schemat kompleksowego systemu nadzorowania procesów pomiarowych inteligentną obustronną głosową komunikacją urządzeń pomiarowych z operatorem

System pozwala na prognozowanie stanu procesu oraz analizę przyczyn i skutków niedokładności zaistniałych w procesie. Według proponowanej koncepcji nowoczesnych systemów nadzorowania procesów pomiarowych, nie zachodzi konieczność obecności operatora przy stanowisku realizacji procesu pomiarowego, operator może być w innym pomieszczeniu lub w dowolnie dużej odległości od systemu pomiarowego. W systemach pomiarowych, w których stosowana jest obustronna głosowa komunikacja urządzenia pomiarowego z operatorem, bezpieczeństwo pracy zwiększa analiza stanu urządzenia i procesu pomiarowego przed wydaniem polecenia, oraz zastosowanie sztucznej inteligencji do oceny skutków wykonania. Budowa inteligentnego systemu obustronnej głosowej komunikacji systemów pomiarowych i ich operatorów oparta jest na koncepcji, według której system pomiarowy podzielony jest na strefy: operatora, systemu pomiarowego oraz systemu obustronnej głosowej komunikacji^{261 262}.

²⁶¹ Kacalak W., Majewski M., *Intelligent System for Automatic Recognition and Evaluation of Speech Commands*. Lecture Notes in Computer Science 423 2, Springer 2006, p. 298–305. URL: http://dx.doi.org/10.1007/11893028_34.

²⁶² Majewski M., Kacalak W., *Intelligent Interface for Recognition and Verification of Natural Language Commands*. Lecture Notes in Computer Science 4114, Springer 2006, p. 717–723. URL: http://dx.doi.org/10.1007/11816171_89.

Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego z operatorem wyposażony jest w opracowane algorytmy procedur pomiarowych uwzględniające zasadę działania, metodykę przeprowadzania pomiarów oraz wybrane możliwości analiz. Wykonane są one za pomocą ultraprecyzyjnego systemu pomiarowego Taylor-Hobson Talysurf CCI 6000, który znajduje się w Laboratorium Mikroinżynierii i Nanoinżynierii Katedry Mechaniki Precyzyjnej Politechniki Koszalińskiej (zob. rys. 10.3). System pomiarowy Talysurf CCI 6000 sterowany jest aplikacją TalyscanCCI oraz analizuje wyniki pomiarów aplikacją TalyMap Platinum.



Źródło: Kacalak W., Majewski M., *Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego z operatorem dla technologii mobilnych*, op. cit., rys. 5.

Rys. 10.3. Ultraprecyzyjny system pomiarowy Taylor-Hobson Talysurf CCI 6000

* * *

W systemach pomiarowych z obustronną głosową komunikacją urządzenia pomiarowego z operatorem warunkiem bezpiecznej pracy jest analiza stanu urządzenia i procesu pomiarowego przed wydaniem polecenia oraz zastosowanie sztucznej inteligencji do oceny skutków wykonania polecenia²⁶³. Procesy pomiarowe realizowane są z wykorzystaniem złożonych układów, które posiadają wiele parametrów pracy, co powoduje, że ich nadzorowanie i obsługa wymaga od operatora analizy wielu danych i obserwacji wielu skomplikowanych sygnałów.

10.2. Sztuczna inteligencja w ocenie zjawisk zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych

Przedstawiono zastosowanie sztucznej inteligencji do klasyfikacji zakłóceń występujących w sieciach elektroenergetycznych z wykorzystaniem sieci neuronowej typu SVM (*Support Vector Machine*) i RBF (*Radial Basis Function*) oraz opisano podstawowe klasy zakłóceń symulowanych komputerowo²⁶⁴. Coraz większa liczba układów automatyki i elektroniki przemysłowej w przypadku wystąpienia zakłóceń może pracować niepoprawnie, co prowadzi do zaburzenia lub przerwania

²⁶³ Kacalak W., Majewski M., *Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego z operatorem dla technologii mobilnych*, op. cit., s. 224.

²⁶⁴ Opracowanie niniejsze bazuje na wybranych fragmentach publikacji internetowej: Janik P., *Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do oceny zjawisk zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych*, Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii.

procesu technologicznego^{265 266}. Idealne napięcie w publicznej sieci trójfazowej powinno spełniać następujące warunki: przebieg o kształcie czystej sinusoidy, stała częstotliwość odpowiadająca częstotliwości sieciowej, identyczna amplituda w każdej fazie odpowiednia dla danego poziomu napięcia, zdefiniowana kolejność faz i przesunięcie kątowe (120°). Wszystkie zjawiska, które powodują, że sygnał napięciowy nie spełnia powyższych założeń będą postrzegane jako zakłócenia jakości energii.

Sieci neuronowe SVM są innowacyjną metodą rozwiązania problemu uczenia sieci neuronowej z nauczycielem. Istotny jest taki dobór wag, który gwarantuje osiągnięcie minimum globalnego funkcji celu. Metoda sprowadza problem uczenia do zagadnienia programowania kwadratowego z ograniczeniami liniowymi i gwarantuje uzyskanie minimum globalnego funkcji. Sieci SVM należą do grupy sieci jednokierunkowych, posiadają dwie warstwy, wykorzystują różne funkcje aktywacji: wielomianową, liniową, radialną, sigmoidalną. Przykładowo *sigmoidalna funkcja unipolarna* wyrażona jest następującym wzorem matematycznym²⁶⁷:

$$y(x) = \frac{1}{1 + e^{-\beta x}}$$

przy czym z reguły $\beta \in (0, 1)$. Gdy $\beta \rightarrow$ nieskończoności, funkcja przechodzi w progową unipolarną funkcję aktywacji.

Hiperpłaszczyznę separującą uważa się za optymalną, gdy margines separacji pomiędzy dwoma grupami jest największy. Jak już nadmieniono, jest to problem programowania kwadratowego z liniowymi ograniczeniami względem wag. Rozwiązanie jego można otrzymać metodą mnożników Lagrange'a, przez minimalizację tzw. funkcji Lagrange'a²⁶⁸.

Sieci neuronowe o radialnych funkcjach bazowych (*radial basis function networks*) cechują dobre właściwości klasyfikacyjne potwierdzone wynikami klasyfikacji różnych wzorców²⁶⁹. Dokonują one podziału przestrzeni za pomocą hipersfer, a nie płaszczyzny, jak w przypadku sieci klasycznych z propagacją wsteczną błędu. W cytowanym artykule wyniki otrzymane za pomocą sieci SVM zostały porównane z wynikami klasyfikatora opartego na sieci RBF.

Badania obejmowały sześć kategorii zakłóceń: czysta sinusoida, zapad napięcia, przepięcie, sygnał z harmonicznymi, migotanie napięcia oraz drgania oscylacyjne. W czasie badań parametry zakłóceń zamieniane były w szerokim zakresie. Sygnał trójfazowy poddawany był przekształceniu do postaci wektora przestrzennego wirującego i w takiej formie podawany na wejście klasyfikatora. Zakres zamian parametrów symulowanych przebiegów podano poniżej²⁷⁰.

Zjawisko	Zmiany parametrów
Czysta sinusoida	Wszystkie parametry stałe
Zapad napięcia	Długość 0-9T, amplituda 0.3,-0.8 pu
Przepięcie	Długość 0-8T, amplituda 0.3,-0.7 pu
Harmoniczne	Rząd – 3, 5, 7, amplituda 0-0.9 pu
Migotanie napięcia	Częstotliwość 0.1-0.2 pu, amplituda 0.1-0.2 pu
Drgania oscylacyjne	Stała czasowa 0.008-0.04 s. okres 0.5-0.125 pu

²⁶⁵ Wang F., Bollen M., *Quantifying the potential impacts of Disturbances on Power System Protection, Developments in Power System Protection*, 7th Int. Conf., Amsterdam, 9-12 April 2001, pp. 262-265.

²⁶⁶ Lamoree J., Mueller D., Vinett P., *Voltage sags analysis case studs*, IEEE Transactions on Industrial Applications, vol. 30, no. 4, July 1994, pp.1083-1089.

²⁶⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Funkcja_aktywacji.

²⁶⁸ Ze względu na dość złożony aparat matematyczny w tym materiale nie zamieszczono poszczególnych wzorów wykorzystanych w procedurze omawianej publikacji internetowej.

²⁶⁹ Janik P., Łobos T., Wilbert J., *Application of radial basis function network for identification of radar signal sources*, IC-SPETO 2001, Gliwice-Ustroń, 23-26.05.2001. s. 561-564.

²⁷⁰ Janik P., *Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do oceny zjawisk zakłóceńowych w sieciach elektroenergetycznych*, op. cit.

Wszystkie sygnały wykorzystane w badaniach miały określoną stałą wartość - znormalizowaną amplitudę – 1 pu (*per unit*). Utworzono wektor wejściowy zawierający 900 próbek. Dla każdej klasy zakłóceń zostało wygenerowanych 50 różnych przebiegów (wektorów). Dziesięć z nich, wybranych losowo, służyło do trenowania klasyfikatora SVM, pozostałe były użyte do testowania.

* * *

Według Przemysława Janika „Klasyfikator oparty na sieci neuronowej typu SVM, zastosowany do klasyfikacji zakłóceń sygnałów elektrycznych, wykonał postawione przed nim zadanie poprawnie. Wyniki klasyfikacji różnych zakłóceń są nieco lepsze niż dla sieci RBF. Poprawne wyniki uzyskane dla sygnałów generowanych na podstawie równań matematycznych zachęcają do przeprowadzenia badań z sygnałami pochodzącymi z symulacji wybranych fragmentów systemu elektroenergetycznego. Duża szybkość algorytmu klasyfikacji pozawala rozważać jego implementację na procesorze sygnałowym”.

11. Inteligentne wyszukiwanie informacji w Internecie



W niniejszym materiale zaproponowano koncepcję inteligentnej wyszukiwarki internetowej spełniającej różnorodne wymagania użytkownika oraz wskazano jej wykorzystanie w telemedycynie²⁷¹. Coraz bardziej rozbudowana jest baza danych sieci globalnej jaką jest Internet, co powoduje, że efektywność odnalezienia informacji staje się praktycznie bardzo utrudnione bez pomocy serwisów wyszukiwawczych. Do naszej dyspozycji mamy całą gamę najróżniejszych serwisów wyszukiwawczych, grup dyskusyjnych oraz katalogów. Nasze poszukiwania w Internecie możemy oprzeć na narzędziach należących do następujących kategorii:

Katalog. Przechowuje informacje o stronach w postaci hierarchicznego drzewa tematycznego. Zaletą takiego rozwiązania jest tworzenia takiego serwisu „*ręcznie*”, dzięki czemu dana strona jest umieszczana we właściwym miejscu katalogu zgodnie z intencją jej twórcy. Katalogi zawierają niestety mniej informacji niż wyszukiwarki.

Wyszukiwarka. Dzięki zastosowaniu wydajnej bazy danych, dobrze zaprojektowana wyszukiwarka nadaża za rozrastającym się Internetem. Wprowadzanie stron do bazy danych wyszukiwarki, powoduje, że dana strona jest najczęściej katalogowana z bardzo małą precyzją.

Wyszukiwarki tematyczne - indeksują strony należące jedynie do danej dziedziny wiedzy. Jeżeli nie wiemy, jak sklasyfikować nasze zapytanie, konieczne staje się sprawdzenie wyników co najmniej z kilku wyszukiwarek.

Metawyszukiwarki. Przechowują informacje, które wyszukiwarki należy obdarzyć większym zaufaniem w przypadku danego zapytania i jak ewentualnie przetransformować zapytanie, tak aby było zrozumiane przez inną wyszukiwarkę. Dzięki temu wystarczy zadać zapytanie tylko jednej metawyszukiwarce.

Analiza powyższego podziału serwisów wyszukiwawczych prowadzi do wniosku, że wzorcowy serwisem byłby taki, który łączyłby najlepsze cechy wszystkich trzech wymienionych, a mianowicie:

- strukturę drzewiastą i logiczny sposób odnajdywania informacji, jaki udostępnia katalog;
- liczbę zaindeksowanych stron zbliżoną do liczby stron udostępnianej przez wyszukiwarki;
- zawężenie liczby proponowanych dokumentów do niezbędnego minimum - co jest niewątpliwie cechą metawyszukiwarek.

Dodam jeszcze, że serwis wyszukiwawczy o dużej efektywności ma wysoką precyzją i przywołanie oraz niski odrzut. W celu poprawnego zawężania wyników poszukiwań, konieczne jest zastosowanie metod sztucznej Inteligencji (SI). Poprawnie skonstruowane algorytmy bazujące nie tylko na konkretnym zapytaniu, ale również na poprzednich zapytaniach danego użytkownika, jego profilu zawodowym i tym podobnych informacjach będą w stanie efektywnie zawęzić zestaw dokumentów podanych jako wynik poszukiwań²⁷².

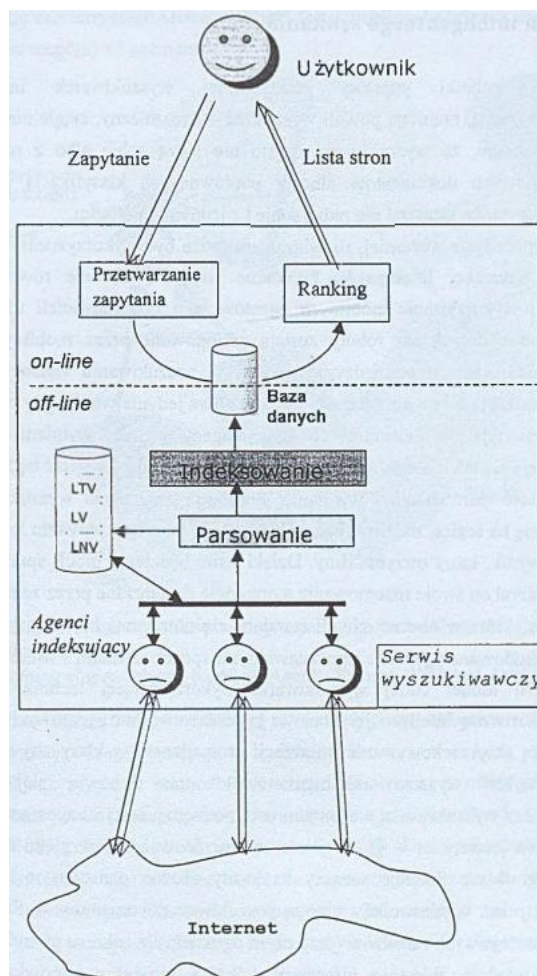
Jednak wykorzystanie SI w wyszukiwarkach może być niewystarczające i dlatego sugerowanym rozwiązaniem jest *Nowy Internet (Semantic Web – Sieć Semantyczna)*. Jest to projekt, który ma przyczynić się do utworzenia i rozpowszechnienia standardów opisywania treści w Internecie w sposób, który umożliwi maszynom i programom przetwarzanie informacji w sposób

²⁷¹ Niniejsze opracowanie bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Krawczyk H., Kruk S., *Inteligentne wyszukiwarki informacji e Internecie*, Studia Informatica, 2002, Volume 23, Number 2B (49).

²⁷² Nick Z., Themis P., *Web Search Using a genetic Algorithm*.

odpowiedni do ich znaczenia. Wśród standardów sieci semantycznych znajdują się OWL, RDF, RDF Schema (RDFS). Znaczenia zasobów informacyjnych określa się za pomocą tzw. ontologii²⁷³. Wspomniane ontologie składają się z taksonomii definiujących klasy obiektów i relacje pomiędzy nimi oraz zbiory reguł wnioskowania. Zdefiniowanie ontologii dla większości klas obiektów zaowocuje znaczną poprawą rozumienia przez komputery zapytań kierowanych do przeglądarki. *Sieć Semantyczna* ma stanowić nie tylko rozszerzenie Internetu do postaci, dzięki której proces poszukiwania informacji w sieci mógłby zostać maksymalnie zautomatyzowany, przy jednoczesnej poprawie jego efektywności.

Klasyczna wyszukiwarka internetowa składa się z 3 podstawowych części: baza danych, interfejs z użytkownikiem Internetu, moduł wyszukiwający. Schemat typowej wyszukiwarki przedstawiono na rysunku 11.1.



Źródło: Krawczyk H., Kruk S., *Inteligentne wyszukiwarki informacji e Internecie*, op. cit., rys. 1.

Rys. 11.1. Architektura typowej wyszukiwarki

Aby odpowiedzieć na zapytanie klienta, wyszukiwarka musi posiadać wiedzę na temat zasobów Internetu. Większość wyszukiwarek używa jednak techniki indeksowania, tak aby każdy wyszukany i przetworzony (parsowany) w Internecie dokument opisać w formie skrótowej. Z każdego dokumentu wydobywane są adresy innych dokumentów w Sieci (Internecie). Adresy te są umieszczane w podręcznej bazie danych, z której pobierają je agenci (roboty) wyszukiwające. Każdy z dokumentów może być oznaczony jako „do odwiedzenia” (LTV - „link to visit”) lub „nie odwiedzać”

²⁷³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web.

(LNV - „*link not visit*”. Ponieważ liczba pasujących stron może być bardzo duża, dodatkowo przeprowadza się ocenę

trafności - czyli sortowanie wyniku według stopnia, w jakim poszczególne dokumenty spełniają warunki postawione w zapytaniu. Oparcie działania wyszukiwarki jedynie na takiej architekturze jest mało efektywne i dlatego nowoczesne wyszukiwarki stosują różne techniki, a mianowicie:

- *klasteryzacja dokumentów*;
- *stosowanie rankingu wyszukiwarek*, określanie dziedziny wiedzy na podstawie zapytania, wielokrotne odpytywanie baz danych innych wyszukiwarek – techniki stosowane przez metawyszukiwarki, w celu uściślenia wyników zapytania do minimalnej grupy wyszukiwarek;
- *web content mining* - wydobywanie wiedzy z zawartości (treści i formatowania) strony;
- *web structure mining* - wydobywanie wiedzy ze struktury powiązań pomiędzy dokumentami w Sieci - określanie stron będących autorytetami oraz węzłów zawierających odniesienia do autorytetów - algorytm „*losowego Surfera*”²⁷⁴;
- *web usage mining* - wydobywanie wiedzy z informacji na temat stopnia wykorzystania poszczególnych obszarów Sieci;
- *word sens disambiguation* - ujednoznacznianie słów tworzących zapytanie, dzięki zastosowaniu serwisów typu WordNet;
- *wydobywanie informacji* (na podstawie formatowania tekstu - frazom zostają przypisane wagi).

Wyszukiwarki często nie radzą sobie albo z nadążaniem z indeksowaniem nowych dokumentów albo z poprawną ich klasyfikacją i precyzyjną odpowiedzią na zapytania. Rozwiązaniem może być wykorzystanie technik *Sieci Semantycznej*, sztucznej Inteligencji, technik agenturalnych, czyli wykorzystanie mobilnych agentów jako przedstawicieli użytkowników Internetu, mogących przemieszczać się pomiędzy serwerami w poszukiwaniu żądanej informacji. Na podstawie informacji o profilu użytkownika, którego reprezentują, i zastosowaniu sztucznej Inteligencji możliwe będzie nie tylko sprawdzenie istnienia wyszukanych stron przez agentów, ale również ich weryfikacja pod kątem zwartości oczekiwanej przez użytkownika. Nieodłączną częścią takiego systemu są również programy klienckie, które stanowią interfejs komunikacyjny z agentem.

Realizowanie przedsięwzięcia jakim było utworzenie elektronicznego *Atlasu chorób gastroenterologicznych*, będącym częścią systemu *Endoscopy Recommendation System (ERS)* wskazało, że wykorzystywanie informacji o reprezentatywnych chorobach gastroenterologicznych w postaci statycznej bazy wiedzy będzie w zdecydowany sposób ograniczało funkcjonalność całego systemu²⁷⁵. Dodawanie kolejnych przypadków chorobowych odbywało się lokalnie w Internecie. Nowa wersja *Atlasu chorób gastroenterologicznych* uwzględnia także techniki znane z serwisów wyszukiwawczych. Jednak celem utworzenia wspomnianego atlasu było dodawanie nowych zapisów, automatycznie jako wynik zapytania lekarzy korzystających z ERS, w późniejszej fazie jako wynik autonomicznego działania opracowanej aplikacji komputerowej.

* * *

W obecnych czasach prowadzone prace nad poprawianiem efektywności wyszukiwań w Internecie koncentrują się na wykorzystaniu do tego celu technik agenturalnych i szeroko rozumianej sztucznej Inteligencji, a ponadto z zastosowaniem *Sieci Semantycznej*. Osiągnięcia te powinno się wykorzystać także w tworzeniu aplikacji typu dynamiczne atlasy, będącymi analogią systemów zarządzania bazami danych. Przykładem jest właśnie tworzony *Atlas chorób gastroenterologicznych* traktowany jak jeden z pierwszych systemów współpracujących z siecią nowej generacji, czyli

²⁷⁴ Węgrzyn S., *Podstawy automatyki*, PWN, Warszawa 1978.

²⁷⁵ Krawczyk H., Kruk S., *Inteligentne wyszukiwarki informacji w Internecie*, op. cit., s. 22.

Semantic Web. Sieć ta zbudowana ma być na bazie już istniejących, wykorzystywanych i sprawdzonych standardów internetowych, nadbudowanych przez kilka kolejnych standardów²⁷⁶. Ponieważ każdy kolejny standard nakłada się na kolejny, dotycząc innego poziomu abstrakcji, toteż ochrzczone zostały one mianem „warstwowego placka” (*layer cake*). Kolejne warstwy placka prezentują się następująco (od dołu): Unicode, URI, XML i XML Schema, RDF i RDF Schema, OWL, mechanizmy wnioskowania, mechanizmy certyfikacji i zaufania. Zwróćmy uwagę chociaż na OWL (*Web Ontology Language*)²⁷⁷. Jest to język ze składnią opartą na XML, a semantyką opartą na logice opisowej (*description logics*). Stanowi rozszerzenie RDF (*Resource Description Framework*). Służy do reprezentacji i przetwarzania danych w sieci WWW. OWL służy do opisywania danych w postaci ontologii i budowania w ten sposób tzw. *Semantycznego Internetu*.

²⁷⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web.

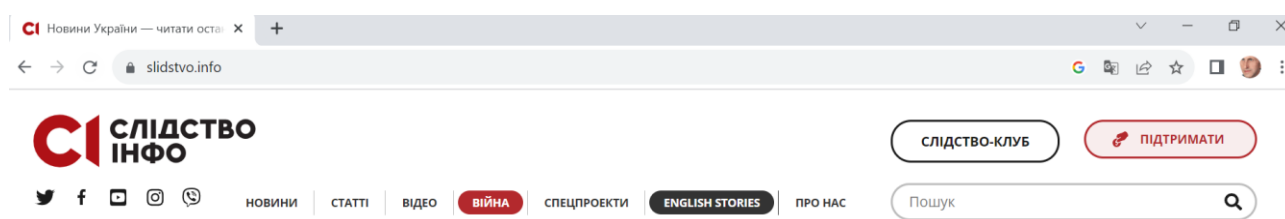
²⁷⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Web_Ontology_Language.

12. AI w zagadnieniach różnych



12.1. Zastosowanie sztucznej inteligencji w działaniach socjotechnicznych

Istnieje możliwość wykorzystania „sztucznej inteligencji”, określanej też skrótem (SzI) do działań socjotechnicznych, na rzecz wykrywania najcięższych przestępstw popełnianych przez rosyjskie siły okupacyjne na terytorium Ukrainy. Na podstawie wcześniejszych rozdziałów sztuczna inteligencja określana jest także skrótem SI lub z języka angielskiego skrótem AI. W cytowanym opracowaniu analiza tego zagadnienia pokazana jest na przykładzie działań realizowanych przez ukraiński serwis internetowy (*Slidstvo.Info*) zajmujący się sprawami kryminalnymi²⁷⁸ (zob. rysunek 12.1).



Źródło: <https://www.slidstvo.info/>.

Rys. 12.1. Menu główne strony internetowej slidstvo.info

Wiek XXI to okres gwałtownego rozwoju mediów cyfrowych i technologii informatyczno-komunikacyjnych. Cyberprzestrzeń stała się płaszczyzną integracji, komunikacji i porozumiewania się, wykształciło się społeczeństwo informacyjne. Internet zmienił nasze sposoby porozumiewania się, pracy i rozrywki. Lasowane jest przekonanie, że sztuczna inteligencja (AI) doprowadzi do znaczących zmian współczesnego świata.

Po opanowaniu mobilnego posługiwania się telefonem komórkowym, siecią wirtualną jaką jest Internet, nowe zjawisko technologiczne – AI to kolejna rewolucja informacyjna. Rozwiązania algorytmiczne i sprzętowe sztucznej inteligencji implementowane są do coraz to nowych obszarów zastosowań. Jak już wspomniano nowa technologia informatyczna, czyli AI może z dużym powodzeniem służyć do identyfikowania i wykrywania sprawców najcięższych przestępstw, w tym również na terenie zaatakowanego państwa.

* * *

Metoda badawcza *Scoping Reviews*, jest jakościową metodą badawczą, która polega na systematycznym przeglądzie literatury przedmiotu w danym zakresie (*Systematic Literature Review*). Dzięki wykorzystaniu *Scoping Reviews* możliwe jest osiągnięcie co najmniej dwóch celów:

1. Rozpatrzenie danego zakresu pojęcia jako działania prowadzącego do systematycznego przeglądu literatury.
2. Traktowaniu przeglądu literatury przedmiotu jako niezależnej metody badawczej oraz wyszukania luk badawczych w dostępnej literaturze.

Stosując wymienione metody systematycznego przeglądu natrafiono na 23 filmy zamieszczone w *Slidstvo.Info*. Dotyczą one możliwości wykorzystania AI w identyfikacji rosyjskich zbrodniarzy

²⁷⁸ W niniejszym materiale zabazowano na fragmentach artykułu internetowego: Leśniak-Moczuk K., Moczuk E., *Zastosowanie sztucznej inteligencji w działaniach socjotechnicznych dla społeczeństwa przyszłości*, III міжнародна науково-практична конференція учених та студентів «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства», 6-7 грудня 2022 р.

wojennych, którzy popełnili najcięższe zbrodnie ścigane przez Międzynarodowy Trybunał Karny. Do odpowiedzialności karnej pociągnięci są nie tylko sami sprawcy takich czynów, ale także ich inicjatorzy i przedstawiciele mediów.

12.2. Ujęcie prawne wpływ sztucznej inteligencji na dyskryminację rasową

Opracowanie niniejsze bazuje na wybranych i zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej Pawła Meringa²⁷⁹. Pojęcie dyskryminacji, wywodzące się z łacińskiego słowa *discriminatio*, oznacza rozróżnianie, nierówne traktowanie lub wybiórczą ocenę²⁸⁰. Słownik Oksfordzki podaje, że rasą jest system klasyfikacji ludzi na duże i odrębne populacje lub grupy ze względu na dziedziczne cechy zewnętrzne, pochodzenie geograficzne, kulturę, historię, język, wygląd zewnętrzny, etniczność i status społeczny. Późniejsze badania nad pojęciem rasy, możliwe dzięki rozwojowi genetyki, obaliły dotychczasowy podział ludzkości na rasy z uwagi na niewielkie różnice genetyczne między konkretnymi przedstawicielami gatunku *homo sapiens* w kontekście podziału antropologicznego²⁸¹.

Sztuczna inteligencja stanowi byt, którego teoretyczne wyobrażenie jako swego rodzaju elektronicznego człowieka nie odzwierciedla aktualnego stanu rozwoju technologii. Opisanie sztucznej inteligencji powinno być poprzedzone pewnym wstępem, który dotyczy rozwoju cywilizacji. Fizyk, profesor MIT i kosmolog Max Tegmark rozróżniają w „*Life 3.0 – Życie 3.0*”²⁸² piszą, że znajdujemy się w nowej epoce, w której osiągnięcie kolejnego poziomu rozwoju cywilizacji nie będzie możliwe bez rozwoju sztucznej inteligencji. Z punktu widzenia kosmologii wyróżniamy następujące cywilizacje kosmiczne z podziałem na ery:

- biologiczna (*Życie 1.0*).
- kulturalna (*Życie 2.0*)¹².
- rozwoju technologicznego (*Życie 3.0*).

Wspomniany Max Tegmark przedstawia je w kontekście *software* i *hardware*, przy czym rozumienie sztucznej inteligencji jest bardzo szerokie. W jej zakres wchodzi zarówno systemy oparte na algorytmach, jak i samoświadome rozwiązania rodem z powieści i filmów *science fiction*. Zalewski wskazuje, że sztuczną inteligencją jest system, który pozwala na wykonywanie zadań wymagających procesu uczenia się i uwzględniania nowych okoliczności w toku rozwiązywania danego problemu i który może w różnym stopniu, w zależności od konfiguracji, działać autonomicznie oraz wchodzić w interakcję z otoczeniem²⁸³.

Prawo międzynarodowe określające kwestie dyskryminacji rasowej zawiera się zarówno w zwyczaju międzynarodowym, jak i w umowach międzynarodowych, dotyczących praw człowieka, bo właśnie z praw człowieka wywodzi się konieczność przeciwdziałania rasizmowi. Odnosząc się do zasad w kontekście dyskryminacji rasowej, nie sposób nie wspomnieć o *Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka*. Przyjęcie koncepcji niezbywalnej przyrodzonej godności ludzkiej, z czego

²⁷⁹ Mering P., *Wpływ sztucznej inteligencji na dyskryminację rasową – ujęcie prane*, Wyższa Szkoła Administracji i Biznesu im. Eugeniusza Kwiatkowskiego w Gdyni, Konsorcjum Naukowe Ad Astra, Program badań nad astropolityką i prawem kosmicznym Nr 6/2022.

²⁸⁰ Winiarska A., Klaus W., *Dyskryminacja i nierówne traktowanie jako zjawisko społeczno-kulturowe*, Warszawa 2011, s. 9-11.

²⁸¹ Graves J.L., *What We Know and What We Don't Know: Human Genetic Variation and the Social Construction of Race*, (<http://raceandgenomics.ssrc.org/Graves/>).

²⁸² Tegmark M., *Życie 3.0. Człowiek w erze sztucznej inteligencji*, Warszawa 2019, s. 30-50.

²⁸³ Zalewski T., *Definicja sztucznej inteligencji* [w:], *Prawo sztucznej inteligencji*, red. L. Lai, Świerczewski M., 2020, s. 1-3.

wywodzi się zasada równości, pozwoliło na rozwijanie praw człowieka również w zakresie przeciwdziałania rasizmowi.

Niezbędny wskazania jest zbiór zasad zawiadujących rozwojem sztucznej inteligencji ustanowiono podczas konferencji Asilomar w 2017 r., które opublikowano na stronie instytutu *future of life*²⁸⁴. Wyrażono je w punktach i podzielono na trzy podgrupy: odnoszące się do celu badawczego, etyki (wartości) i zagadnień długoterminowych.

Rasizmu w sposób szczegółowy, tj. z pominięciem dyskryminacji, dotyczy deklaracja Międzynarodowa *Konwencja w Sprawie Likwidacji Wszelkich Form Dyskryminacji Rasowej* (ICERD). Strategie rozwoju sztucznej inteligencji, stworzone przez zespoły składające się z czołowych naukowców czy przedsiębiorców, działających na rynku SI mają niewątpliwie, z racji faktyczności oddziaływania, charakter naczelnych zasad. Wskazać należy, że działalność antyrasistowska Unii Europejskiej rozpatrywana powinna być według podziału na okres przed rokiem 1999 i po roku 1999²⁸⁵. W odniesieniu do prawnej prewencji rasizmu w ramach prawa pierwotnego Unii Europejskiej przed rokiem 1999 wspomnieć trzeba o tym, że w *Traktatach Unii Europejskiej* nie było żadnej wzmianki o rasizmie/dyskryminacji rasowej. Pewne zasady dotyczące rozwoju sztucznej inteligencji w ramach prawa unijnego wynikają z *Białej Księgi w sprawie sztucznej inteligencji pt. Europejskie podejście do doskonałości i zaufania*²⁸⁶. Dokument jest finałem prac nad ustanowieniem pewnych fundamentów pod przyszły rozwój prawa sztucznej inteligencji. Warta przywołania jest także Decyzja ramowa Rady 2008/913/WSiSW z dnia 28 listopada 2008 r. w sprawie zwalczania pewnych form i przejawów rasizmu i ksenofobii za pomocą środków prawnokarnych²⁸⁷.

Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów pn. *Sztuczna inteligencja dla Europy* zawiera definicję sztucznej inteligencji²⁸⁸. Dokument ten stanowi, że sztuczną inteligencją jest system, który wykazuje inteligentne zachowanie dzięki analizie otoczenia i podejmowaniu działań, do pewnego stopnia autonomicznie, w celu osiągnięcia konkretnych celów. Kolejnym jest Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów pn. *Skoordynowany plan w sprawie sztucznej inteligencji*²⁸⁹. Sztuczna inteligencja w ujęciu biznesowo-konsumenckim opiera się na analizie danych, a Unia Europejska poprzez strategię w zakresie danych²⁹⁰. Komunikat pn. *Budowanie zaufania do sztucznej inteligencji ukierunkowanej na człowieka*²⁹¹ określa zbiór siedmiu wymogów dotyczących sztucznej inteligencji:

²⁸⁴ <https://futureoflife.org/ai-principles/>.

²⁸⁵ Bell M., *Racism and Equality in the European Union*, s. 63 (<https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780199297849.001.0001/acprof-9780199297849>).

²⁸⁶ *Biała Księga* z dnia 19 lutego 2020 r. w sprawie sztucznej inteligencji Europejskie podejście do doskonałości i zaufania, COM/2020/65 final.

²⁸⁷ *Decyzja Ramowa Rady* 2008/913/WSiSW z dnia 28 listopada 2008 r. w sprawie zwalczania pewnych form i przejawów rasizmu i ksenofobii za pomocą środków prawnokarnych (Dz. Urz. WE L 328 z 06.12.2008.).

²⁸⁸ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 25 kwietnia 2018 r. pn. *Sztuczna inteligencja dla Europy*, COM/2018/237 final.

²⁸⁹ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 7 grudnia 2018 r. pn. *Skoordynowany plan w sprawie sztucznej inteligencji*, COM(2018) 795 final.

²⁹⁰ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 19 lutego 2020 r. pn. *A European Strategy for Data*, COM(2020) 66 final.

²⁹¹ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów pn. *Budowanie zaufania do sztucznej inteligencji ukierunkowanej na człowieka*, COM(2019) 168 final.

1. Przewodnia i nadzorcza rola człowieka.
2. Techniczna solidność i bezpieczeństwo.
3. Ochrona prywatności i zarządzania danymi.
4. Przejrzystość i różnorodność.
5. Niedyskryminacja i sprawiedliwość.
6. Dobrostan społeczny i środowiskowy.
7. Odpowiedzialność.

W dokumencie wskazuje się, że niektóre algorytmy sztucznej inteligencji, wykorzystywane do przewidywania recydywy, mogą wykazywać dyskryminację ze względu na płeć i rasę. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej⁴² w art. 32 określa zasadę równości wobec prawa, a także zasadę niedyskryminacji²⁹². Charakter unijnej polityki rozwoju prawa odnoszącej się do sztucznej inteligencji wymaga, by poszczególne państwa członkowskie przedstawiły swoje strategie w tym zakresie. Polska strategia rozwoju sztucznej inteligencji (*Polityka dla rozwoju Sztucznej Inteligencji w Polsce od roku 2020*) została przyjęta przez Komitet Rady Ministrów ds. Rozwoju 14 września 2020 roku²⁹³.

Zwrócić trzeba uwagę na występowanie problemów związanych z innego rodzaju technologiami, które wiążą się ze sztuczną inteligencją. W pierwszej kolejności wskazać należy problematykę *chatbots* (czatbotów), czyli nowych kanałów informacji, komunikacji i transakcji, które służą do kontaktu konsumenta z przedsiębiorcą za pomocą tradycyjnych kanałów (*Facebook*, *WhatsApp*, *WeChat*), jednakże z zastąpieniem człowieka maszyną²⁹⁴. Zdarzają się też sytuacje niepomysłne np. oparty o sztuczną inteligencję *chatbot*, wykorzystany umyślnie przez internautów, głosił treści rasistowskie, bronił „białej supremacji”, a nawet wzywał do ludobójstwa.

* * *

W ocenie Pawła Meringa związek między sztuczną inteligencją (AI) a dyskryminacją rasową jest niewątpliwy. Szerokie zastosowanie AI dopiero staje się powszechne, przy czym związek rasizmu ze sztuczną inteligencją jest przez prawo na płaszczyźnie europejskiego *soft law* dostrzegany. Fakt ujęcia tej konieczności w *Białej Księdze*, poprzez jednoznaczne wskazanie, że sztuczna inteligencja może powodować skutek w postaci dyskryminacji rasowej, w sposób oczywisty i niewątpliwy potwierdza wpływ dyskryminacji rasowej na AI w świetle prawa.

12.3. Systemy wykrywania intruzów wykorzystujące metody sztucznej inteligencji

Opracowanie niniejsze bazuje na publikacji internetowej Przemysława Kukielki i Zbigniewa Kotulskiego²⁹⁵. Coraz więcej różnorodnych instytucji, przy prowadzeniu działalności, korzysta z sieci Internet. W tej Sieci pojawiają się nowe usługi, takie jak: *telefonía VoIP*, komunikatory internetowe, gry sieciowe, usługi audio/wideo np. radio internetowe, IPTV, WEBTV.

Wiele instytucji ma oddziały na całym świecie, które wymieniają informacje pomiędzy sobą z wykorzystaniem ogólnodostępnej sieci Internet. Rozwój Internetu wiąże się ze zwiększoną liczbą przypadków naruszenia bezpieczeństwa systemów informatycznych. W celu ochrony systemów

²⁹² *Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej* z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 1997 nr 78 poz. 483).

²⁹³ <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/ai>.

²⁹⁴ Zumstein D., Hundertmark S., *Chatbots – and interactive technology for personalized communication and services* (https://www.researchgate.net/profile/Darius_Zumstein2/publication/322855718_Chatbots_-_An_Interactive_Technology_for_Personalized_Communication_Transactions_and_Services/links/5a72ecde458515512076b406/Chatbots-An-Interactive-Technology-for-Personalized-Communication-Transactions-and-Services.pdf).

²⁹⁵ Kukielka P., Kotulski Z., *Systemy wykrywania intruzów wykorzystujące metody sztucznej inteligencji*, Przegląd Telekomunikacyjny, rocznik LXXXIV nr 4/2011.

informatycznych pracujących w sieci lokalnej danej instytucji przed niepowołanym dostępem oraz wykorzystuje się urządzenia lub oprogramowanie, pełniące rolę zapory sieciowej (*firewall*). Konieczne jest uzupełnienie zabezpieczeń o system wykrywania włamań IDS (*Intrusion Detection System*) oraz rejestrowania prób złamania zabezpieczeń systemu informatycznego. Wyróżnia się dwa podstawowe sposoby podziału systemów IDS i występujące w nich podpodziały:

- ze względu na wykorzystywane techniki analizy (systemy wykrywania nadużyć, systemy wykrywania anomalii);
- ze względu na źródła wykorzystywania informacji (lokalne systemy IDS – HIDS), sieciowe systemy IDS – NIDS).

Do analizy danych zostały zaimplementowane mechanizmy statystyczne, wykorzystujące rozkład prawdopodobieństwa określonego parametru pobranego z rekordów audytu. W przypadku, gdy przyjęta wartość graniczna odchylenia od wartości średniej monitorowanego parametru zostanie przekroczona, fakt ten sygnalizuje podejrzanę zachowanie użytkownika.

W systemach wykrywania nadużyć, w przypadku tworzenia sygnatur, opierających się na progach oddzielających normalny ruch i atak od tego samego adresu IP skierowanych do usługi SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) jest wymagane właściwe określenie wartości tych progów, zapewniające możliwie dużą dokładność wykrywania ataków przy małej liczbie fałszywych alarmów. Bazy sygnatur wymagają ciągłych aktualizacji, a jeżeli administrator ich nie przeprowadza, systemy stają się mniej skuteczne i dodatkowo stwarzają niebezpieczeństwo mylącej pewności, że system jest dobrze chroniony. Natomiast w sytuacji stosowania systemów IDS wykrywania anomalii, wykorzystujących metody statystyczne, intruz może stopniowo – przez określone zachowania – tak modyfikować swój profil, że po pewnym czasie aktywność związana z atakiem będzie uznawana przez system jako normalny ruch. W ten sposób zasygnalizowano pojedynczy fakt anomalii w odniesieniu do normalnego zachowania użytkownika. Trzeba dodać, że część ograniczeń dotyczących tradycyjnych systemów IDS można wyeliminować poprzez zastosowanie sztucznej inteligencji.

Główną zaletą omawianych metod sztucznej inteligencji jest zdolność generalizacji, czyli klasyfikacji nie tylko danych prezentowanych podczas nauki, ale również wszelkich do nich podobnych. Zastosowanie sztucznej inteligencji w systemach IDS rozwiązuje problemy tradycyjnych systemów związane z potrzebą budowy sygnatur do wykrywania określonych typów ataków oraz modeli charakteryzujących normalne zachowania użytkowników. W przypadku gdy dane wejściowe przeznaczone do nauki zawierają tylko zdarzenia związane z normalnym ruchem, system tego typu jest systemem wykrywającym anomalie od nauczonych wzorców.

Wykorzystywana w nim sieć neuronowa SOM (*Self Organizing Map*) przypisuje analizowane dane do klas zdefiniowanych w procesie nauki. W przypadku gdy do danych wejściowych, wykorzystywanych do nauki sieci neuronowej i reprezentujących normalny ruch, doda się również wzorce ataków, taki system można uznać za pracujący na zasadzie wykrywania nadużyć.

Systemy wykorzystujące metody sztucznej inteligencji, podobnie jak tradycyjne systemy IDS, mogą używać dwu źródeł danych poddanych analizie. System sieciowy (NIDS), korzystający z informacji pobranych z nagłówków pakietów IP przepływających w analizowanej sieci, został zaprezentowany przez Cannady²⁹⁶. Dane do nauki i testowania zebrano za pomocą monitora *Real Secure*, ataki były symulowane z wykorzystaniem narzędzia *Internet Scanner*. Wiele prac związanych z systemami sieciowymi wykorzystywało gotowe dane, dostarczone przez projekt zrealizowany przez agencję DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*). Następnie dane

²⁹⁶ Cannady J., *Artificial neural networks for Misuse Detection*, National Information Systems Security Conference, 1998.

te zostały przetworzone w ramach drugiego projektu KDD (*Knowledge Discovery and Data Mining Competition*). Dane zawierają symulacje normalnego ruchu oraz ataków należących do czterech grup^{297 298 299}: DoS (*Denial of Service*), U2R (*User to Root*), R2L (*Remote to Local*), ataki rozpoznawcze (*probe*).

Jednym z rodzajów rozwiązań do wykrywania włamań do aplikacji informatycznych są pakiety oparte o systemy immunologiczne, różnych metod generowania przeciwciał oraz kodowania danych pobranych z sieci IP. Przykładem jest zastosowanie systemu MARS (*Multivariate Adaptive Regression Splines*) do wykrywania intruzów³⁰⁰. Zarówno MARS jak też LGP, okazały się skutecznymi metodami do wykrywania ataków z każdej z czterech klas (grup) oraz do klasyfikacji normalnego ruchu. Przy wykrywaniu intruzów znalazły zastosowanie także:

- algorytmy genetyczne;
- sieci Bayesa;
- drzewa decyzyjne;
- rozwiązanie hybrydowe, złożone z algorytmu genetycznego oraz drzewa decyzyjnego;
- metody odkrywania wiedzy (*data mining*).

Z *data mining* korzysta system ADAM (*Audit Data Analysis and Mining*), który w fazie nauki tworzy bazę wiedzy, zawierającą wzorce znanych ataków. Równocześnie uczony jest też moduł klasyfikatora. W fazie detekcji klasyfikator analizuje podejrzane dane, w celu zaliczenia ich do trzech klas: normalny ruch, atak oraz nieznany ruch. Jednak jedną z metod sztucznej inteligencji najczęściej stosowanych do wykrywania ataków jest użycie sieci neuronowych. Występują w praktyce różne hybrydy metod. Przykład architektury systemu IDS wykorzystujący kombinację sieci neuronowej i systemu eksperckiego zaprezentowano na rysunku 12.2³⁰¹.

System składa się z następujących bloków: gromadzenie danych, formatowanie danych, sieć neuronowa – blok odpowiadający za analizę danych, system ekspercki (analiza działania i kontrola sieci neuronowej), system ekspercki (decyzje). Wadą takiego rozwiązania jest potrzeba aktualizacji systemu eksperckiego w sytuacji, gdy sieć neuronowa wykryje nowy atak. Natomiast, gdy sieć neuronowa działa samodzielnie to do wykrywania włamań stosowane są architektury sieci neuronowe takie jak:

- MLP (*Multi-Layer Perceptron*),
- SOM (stanowiąca sieć samoorganizującą się),
- ART (*Adaptive Resonance Theory*),
- sieci neuronowe rekurencyjne (wykorzystywane w przypadku danych prezentowanych przez szeregi czasowe),
- radialne RBF (*Radial Basis Function*),
- SVM (*Support Vector Machine*).

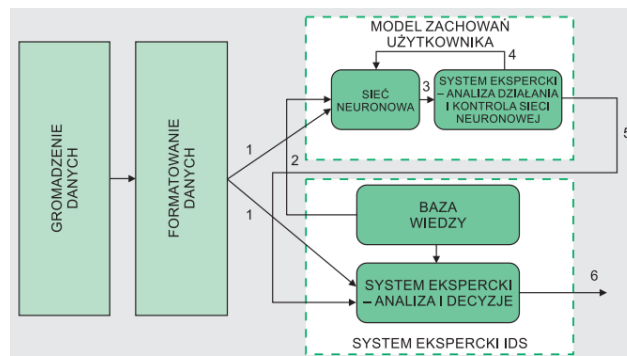
²⁹⁷ Kayacik H.G., Zincir-Heywood A.N., Heywood M.I., *Selecting Features for Intrusion Detection: A Feature Relevance Analysis on KDD99 Intrusion Detection Dataset*, In Proc. of the Third Annual Conference on Privacy, Security and Trust (PST-2005), October 2005.

²⁹⁸ Lippmann R., Haines J.W., Fried D.J., Korba J., Das K., *The 1999 Darpa Off-Line Intrusion Detection Evaluation*, Computer Networks: The International Journal of Compute.

²⁹⁹ Lee W., Stolfo S. J., *A Framework for Constructing Features and Models for Intrusion Detection System*, ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC), 3(4) 2000.

³⁰⁰ Mukkamala S., Sung A. H., Abraham A., Ramos V., *Intrusion Detection Systems using Adaptive Regression Splines*. In Proc. of ICEIS-04 – 6th Int. Conf. on Enterprise Information Systems, Porto, Portugal, April 14–17, 2004.

³⁰¹ Debar H., Becke M., Siboni D., *A neural network component for an intrusion detection system*, In Proc. of the IEEE Computer Society Symposium on Research in Security and Privacy, 1992



Źródło: Kukielka P., Kotulski Z., Systemy wykrywania intruzów wykorzystujące metody sztucznej inteligencji, op. cit., rysunek 1.

Rys. 12.2. Schemat blokowy systemu IDS

Zaletą zastosowania sieci SOM jest to, że może się ona uczyć bez nauczyciela, więc nie wymaga procesu wstępnego etykietowania wektorów jako normalnego ruchu lub ataku. Mahdi Moradi i Mohammad Zulkemine przedstawili koncepcję zastosowania sieci neuronowej MLP jako klasyfikatora do wykrywania włamań³⁰². Wykorzystywana sieć umożliwia określenie, jakiego rodzaju atak nastąpił. Dzięki temu było możliwe podjęcie właściwej akcji zaradczej. Do testów i nauki użyto zbioru zawierającego około 15 000 połączeń wybranych z projektu KDD. Widok fragmentu strony tytułowej projektu KDD zaprezentowano na rysunku 12.3.



Źródło: <https://cordis.europa.eu/project/id/746837/pl>.

Rys. 12.3. Fragment strony tytułowej projektu KDD

Wersja projektu KDD-CHASER ma na celu opracowanie modelu procesu i platformy oprogramowania do wspólnego odkrywania wiedzy w danych (KDD)³⁰³. Tradycyjnie KDD był procesem kierowanym przez ekspertów, ale ostatnio zaczęły pojawiać się specjalne typy procesów KDD, które obejmują osoby niebędące ekspertami w różnych rolach. Dzięki wystarczająco inteligentnym narzędziom programowym takie osoby mogą nawet przejąć kontrolę nad procesem i wykorzystywać KDD do wydobywania użytecznej wiedzy z własnych danych osobowych, ale taka możliwość nie jest odpowiednio uwzględniona w ustalonym modelu procesu KDD. Projekt rozwiązuje ten problem, badając wymagania dotyczące włączenia autonomicznego oprogramowania

³⁰² Moradi M., Zulkemine M., *Neural Network Based System for Intrusion Detection and Classification of Attacks*, IEEE International Conference on Advances in Intelligent Systems – Theory and Applications, Luxembourg-Kirchberg, Luxembourg, November 15–18, 2004.

³⁰³ <https://cordis.europa.eu/project/id/746837/pl>.

i ludzi niebędących ekspertami jako aktorów w procesie KDD i przekształcając je w nowy model procesu, składający się z modelu danych i modelu przepływu pracy, który spełnia wymagania.

Bardzo dobre wyniki detekcji ataków uzyskano z wykorzystaniem sieci SVM, przy czym najlepszą dokładność klasyfikacji przy najkrótszym czasie nauki uzyskano dla sieci MLP. Natomiast algorytmem, który umożliwił najszybszą naukę tej sieci, okazał się RPROP (*Resilient backpropagation*).

System hybrydowy złożony z sieci SVM oraz systemu wykorzystującego logikę rozmytą zaprezentowano między innymi w opracowaniu „*A Study on fuzzy intrusion detection*”,³⁰⁴. Natomiast przedstawienie systemu hybrydowego złożonego z sieci neuronowej MLP i algorytmu C4.5 drzew decyzyjnych spotykamy w pracy *Hybrid neural network and C4.5 for misuse detection*³⁰⁵. Proces nauki i testowania został przeprowadzony z wykorzystaniem danych KDD.

* * *

Systemy IDS oparte na metodach sztucznej inteligencji zapewniają skuteczne wykrywanie nauczonych ataków oraz ich zmodyfikowanych nowych wersji³⁰⁶. Jednak nie wszystkie typy nowych ataków są poprawnie klasyfikowane bez konieczności ponownej nauki systemu IDS, bowiem ponowna nauka wymaga zdobycia wzorców nowych ataków. Trzeba dodać, że systemy IDS wykorzystujące sztuczną inteligencję (AI) są w stanie również analizować z dużą szybkością dane pochodzące z różnych źródeł. Zastosowanie AI ma sens w przypadkach, gdy stworzenie odpowiedniej reguły wykrywającej atak jest procesem skomplikowanym. Wydaje się słuszne, że pełne rozwiązanie systemu IDS powinno być kombinacją systemu wykorzystującego metody sztucznej inteligencji oraz tradycyjnego systemu wykrywania nadużyć. Jak już zaznaczono w opisie metody sztucznej inteligencji można również wykorzystać w celu ograniczenia liczby danych poddawanych analizie.

12.4. Znaczenie nowoczesnych technologii dla bezpieczeństwa

Opracowanie niniejsze bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej *Znaczenie nowoczesnych technologii dla bezpieczeństwa*³⁰⁷. Szybki postęp technologiczny będzie miał swoje konsekwencje dla bezpieczeństwa globalnego. Przedstawiono jaki wpływ na życie ludzi będzie miała sztuczna inteligencja oraz zidentyfikowano wyzwania i zagrożenia dla ich bezpieczeństwa. Konsekwencje niesie także postęp w sferze biotechnologii, przeobrażenia w zakresie nanotechnologii mają też wpływ na prowadzenia działań militarnych i zapewnianie bezpieczeństwa.

Pomyślnie rozwijane biotechnologie umożliwią identyfikowanie, rozumienie, manipulowanie i poprawę życia organizmów. Przewiduje się że postęp technologiczny może doprowadzić do klonowania ludzi. Dzięki szybkiej wymianie informacji znacznie przyspieszy globalizację i

³⁰⁴ Yao J.T., Zhao S.L., Saxton L.V., *A Study on fuzzy intrusion detection*, In Proc. of SPIE Vol. 5812, *Data Mining, Intrusion Detection, Information Assurance, And Data Networks Security*, Orlando, Florida, USA, 28 March – 1 April 2005.

³⁰⁵ Pan Z. S., Chen S. C., Hu G. B., *Hybrid neural network and C4.5 for misuse detection*, In Proc. of the Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC'03), 2003.

³⁰⁶ Kukielka P., Kotulski Z., *Systemy wykrywania intruzów wykorzystujące metody sztucznej inteligencji*, op. cit.

³⁰⁷ Banasik M., *Znaczenie nowoczesnych technologii dla bezpieczeństwa*, Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego 2018, vol. 12, nr 2, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach.

tworzenie się wieloetnicznych kultur³⁰⁸. Szczególny wpływ będą miały zaawansowane technologie informacyjno-komunikacyjne³⁰⁹. W świetle tych informacji rodzi się pytanie: *Jakie wyzwania i ryzyka dla bezpieczeństwa globalnego będą stanowiły przeobrażenia technologiczne, które dokonają się w perspektywie dwóch nadchodzących dekad?*³¹⁰.

Prawdziwy rozkwit komputeryzacji nastąpił dopiero w ciągu ostatnich dwóch dekad. Przypuszcza się, że maszyny w czasach komputerów już mają przewagę nad człowiekiem, chociażby w zakresie analizowania ogromnej ilości danych³¹¹. Wiele jest też możliwości wykorzystania sztucznej inteligencji (AI) w obszarze ekonomii i społeczeństwa informacyjnego. Niepokoją jednak potencjalne systemy, które będą mogły podejmować decyzje poza kontrolą człowieka³¹². Coraz częstsze są głosy, że należałoby jednak ograniczać działalność inteligentnych maszyn do określonej liczby specjalistycznych zadań. E. Musk uważa, że brak regulacji prawnych dotyczących AI może być ogromnym zagrożeniem dla ludzkości³¹³. Wymieniony przedstawiciel Elon Reeve Musk jest przedsiębiorcą, założycielem lub współzałożycielem przedsiębiorstw PayPal, SpaceX, Tesla, Neuralink i Boring Company³¹⁴.

Coraz szersze kontrowersje wywołuje funkcjonowanie sztucznej inteligencji w tzw. chmurze. Ekspertcy uważają, że systemy ze sztuczną inteligencją powinny funkcjonować autonomicznie, ale usługi nie mogą być realizowane bez podłączenia do Internetu³¹⁵.

Aplikacje sztucznej inteligencji będą mogły być wykorzystywane do lokalizacji cyberataków lub identyfikowania fałszywych transakcji internetowych. Dla zapewnienia cyberbezpieczeństwa koniecznością będzie zastosowanie systemów o zdolności analizowania ogromnej ilości danych. Systemy monitorowania i śledzenia, będą mogły w przyszłości dokładnie identyfikować ludzi i ustalać miejsce ich aktualnego pobytu. Jest to szczególnie istotne wobec ludzi podejrzanych o popełnienia przestępstwa.

Sygnalizowane są informacje, że na straży bezpieczeństwa obywateli stać będą też roboty policyjne³¹⁶. Jednak chyba najbardziej niepokoi to, że sztuczna inteligencja może być wykorzystana w sferze militarnej, a doświadczenia w tym zakresie doprowadzą do utworzenia nowej generacji broni. Przykładem jest koncern Kałasznikow, który planuje umieścić w swoim uzbrojeniu moduły sieci neuronowych. Nowoczesna broń będzie zdolna do podejmowania na polu walki autonomicznych decyzji³¹⁷, jednak obecnie większość systemów uzbrojenia ma autonomiczne funkcje, ale nie jest autonomiczną bronią³¹⁸. Powróćmy jeszcze do biotechnologii, która wbrew potocznej opinii nie jest jeszcze nową dyscypliną naukową. *Biotechnologia zajmuje się zmianami*

³⁰⁸ Anton P.S., Silbergliitt R., Schneider J. (2001), *The Global Technology Revolution. Bio/Nano/Materials Trends and Their Synergies with Information Technology by 2015*, Santa Monica, https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1307.html.

³⁰⁹ *Global Trends, Paradox of Progress* (2017). A publication of the National Intelligence Council. Washington, <https://www.dni.gov/files/documents/nic/GT-Full-Report.pdf>, s. 175.

³¹⁰ Banasik M., *Znaczenie nowoczesnych technologii dla bezpieczeństwa*, op. cit.

³¹¹ Rowecka K., (2016). *Maszyna kontra człowiek. Historia i przyszłość sztucznej inteligencji*, Portal internetowy Business Insider Polska 05.11, <http://businessinsider.com.pl/technologie/historia-sztucznej-inteligencji/r3v3gx0>.

³¹² *The Global Risks Report 2017*. (2017), The World Economic Forum. 12th Edition, Geneva, http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf.

³¹³ Musk E. (2017), *Musk namawia do regulacji prawnej sztucznej inteligencji*. Portal Interia 19.07.2017, <http://nt.interia.pl/technauka/news-elon-musk-namawia-do-regulacji-prawnej-sztucznej-inteligencji,nId,2418481>.

³¹⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Elon_Musk.

³¹⁵ *The Global Risks Report 2017*. (2017), op. cit., s. 49.

³¹⁶ Rowecka K. (2016), *Maszyna kontra człowiek. Historia i przyszłość sztucznej inteligencji*, op. cit.

³¹⁷ Banasik M., *Znaczenie nowoczesnych technologii dla bezpieczeństwa*, op. cit., s. 129.

³¹⁸ *Autonomous Weapon Systems. The Need For Meaningful Human Control* (2015). No. 97 AIV / No. 26 CAVV, October, http://cms.webbeat.net/ContentSuite/upload/cav/doc/Report_nr_26_-_Autonomous_weapon_systems.pdf.

materii żywej i nieożywionej poprzez wykorzystanie organizmów żywych, ich części bądź pochodzących od nich produktów, a także modeli procesów biologicznych w celu tworzenia wiedzy, dóbr i usług³¹⁹. Występuje tu zastosowanie inżynierii genetycznej. Wykorzystanie informacji uzyskanych na podstawie DNA pozwoliło na :

- ukierunkowane leczenie chorób,
- znaczny progres na polu tanskryptomiki i proteomiki,
- manipulowanie komórkami i tkankami.

Trzeba jeszcze wyjaśnić wprowadzone tu nowe pojęcia. *Tanskryptomika* to dziedzina za pomocą, której określane jest miejsce i czas aktywności genów. Natomiast *protemika* zajmuje się identyfikacją proteomu, czyli identyfikacją, badaniem funkcji i wzajemnymi interakcjami białek, występujących w organizmach żywych³²⁰.

Biologia syntetyczna stała się tkanką łączną pomiędzy inżynierią a technologią biologiczną, koncentrując się na projektowaniu i konstruowaniu nowych biologicznych części, urządzeń i systemów³²¹. Istnieje jednak ryzyko wyprodukowania nowych złośliwych patogenów. W takiej sytuacji bioterroryzm może szybko się zmaterializować. Pojedynczy terroryści nazywani *samotnymi wilkami* dzięki dostępowi do biotechnologii mogą osiągać efekty na wielką skalę bez znacznych nakładów finansowych i organizacyjnych³²².

W ciągu najbliższej dekady w sferze cywilnej biotechnologie znacznie wpłyną na dokonywanie się postępu w medycynie. Dąży się do zbudowania i zastosowania takich produktów jak interfejsy umożliwiające komunikowanie się pomiędzy mózgiem człowieka a komputerem³²³. Koncerny biotechniczne ukierunkują swoje działania na rozwój bezprzewodowo kontrolowanych medycznych implantów, które będą punktowo dostarczały pacjentowi wymagane lekarstwa. Zakłada się możliwość wszczepiania człowiekowi implantów, które będą w organizmie poruszały się na zasadzie mini robotów kontrolujących funkcjonowanie organizmu. Będą np. sygnalizować załóżki pojawiania się zawału serca czy rozpoznawać wczesne stadium pojawiania się raka³²⁴.

Ponadto ocenia się, że w ciągu najbliższej dekady posiadanie kodu genetycznego człowieka oraz innych rezultatów analiz molekularnych takich jak polimorfizmu genetycznego pozwoli na selektywny dobór leków i spersonalizowane leczenie³²⁵. Dąży się do wyprodukowania sztucznych płuc, uszu i mięśni. Bardzo zaawansowane są badania nad komórkami macierzystymi, które pozwolą w przyszłości na regenerację praktycznie każdej części ludzkiego organizmu³²⁶. Trzeba też

³¹⁹ Dubin A. (2007), *Stan i kierunki rozwoju biogospodarki*. Raport opracowany przez Interdyscyplinarny Zespół do spraw Rozwoju Biogospodarki pod kierunkiem prof. dr hab. Adama Dubina. Warszawa. http://www.jagiellonskiecentruminnowacji.pl/attachments/033_MNISW_2007_Stan_i_kierunki_rozwoju_biogospodarki_w_Polsce.pdf, s. 18

³²⁰ Kadtke J., Wells II L., (2014). *Policy Challenges of Accelerating Technological Change: Security Policy and Strategy Implications of Parallel Scientific Revolutions*. Center for Technology and National Security Policy. National Defense University Washington, <http://ctnsp.dodlive.mil/files/2014/09/DTP106.pdf>, s. 38.

³²¹ Miller D.T. (2015), Defence 2045. *Assessing the Future Security Environment and Implications for Defense Policy-makers*. A Report of the CSIS International Security Program 2015. Lanham. Boulder. New York. London, http://es-pas.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/151106_Miller_Defense2045_Web.pdf, s. 26.

³²² Ibidem, s. 26.

³²³ Cheng J. (2014), *New biotech office to integrate biology into national defense*. Defenses Systems. 01.04, <https://defensesystems.com/articles/2014/04/01/darpa-biotechnology-office.aspx>.

³²⁴ Miller D.T. (2015), Defence 2045. *Assessing the Future Security Environment and Implications for Defense Policy-makers*, s. 28.

³²⁵ Lorenc A. (2013), *Znaczenie polimorfizmu wybranych genów związanych z metabolizmem folianów w rozwoju hipotrofii płodu*. Poznań, <http://www.wbc.poznan.pl/Content/298703/index.pdf>, s. 25.

³²⁶ Kadtke J., Wells II L., (2014). *Policy Challenges of Accelerating Technological Change: Security Policy and Strategy Implications of Parallel Scientific Revolutions*, op. cit., s. 40.

zaznaczyć, że nowoczesne technologie w przyszłości mogą doprowadzić do zmiany struktury spożywanych przez ludzi posiłków. W przyszłości, gdy wystąpi ekspozycja żołnierza na czynniki trujące, nastąpi uwolnienie do organizmu stosownego lekarstwa lub jego produkcja, dzięki genetycznie zmodyfikowanym mikroorganizmom³²⁷.

Innym obszarem burzliwego rozwoju są nanotechnologie. *Nanotechnologia to nauka, inżynieria i technologia, która umożliwia ingerencję w poszczególne atomy i molekuly*³²⁸. Trzeba dodać, że obecnie zaawansowane technologicznie, wielofunkcyjne i kompozytowe materiały posiadają lepsze właściwości użytkowe. Dąży się wyprodukowania nowych materiałów, urządzeń i systemów, charakteryzujących się zminiaturyzowanymi rozmiarami. Miniaturyzacja pozwala na stosowanie takich aplikacji, gdzie wymagana jest wysoka gęstość elementów, prędkość przetwarzania danych i różnorodna funkcjonalność. Materiały wykonane w nanotechnologii posiadają wysoką czułość sensorów, wysoki współczynnik użytecznego sygnału w stosunku do sygnału zakłóceń, wysoki wskaźnik nadprzewodnictwa i dużą pojemność pamięci³²⁹. Wyodrębnia się siedem głównych obszarów nanotechnologii³³⁰:

1. Materiały hybrydowe.
2. Materiały inteligentne (*smart*), czyli takie, które mają zdolność reagowania na bodźce zewnętrzne.
3. Nanomateriały.
4. Nanosensory.
5. Nanotechnologie medyczne.
6. Nanomedycyna.
7. Nanomaszyny i nanoprzemysł.

Wpływ nowych technologii będzie odczuwalny w uzbrojeniu, elektronice, komunikacji, mobilności, technologii niewidzialnej, tzw. *stealth*, inteligentnego umundurowania oraz wpłynie na kondycję psychofizyczną żołnierzy.

Materiały kompozytowe posiadają wysokie właściwości termiczne, mechaniczne i elektryczne. Domieszki nanocząsteczek srebra, magnezu, niklu i tytanu znacznie poprawiają właściwości dekontaminacyjne nanowłókien³³¹. Inteligentne materiały nowej generacji mogą mieć wmontowane sensory, urządzenia komunikacyjne, siłowniki, elementy gromadzące energię, kształtujące właściwości aerodynamiczne i hydrodynamiczne. Materiały piezoelektryczne mogą wykrywać sygnały akustyczne. Wielostrukturalne kompozyty nanotechnologiczne będą między innymi w przyszłości wykorzystywane do konstrukcji hełmów zaopatrzonych w wizjery do dziennej i nocnej, dookólnej obserwacji pola walki. Przewiduje się, że w przyszłości nanotechnologie zrewolucjonizują funkcjonowanie żołnierza na polu walki. Natomiast nanosensory będą monitorowały fizyczny i psychiczny stan zdrowia żołnierzy, a w przypadku odstępstw od normy dostarczały wymaganą dawkę leków. Tak więc przyszłe nakrycia głowy, zaopatrzone w sensory i

³²⁷ Perkins E. J., Steevens J.A., (2016). *Future Applications of Biotechnology*, Small Wars Journal 22.10, s. 3.

³²⁸ *What is nanotechnology.* (2017). Portal internetowy USA National Nanotechnology Initiative, <https://www.nano.gov//nanotech-101/what/definition>.

³²⁹ Tomar S. (2014), *Nanotechnology. Current Global Trends and Future Military Applications for „Soldier as a System”*. Journal of Defence Studies. Vol. 8, No. 4 October-December. New Delhi, http://www.idsa.in/system/files/jds/jds_8_4_2014_sanjivtomar.pdf, s. 58.

³³⁰ Miller D.T. (2015), *Defence 2045. Assessing the Future Security Environment and Implications for Defense Policymakers*. A Report of the CSIS International Security Program 2015. Lanham. Boulder. New York. London, http://es-pas.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/151106_Miller_Defense2045_Web.pdf, s. 31.

³³¹ Tomar S. (2014), *Nanotechnology. Current Global Trends and Future Military Applications for „Soldier as a System”*. Journal of Defence Studies. Vol. 8, No. 4 October-December. New Delhi, http://www.idsa.in/system/files/jds/jds_8_4_2014_sanjivtomar.pdf, s. 68.

nowoczesne monitory, będą nie tylko klasycznym hełmem ochronnym, ale nowoczesną platformą wymiany informacji i wizualizacji pola walki.

* * *

Jest wiele zainicjowanych rozwiązań w zakresie wdrażania nanotechnologii do różnych branż, w tym w szczególności do zabezpieczenia obronności. Może to być zaskoczeniem gdy powiemy, że przyszłe systemy broni ze sztuczną inteligencją będą mogły autonomicznie podejmować decyzję na podstawie własnego doświadczenia. Wybór i naprowadzanie na cele w odpowiednim miejscu i czasie będzie przebiegał automatycznie. Gwałtowny rozwój biologii syntetycznej generuje znaczący taktyczny, operacyjny i strategiczny wpływ na szeroki zakres jej zastosowania w procesie zapewniania bezpieczeństwa. Długoterminowe zastosowanie nanotechnologii i wchłaniania przez organizm nanocząsteczek może wywołać trudne do przewidzenia implikacje³³².

12.5. Internetowe systemy edukacyjne

Zaprezentowano internetowe systemy edukacyjne z przeznaczonych dla studentów³³³. System internetowy powinien się cechować interaktywnością, a w systemie takim występują moduły: wykładowców, studentów, dziekanatu, administratorów. W module wykładowców zwrócono uwagę na zalety multimediiów. W module studentów przedstawiono procedury wyboru przedmiotów i form zajęć dydaktycznych, przy zastosowaniu metod sztucznej inteligencji. W module dziekanatu przedstawiono zarządzanie wykładowcami oraz studentami.

Zdaniem autorów omawianej publikacji aktualna edukacja, a zwłaszcza testowanie umiejętności studentów przez Internet jest nieefektywne. Zwróćmy jeszcze uwagę na zakres bazy społeczeństwa informacyjnego, którą jest infrastruktura informatyczna, a obejmuje ona przede wszystkim³³⁴:

- Internet,
- telefonię komórkową,
- sieci satelitarne,
- sieci lokalne,
- sieci bezprzewodowe.

Coraz istotniejsze są zagrożenia występuje ze strony cyberprzestrzeni i z tego powodu społeczeństwo informacyjne przykłada większą wagę do bezpieczeństwa informatycznego³³⁵, chociaż wykorzystanie Internetu do nauczania nie jest zjawiskiem nowym, a problemy z tym związane są stale aktualne³³⁶. Obecnie jest znacznie więcej osób piszących różne teksty, niż czytających, zwłaszcza tematy naukowe. Występuje jednak konieczność uwzględniania nie tylko pozyskiwania wiedzy – informacji, ale również nabierania umiejętności przez studiujących przez edukację wirtualną.

³³² *Nanotechnology risks - the real issues.* (2007). Nanowerk 06.04, <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1781.php>.

³³³ Opracowanie niniejsze bazuje na zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej: Marecki F., Frąckiewicz Z., *Internetowe systemy edukacyjne*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Nr 656, Studia Informatica nr 28, 2011.

³³⁴ *Studia Informatica*, Vol. 23, No. 2B: (48), (49), (50), Silesian University of Technology Press, Gliwice 2002.

³³⁵ *Bezpieczeństwo informacji w systemach komputerowych*, materiały z konferencji, red. F. Marecki, WSIZ, Bielsko-Biała 2001, 2002.

³³⁶ Marecki F., *Wirtualny uniwersytet – wizja czy rzeczywistość*, Bielski Festiwal Nauki, WSIZ, Bielsko-Biała 2001.

Podstawą efektywności edukacji internetowej jest możliwość równoczesnego przekazu wiedzy do szerokiego grona studentów. Wykłady przeprowadzone mogą być dowolnym terminie – w formie tekstowo-graficznej lub multimedialnej. Jednak w przypadku testów powstaje problem wiarygodności i zaufania egzaminatora do studenta. W edukacji internetowej dozór by studenci nie korzystali z pomocy kolegów lub innych materiałów jest w znacznym stopniu utrudniony. Tak więc sprawdzenie umiejętności rozwiązywania zagadnień przez Internet jest wielce dyskusyjne.

Tekst wykładu, przeważnie w formie pliku, zawiera zwykle wiele definicji, określeń i innych zwrotów, które wymagają dodatkowych objaśnień. Na wykładach internetowych elementy te mogą stanowić linki do miejsc w pliku na serwerze lub laptopie wykładowcy. *Hipertekst* jest efektywniejszym środkiem przekazu informacji niż tekst klasyczny, gdyż zawiera także rysunki i fotografie. Może łączyć kilka różnych wykładów, znajdujących się w różnych plikach. Klasyczny tekst z formułami matematycznymi i rysunkami jest domeną podręczników akademickich, natomiast *wykład internetowy* zawiera zwykle prezentacje multimedialne np. filmy. W edukacji szczególną rolę odgrywają multimedialne instrukcje np. obsługi komputera. Ponadto wykład multimedialny można wielokrotnie odtwarzać w całości lub w wybranych fragmentach.

Interaktywny wykład internetowy jest wyzwaniem dla informatyków, bowiem dotyczy bezpośrednich kontaktów studentów z wykładowcą. Interaktywność może polegać także na różnej reakcji programu komputerowego w zależności od wyboru użytkownika, co stosowane jest w wielu systemach do nauki języków obcych. Interakcję można przedstawić także w postaci tworzenia rysunków z możliwością powrotu do dowolnego miejsca. Analogicznie przedstawiane są wyprowadzenia formuł matematycznych.

Odnieśmy się teraz do testów internetowych. Edukacja internetowa polega na nauczaniu i sprawdzeniu efektów nauczania. Błąd w wiarygodności oceny można zminimalizować, pozwalając studentowi wybrać formę egzaminu. Testowanie umożliwia sprawdzania wiedzy wielu studentów w krótkim czasie. Wyróżnia się testy z poszczególnych wykładów oraz testy końcowe egzaminacyjne, przy czym problem polega na:

- uzyskaniu maksymalnej wiedzy w ograniczonym czasie,
- uzyskaniu określonej wiedzy w minimalnym czasie.

Wykład internetowy z założenia przeznaczony jest dla samouka. Sugeruje się, aby każdy wykład poprzedzić testem z danego wykładu. Jeśli student uzyska ocenę, która go satysfakcjonuje, może go pominąć i przejść do kolejnego wykładu. Należy powtarzać wykłady, z których uzyskuje się najniższe oceny z testów. Inteligentny program może generować losowo wykłady. Przy korzystaniu z testów do przeprowadzenia egzaminu z całego przedmiotu student powinien mieć możliwość wyboru poziomu testu. Problem polega na przyjęciu takich formuł obliczania wyniku testu, aby student nie mógł go zdać losowo. W internetowym systemie edukacyjnym moduł testowy zawiera zwykle opcje administracyjne np. podawane są tabele porównania grup i trudności wykładów.

Edukacja nie tylko dotyczy wiedzy, bowiem w pracy zawodowej największe znaczenie odgrywają umiejętności, za które można otrzymać wynagrodzenie. Bliższe rozpoznanie prowadzi do wniosku, że Internet nadaje się do zdobywania wiedzy, ale jest nieefektywny do przekazywania umiejętności. W proponowanych ofertach edukacyjnych występują te, które dotyczą wyłącznie wiedzy, oraz te, które dotyczą wyłącznie umiejętności. W wielu zastosowaniach metod komputerowych/internetowych jest możliwe zastosowanie symulatorów szkoleniowych. Jeszcze innym przykładem wykorzystania komputerów/Internetu w edukacji są gry symulacyjne, np. biznesowe. W biznesie nie wystarczy znajomość definicji ekonomicznych, lecz trzeba umieć

prowadzić biznes. Charakterystyczną cechą prawie wszystkich gier edukacyjnych jest zastosowanie sztucznej inteligencji.

* * *

Występuje zachwyty, ale i niepokój związany z odwzorowaniem modelu umysłu człowieka przez maszyny z zaawansowaną techniką IT. W niniejszym materiale, wzorowanym na publikacji *Internetowe systemy edukacyjne* zwrócono uwagę na różnicę między wiedzą i umiejętnościami. System internetowy powinien się cechować interaktywnością, czyli kontaktem studentów z wykładowcą, przy czym wyróżniono w nim moduły: wykładowców, studentów, dziekanatu i administratorów. Szczególną uwagę zwrócono na sposób opracowywania testów, które pozwalają na wiarygodną ocenę wiedzy studenta. Podjęto dyskusję nad konstrukcją internetowych testów wiedzy i strategię ich zdawania. Podkreślono, że dalszy rozwój społeczeństwa informacyjnego nie może opierać się wyłącznie na szybkim udostępnianiu informacji, ale powinien zależeć przede wszystkim od umiejętności. Dlatego duże znaczenie mają biznesowe gry oraz symulatory komputerowe, w rozwiązywaniu problemów na etapie edukacyjnym.

12.6. Sztuczna inteligencja w nauczaniu języka angielskiego

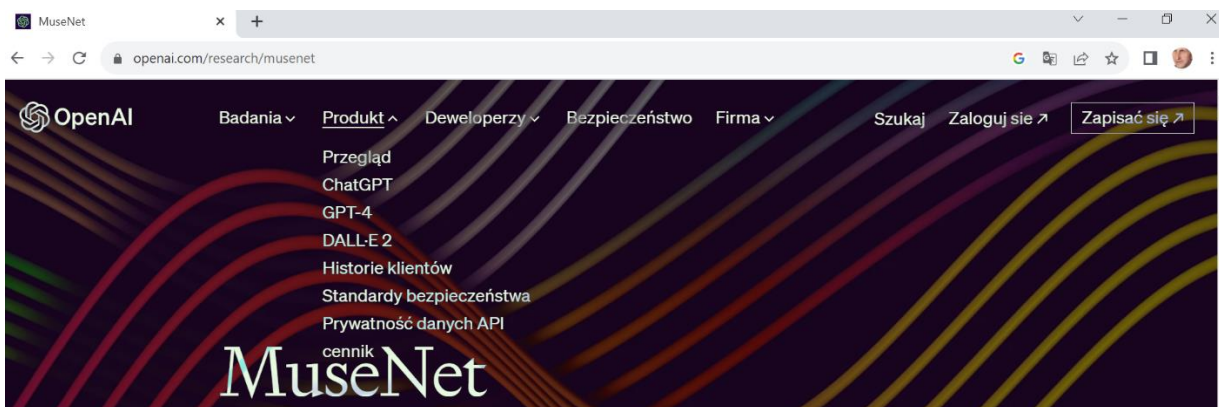
Przewiduje się, że nauczanie języków obcych w przyszłości odbywać się będzie m.in. z zastosowaniem sztucznej inteligencji (AI). ChatGPT zaprojektowano jako program ułatwiający użytkownikom komunikację z komputerem. Opracowanie niniejsze bazuje na wybranych i zaimplementowanych fragmentach publikacji internetowej *Sztuczna inteligencja w nauczaniu języka angielskiego. ChatGPT jako narzędzie wspomagające oraz inteligentna pomoc w edukacji językowej*³³⁷. Nowoczesne technologie obejmują również nauczanie języków obcych. Jak już wspomniano, narzędziem które pomaga w tej dziedzinie jest *ChatGPT*. Natomiast GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) to model językowy sztucznej inteligencji opracowany przez OpenAI. Wersja GPT, tj. *ChatGPT* może generować teksty w języku naturalnym, odpowiadać na pytania, a także prowadzić dialogi. W dalszej części omówiono rolę *ChatGPT* jako inteligentnego narzędzia wspierającego pracę w zakresie nauczania języka angielskiego, a zwłaszcza w zakresie projektowania materiałów dydaktycznych. Oprócz GPT oraz *ChatGPT* powstały:

- program szkoleniowy *OpenAI Scholars*;
- projekt DALL·E – sieć neuronowa, która tworzy obrazy na podstawie tekstu;
- projekt *MuseNet* – sieć neuronową potrafiącą wygenerować czterominutowy utwór grany przez dziesięć różnych instrumentów.

Widok strony tytułowej po wywołaniu *MuseNet* pokazano na rysunku 12.4.

Dostęp do *ChatGPT* jest możliwy po utworzeniu konta oraz zalogowaniu się na stronie: *chat.openai.com*. Serwis wygląda jak standardowy komunikator – wystarczy na dole w okienku wpisać swoje pytanie lub stwierdzenie, a zostanie wygenerowana odpowiedź. Program umożliwia prowadzenie dialogu w różnych językach.

³³⁷ Grobelna B., *Sztuczna inteligencja w nauczaniu języka angielskiego. ChatGPT jako narzędzie wspomagające oraz inteligentna pomoc w edukacji językowej*, Uniwersytet Gdański, DOI: 10.47050/jows.2023.2.87-93.



Źródło: <https://openai.com/research/musenet>.

Rys. 12.4. Widok strony tytułowej wejścia do produktów firmy OpenAI

Wiedza *ChatGPT* może ograniczać się do roku 2021, a językiem domyślnym jest język angielski. Model ten komunikuje się w kilkunastu językach, nie zostało dotychczas sprawdzone, czy może służyć do ich nauczania, np. w zakresie gramatyki bądź słownictwa. W zależności od języka komunikacji, odpowiedzi udzielane przez *ChatGPT* mogą się różnić³³⁸.

Obecnie dzięki AI możliwe jest wygenerowanie przykładowych zdań lub dialogów zawierających daną strukturę gramatyczną albo słownictwo w wybranym języku obcym. W *ChatGPT* poproszono o wygenerowanie przykładowego tekstu ilustrującego użycie czasu *Present Perfect Continuous*. Zdaniem Barbary Grobelnej – autorki cytowanego artykułu, uzyskany z *ChatGPT* tekst prawidłowo przedstawia użycie *Present Perfect Continuous*. Poza prezentowaniem użyć struktur gramatycznych *ChatGPT* może również być wykorzystany do ilustrowania kontekstu słownictwa oraz jako szybki słownik online, który pozwala na sprawdzenie znaczenia słów i fraz w języku obcym np. *go on*. Dla podanego czasownika frazowego „*go on*” *ChatGPT* przywołał cztery najbardziej podstawowe i popularne znaczenia razem z przykładowymi zdaniami oraz krótkim wyjaśnieniem. Jeśli dana odpowiedź jest w naszej opinii niewystarczająca, możemy poprosić o jej rozszerzenie lub przeformułowanie.

Ponadto istnieje możliwość zapytania o znaczenie słowa użytego w konkretnym kontekście. Program odniesie się do całości zaprezentowanego fragmentu i wyjaśni, co w tym sensie oznacza dany wyraz. Przesyłając tekst można również wydać polecenie wyjaśnienia terminów i fraz. Wyjaśnienia mogą być zaprezentowane w języku polskim lub angielskim. Omawiana aplikacja jest także pomocna w sprawdzaniu i odnajdywaniu błędów językowych.

Oprócz prawidłowego zidentyfikowania błędu i przedstawienia poprawnej formy, sztuczna inteligencja przytoczyła również wyjaśnienie dotyczące reguł odmiany czasownika *być* w czasie teraźniejszym prostym. *ChatGPT* jest w stanie zaproponować konkretne ćwiczenia do utrwalania wybranego zagadnienia oraz gotowy test, kartkówkę, ćwiczenie na czytanie ze zrozumieniem³³⁹. Aby uzyskać dowolne zadanie, należy wydać polecenie typu „*Czy mógłbyś zaproponować kilka ćwiczeń na utrwalenie czasu Past Simple na poziomie A2?*”. Ponadto możemy zaproponować wykonanie botowi różnych ćwiczeń np.³⁴⁰

„*Przetłumacz poniższe zdania na język angielski, używając czasu Past Simple.*
Wczoraj zjadłam kanapkę z serem.”

³³⁸ Seghier, M.L. (2023), *ChatGPT: not all languages are equal*, „*Nature*”, nr 615(7951), s. 216–216.

³³⁹ Grobelna B., *Sztuczna inteligencja w nauczaniu języka angielskiego ChatGPT jako narzędzie wspomagające oraz inteligentna pomoc w edukacji językowej*, op. cit., s. 90.

³⁴⁰ Ibidem.

*Moi rodzice obejrżeli wczoraj wieczorem film.
Ostatni tydzień był bardzo pracowity.
Moja siostra nie poszła do szkoły wczoraj.
Ostatnio jeździłem na rowerze w weekendy”.*

Zaproponowane ćwiczenia mogą być dwóch różnych typów np. uzupełnianie wypowiedzeń czasownikiem podanym w nawiasie oraz tłumaczenie zdań. Następnie możemy zwrócić się z prośbą o kolejne propozycje.

Aplikacja *ChatGPT* jest też w stanie przygotować zadanie na czytanie ze zrozumieniem. Ponadto może także pomóc w prowadzeniu konwersacji w języku obcym, na przykład poprzez symulowanie rozmów w danym języku. Jeśli dany tekst nie spełnia naszych oczekiwań, istnieje możliwość wprowadzenia detali do tej rozmowy i zmodyfikowania jej. Omawiany *bot* – robot, jakim jest aplikacja *ChatGPT*, może także wygenerować tematy do konwersacji dla konkretnej grupy, np. poprzez polecenie: „Wygeneruj pięć tematów do konwersacji na lekcji języka angielskiego na poziomie B1”. Zdaniem testującej aplikację *ChatGPT* – Barbary Grobelnej *chatbot* pamięta naszą konwersację. Jeśli chcemy coś doprecyzować, nie musimy od nowa kreować polecenia, tylko napisać kolejną wiadomość w odniesieniu do naszego problemu. Trzeba dodać, że początkowe zadanie nie uwzględniło informacji, że powinny być to tematy na lekcję języka angielskiego, więc *ChatGPT* przygotował propozycję po polsku.

* * *

Na zakończenie tych rozważań trzeba sobie zadać pytanie: *Czy istnieje jeszcze potrzeba kontaktu żywym, ludzkim nauczycielem?* Według opinii Su i Yanga program komputerowy, jakim jest *ChatGPT*, może popełniać błędy i przedstawiać nieprawidłowe informacje³⁴¹. Nauczyciel odpowiada za krytyczną analizę wyników, które są mu dostarczane przez AI. Tak więc, wykorzystywanie tego narzędzia na lekcjach języka angielskiego powinno się dziać pod ścisłym nadzorem nauczyciela³⁴².

Jeśli uczniowie zaczną go traktować jako szybki i wygodny translator, istnieje ryzyko, że zniechęci ich to do rozwijania umiejętności językowych. Niebezpieczeństwem jest też używanie AI do generowania wypowiedzi pisemnych lub odpowiedzi na zadania³⁴³. Ponadto język naturalny to narzędzie komunikacji między ludźmi, a program komputerowy nie jest w stanie tego zapewnić, uczeń bowiem najskuteczniej przyswaja wiedzę, kiedy może wymieniać poglądy³⁴⁴.

³⁴¹ Su, J., Yang, W. (2023), *Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education*, „ECNU Review of Education”, Vol. 0.

³⁴² Ali, J.K.M., Shamsan, M.A.A., Hezam, T.A., Mohammed, A.A. (2023), *Impact of ChatGPT on Learning Motivation: Teachers and Students' Voices*, „Journal of English Studies in Arabia Felix”, nr 2(1), s. 41–49.

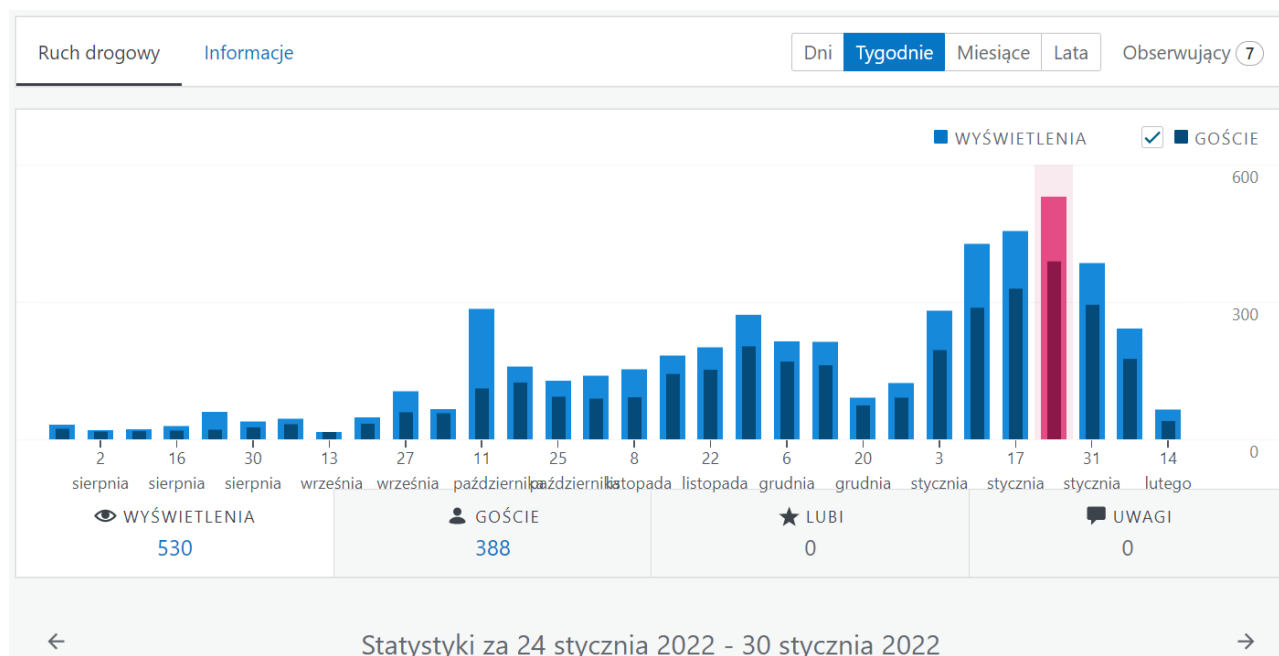
³⁴³ Dwivedi, Y.K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E.L., Jeyaraj, A., Kar, A.K., (...), Wright, R. (2023), „So what if ChatGPT wrote it?”. *Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy*, „International Journal of Information Management”, nr 71, 102642.

³⁴⁴ Deczewska, J. (2020), *Interakcje między uczestnikami nauczania zdalnego – wyzwania, oczekiwania, możliwe rozwiązania*, „Języki Obce w Szkole”, nr 3, s. 13–18.

13. Moje publikacje w latach 2008-2023



Coraz częściej spotykam się z dużym zainteresowaniem internautów moimi publikacjami i wpisami, a świadczy o tym tygodniowa statystyka w *WordPress* na blogu: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/> (zob. rysunek 13.1).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie blogu „Procesy informacyjne w teorii i praktyce”.

Rys. 13.1. Statystyka w układzie tygodni na blogu moim blogu

Oprócz tego forum, współpracy z sympatykami metod ilościowych w domenie „Google” w Internecie, znajdują się pozycje ze zmiankami o moim dorobku naukowym na stronie www WSZiA Opole. Dalej zostaną zaprezentowane wybrane z tej strony moje pozycje publikacji zarówno jako książki, monografie indywidualne oraz artykuły w monografiach zbiorowych. Zaprezentowane zostaną publikacje sygnalizowane w domenie Google po wywołaniu autora „Władysław Wornalkiewicz”. Całość opracowano w układzie kolejności narastającej lat (2008-2022).

2008

1. „*Ekonomiczno-społeczne problemy współczesnego zarządzania i komunikacji*”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2008, 255 s., artykuł „*Dobór metod i parametrów w budowaniu modeli ekonometrycznych*”, strony: 190-204, ISBN 978-83-88980-69-5, 978-83-7511-098-2.

Link: <https://wordpress.com/media/wornalkiewicz.wordpress.com>.



2010

1. „*Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*”, monografia zbiorowa recenzowana (podręcznik akademicki), współautorstwo - Marian Duczmał, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2010, 597 s., ISBN 978-8388980-94-7, 978-83-62105-41-0.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Wstep_do_ekonometrii_i_badan_operacyjnych.pdf.



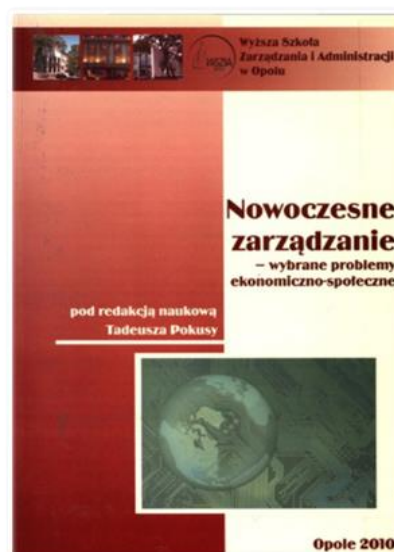
2. „*Zarządzanie i polityka społeczna - wybrane problemy*”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2010, 443 s., artykuł „*Estymacja modeli wielorównaniowych w GRETL*” strony: 255-276, ISBN 978-83-88980-90-9, 978-83-62105-23-6.

Link: <https://wordpress.com/media/wornalkiewicz.wordpress.com>.



3. „*Nowoczesne zarządzanie - wybrane problemy ekonomiczno-społeczne*”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2010, 242 s., artykuł: „*Propozycja określenia efektywności województw*”, strony: 189-208, ISBN 978-83-88980-98-5, 978-83-62105-53-3.

Link: <https://integro.bg.polsl.pl/172200374055/ksiazka/nowoczesne-zarzadzanie-wybrane-problemy-ekonomiczno-spoeczne?bibFilter=17>.



2011

1. „Przejawy wielowymiarowości współczesnego zarządzania - formy i instrumenty ekonomiczno-społeczne”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2011, 394 s., artykuł: „Model ekonometryczny zmiennej „liczba bezrobotnych””, strony: 172-186, ISBN 978-83-62683-20-8, 978 -83-7511-135-4.

Link: <https://wordpress.com/media/wornalkiewicz.wordpress.com>.



2012

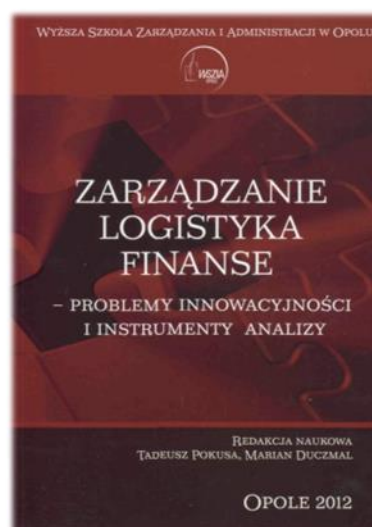
1. „Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera”, wydanie II rozszerzone, część I, monografia zbiorowa recenzowana (podręcznik akademicki), współautorstwo - Marian Duczmal, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2012, 411 s., ISBN 978-83-62683-30-7, 978-83-7511-259-0.

2. „Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera”, wydanie II rozszerzone, część II, monografia zbiorowa recenzowana (podręcznik akademicki), współautorstwo - Marian Duczmal, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2012, 223 s., ISBN 978-83-62683-30-7, 978-83-7511-259-0.



3. „Zarządzanie Logistyka Finanse - Problemy innowacyjności i instrumenty analizy”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, 2012, ... s., artykuły: „Model wielorównaniowy PKB”, strony: 223-249, „Etapy i procedury budowy modelu produktu brutto podregionów”, strony: 261-279, ISBN

Link: <https://w.bibliotece.pl/1798765/Zarz%C4%85dzanie+logistyka+finanse>.



2013

1. „Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi”, skrypt nr 1/2013 - pomocniczy do przedmiotu Ekonometria, Opole: Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, 2013, 252 s., ISBN 978-83-62683-44-4, 978-83-7511-187-3.

Link: <https://wordpress.com/media/wornalkiewicz.wordpress.com;>

https://books.google.pl/books/about/Metoda_badania_przyczynowo_skutkowego_zw.html?id=0d0DoQEACAAJ&redirect_esc=y.



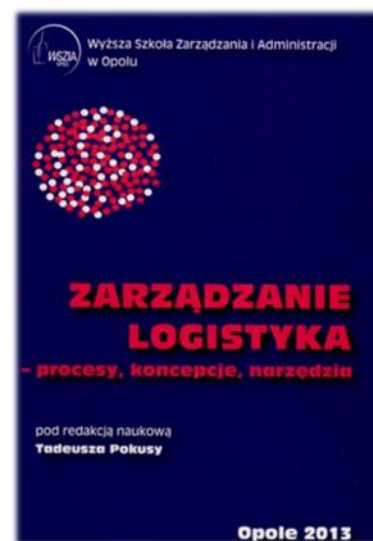
2. „Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej”, monografia indywidualna recenzowana, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2013, 343 s., ISBN 978-83-62683-36-9, 978-83-7511-170-5.

Link: <https://integro.bs.katowice.pl/32403087968/wornalkiewicz-wladyslaw/modele-ekonometryczne-pkb-objektow-struktury-terytorialnej>.



3. „Zarządzanie Logistyka - procesy, koncepcje, narzędzia”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2013, 304 s., , artykuł „Programowanie wielokryterialne z zastosowaniem WinQSB”, strony: 168-184, ISBN 978-83-62683-49-9, 978-83-7511-192-7.

Link: <https://integro.ciniba.edu.pl/integro/192504222555/ksika/zarzdzanielogistykakoncepcjeprocenyarnarzdzia>.



4. „*Spoleczno-ekonomiczne uwarunkowania zarzadzania i administracji - innowacyjność, komunikacja*”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2013, 251 s., artykuł „*Wybór lokalizacji obiektu z zastosowaniem Expert Choice*”, strony: 124-140, ISBN 978-83-62683-53-6, 978-83-7511-103-4.

Link: <https://wordpress.com/media/wornalkiewicz.wordpress.com>.



2014

1. „*Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarzadzania*” cz. I, monografia indywidualna recenzowana (podręcznik akademicki), Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2014, 665 s., ISBN 978-83-62683-64-2, 978-83-7511-210-8.

2. „*Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarzadzania*” cz. II, monografia indywidualna recenzowana (podręcznik akademicki), Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2015, 665 s., ISBN 978-83-62683-64-2, 978-83-7511-210-8.

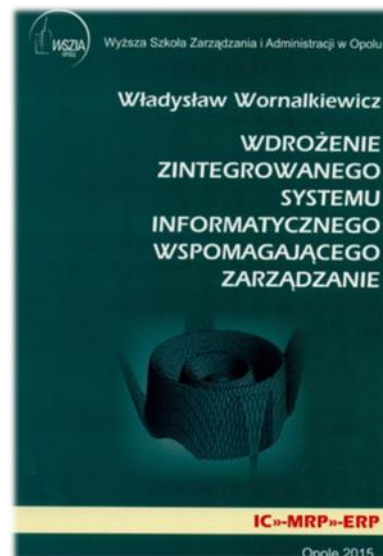
Link: <https://integro.bg.polsl.pl/172600881896/wornalkiewicz-wladyslaw/formulowanie-modeli-ekonometrycznych-na-potrzeby-zarzadzania>.



2015

1. „*Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarzadzanie*”, monografia indywidualna recenzowana (podręcznik akademicki), Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2015, 370 s., ISBN 978-83-62683-67-3, 978-83-7511-226-9.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Wornalkiewicz_Wdrozenie_zintegrowanego_systemu_informatycznego.pdf.



2. „*Ekonomiczno-społeczne uwarunkowania rozwoju gospodarczego - zarządzanie informacją i nowymi technologiami*”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: Wydawnictwo „Instytut Śląski”, 2015, 507 s., artykuły i strony: „Przejawy wdrożenia systemów informatycznych” (85-108), „Modelowanie procesów zarządzania” (124-146), współautorstwo: Ryszard Broszkiewicz, „EDI w procesie logistycznym” (278-301), „Analityka biznesowa” (356-375).

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/2_2021.pdf.



3. „*Koncepcje i narzędzia współczesnej logistyki - monografia upowszechniająca projekt „WSZiA w Opolu w perspektywie realizacji Strategii Europa 2020 Wzmocnienie potencjału dydaktycznego Uczelni w obszarze kształcenia kadr dla sektora logistyki poprzez wdrożenie programu rozwojowego”*”, praca zbiorowa, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 102 s., artykuł „Implementacja systemów klasy ERP w logistyce”, ISBN 978-83-62683-75-8, 978-83-7511-235-1.

Link: <https://wordpress.com/media/wornalkiewicz.wordpress.com>.



2016

1. „*Wprowadzenie do projektowanie systemów informatycznych zarządzania*” Część 1, monografia indywidualna recenzowana (podręcznik), Opole: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Opolu, 2016, 328 s., ISBN 978-83-62683-97-0, 978-83-7511-243-6.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Projektowanie_systemow_informatycznych_zarzadzania.pdf.

2. „*Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*” część 2, monografia indywidualna recenzowana (podręcznik), Opole: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Opolu, 2016, 567 s., ISBN 978-83-62683-97-0, 978-83-7511-243-6.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Wprowadzenie_do_projektowania_Czesc2.pdf.



3. „*Conference Proceedings of the International Scientific Internet-Conference Modern Problems of Improve Living Standards in a Globalized World*”, materiały pokonferencyjne - monografia zbiorowa recenzowana, Opole - Berdyansk - Slavyansk), 2016, (electronic edition), 534 s., artykuł „*Rozwiązanie problemu transportowego metodą VAM*” (22-28), ISBN 978-83-62683-871.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2016_modern_problems_of_imrpve_living_standards_in_a_globalized_world_slavyansk.pdf.



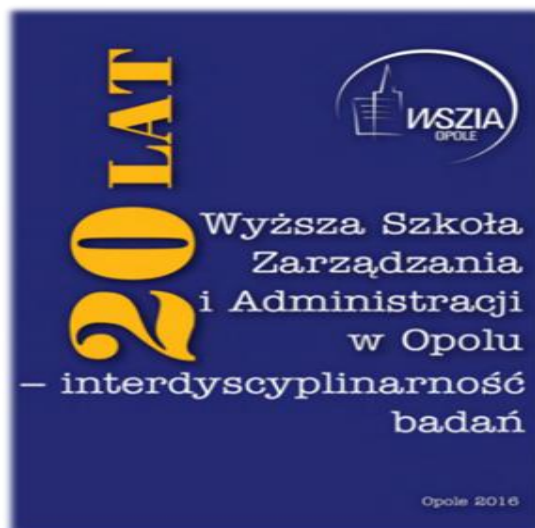
4. „*Social and Economic Priorities in the Context of Sustainable Development*”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2016, 444 s., artykuł „*Product promotion and company image in Internet*” (*Promocja produktu i wizerunku firmy w Internecie*), strony: 138-148, , ISBN 978 - 83 - 62683 -78 - 9.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2016_priotytet_spoleczno_gospodarcze_w_kontekscie_zrownowazonego_rozwoju.pdf.



5. „*20 lat Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu - interdyscyplinarność badań*”, monografia zbiorowa recenzowana jubileuszowa, Opole: Wydawnictwo Instytut Śląski, 2016, 375 s., artykuł: „*Wyszukiwarki i media społecznościowe*”, strony: 320-333, ISBN 978-83-62683-86-4, 978-83-7511-247-4.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2016_wyzsza_szkola_zarządzania_i_administracji_w_opolu_interdyscyplinarnosc_badan.pdf.



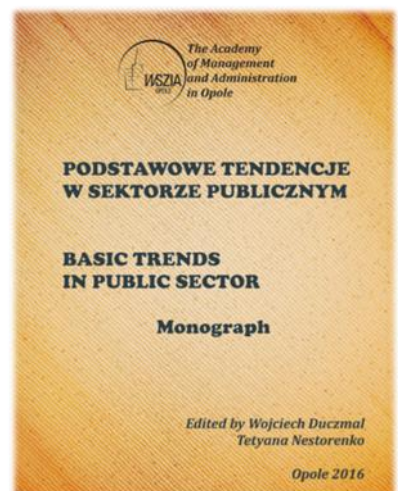
6. „СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК: РОЛЬ ІНФОРМАЦІЇ ТА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ”, monografia zbiorowa recenzowana, Бердянський державний педагогічний університет, 2016, 295 s., artykuł „Symulacja biznesowa”, strony: 197-208, ISBN 978-617-7291-44-1. Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2016_%D0%9E%D0%A6%D0%86%D0%90%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%9E_%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%86%D0%A7%D0%9D%D0%98%D0%99.pdf.



7. „Освіта і суспільство. Міжнародний збірник наукових праць”, Бердянський державний педагогічний університет, 2016, 418 s., artykuł „Ranking metod ilościowych w Internecie”, strony: 275-285, ISBN 978-617-7291-80-9 (електронне видання). Link: https://bdpu.org.ua/wp-content/uploads/2019/10/Papers_Berdiansk_2016.pdf.



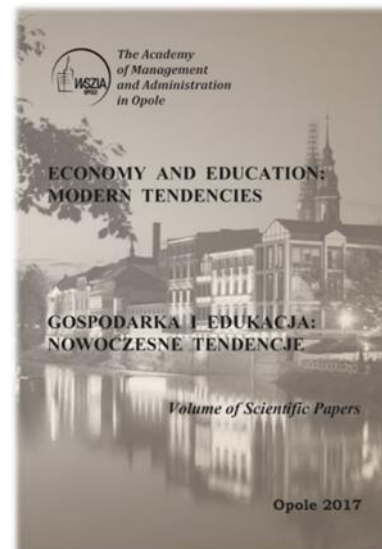
8. „Basic Trends in Public Sector” („Podstawowe tendencje w sektorze publicznym”), monografia zbiorowa recenzowana, artykuł: *Designing of managerial consoles (Projektowanie pulpitów menadżerskich)*, strony: 58-74. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2016, 200 s., ISBN 978-83-62683-79-6. Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2016_podstawowe_tendencje_w_sektorze_publicznym_duczmal_nestoreka-1.pdf.



2017

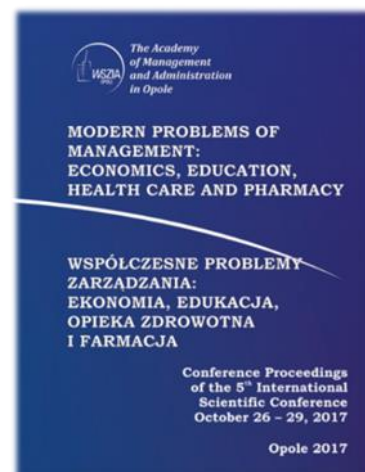
1. „*ECONOMY AND EDUCATION: MODERN TENDENCIES*” - *GOSPODARKA I EDUKACJA: NOWOCZESNE TENDENCJE*, Volume of Scientific Papers, monografia zbiorowa recenzowana, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, 2017, 362 s., artykuł „*Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji*”, strony: 39-43, ISBN 978 - 83 - 62683 - 24 - 6.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2017_economy_andeducation_modern_tendencies.pdf.



2. „*Modern Problems of Management: Economics, Education, Health Care and Pharmacy*”, Conference Proceedings of the 5th International Scientific Conference, 232 s., Opole, The Academy of Management and Administration in Opole, 2017, artykuł „*Zastosowanie konwertera plików*”, strony: 25-27, 978-83-62683-23-9.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2017_modern_problems_of_management_economics_education_health_care_and_pharmacy.pdf.



3. „*Popularyzacja wybranych metod ilościowych w Internecie*”, monografia indywidualna, Wyższa Szkoła Zarządzania i administracji w Opolu, Opole, 2017, 351 s.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2017_popularyzacja_wybranych_metod_ilosciowych_w_interneice_wornalkiewicz.pdf.



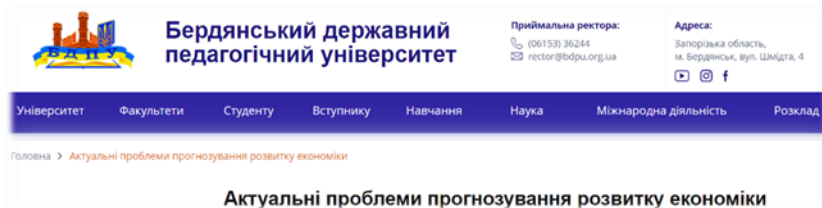
4. „Problems and Prospects of Territories' Socio-Economic Development”, Conference Proceedings of the 6th International Scientific Conference, materiały pokonferencyjne, monografia zbiorowa recenzowana, The Academy of Management and Administration in Opole, 2017, 272 s., artykuł: „Optymalizacja marszrutyzacji przewozów z zastosowaniem funkcji Excela”, strony: 41-43, ISBN 978-83-62683-10-9.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2017_problems_and_prodprcts_pf_territories_socio_economic_development.pdf.



5. „Актуальні проблеми прогнозування розвитку економіки...” („Bieżące problemy prognozowania ekonomiki Ukrainy”), zbiór prac naukowych - monografia zbiorowa recenzowana, 370 s., КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА (Kijowski Narodowy Uniwersytet im. Tarasa Szewczenki) i inne, 2017, „Optymalizacja przewozów z zastosowaniem funkcji Excela” strony: 154-169, ISBN 978-617-7291-98-4.

Link: <https://bdpu.org.ua/actual-problems-of-forecasting-economic-development/>.



6. „Transformations in contemporary society: economic aspects” (Przemiany w nowoczesnym społeczeństwie: aspekty ekonomiczne), monografia zbiorowa recenzowana, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, 2017, 348 s., artykuł: „Forecasting using the multiplicative model” („Prognozowanie z zastosowaniem modelu multiplikatywnego”), strony: 205-212, ISBN 978-83-62683-96-3.

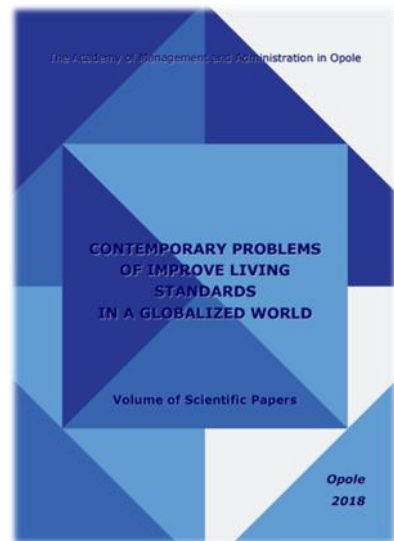
Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2017_przemiany_w_nowoczesnym_spoleczenstwie_aspekty_e_konomiczne_nosferanko_pokusa.pdf.



2018

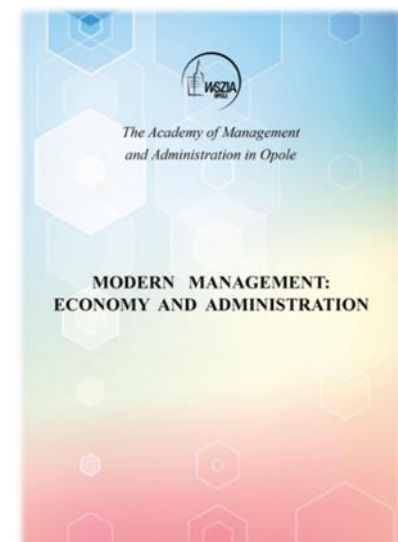
1. „*Contemporary Problems of Improve Living Standards in a Globalized World*”, Volume of Scientific Papers, monografia zbiorowa recenzowana, The Academy of Management and Administration in Opole, Opole, 2018, electronic edition, 770 s., artykuł „*Echa migracji w wybranej literaturze (Stosowane metody i modele)*”, strony: 516-527, ISBN 978-83-946765-1-3.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2018_contemporary_problems_of_improvwe_living_in_a_globalized_world.pdf.



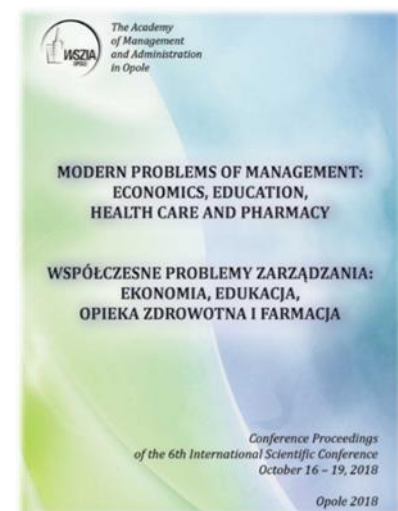
2. „*MODERN MANAGEMENT: ECONOMY AND ADMINISTRATION*” (*NOWOCZESNE ZARZĄDZANIE: EKONOMIA I ADMINISTRACJA*), monografia zbiorowa recenzowana, The Academy of Management and Administration in Opole, Opole, 2018, 218 s., artykuł „*Applications used in designing websites*” (*Aplikacje stosowane w projektowaniu stron www*) , strony: 154-160, ISBN 978-83-62-683-27-7.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2018_modern_management_economy_and_administration.pdf.



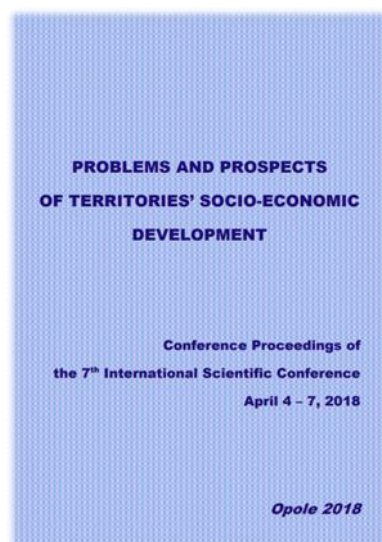
3. „*Modern Problems of Management: Economics, Education, Health Care and Pharmacy*” (*Współczesne problemy zarządzania: Ekonomia, edukacja, opieka zdrowotna i farmacja*), Conference Proceedings of the 6th International Scientific Conference, Opole, The Academy of Management and Administration in Opole, 2018, 116 s., artykuł „*Potrzeba utworzenia piramidy wskaźników procesów ludnościowych*”, strony: 22-25, ISBN 978-83-946765-1-3.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2018_modern_problems_of_management_economics_education_health_nad_pharmacy.pdf.



4. „*Problems and Prospects of Territories' Socio-Economic Development*” Conference Proceedings of the 7th International Scientific Conference, Opole, materiały pokonferencyjne, monografia zbiorowa recenzowana, The Academy of Management and Administration in Opole, 2018, 345 s., artykuł „*Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludności*”, strony: 70-72, ISBN 978 - 83 - 62683 - 25 - 3.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2018_problems_andprospects_of_territories_socio_economic_development.pdf.



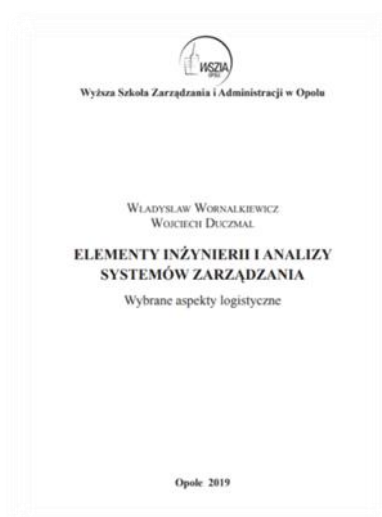
5. „*Uwarunkowania demograficzne rozwoju społecznego i ekonomicznego miasta Nysa i powiatu nyskiego*”, Opole-Nysa, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, 2018, 260 s., artykuł: „*Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych*”, strony: 212-233, ISBN 978-83-946765-0-6.



2019

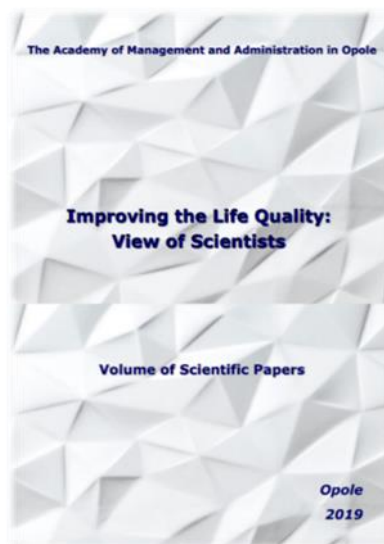
1. „*Elementy inżynierii i analizy danych systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*”, monografia zbiorowa recenzowana (podręcznik akademicki), współautorstwo - Wojciech Duczmal, Opole, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Opolu, 2019, 341 s., ISBN 978-83-946765-8-2.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Elementy_inzynierii_i_analazy_systemow_zarzadzania.pdf.



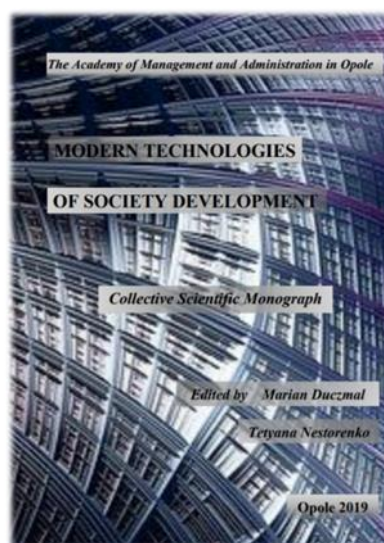
2. „*Improving the Life Quality: View of Scientists*”, Volume of Scientific Papers, monografia zbiorowa recenzowana, The Academy of Management and Administration in Opole, Opole, 2019, electronic edition, 660 s., artykuły: „*Pozyskiwanie danych o odległościach dla potrzeb zagadnienia transportowego*” strony: 118-136, „*Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych*” strony: 137-156, „*Zastosowanie taksonomii wrocławskiej*” (157-188), ISBN 978-83- 946765-3-7.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2019_improving_the_life_quality_view_of_scientists.pdf.



3 „*Modern Technologies of Society Development*”, Collective Scientific Monograph, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2019, 410 s., artykuł: „*Verification of the research when comparing in pairs*” (*Weryfikacja badania przy porównywaniu parami*), strony: 119-129, ISBN 978- 83-946765-6-8.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2019_modern_technologies_in_education.pdf.



4. „*Modern Technologies in Education*”, Collective Scientific Monograph, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2019, 495 s., artykuł: „*Converting PDF to DOC*” (*Konwersja pliku formatu PDF na DOC*), strony: 184-194, ISBN 978-83-946765-5-1.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2019_modern_technologies_in_education_daucznan.pdf.



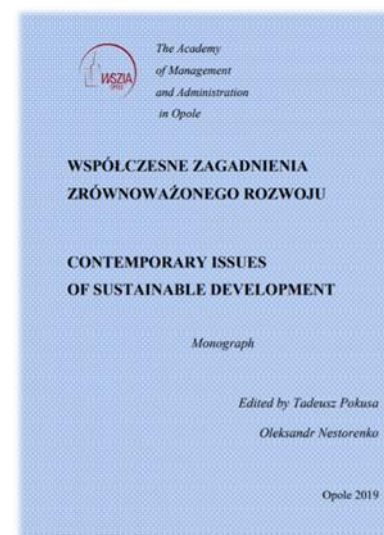
5. „*Modern Technologies in Economy and Management*”, Collective Scientific Monograph, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2019, 493 s., artykuł: „*Mortality modeling*” (*Modelowanie umieralności*), strony: 148-160, ISBN 978-83-946765-4-4.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2019_moderntechnologies_in_economy_and_managment.pdf.



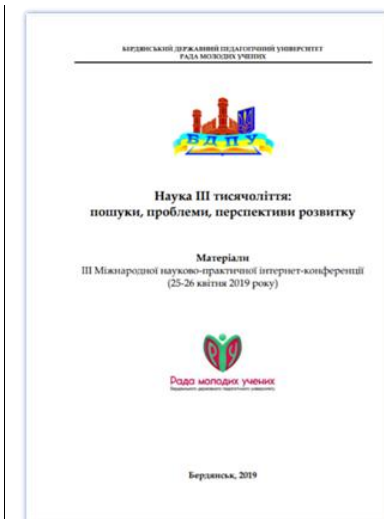
6. „*Contemporary issues of sustainable development*”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2019, 452 s., artykuł: „*Technology of optimization solutions in decision-making task*” (*Techniki rozwiązań optymalizacyjnych zadania decyzyjnego*), strony: 63-82, ISBN 978 - 83 - 946765 - 7 - 5.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2019_wspolczesne_zagadnienia_zrownowazonego_rozwoju.pdf.



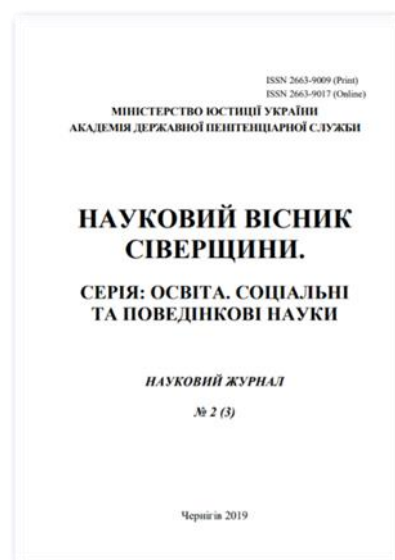
7. „*Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми*”, перспективи розвитку, 2019, Збірник тез, БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РАДА МОЛОДИХ УЧЕНИХ, 291 s., artykuł „*Conversion of Audio File to Text File*” (*Konwersja pliku audio na tekstowy*), strony: 199-200, УДК 378:001. (063) Н 34.



Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2019_%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0_%D0%86%D0%86%D0%86_%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%8F%D1%87%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D1%82%D1%8F.pdf.

8. „Науковий вісник Сіверщини. Серія: Освіта”, Соціальні та поведінкові науки: науковий журнал / Академія Державної пенітенціарної служби”. Чернігів: Академія ДПтС, 2019. № 2 (3). 208 с. артыкул „Przyszłość → magistrala drogowa Hamburg-Szanghaj”, strony: 178-207, ISSN 2663-9009 (Print), ISSN 2663-9017 (Online).



Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2019_%D0%9D%D0%90%D0%A3%D0%9A%D0%9E%D0%92%D0%98%D0%99_%D0%92%D0%86%D0%A1%D0%9D%D0%98%D0%9A.pdf.

9. „Współpraca specjalizowanych systemów informatycznych Implementacja i integracja wybranych modułów”, monografia indywidualna, wydawca: GlobeEdit (International Book Market Service Ltd., Member of OmniScriptum Publishing Group), Republic of Moldova, druk: Printforce - United Kingdom, 2019, 52 s., ISBN 978-613-42041-4.

Link: <https://www.morebooks.de/store/gb/book/wsp%C3%B3wpraca-specjalizowanych-system%C3%B3w-informatycznych/isbn/978-613-9-42041-4>.



2020

1. „Narzędzia wdrażania systemów informatycznych”, monografia indywidualna, wydawca: GlobeEdit (International Book Market Service Ltd., Member of OmniScriptum Publishing Group), Republic of Moldova, druk: Printforce - United Kingdom, 2020, 140 s., ISBN 978-620-0-61025-6.

Link: https://www.morebooks.de/gb/p_978-620-0-61025-6;

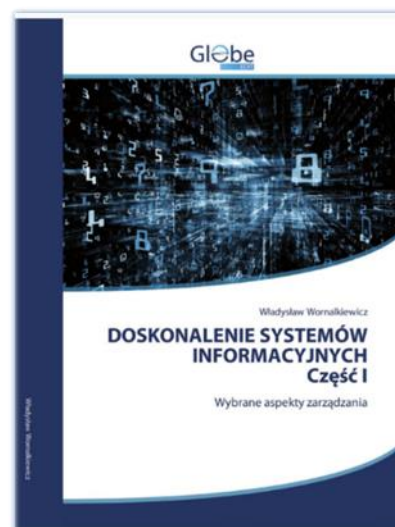
<https://www.globeedit.com>;

<https://www.morebooks.de/store/gb/book/narz%C4%99dzia-wdra%C5%BCania-system%C3%B3w-informatycznych/isbn/978-620-0-61025-6>.



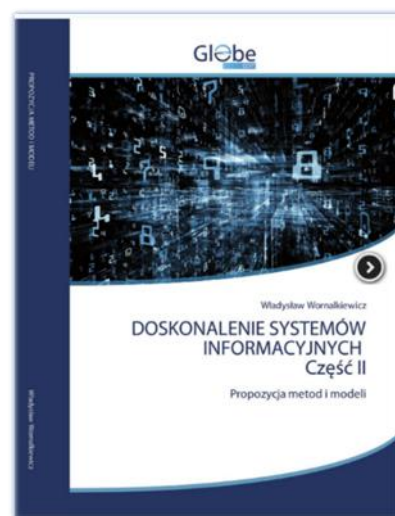
2. „*Doskonalenie systemów informacyjnych*” Część I „*Wybrane aspekty zarządzania*”, monografia indywidualna, wydawca: GlobeEdit (International Book Market Service Ltd. , Member of OmniScriptum Publishing Group), Republic of Moldova, druk: Printforce - United Kingdom, 2020, 388 s., ISBN 978-620-0-59233-0.

Link: <https://www.morebooks.de/store/gb/book/doskonalenie-sys-tem%C3%B3w-informacyjnych-cz%C4%99%C5%9B%C4%87-i/isbn/978-620-0-59233-0>.



3. „*Doskonalenie systemów informacyjnych*” Część II „*Propozycja metod i modeli*”, monografia indywidualna, wydawca: GlobeEdit (International Book Market Service Ltd. , Member of OmniScriptum Publishing Group), Republic of Moldova, druk: Printforce - United Kingdom, 2020, 452 s., ISBN 978-620-0-59542-3.

Link: <https://www.morebooks.de/store/gb/book/doskonalenie-sys-tem%C3%B3w-informacyjnych-cz%C4%99%C5%9B%C4%87-ii/isbn/978-620-0-59542-3>.



4. „*Освіта і суспільство V: Міжнародний збірник наукових праць*”, Бердянський державний педагогічний університет, Ополе: видавництво Вищої школи управління і адміністрації в Ополе, 422 с., 2020, artykuły: „*MOBILE APPLICATIONS IN LOGISTICS*” („*Aplikacje mobilne w logistyce*”) (strony: 277-287), „*METADATA EDITING PROGRAMS*”, „*Programy edycji metadanych*” (strony: 288-299), ISBN 978-83-66567-00-9.



Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/09/2020_%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%90_%D0%86_%D0%A1%D0%A3%D0%A1%D0%9F%D0%86%D0%9B%D0%AC%D0%A1%D0%A2%D0%92%D0%9E_V.pdf.

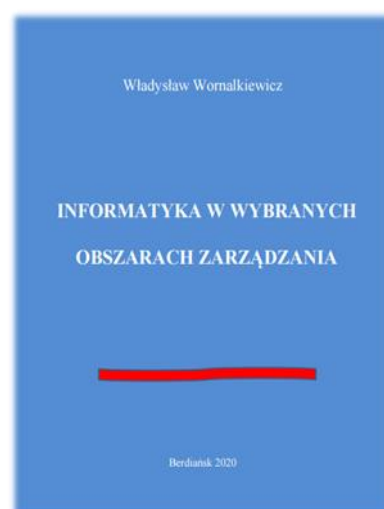
5. „*Implementacja informatyczna wybranych metod ilościowych*”, monografia indywidualna recenzowana, Bratysława: Wydawnictwo DENAKYR, s. r. o., 2020, 500 s., ISBN 978-80-973568-0-4.

Link: <https://wornalkiewicz.files.wordpress.com/2020/02/implementacja-informatyczna-wybranych-metod-iloc59bcioowych.pdf>.



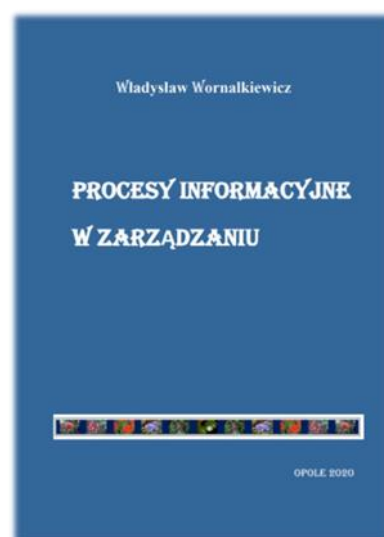
6. „*Informatyka w wybranych obszarach zarządzania*”, monografia indywidualna recenzowana, Berdiańsk: Wydawca „Svidler A.L.”, 2020, 450 s., ISBN 978-617-627-145-1.

Link: <https://wornalkiewicz.files.wordpress.com/2020/10/informatyka-w-wybranych-obszarach-zarzadzania.pdf>.



7. „*Procesy informacyjne w zarządzaniu*”, monografia indywidualna recenzowana, Opole: Wydawnictwo - Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, 2020, 373 s., ISBN 978-83-665-22-1.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Procesy_informacyjne_w_zarzadzaniu.pdf.



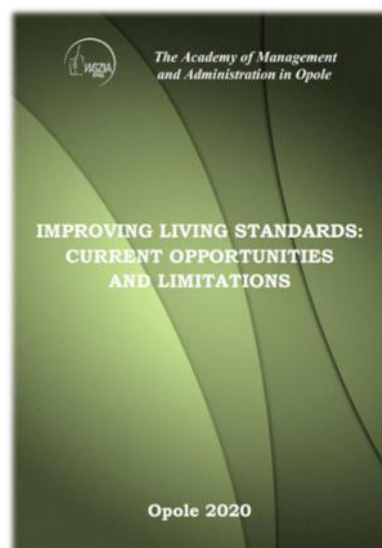
8. „*Journal of Modern Economic Research*”, Bratysława, monografia zbiorowa recenzowana, artykuł „*Innovative logistic solutions*” (*Innowacyjne rozwiązania logistyczne*), strony: 53-63, współautorstwo: Maksym Kutsenko, 2020, ISSN 2644-4380 nadruk; 2644-6332 online.

Link: <https://denakypublishing.science/index.php/jmer/article/view/40>.



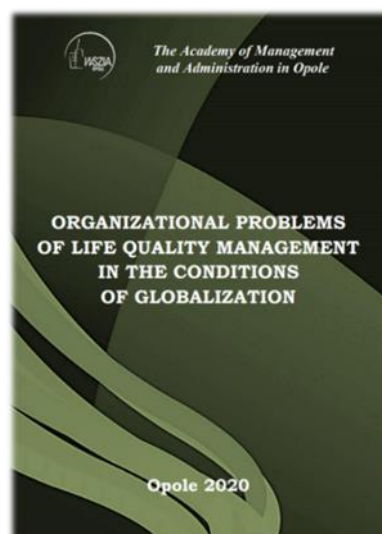
9. „*Improving living standards: current opportunities and limitations*”, monografia zbiorowa recenzowana, 594 s., Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020, artykuł „*POS systems*” (*Systemy klasy POS*), strony: 139-167, ISBN 978 - 83 - 66567 - 21 - 4.

Link: https://www.wsia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Zbirnyk_Osvita-i-suspilstvo-VI_new.pdf.



10. „*Organizational problems of life quality management in the conditions of globalization*”, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 428 s., 2020, artykuł „*Existing and intended logistic projects*” (*Istniejące i zamierzone przedsięwzięcia logistyczne*), strony: 309-334, ISBN 978 - 83 - 66567 - 20 - 7.

Link: https://www.wsia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/2_2021.pdf.



2021

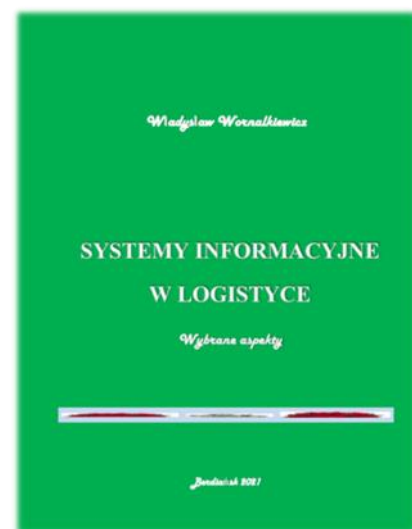
1. „Narzędzia informatyczne zarządzania w warunkach specjalnych”, monografia indywidualna recenzowana, Dnipro: Wydawca „Svidler A.L.”, 2021, 288 s., ISBN 978-617-627-168-0.

Link: <https://dspace.bdpu.org/handle/123456789/4082>



2. „Systemy informacyjne w logistyce Wybrane aspekty”, monografia indywidualna recenzowana, Dnipro: Wydawca „Svidler A/L.”, 2021, 376 s., ISBN 978-617-627-157-4.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Systemy_informacyjne_w_logistyce_Wornalkiewicz.pdf.



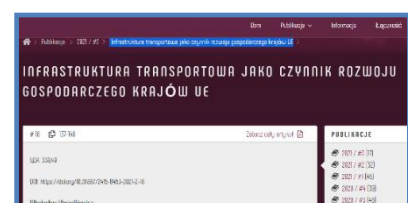
3. „Економічні науки”, monografia zbiorowa recenzowana, Вісник Хмельницького національного університету, 2021, № 5, Том I, artykuł: *THE OVERSIZED CARGO FORWARDING: ECONOMIC AND LEGAL ASPECTS*, UDC 330, strony: 175-180, ISSN 2307-5740, współautorstwo: YURII KRAVCHYK, ALLA KAPLUNOVSKA.

Link: [vknu-es-2021-n-5-298-175-180\[1\].pdf](https://www.khnu.km.ua/vknu-es-2021-n-5-298-175-180[1].pdf) (khnu.km.ua). 3. „Економічні науки”, monografia zbiorowa recenzowana, Вісник Хмельницького національного університету, 2021, № 5, Том I, artykuł: *THE OVERSIZED CARGO FORWARDING: ECONOMIC AND LEGAL ASPECTS*, UDC 330, strony: 175-180, ISSN 2307-5740, współautorstwo: YURII KRAVCHYK, ALLA KAPLUNOVSKA. Link: [vknu-es-2021-n-5-298-175-180\[1\].pdf](https://www.khnu.km.ua/vknu-es-2021-n-5-298-175-180[1].pdf) (khnu.km.ua).

4. „Ukrainian Journal of Applied Economics”, 2021, Volume 6, Nr 2, artykuł „Transport infrastructure as a factor of the EU countries' economic development” („Infrastruktura transportowa jako czynnik rozwoju gospodarczego krajów UE”), strony: 137-146, współautorstwo:

Alla Kaplunovska, Olena Padchenko, ISSN 2415-8453.

Link: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2021-2-18>.



5. Huzhou University's Multicultural Center (Wielokulturowe Centrum Huzhou - Chiny), UDC 656.021.2, artykuł „The perspective of increasing of road capacity”, („Perspektywa rozwoju dróg szosowych”), współautorstwo: Ievgen Medvediev, Seriy Soroka, 2021, strony: 12-24.

Link: <https://wornalkiewicz.files.wordpress.com/2021/08/uniwersytet-chiny.pdf>; <http://kwh.zjhu.edu.cn>.

2021年 第3期

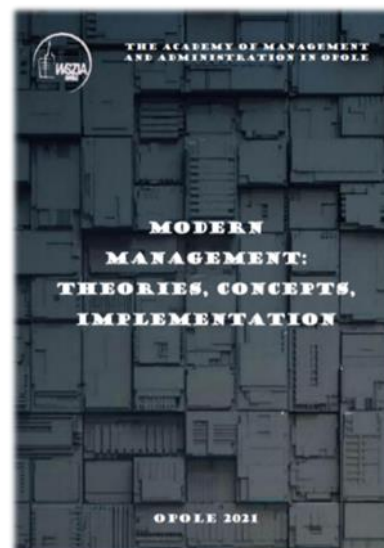
2021年 第3期		
目录		
跨文化研究	■ 经济·经济 高春秀·伊迪莎·盖孔·阿波塔 新冠肺炎疫情下跨境电商供应链分析 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	3 12 17 25 28 30 34 36 38 40
	■ 教育·教育 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	44 46 48 50 52 54 56 58 60 62
	■ 文化·文化 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	64 66 68 70 72 74 76 78 80 82
	■ 科技·科技 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	84 86 88 90 92 94 96 98 100 102
	■ 法律·法律 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	104 106 108 110 112 114 116 118 120 122
	■ 艺术·艺术 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	124 126 128 130 132 134 136 138 140 142
	■ 体育·体育 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	144 146 148 150 152 154 156 158 160 162
	■ 其他·其他 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	164 166 168 170 172 174 176 178 180 182
	■ 附录·附录 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	184 186 188 190 192 194 196 198 200 202
	■ 封底·封底 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔 陈拉·伊迪莎·盖孔·阿波塔	204 206 208 210 212 214 216 218 220 222

6. „SCIENTIFIC NOTES OF THE PEDAGOGICAL DEPARTMENT”, artykuł „ONLINE LEARNING AT UNIVERSITIES: POLISH-UKRAINIAN EXPERIENCE” „Nauczanie online na uniwersytetach: polsko-ukraińskie doświadczenia”, strony: 123-132, УДК 378.147.31, 2021, współautorstwo: Olena Taranukha, Olena Fonariuk.

Link: [17560-Текст_статті-34489-1-10-20210721_\(2\).pdf](https://periodicals.karazin.ua/17560-Текст_статті-34489-1-10-20210721_(2).pdf); <https://periodicals.karazin.ua>.

7. „Modern management: theories, concepts, implementation”, monografia zbiorowa recenzowana, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021, 430 s., artykuł „UNBLOCKING THE "ODRA - DANUBE" WATERWAY” (Udrożnienie drogi wodnej Odra - Dunaj), strony: 121-141, ISBN 978-83-66567-24-2.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/7_2021.pdf.



8. „ОСВІТА І СУСПІЛЬСТВО VI” Міжнародний збірник наукових праць, monografia zbiorowa recenzowana, Bierdiańsk: Wydawnictwo - Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, 2021, artykuł „Opportunities to make milk reception logistics more modern” („Możliwości unowocześnienie logistyki odbioru mleka”), strony: 328-343, ISBN 978-83-66567-26-9.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Zbirnyk_Osvita-i-suspilstvo-VI_new.pdf.



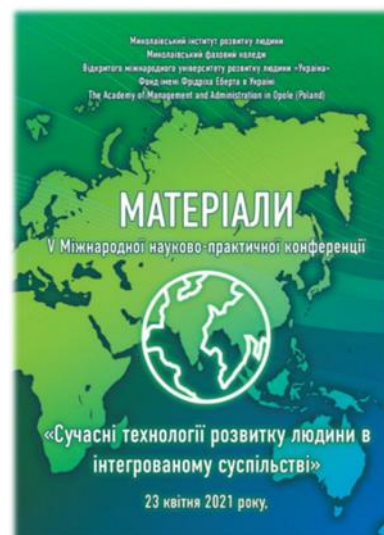
9. „SCIENTIFIC NOTES OF THE PEDAGOGICAL DEPARTMENT”, artykuł „ONLINE LEARNING AT UNIVERSITIES: POLISH-UKRAINIAN EXPERIENCE” „Nauczanie online na uniwersytetach: polsko-ukraińskie doświadczenia”, strony: 123-132, j. ang., УДК 378.147.31, 2021, współautorstwo: Olena Taranukha, Olena Fonariuk.

Link: 17560-Текст статьи-34489-1-10-20210721 (2).pdf,
<https://periodicals.karazin.ua>;
<https://periodicals.karazin.ua/pedagogy/article/view/17560>.



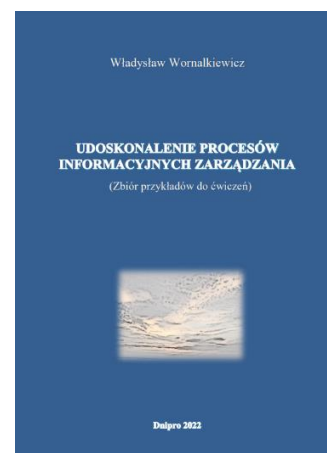
10. „СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ В ІНТЕГРОВАНОМУ СУСПІЛЬСТВІ” Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (Materiały V Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji), 2021, Миколаївський інститут розвитку людини (Instytut w Mikolaiv - Ukraina), monografia zbiorowa recenzowana pokonferencyjna, 308 s., artykuł „Socio-logistical aspects of the Vistula spit dug-through”, („Społeczno-logistyczne aspekty przekopu Mierzei Wiślanej”), strony: 302-304, удк 371: 378.

Link: https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/Spoleczno_logistyczne_aspekty_przekopu.pdf.



2022

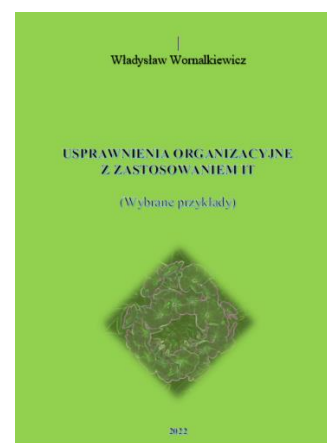
1. „Udoskonalenie procesów informacyjnych zarządzania (Zbiór przykładów do ćwiczeń)”, monografia indywidualna recenzowana, Dnipro: Wydawca „Svidler A.L.”, 241 s., ISBN 978-617-627-170-3.



2. „Usprawnienia organizacyjne z zastosowaniem IT (Wybrane przykłady)”, monografia indywidualna recenzowana, Kijów: Wydawca „Majster Knyg”, s. 340, ISBN 978-617-7652-59-4.

Link do strony internetowej Narodowego Uniwersytetu Gospodarki Miejskiej im. O.M. Beketova w Charkowie.:

http://eprints.kname.edu.ua/61802/1/Monografia_7.pdf



3. „Zasilanie alternatywne pojazdów samochodowych”, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach, 2022, nr 15, s. 30, ISSN 2082-7016, eISSN 2450-5552.



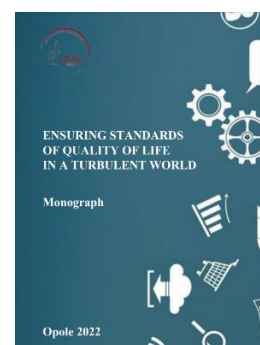
4. Artykuły w ramach monografii EDUKACJA I SPOŁECZEŃSTWO VII, zbiór artykułów naukowych, Opole 2022, strony: 278-320, ISBN 978-83-66567-41-2:

- „Modelowanie biznesowe z zastosowaniem UML”, stron: 16,
- „Potrzeba scalania systemów klasy ERP”, stron: 12,
- „Wspomaganie dystrybucji systemem Dynamics NAV”, s.: 15.

Wydanie przez: ANS Opole, Wydział Pedagogiczny Uniwersytetu w Preszowie (Słowacja), Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny w Bierdańsku (Ukraina).



5. „Projects in the field of 5G network construction” (Przedsięwzięcia w zakresie budowy sieci 5G), s. 277-293, *Ensuring Standards of Quality of Life in a Turbulent World*. Monograph. The Academy of Applied Sciences – Academy of Management and Administration in Opole.

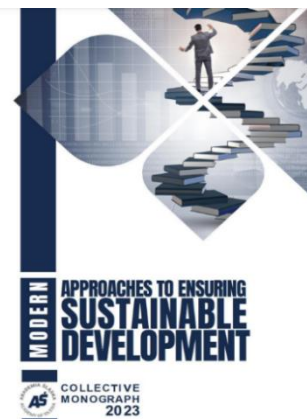


2023

1. Artykuły w ramach monografii zbiorowej „*Modern Approaches to sustainable development*”, AŚ Katowice 2023:

- *Flood Prevention (Przeciwdziałanie powodziom wiosennym)*, 1.12. s. 95-105, referat na konferencji.
- *Organization of a rescue action in a situation earthquake (Organizacja akcji ratowniczej w sytuacji trzęsienia ziemi)*, 2.3. s. 285-294.

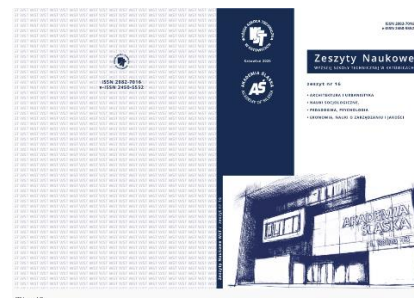
Monografia pokonferencyjna 4th International Scientific Conference „*Role of Science and Education in Sustainable Development*” (Znaczenie nauki i edukacji w zrównoważonym rozwoju), konferencja międzynarodowa internetowa.



2. Artykuł „*Procedure implementation of the optimization of logistics services*” (Implementacja procedury optymalizacji usług logistycznych), Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach, 2023 (półrocznik), nr 16, str. 157-170, DOI: 10.54264/0070.

ISSN: 2082-7016, e-ISSN: 2450-5502.

<http://www.wydawnictwo.wst.pl/uploads/files/d9cf1b63c475bbaa85ef3a68db40e1c3.pdf>



3. Artykuł „Cyber security” (Cybersecurity), abstract, s. 16-21, VII International Scientific and Practice Conference „*Innovative potential and legal support of social and economic development of Ukraine: the challenge of the global world*”, konferencja internetowa, referat na platformie ZOOM, Poltava, maj, 17-18, 2023.



4. Wornalkiewicz W., monografia indywidualna „*Modelowanie ekonometryczne podstawą prognozowania*”, s. 340, Akademia Nauk Stosowanych Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Oplu, w druku.

5. Wornalkiewicz W., monografia indywidualna „*Przedsięwzięcia w zakresie udoskonalenia pomocy humanitarnej (Studium przypadku)*”, s. 477, Akademia Nauk Stosowanych Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Oplu, w druku.

Bibliografia

AI



AI

- Agarwal S., *What Is KaiOS and Why Is It the 3rd Most Popular Mobile OS?*, MakeUseOf, 2019.
- AI Momentum, Maturity and Models for Success*, SAS Institute, 2018, https://www.accenture.com/t20180919T202227Z__w__/_us-en/_acnmedia/PDF-86/Accenture-AI-Momentum-Final.pdf.
- Al-Abdulkarim L., Atkinso K., Bench-Capon T., *Accommodating change*, [16.11.2016 r.].
- Aletras N., Tsarapatsanis D., Preotiuc-Pietro D., Lampos V., *Predicting judicial decisions of the European Court of Human Rights: a Natural Language Processing perspective*, "PeerJ Computer Science" 2016.
- AlgorithmWatch, *Automating Society Report 2019*, 1 stycznia 2019 r., <https://algorithmwatch.org/en/automating-society/>.
- Ali, J.K.M., Shamsan, M.A.A., Hezam, T.A., Mohammed, A.A. (2023), *Impact of ChatGPT on Learning Motivation: Teachers and Students' Voices*, „Journal of English Studies in Arabia Felix”, nr 2(1).
- Anton P.S., Silberglitt R., Schneider J. (2001), *The Global Technology Revolution. Bio/Nano/Materials Trends and Their Synergies with Information Technology by 2015*, Santa Monica, https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1307.html.
- Antoniak J., *Przenośniki zgrzeblowe*, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1968.
- Autonomes und automatisiertes Fahren auf der Straße – rechtlicher Rahmen Aktenzeichen: WD 7 – 3000 –111/18*. Abschluss der Arbeit: 22. Mai 2018 Fachbereich: WD 7: Zivil-, Straf- und Verfahrensrecht, Umweltschutzrecht, Bau und Stadtentwicklung, <https://www.bundestag.de/resource/blob/562790/c12af1873384bcd1f8604334f97ee4b9/wd-7-111-18-pdf-data.pdf>.
- Autonomous Weapon Systems. The Need for Meaningful Human Control* (2015). No. 97 AIV / No. 26 CAVV, October, http://cms.webbeat.net/ContentSuite/upload/cav/doc/Report_nr_26_-_Autonomous_weapon_systems.pdf.
- Banasik M., *Znaczenie nowoczesnych technologii dla bezpieczeństwa*, Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego 2018, vol. 12, nr 2, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach.
- Barbacki J., 2021, *Zastosowanie sztucznej inteligencji w procesie klasyfikacji facji skał zbiornikowych w oparciu o dane geofizyki otworowej*, Wiadomości Naftowe i Gazownicze, 2(267).
- Bartosiewicz A., *Kasy fiskalne online*, LEX/el., 2017.
- Bartosiewicz A., Smaga M., 3. *Podmioty zobowiązane do sporządzania i przekazywania jednolitych plików kontrolnych*, [w:] *ciż, E-kontrola podatkowa i jednolity plik kontrolny*, Lex, Warszawa 2018, s. 1.
- Bartosiewicz A., Smaga M., *Rozdział 9: Kierunki rozwoju jednolitych plików kontrolnych*, [w:], Bartosiewicz A., Smaga M., *E-kontrola podatkowa i jednolity plik kontrolny*, Lex, Warszawa 2021.
- Bartoszek M., *Zastosowanie sztucznej inteligencji w sądownictwie w świetle zasady skutecznej ochrony sądowej*, Folia Iuridica Universitatis Wratislaviensis 2022 vol. 11.
- Bartusek M., Kulawik A., *Analiza potrzeb zastosowania nowoczesnej technologii sztucznej inteligencji w sektorze ochrony zdrowia*, Fides, Ratio et Patria. Studia Toruńskie 15/2021.
- Bell M., *Racism and Equality in the European Union*, s. 63 (<https://oxford.universitypressscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780199297849.001.0001/acprof-9780199297849>).
- Bench-Capon T., Modgil S., *Norms and value based reasoning: justifying compliance and violation*, Artif Intell Law 2017, Nr 25.
- Bezpieczeństwo informacji w systemach komputerowych*, materiały z konferencji, red. F. Marecki, WSIZ, Bielsko-Biała 2001, 2002.
- Biała Księga z dnia 19 lutego 2020 r. w sprawie sztucznej inteligencji Europejskie podejście do doskonałości i zaufania*, COM/2020/65 final.

- Brefeld F., *Der Fortschritt in der Sanitäts-Verfassung Preussens, auf der Basis des Prinzips der Standes-Selbst-Regierung*, Münster 1848.
- Brewka G., Woltran S., *Abstract Dialectical Frameworks*, [w:] F. Lin, U. Sattler, M. Truszczynski (red.), *Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Twelfth International Conference*, Toronto-Ontario-Canada 2010.
- Burzyńska K., *Budownictwo w erze innowacji*, Przegląd budowlany 12/2019.
- Cannady J., *Artificial neural networks for Misuse Detection*, National Information Systems Security Conference, 1998.
- Chałubińska-Jentkiewicz K., *Rozwój nowoczesnych technologii w kontekście procesu stanowienia prawa na przykładzie strategii AI*, Teza Komisji Prawniczej PAN Oddział w Lublinie, t. XII, 2019, nr 2, <https://doi.org/10.32084/tekapr.2019.12.2-4>.
- Cheng J. (2014), *New biotech office to integrate biology into national defense*. Defenses Systems. 01.04, <https://defensesystems.com/articles/2014/04/01/darpa-biotechnology-office.aspx>.
- Cichosz P., *Systemy uczące się*, WNT, Warszawa 2000.
- Das intelligente Haus 2000*, i-center, Nürnberg 2000.
- Dawson D., et al., 2019, *Artificial Intelligence: Australia's Ethics Framework*, Data61 CSIRO, Australia.
- Debar H., Becke M., Siboni D., *A neural network component for an intrusion detection system*, In Proc. of the IEEE Computer Society Symposium on Research in Security and Privacy, 1992.
- Decyzja Ramowa Rady 2008/913/WSiSW z dnia 28 listopada 2008 r. w sprawie zwalczania pewnych form i przejawów rasizmu i ksenofobii za pomocą środków prawnokarnych* (Dz. Urz. WE L 328 z 06.12.2008.).
- Deczewska, J. (2020), *Interakcje między uczestnikami nauczania zdalnego – wyzwania, oczekiwania, możliwe rozwiązania*, „Języki Obce w Szkole”, nr 3.
- Dede G., Hamon R., Junklewitz H., Naydenov R., Malatras A., Sanchez M., *Cybersecurity challenges in the uptake of Artificial Intelligence in Autonomous Driving*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2021.
- Derksen T., *Onschuldig vast. ISVW*, Leusden 2016.
- Dubin A. (2007), *Stan i kierunki rozwoju biogospodarki*. Raport opracowany przez Interdyscyplinarny Zespół do spraw Rozwoju Biogospodarki pod kierunkiem prof. dr hab. Adama Dubina. Warszawa. http://www.jagiellonskiecentruminnowacji.pl/attachments/033_MNISW_2007_Stan_i_kierunki_rozwoju_biogospodarki_w_Polsce.pdf.
- Dwivedi, Y.K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E.L., Jeyaraj, A., Kar, A.K., (...), Wright, R. (2023), “So what if ChatGPT wrote it?”. *Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy*, „International Journal of Information Management”, nr 71, 102642.
- Dymyt M., Dymyt T., *Determinanty rozwoju innowacji w systemie opieki zdrowotnej, Zarządzanie i finanse*, Management and Finance, vol.16, No 3/1/2018.
- Dz. U. UE L 93, 28.03.2014.
- Dz. Urz. UE L Nr 257.
- Dz.U. z 2019 r., poz. 162 ze zm.
- Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence*, 2019. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, European Commission, Brussels.
- Fernandes M.A., 2012, *Using Neural Networks for Determining Hydrocarbons Presence from Well Logs: A Case Study for Alagoas Basin*, Society of Petroleum Engineers. DOI: 10.2118/153446-MS.
- Fritsch M., *Handbuch gesundes Bauen und Wohnen*, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1996.
- Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes vom 27. Oktober 1994* (BGBl. I S. 3146).
- Global Trends, Paradox of Progress* (2017). A publication of the National Intelligence Council. Washington, <https://www.dni.gov/files/documents/nic/GT-Full-Report.pdf>.
- Goldberg D. E., *Algorytmy genetyczne i ich zastosowania*, WNT Warszawa, 1998.

- Gotowała K., Musiał W., *Zastosowanie autonomicznych głowic obróbkowych w procesach wygładzania materiałów trudnoskrawalnych w przemyśle samochodowym*, Autobusy 7-8/2017.
- Górski M., *Dziesiąty element. Sztuczna inteligencja jako sędzia a prawo do sądu*, PME Nr 3/2022.
- Graves J.L., *What We Know and What We Don't Know: Human Genetic Variation and the Social Construction of Race*, (<http://raceandgenomics.ssrc.org/Graves/>).
- Grobelna B., *Sztuczna inteligencja w nauczaniu języka angielskiego ChatGPT jako narzędzie wspomagające oraz inteligentna pomoc w edukacji językowej*, Uniwersytet Gdański, DOI: 10.47050/jows.2023.2.87-93.
- Grupe F.H., Jooste S., *Genetic Algorithms. A business perspective*, Information Management & Computer Security, vol.12, no.3, 2004.
- Grzela E., Kurzyńska E., *Sztuczna inteligencja to rewolucja w medycynie*. Relacja z Impact19, 29.05.2019, źródło: <http://pulsmedycyny.pl/sztuczna-inteligencja-torewolucja-w-medycynie-relacja-z-impact-19-962162>.
- Grzelak M., *Planowanie zdolności produkcyjnych w przedsiębiorstwach wytwórczych*, Systemy Logistyczne Wojsk nr 45, Warszawa, 2016.
- H**amburger E., *Why Telegram has become the hottest messaging app in the world*, The Verge, 2014.
- Hort J., *Facebook Messenger zavádí skupinové telefonáty až pro 50 uživatelů*, www.focus-age.cz, 2016.
- J**agielska M. (2017), *Sztuczna inteligencja w zarządzaniu – stan aktualny a perspektywy*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, t. XVIII, z. 2, cz. II.
- Jakubczyk-Gałczyńska A., Kristowski A., Jankowski R., *Idea zastosowania sztucznej inteligencji w prognozowaniu wpływu drgań komunikacyjnych na odpowiedź dynamiczną budynków mieszkalnych*, XI konferencja „Nowe kierunki rozwoju mechaniki” Sarbinowo Morskie”, 18-20.03.2015.
- Jamasmieć C., 2019, *IBM steps up efforts to help miners improve health and safety records*, Mining.com, 16.02.2019.
- Jančich V., *Google zaujímajú jednoduchšie telefóny, investuje do nich milióny dolárov*, Živé.sk, 2018.
- Janik P., Łobos T., Wilbert J., *Application of radial basis function network for identification of radar signal sources*, IC-SPETO 2001, Gliwice-Ustroń, 23-26.05.2001.
- Janik P., *Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do oceny zjawisk zakłóceń w sieciach elektroenergetycznych*, Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny, Instytut Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii.
- Jinxing X., Dong J., *Heuristic Genetic Algorithms for General Capacitated lot sizing problems*, An International Journal Computer, vol.44, 2002.
- Jóźwiak A., Świdorski A., *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 117, transport, 2017.
- K**acalak W., Majewski M., *Inteligentny system obustronnej głosowej komunikacji systemu pomiarowego z operatorem dla technologii mobilnych*, PAK vol. 55, nr 4/2009.
- Kacalak W., Majewski M., *Intelligent System for Automatic Recognition and Evaluation of Speech Commands*. Lecture Notes in Computer Science 423 2, Springer 2006 05. URL: http://dx.doi.org/10.1007/11893028_34.
- Kacalak W., Szafraniec F., Tomkowski R., Lipiński D., *An analysis of the stereometric abrasive surface treated using the information on the location and shape vertices*, Manufacturing 2010, Współczesne problem wytwarzania i zarządzania produkcją, Poznań 2010.
- Kadtke J., Wells II L., (2014). *Policy Challenges of Accelerating Technological Change: Security Policy and Strategy Implications of Parallel Scientific Revolutions*. Center for Technology and National Security Policy. National Defense University Washington, <http://ctnsp.dodlive.mil/files/2014/09/DTP106.pdf>.
- Kahn C.A., E. Lerner B., Cone D.C., *Triage* [w:] Koenig and Schultz's Disaster Medicine. Comprehensive Principles and Practices, red. K.L. Koenig, C.H. Schultz, Cambridge 2016.

- Kaszniak D., Magiera J., Wierzowiecki P., BIM w praktyce: standardy, wdrożenie, case study, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017.
- Katalog der Deutschen Nationalbibliothek, portal.dnb.de.
- Kawecki J., Stypuła K., *Błędy w prognozowaniu i diagnostyce wpływów dynamicznych na budynki*, Czasopismo Techniczne, t. 1-M, 2007, s. 127-136.
- Kawecki J., Stypuła K., *Zapewnienie komfortu wibracyjnego ludziom w budynkach narażonych na oddziaływania komunikacyjne*, Politechnika Krakowska, 2013.
- Kayacik H.G., Zincir-Heywood A.N., Heywood M.I., *Selecting Features for Intrusion Detection: A Feature Relevance Analysis on KDD99 Intrusion Detection Dataset*, In Proc. of the Third Annual Conference on Privacy, Security and Trust (PST-2005), October 2005.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów pn. *Budowanie zaufania do sztucznej inteligencji ukierunkowanej na człowieka*, COM(2019) 168 final.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 19 lutego 2020 r. pn. *A European Strategy for Data*, COM(2020) 66 final.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 7 grudnia 2018 r. pn. *Skoordynowany plan w sprawie sztucznej inteligencji*, COM(2018) 795 final.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 25 kwietnia 2018 r. pn. *Sztuczna inteligencja dla Europy*, COM/2018/237 final.
- Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r.* (Dz.U. 1997 nr 78 poz. 483).
- Korbicz J., Kościelny J., Kowalczyk Z., Cholewy W. (red.), *Diagnostyka procesów. Modele. Metody sztucznej inteligencji. Zastosowania*, Monografie Polskiej Akademii Nauk, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2002.
- Koziół A., *Innowacyjne priorytetowe technologie w przemyśle węgla kamiennego*. [W:] Turek M. (red.), *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego*, GIG, Katowice, 2008.
- Koziół A., *Inteligentne systemy maszyn górniczych*. Kwartalnik Naukowo-Techniczny „Maszyny Górnicze” 2/2011, Gliwice 2011.
- Koziół A., Jasiulek D., Stankiewicz K., Bartoszek S., *Inteligentne systemy mechatroniczne w maszynach górniczych*, czasopismo „Napędy i sterowanie”, luty 2012.
- Krawczyk H., Kruk S., *Inteligentne wyszukiwarki informacji e Internecie*, Studia Informatica, 2002, Volume 23, Number 2B (49).
- Krywań T., *Jednolity Plik Kontrolny*, ABC, Warszawa 2017.
- Kubeš J., *Facebook Messenger nyní nabízí šifrování zpráv*, Dvojklík, 2016.
- Kuchta M., *Facebook przekáže 7,5 miliona dolarów na badania etyki sztucznej inteligencji*, Social Press 2019, <https://socialpress.pl/2019/01/facebook-przekaze-75-miliona-dolarowna-badania-etyki-sztucznej-inteligencji>.
- Kukiełka P., Kotulski Z., *Systemy wykrywania intruzów wykorzystujące metody sztucznej inteligencji*, Przegląd Telekomunikacyjny, rocznik LXXXIV nr 4/2011.
- Kwak J-S., Ha M-K., *Neural Network Approach for Diagnosis of Grinding Operation by Acoustic Emission and Power Signals*, Journal of Materials Processing Technology, 147(2004)1.
- Kwak J-S., Song J-B., *Trouble Diagnosis of the Grinding Process by using Acoustic Emission Signals*, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 41(2001)6.
- Lai L., Świerczyński M. (red.), *Prawo sztucznej inteligencji*, Warszawa 2020, w przypisie 17 do rozdz. XX.
- Lamoree J., Mueller D., Vinett P., *Voltage sags analysis case studs*, IEEE Transactions on Industrial Applications, vol. 30, no. 4, July 1994.

- Langman J., *Zastosowanie sztucznej inteligencji w diagnostyce procesów przetwórczych*, Inżynieria Rolnicza 13/2006.
- Lee W., Stolfo S. J., *A Framework for Constructing Features and Models for Intrusion Detection System*, ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC), 3(4) 2000.
- Leśniak-Moczuk K., Moczuk E., *Zastosowanie sztucznej inteligencji w działaniach socjotechnicznych dla społeczeństwa przyszłości*, III międzynarodna naukowo-praktyczna konferencja uczonych ta studentów «Cyfrowa ekonomia jak faktor innowacji ta stalogo rozwoju suspiclstwa», 6-7 grudnia 2022 p.
- Letteron R., *Digital access to the law*, "Digital Issues of Les Annales des Mines" 2018, nr 3.
- Lippmann R., Haines J.W., Fried D.J., Korba J., Das K., *The 1999 Darpa Off-Line Intrusion Detection Evaluation*, Computer Networks: The International Journal of Compute.
- Litwin U., Malczewska A., *Zastosowanie drzew decyzyjnych do oceny wplywu cech niezabudowanych nieruchomosci na ich wartosc*, Administratio Locorum 3 (1) 2004.
- Liu YW, Kao SL, Wu HT, Liu TC, Fang TY, Wang PC, *Transient-evoked otoacoustic emission signals predicting outcomes of acute sensorineural hearing loss in patients with Ménière's disease*. Acta Otolaryngol. 2020;140(3):230-235. doi:10.1080/00016489.2019.1704865.
- Lorenc A. (2013), *Znaczenie polimorfizmu wybranych genow zwiqzanych z metabolizmem folianow w rozwoju hipotrofii plodu*. Poznan, <http://www.wbc.poznan.pl/Content/298703/index.pdf>.
- Losardo R.J., *Etyka w dziennikarstwie i agendach komunikacji zdrowotnej*, Biuletyn Krajowej Komisji Bioetyki, 2020.
- Łach K., *IA zamiast MD – potencjal sztucznej inteligencji w praktyce klinicznej*, czasopismo „Menadzer zdrowia” 6-7/2018.
- Łupkowski P., *Rola etyki i antropologii w rozważaniach o sztucznej inteligencji*, „Ethos” 1–2 (69–70), 2005.
- Majewski M., Kacalak W., *Intelligent Interface for Recognition and Verification of Natural Language Comands*. Lecture Notes in Computer Science 41 1 4, Springer 2006. URL: http://dx.doi.org/10.1007/11816171_89.
- Maksymowicz A., *Sztuczna inteligencja w poszukiwaniu i eksploatacji surowców*, Przegląd Geologiczny, vol. 67, nr 4, 2019.
- Marecki F., Frąckiewicz Z., *Internetowe systemy edukacyjne*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Nr 656, Studia Informatica nr 28, 2011.
- Marecki F., *Wirtualny uniwersytet – wizja czy rzeczywistość*, Bielski Festiwal Nauki, WSIZ, Bielsko-Biala 2001.
- Marr B. 2018 – *The 4th Industrial Revolution: How Mining Companies Are Using AI, Machine Learning And Robots*. Forbes, 7.09.2018.
- Marsland S., *Machine Learning. An algorithmic perspective*, 2014.
- Maternowska M. (2017), *Wplyw nowoczesnych technologii na zmiany w sposobie zarzadzania*, „Gospodarka Materialowa i Logistyka”, nr 5.
- MathWorks, 2021, *MATLAB documentation*, R2021b.
- McCarty L.T., *An Experiment in Artificial Intelligence and Legal Reasoning*, „Harvard Law Review” 1977, t. 90, nr 5.
- McIlwraight D., Marmanis H., Babenko D., *Inteligentna siec. Algorytmy przyszlosci*, Wydanie II, Helion, Gliwice, 2017.
- McKay M.D., Beckman R.J., Conover W.J., 1979, *A Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables in the Analysis of Computer Code*, American Statistical Association and the American Society for Quality Technometrics, 42(1).
- Mering P., *Wplyw sztucznej inteligencji na dyskryminacje rasowa – ujecie prane*, Wyzsza Szkola Administracji i Biznesu im. Eugeniusza Kwiatkowskiego w Gdyni, Konsorcjum Naukowe Ad Astra, Program badan nad astropolityka i prawem kosmicznym Nr 6/2022.
- Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Wykorzystanie robotow rehabilitacyjnych – szanse i zagrozenia w opiece zdrowotnej*, CEEOL – Article Detail, www.ceeol.com/search/article-detail?id=966529.

- Mikuła P., *System Teleinformatyczny Izby Rozliczeniowej – najważniejsze aspekty nowej regulacji*, Lex, Warszawa 2018.
- Miller D.T. (2015), Defence 2045. *Assessing the Future Security Environment and Implications for Defense Policymakers*. A Report of the CSIS International Security Program 2015. Lanham. Boulder. New York. London, http://espas.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/151106_Miller_Defense2045_Web.pdf.
- Miller D.T. (2015), Defence 2045. *Assessing the Future Security Environment and Implications for Defense Policymakers*. A Report of the CSIS International Security Program 2015. Lanham. Boulder. New York. London, http://espas.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/151106_Miller_Defense2045_Web.pdf.
- Modern Court Proceedings*, “International Journal of Digital Society” 2015, nr 4.
- Mohaghegh S., 1995, *Neural Network: What It Can Do for Petroleum Engineers*. *Journal of Petroleum Technology*, 47(1): 42–42. DOI:10.2118/29219-PA.
- Mohaghegh S., 2018, *Data-Driven Analytics for the Geological Storage of CO₂*, Taylor & Francis Group.
- Mohaghegh S., Modavi C., Hafez H.H., Haajizadeh M., Kenawy M., Guruswamy S., 2006, *Development of Surrogate Reservoir Models (SRM) for Fast-Track Analysis of Complex Reservoirs*, Intelligent Energy Conference and Exhibition, Amsterdam, April 11–13, DOI: 10.2523/99667-MS.
- Molinder A., Olhager J., *The effect of MRP lot sizing on actual cumulative lead times in multi-level systems*, *Production Planning & Control*, vol. 9, no. 3, 1998.
- Moradi M., Zulkernine M., *Neural Network Based System for Intrusion Detection and Classification of Attacks*, IEEE International Conference on Advances in Intelligent Systems – Theory and Applications, Luxembourg-Kirchberg, Luxembourg, November 15–18, 2004.
- Morajda J., *Narzędzia sztucznej inteligencji w ekonomii i zarządzaniu – zastosowania i perspektywy rozwoju*, II Konferencja Sceno, 2007.
- Mukkamala S., Sung A. H., Abraham A., Ramos V., *Intrusion Detection Systems using Adaptive Regression Splines*. In Proc. of ICEIS-04 – 6th Int. Conf. on Enterprise Information Systems, Porto, Portugal, April 14–17, 2004.
- Musiał W., Wygładzanie powierzchni krzywoliniowych z wykorzystaniem robota przemysłowego oraz zastosowaniem systemów CAD/CAM, *Mechanik*, luty 2013, ISSN 0025-6552, CD 45.
- Musk E. (2017), *Musk namawia do regulacji prawnej sztucznej inteligencji*. Portal Interia 19.07.2017, <http://nt.interia.pl/technauka/news-elon-musk-namawia-do-regulacji-prawnejsztucznej-inteligencji,nId,2418481>.
- Nakad-Weststrate H., Jongbloed T., van der Herik H., Salem A., *Digitally Produced Judgements in* Nałęcz M. (red.), *Sieci neuronowe*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2000.
- Nanotechnology risks - the real issues*. (2007). Nanowerk 06.04, <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=1781.php>.
- Nicholson Price II W., *Medycyna czarnej skrzynki*, *Harvard Journal of Law & Technology*, Tom. 28, nr 2, 2015, <https://petrieflom.law.harvard.edu/resources/article/black-box-medicine>.
- Nick Z., Themis P., *Web Search Using a genetic Algorithm*.
- Niezależna grupa ekspertów wysokiego szczebla do spraw sztucznej inteligencji została powołana przez Komisję Europejską w czerwcu 2018 r., *Wytoczne w zakresie etyki dotyczące godnej zaufania sztucznej inteligencji*, 8 kwietnia 2019 r., <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>.
- Nowak M., Bot Google Assistant – oto 14 rzeczy, które może zrobić, *Spider’s Web*, 2016
- Nowakowski P., Charytonowicz J., *Przyszłościowe koncepcje przyjaznego środowiska mieszkaniowego*, Politechnika Wroclawska, Wydział Architektury.
- Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki*, PN-85 B-02170, Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości, 1985.

Oleśków J., Fertsch M., *Lot sizing methods – review and comparative analysis, development and advantages arising from GA application*, Materially konferencyjne 3rd International Conference on Advances in Production Engineering, Warszawa, APE'2004.

Oleśków J., *Zastosowanie sztucznej inteligencji do rozwiązywania problemów określania wielkości partii w systemach ERP*, Politechnika Poznańska.

Oręziak B., *Prawa człowieka jako determinanta sztucznej inteligencji? Propozycja kryteriów i dyrektyw zastosowania sztucznej inteligencji do użytku praktycznego* [w:] *Prawo sztucznej inteligencji*, red. L. Lai, M. Świerczyński, Warszawa 2020.

Orfali K., *What Triage Issues Reveal. Ethics in the COVID-19 Pandemic in Italy and France*, „Journal of Bioethical Inquiry” 2020, no. 17(4).

Osiński G., *Roboty zamiast ludzi, Transhumanizm. Spotkajmy się w przyszłości*, <https://transhumanizm.edu.pl/?p=10952>.

Osiński G., *Transhumanizm – największe zagrożenie ludzkości*, źródło: <https://wksim.edu.pl/transhumanizm-najwieksze-zagrozenie-ludzkosci/>.

Ossowski S., *Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1996.

Pan Z. S., Chen S. C., Hu G. B., *Hybrid neural network and C4.5 for misuse detection*, In Proc. of the Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC'03), 2003.

Pańko A., *Inteligentny system wspomagający proces identyfikacji perspektywicznych horyzontów w wielohoryzontowych złożach gazu ziemnego uwzględniający kryterium ekonomiczne ich udostępniania i eksploatacji*, czasopismo Nafta-Gaz 2022, nr 11.

Perkins E. J., Steevens J.A., (2016). *Future Applications of Biotechnology*, Small Wars Journal 22.10.

Pietrzak N., Roman J., Haberko W., Bugajski P., Gondko D., *Zastosowanie metod uczenia maszynowego w analizie wyników wybranych obiektywnych badań słuchu*, Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Biofizyki im. prof. Zbigniewa Religi, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach.

Plichta J., Nadolny K., Musiał W., Sutowski P., *Wysoko efektywne szlifowanie materiałów trudnoskrawalnych*, Monografia z projektu Badawczego nr. N N503 214837, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2012.

Pochrzęst – Motyczyńska A., *Sztuczna inteligencja obsługi pacjenta w rejestracji szpitala*, Prawo.pl. *Zastosowanie sztucznej inteligencji w medycynie*, źródło: www.prawo.pl/zdrowie/zastosowanie-sztucznej-inteligencji-w-medycynie,493017.html.

Podstawowe wartości etyczne dla sztucznej inteligencji, deutschland.de 2019, <https://www.deutschland.de/pl/news/podstawowe-wartosci-etyczne-dla-sztucznej-inteligencji>.

Rada Adwokatur i Stowarzyszeń Prawniczych Europy, *CCBE Response to the consultation on the European Commission's White Paper on Artificial Intelligence*, 5 czerwca 2020 r., <https://www.ccbe.eu/documents/position-papers/>.

Rahman F., *COMPAS Case Study: Fairness of a Machine Learning Model*, “Towards Data Science”, 7 września 2020 r., <https://towardsdatascience.com/compas-case-study-fairness-of-a-machinelearning-model-f0f804108751>.

Rao A.S., George M., *Modeling rational agents...*, Wooldridge M., *An introduction to multiagent systems*, Wiley, Hoboken 2009.

Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 16 lutego 2017 r. zawierająca zalecenia dla Komisji w sprawie przepisów prawa cywilnego dotyczących robotyki, 2015/2103(INL).

Rigal S., Pons F., *Battlefield Triage* [w:] *Orthopedics in Disasters. Orthopedic Injuries in Natural Disasters and Mass Casualty Events*, red. N. Wolfson, A. Lerner, L. Roshal, Berlin–Heidelberg 2016.

Robot w Ostródzie zadzwoni i odbierze telefony od pacjentów, MD,KF, 25.10.2019, www.tvp.info/45014854/robot-w-ostrodzie-zadzwoni-i-odbierze-telefony-od-pacjentow.

Rowecka K., (2016). *Maszyna kontra człowiek. Historia i przyszłość sztucznej inteligencji*, Portal internetowy Business Insider Polska 05.11, <http://businessinsider.com.pl/technologie/historia-sztucznej-inteligencji/r3v3gx0>.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 października 2001 r. w sprawie powszechnej taksacji nieruchomości Dz.U. nr 135, poz. 1514).

Rutkowski L., *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, PWN, Warszawa, 2005.

Sandler B.D., *Tax Treaties and Controlled Foreign Company Legislation: Pushing the Boundaries*, Lex, Haga 1998.

Sartor G., Branting L.K., *Judicial Applications of Artificial Intelligence*, Dordrecht 1998.

Schutzkommission beim Bundesministerium des Innern, Katastrophenmedizin – Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall, München 2010.

Schwab K., *Czwarta rewolucja przemysłowa*, Studio Emka, Warszawa 2018.

Segars A.H., *Seven Technologies Remaking the World*, <https://sloanreview.mit.edu/projects/seven-technologies-remaking-the-world/>.

Seghier, M.L. (2023), *ChatGPT: not all languages are equal*, „Nature”, nr 615(7951).

Semrau A., *Wpływ sztucznej inteligencji na pracę biur rachunkowych*, Akademia Ekonomiczno-Humanistyczna w Warszawie.

Sergot M.J., Sadri F., Kowalski R.A., Kriwaczek F., Hammond P., Cory H.T., +e British Nationality, *Act as a logic program*, *Communication of the ACM* 1986, Nr 29(5).

Soldaty A., *Cyfrowy bliźniak – jeszcze wizja czy już rzeczywistość?*,

<https://www.controlengineering.pl/cyfrowy-blizniak-jeszcze-wizja-czy-juz-rzeczywistosc/>.

Sroka R., *Modele i warunki rozwoju etyki sztucznej inteligencji w biznesie*, *Prakseologia* nr 161/2019. *A definition of AI: Main Capabilities and Scientific Disciplines*, 2019, High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, Brussels.

Stenovec T., *The Real Reason Facebook Is Forcing You to Download Messenger*, „Huffington Post”, 2014.

Stęgowski Z., *Sztuczne sieci neuronowe*, Kernel, 2004.

Stockton D.J., Quinn L., Khalil R.A., *Use of genetic algorithms in operations management Part 2: results*, *Proc. Instn.Mech.Engrs*, vol.218, part B:J. Engineering Manufacture, 2004.

Stratégie nationale de recherche en intelligence artificielle, <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid128577/rapport-de-cedric-villani-donner-un-sens-a-l-intelligence--artificielle-ia.html>.

Studia Informatica, Vol. 23, No. 2B: (48), (49), (50), Silesian University of Technology Press, Gliwice 2002.

Su, J., Yang, W. (2023), *Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education*, „ECNU Review of Education”, Vol. 0.

Sundgaard JV, Bray P, Laugesen S, et al., *A Deep Learning Approach for Detecting Otitis Media From Wideband Tympanometry Measurements*, *IEEE J Biomed Health Inform.* 2022;26(7):2974-2982. doi:10.1109/JBHI.2022.3159263.

Szarata A., *Nowoczesne technologie w budownictwie LiDAR, BIM, GIS, AI – wybrane zagadnienia*, *Przegląd Budowlany* 3-4/2022.

Szczęsny J., *Pewnie o nim nie słyszałeś, ale to „trzeci” system mobilny na świecie*, *Antyweb*, 2019.

Sztuczna Inteligencja w służbie medycyny, źródło: <https://uksw.edu.pl/pl/uniwersytet/uczelnia-dzis/aktualnosci/1951-sztuczna-inteligencja-w-sluzbie-medycyny>.

Świdorski A., *Modelowanie oceny jakości usług transportowych*, Politechnika Warszawska, Warszawa, 2011.

Tadeusiewicz R., 1993. *Sieci neuronowe*. Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa.

Tadeusiewicz R., *W jakim zakresie nowoczesna sztuczna inteligencja może być zastosowana w inteligentnych budynkach*, czasopismo „Napędy i sterowanie” nr 12, 2012.

Tang O., *Simulated annealing in lot sizing problems*, *Int.J.Production Economics*, 88, 2004.

Tegmark M., *Życie 3.0. Człowiek w erze sztucznej inteligencji*, Warszawa 2019.

The Global Risks Report 2017. (2017), The World Economic Forum. 12th Edition, Geneva, http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf.

Tomar S. (2014), *Nanotechnology. Current Global Trends and Future Military Applications for „Soldier as a System”*. Journal of Defence Studies. Vol. 8, No. 4 October-December. New Delhi, http://www.idsa.in/system/files/jds/jds_8_4_2014_sanjivtomar.pdf.

Tomar S. (2014), *Nanotechnology. Current Global Trends and Future Military Applications for „Soldier as a System”*. Journal of Defence Studies. Vol. 8, No. 4 October-December. New Delhi, http://www.idsa.in/system/files/jds/jds_8_4_2014_sanjivtomar.pdf.

Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej, Dz. Urz. UE C 326/47 z 26.10.2012 r.

Ugo P. 2013, *The Laws of Robots Crimes, Contracts, and Torts*. Dordrecht Heidelberg New York: Springer.

Ugo P., Corrales M., Fenwick M., Forgo N., 2018, *The Rise of Robotics & AI: Technological Advances. Normative Dilemmas*. In *Robotics, AI and the Future of Law*, ed. Corrales M., Fenwick M., Forgo N., 1–13. Singapore: Springer.

Ulenaers J., *The Impact of Artificial Intelligence on the Right to a Fair Trial: Towards a Robot Judge?*, Asian Journal of Law and Economics, vol. 11, No. 2, 2020, pp. 20200008, <https://doi.org/10.1515/ajle2020-0008>.

Umowa handlowa dotycząca zwalczania obrotu towarami podrobionymi (ACTA). Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie *Umowy handlowej dotyczącej zwalczania obrotu towarami podrobionymi (ACTA)* (Dz.U. UE. C. z 2012 r.).

Ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. *O podatku dochodowym od osób prawnych*, Dz. U. z 2019 r., poz. 865 z późn. zm.

Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami. (Dz.U. nr 115, poz. 741), tekst jednolity Dz.U. 46 poz. 543 z 2000 r.

Ustawa z dnia 24 listopada 2017 r. *o zmianie niektórych ustaw w celu przeciwdziałania wykorzystywaniu sektora finansowego do wyłudzeń skarbowych* (Dz.U. poz. 2491 ze zm.).

Ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. *O podatku dochodowym od osób fizycznych*, Dz. U. z 2019 r., poz. 1387 z późn. zm.

VerfG, Beschluss der 2. Kammer des Zweiten Senats vom 30. Januar 2020 – 2 BvR 1005/18.

Verheij B., *Proof with and without probabilities*, Artif Intell Law 2017, Nr 25.

Wang F., Bollen M., *Quantifying the potential impacts of Disturbances on Power System Protection, Developments in Power System Protection*, 7th Int. Conf., Amsterdam, 9-12 April 2001.

Węgrzyn S., *Podstawy automatyki*, PWN, Warszawa 1978.

What is nanotechnology. (2017). Portal internetowy USA National Nanotechnology Initiative, <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition>.

Wilczek N., Madoń B., Niewęglowski K., Palmi J., Wasyluk M., *Zastosowanie sztucznej inteligencji (AI) w mammografii*, Student Research Circle at the Chair and Department of Epidemiology and Clinical Research Methodology, Medical University of Lublin.

Williams G., *Out with the Gold: The Big Data, AI Mining Revolution*, Gold Investing News, 19.06.2018 r.

Winiarska A., Klaus W., *Dyskryminacja i nierówne traktowanie jako zjawisko społeczno-kulturowe*, Warszawa 2011.

Witten I. H., Frank E., *Data mining*, Morgan Kaufmann Publishers, 1999.

Wniosek Komisji Europejskiej, *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające zharmonizowane przepisy dotyczące sztucznej inteligencji (Akt w sprawie sztucznej inteligencji) i zmieniające niektóre akty ustawodawcze Unii*, 21 kwietnia 2021 r., COM/2021/206 final, <https://eur->

[lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1623335154975&uri=CELEX%3A52021PC0206](https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1623335154975&uri=CELEX%3A52021PC0206).

Wojnarowska J., *Sprawozdanie z ogólnopolskiej interdyscyplinarnej konferencji naukowej „Forum Świata Medycznego: Prawo i Etyka Świata cyfrowego”*, *Przegląd Prawa Medycznego*, Nr 1-2/2.

Wooldridge M., van der Hoek W., *On obligations and normative ability: towards a logical analysis of the social contract*, J Appl Log 2005 Nr 3, s. 396–420; van der Hoek W., Roberts M., Wooldridge M., *Social laws in alt* (2010) Optimal social laws, [w:] Proceedings of the 9th International Conference.

Wróbel M., Wojda P., *Możliwości optymalizacji procesu transportowego z wykorzystaniem sztucznej inteligencji*, Koło Naukowe Logistyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna, Journal of Translogistics, 2018.

Wyrok (Wielkiej Izby) ETPC z 15.10.2015 r., skarga Nr 27510/08.

Wyszyński F., *Ryzyko regulacyjne sztucznej inteligencji. Analiza na przykładzie zakazu dyskryminacji osób z niepełnosprawnościami w sytuacji Triage'u pandemicznego (prawo niemieckie)*, Acta Iuridica Resoviensia nr 1(36)/2022, Uniwersytet w Białymstoku.

Yao J.T., Zhao S.L., Saxton L.V., *A Study on fuzzy intrusion detection*, In Proc. of SPIE Vol. 5812, *Data Mining, Intrusion Detection, Information Assurance, And Data Networks Security*, Orlando, Florida, USA, 28 March – 1 April 2005.

Zalewski T., *Definicja sztucznej inteligencji* [w:], *Prawo sztucznej inteligencji*, red. L. Lai, Świerczewski M., 2020.

Załoga E., Kowalska S., *Rozważania nad sztuczną inteligencją w transporcie i logistyce*, PTiL 4/2019 (48), www.wnus.edu.pl/ptil.

Założenia do strategii AI w Polsce. Plan działań Ministerstwa Cyfryzacji, 2018. Ministerstwo Cyfryzacji, Warszawa.

Završnik A., *Criminal justice, artificial intelligence systems, and human rights*, ERA Forum (2020), Nr 20.

Zienowicz T. A., *Artificial intelligence i singularity w procesie stosowania prawa*, PME Nr 2/2019.

Zumstein D., Hundertmark S., *Chatbots – and interactive technology for personalized communication and services* (https://www.researchgate.net/profile/Darius_Zumstein2/publication/322855718_Chatbots_-_An_Interactive_Technology_for_Personalized_Communication_Transactions_and_Services/links/5a72ecde458515512076b406/Chatbots-An-Interactive-Technology-for-Personalized-Communication-Transactions-and-Services.pdf).



Dr inż. prof. ANS-WSZiA w Opolu (Polska) Władysław Wornalkiewicz jest autorem książek z zakresu statystyki i ekonometrii z zastosowaniem programów komputerowych. Jego praca naukowa skupia się na testowaniu różnych metod modelowania ekonometrycznego z użyciem danych statystycznych oraz takich narzędzi programistycznych jak pakiety *Excel, Gretl, WinQSB, R, DEAP, Expert Choice* i innych. Jest absolwentem kilku kierunków na Politechnice Wrocławskiej, gdzie uzyskał tytuły inżyniera mechanika, magistra inżyniera organizatora produkcji, doktora nauk ekonomicznych, pedagoga Ministerstwa Edukacji Narodowej. Ukończył również program edukacyjny „Polska w procesie integracji europejskiej”.

Zatrudniony jest w Akademii Nauk Stosowanych (ANS-WSZiA) w Opolu na stanowisku Profesora Uczelni. Obecnie ma tam wykłady z przedmiotów: *Procesy informacyjne w zarządzaniu, Systemy informacyjne w logistyce, Technologie informacyjne, Informatyka w zarządzaniu, Badania operacyjne, Optymalizacja decyzji gospodarczych*. Ponadto prowadzi seminaria dyplomowe licencjackie i magisterskie.

W dorobku naukowym ostatnich lat są następujące książki: *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych*, tom I. *Wybrane modele ekonometryczne, Formułowanie modeli ekonometrycznych do potrzeb zarządzania - dwa tomy (Środowiska programowe statystyki opisowej, Zagadnienia ekonometrii)*, *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie*, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania - dwie części (Wybrane systemy zarządzania i sposoby modelowania, Narzędzia wspomagające projektowanie systemów)*, *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania* *Wybrane aspekty logistyczne - rozdziały: 1-9, 16-22, Współpraca specjalizowanych systemów informatycznych*.

W latach 2020-2021 ukazały się monografie indywidualne autora, a mianowicie:

- *Implementacja informatyczna wybranych metod ilościowych*, opublikowana przez wydawnictwo DENAKYR w Bratysławie;
- *Informatyka w wybranych obszarach zarządzania*, Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku (Ukraina);
- *Procesy informacyjne w zarządzaniu*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu;
- *Systemy informacyjne w logistyce Wybrane aspekty*, Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku (Ukraina);
- *Narzędzia informatyczne zarządzania w warunkach specjalnych*, Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku (Ukraina);
- *Udoskonalenie procesów informacyjnych zarządzania (zbiór przykładów do ćwiczeń)*, Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku (Ukraina);
- *Usprawnienia organizacyjne z zastosowaniem IT (Wybrane przykłady)*, Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku (Ukraina);
- *Doskonalenie systemów informatycznych*:
część I. *Wybrane aspekty zarządzania*, część II. *Propozycja metod i modeli*, GlobeEdit (Niemcy);
- *Narzędzia wdrażania systemów informatycznych*, GlobeEdit (Niemcy);
- *Współpraca specjalizowanych systemów informatycznych*, w GlobeEdit (Niemcy).

Efektom prac badawczych są trzy publikacje: skrypt - *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, książka - *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej*, książka *Popularyzacja wybranych metod ilościowych w Internecie*. Jest autorem wielu artykułów wydrukowanych w monografiach WSZiA w Opolu, opublikowanych przez Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku (Ukraina), Uniwersytet Pedagogiczny w Presovie (Słowacja), Uniwersytet Technologiczny w Czernigowie (Ukraina) i w innych wydawnictwach.