

Aleksander PIECUCH

ORCID: 0000-0001-5889-9643. Prof. nadzw. dr hab., Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Społecznych, Zakład Komparatystyki Prawniczej i Nauk Pomocniczych, ul. Grunwaldzka 13, 35-068 Rzeszów, e-mail: apiecuch@ur.edu.pl;

data złożenia tekstu do Redakcji DI: 24.03.2024; data wstępnej oceny artykułu: 5.04.2024

KOMPUTERY NIE MYŚLĄ – ONE TYLKO LICZĄ COMPUTERS DON'T THINK – THEY ONLY COUNT

Słowa kluczowe: inteligencja, sztuczna inteligencja, przetwarzanie języka naturalnego – NLP, transformer, prompt, token.

Keywords: intelligence, artificial intelligence, natural language processing – NLP, transformer, prompt, token.

Streszczenie

W artykule podjęto problematykę rozumienia pojęcia inteligencji w kontekście sztucznej inteligencji. W bardzo uproszczony i wybiórczy sposób pokazano zasady działania AI na przykładzie przetwarzania języka naturalnego (NLP). Tym samym starano się wykazać, że podstawą działania sztucznej inteligencji są złożone operacje logiczne i matematyczne niemające nic wspólnego z tradycyjnie pojętą inteligencją i myśleniem, charakterystycznym dla gatunku ludzkiego.

Abstract

The article addresses the issue of understanding the concept of intelligence in the context of artificial intelligence. The principles of AI operation are shown in a very simplified and selective way using the example of natural language processing (NLP). Thus, an attempt was made to make it clear that the basis of artificial intelligence are complex logical and mathematical operations that have nothing to do with the traditionally understood intelligence and thinking typical of the human species.

Wstęp

Chyba nie bez powodu 4 stycznia 2024 r. kapituła językoznawców wybrała wyrażenie *sztuczna inteligencja* słowem 2023 r. w ramach XIII edycji plebisytu

organizowanego przez Instytut Języka Polskiego UW¹. Faktem jest, że do końca XXI w. pozostało jeszcze sporo czasu, ale przypuszczalnie właśnie sztuczna inteligencja stanie się technologią definiującą ten wiek. Jej rozwój prawdopodobnie zmieni zasady funkcjonowania człowieka i to we wszystkich obszarach jego aktywności. Co przyniosą te zmiany, czy okażą się być korzystne dla człowieka, społeczeństw i świata, pokażą najbliższe lata. Już dzisiaj pojawia się wiele wątpliwości i pytań natury prawnej i etycznej, na które wcześniej niż później trzeba będzie odpowiedzieć.

Inteligencja

W książce *Psychologia dla nauczycieli* autor D. Fontana twierdzi, że „ze wszystkich kwestii poruszanych w psychologii rozwojowej żadna nie przyciągnęła tyle uwagi co inteligencja. Nietrudno jest znaleźć przyczynę tego faktu, jeżeli zdefiniujemy inteligencję jako zdolność do dostrzegania związków i wykorzystywania tych związków do rozwiązywania problemów [...]”². Pojęcie inteligencji pozostaje przedmiotem zainteresowania nie tylko psychologii, ale również pedagogiki czy socjologii. W naukach pedagogicznych przyjmuje się, że jest to: „zdolność lub zbiór zdolności umożliwiający jednostce uczenie się na podstawie doświadczenia, rozwiązywanie problemów i zadań oraz metapoznanie (rozumienie i kontrolowanie własnych procesów myślowych), a także przystosowanie się do otaczającego środowiska i jego przekształcanie”³. Jeszcze szerzej ujmuje tę problematykę *Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku*, wskazując że jest to „ogólna zdolność korzystania z doświadczeń, złożona zdolność umysłowa, zespół sprawności, głównie myślenia, rozumowania, rozumienia słownego, wyobraźni przestrzennej, posługiwania się liczbami, umożliwiający jednostce rozwiązywanie nowych zadań, korzystanie z własnego doświadczenia, szczególnie wiedzy i na podstawie tego przystosowywanie się do określonych, zmiennych warunków i ich przekształcanie adekwatnie do własnych potrzeb”⁴. W naukach socjologicznych inteligencja „oznacza warstwę ludzi wykształconych, twórczych, zajmujących się działalnością administracyjną, kulturalną, oświatową, techniczną, medyczną itp.”⁵.

¹ Zob.: <https://www.uw.edu.pl/wyniki-plebiscytu-slowo-roku-2023/> [dostęp: 12.01.2024].

² D. Fontana, *Psychologia dla nauczycieli*, Wyd. Zys i S-ka, Poznań 1998, s. 113.

³ C. Kupisiewicz, M. Kupisiewicz, *Słownik pedagogiczny*, Wyd. PWN, Warszawa 2018, s. 69.

⁴ Za: E. Wysocka, hasło: *inteligencja* [w:] *Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku*, red. T. Pilch, t. 2, Wyd. Żak, Warszawa 2003, s. 386.

⁵ C. Kupisiewicz, M. Kupisiewicz, *Słownik...*, s. 69.

Inteligencja a sztuczna inteligencja

Kilka ostatnich dekad, w tym także tych z XX w., zapisze się w historii rozwoju cywilizacji jako okres gwałtownego postępu naukowo-technicznego. Chociaż nie wszystkie osiągnięcia można zaliczyć do grona chlubnych, to jednak zmieniły one obraz ówczesnego i współczesnego świata. Przywołajmy w tym miejscu fakt skonstruowania i użycia po raz pierwszy bomby atomowej w dwóch Japońskich miastach Hiroszynie i Nagasaki (1945). W 1957 r. na orbicie umieszczono pierwszego sztucznego satelitę Sputnik-1, a jedenaście lat po tym wydarzeniu człowiek postawił swoją stopę na Księżycu. W roku 2000 opublikowano wstępny opis genomu człowieka, a w 2003 rozpoznano cały jego genom⁶. To tylko zasygnalizowanie ważniejszych osiągnięć naukowo-technicznych, które nieustannie zmieniają obraz i funkcjonowanie człowieka. Przez ostatnie dziesięciolecia powstała niezliczona ilość artefaktów służących człowiekowi w jego pracy, nauce, odpoczynku. Dziś, w trzeciej dekadzie XXI w., dominującą rolę we wszystkich obszarach ludzkiej aktywności odgrywają technologie cyfrowe. Coraz częściej też w ich kontekście pojawia się określenie inteligentne. Wspomnijmy tu np. o Internecie rzeczy (ang. *Internet of Things*, IoT), który Polskie Ministerstwo Cyfryzacji opisuje jako: „falę innowacji wykorzystujących sieć inteligentnych przedmiotów (obiektów wyposażonych w zdolność do przetwarzania danych i kooperacji), której istotą jest nie tylko zaspokajanie znanych dzisiaj potrzeb. Podobnie jak miało to miejsce w przypadku pierwszej »rewolucji internetowej«, mamy również do czynienia z kreowaniem nowych obszarów zastosowań, nieoczekiwanych zachowań konsumenckich i nowych modeli biznesowych. Jest to z pewnością obszar ogromnych szans, choć również wielkiego ryzyka charakterystycznego dla masowych fal innowacji”⁷. Smart-dom to kolejny przykład „inteligencji” wbudowanej w urządzenia. „System inteligentnego domu składa się zwykle ze swojego rodzaju serwera (jednostki sterującej) oraz kontrolowanych urządzeń – czujników i sterowników. Czujniki, jako urządzenia wejściowe (np. termometr), dostarczają do systemu dane potrzebne do podjęcia decyzji o sterowaniu urządzeniami wyjściowymi (np. ogrzewaniem). Podłączone urządzenia mogą być zarówno analogowe, jak i cyfrowe, często są dodatkowym sterownikiem wymagającym osobnego oprogramowania. Możliwe jest też sterowanie ręczne – z poziomu manipulatora (fizycznego urządzenia), aplikacji bądź strony Web. Każdy z tych interfejsów pozwala również na konfigurację systemu zgodnie z oczekiwaniami użytkowni-

⁶ Zob.: <https://zpe.gov.pl/a/przeczytaj/DluYXJz1> [dostęp: 9.02.2024].

⁷ Ministerstwo Cyfryzacji, *Internet rzeczy*, <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/internet-rzeczy> [10.05.2020].

ka”⁸. Do tej grupy zaliczmy również systemy alarmowe różnego rodzaju, np. antywłamaniowe i przeciwpożarowe. Z obszaru „inteligentnych” rozwiązań nie można wykluczyć systemów militarnych. Mowa o pociskach raketowych trafiających z bardzo dużą precyzją w wyznaczony (zaprogramowany) cel. Nadmienmy, że po wojnie w Zatoce Perskiej (1990) publicysta Alvin Toffler napisał, nie bez pewnej przesady, że „wojnę w Zatoce Perskiej wygrała inteligencja ukryta w mikroprocesorach systemów uzbrojenia oraz systemach dowodzenia, łączności i rozpoznania”⁹. Na podstawie tylko tych kilku przykładów uzmysławiamy sobie, że przymiotem „inteligencji” zaczęto obdarzać wszelkiego rodzaju urządzenia i jak się okazuje również programy komputerowe. Należałoby postawić pytanie, czy rzeczywiście jest to inteligencja różnorodnych artefaktów, czy też jednak inteligencja człowieka zakodowana w przygotowanych przez niego algorytmach, a następnie przełożona na postać cyfrową i zapisana w pamięciach cyfrowych tychże urządzeń? O inteligencji nauki psychologiczne mówią, że jest „to konstrukt teoretyczny odnoszący się do względnie stałych warunków wewnętrznych człowieka, determinujących efektywność działań wymagających udziału typowo ludzkich procesów poznawczych. Warunki te kształtują się w wyniku interakcji genotypu, środowiska i własnej aktywności. [...] Inteligencja, która właściwa jest człowiekowi, uzewnętrznia się w tzw. inteligentnym zachowaniu. Nie jest ona zdeterminowana wyłącznie przez genotyp, podobnie jak nie jest wytworem tylko środowiska. Inteligencja jest wynikiem interakcji między tymi czynnikami. Szczególną rolę w procesie tej interakcji odgrywa własna aktywność jednostki. Ona determinuje w znacznej mierze, z jakim środowiskiem i w jaki sposób człowiek wchodzi w interakcję, a więc w konsekwencji, jakie wpływy środowiska zostają zinterioryzowane („uwewnętrznione”) przez człowieka. Na szczególną uwagę zasługuje to, że dzięki własnej aktywności warunki wewnętrzne człowieka, do których odnosi się ów konstrukt teoretyczny zwany inteligencją, zmieniają się”¹⁰. Tym paradygmatom przeciwstawmy sztuczną inteligencję, która:

nie posiada:

- świadomości,
- emocji,
- empatii,
- intuicji,

⁸ P. Pańczyk, J. Smółka, *Porównanie rozwiązań inteligentnego budynku na wybranych platformach sprzętowych*, „Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska” 2017, t. 7, nr 2, s. 58.

⁹ T. Goban-Klas, P. Sienkiewicz, *Spółeczeństwo informacyjne: szanse, zagrożenia, wyzwania*, Wyd. Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1999, s. 91.

¹⁰ J. Strelau, *O inteligencji człowieka*, Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa 1987, s. 15.

- abstrahowania,
- samooceny,
- umiejętności samodzielnego uczenia się i adaptacji bez ingerencji człowieka.

Nie rozumie (GPT3 i niższe wersje):

- sensu słów,
- kontekstu,
- żartu i ironii.

Nie potrafi:

- przeprowadzić rzetelnego osądu,
- odróżnić faktu od fikcji,
- podjąć „zdroworozsądkowej” decyzji,
- odpowiedzieć precyzyjnie – wówczas halucynuje.

Ponadto:

- nie wygeneruje odpowiedzi na fakty mające miejsce po 2021 r. (przeszkolona na danych przed czwartym kwartałem 2021 – GPT3,5), GPT4 ma dostęp do bieżących informacji;
- ma ograniczoną wiedzę (zależne od źródeł danych i informacji);
- może być stronniczy lub dyskryminacyjny (zależne od źródeł, na których trenowano AI);
- nie ma krytycznej zdolności rozwiązywania złożonych problemów;
- nie wygeneruje żadnego pomysłu ani koncepcji naukowej;
- nie podaje źródeł informacji, z których korzysta¹¹.

Zauważmy, że prezentowany zbiór cech jest bezsprzecznie przynależny tylko człowiekowi, trudno zatem przypisać inteligencję komputerowi. Sam Altman, szef OpenAI, zabierając głos w tej sprawie, stwierdził, że system, który nie jest zdolny do samooceny, nie może być nazwany inteligentnym. W podobnym tonie głos zabrał Stuart Russell, jeden z pionierów AI, twierdząc, że „skupianie się na surowej mocy obliczeniowej całkowicie mija się z celem [...] Nie wiemy, jak stworzyć naprawdę inteligentną maszynę”¹². Mimo panujących rozbieżności,

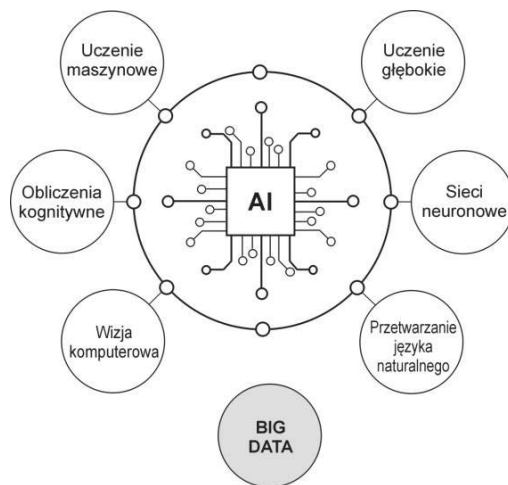
¹¹ Opracowanie własne na podstawie: V. Kanade, *5 Tasks ChatGPT Does Best: And 5 It Can't*, <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/tasks-chatgpt-can-and-cannot-do/>; S. Rosenberg, *What ChatGPT can't do*, <https://www.axios.com/2023/01/24/chatgpt-errors-ai-limitations>; B. Marr, *The Top 10 Limitations Of ChatGPT*, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/03/03/the-top-10-limitations-of-chatgpt/?sh=4ad096168f35>; S. Joshi, *ChatGPT – What it can and can't do?*, <https://medium.com/geekculture/chatgpt-what-it-can-or-cant-do-f78655169aeb> [dostęp: 13.02.2023].

¹² zob.: M. Usidus, *Sztuczna superinteligencja na horyzoncie. Dogonić człowieka i go... przegonić*, <https://mlodytechnik.pl/technika/30979-sztuczna-superinteligencja-na-horyzoncie-dogonic-czlowieka-i-go-przegonic> [dostęp: 13.02.2024].

które towarzyszą tradycyjnie rozumianemu pojęciu inteligencji i omawianemu oksymoronowi, nie pozostaje nic innego, jak tylko uznać jego istnienie w społecznym i naukowym obiegu.

Sztuczna inteligencja w skrócie

Możliwości, jakie oferuje dziś sztuczna inteligencja, są wynikiem implementacji niesłychanie skomplikowanych rozwiązań programistycznych. W dużym przybliżeniu możemy wskazać tylko ważniejsze jej komponenty (rys. 1), przy czym dodajmy, że nie można ich rozpatrywać jako wyizolowanych. Łącznie tworzą one spójną strukturę AI, wykorzystując wzajemnie swoje algorytmy.



Rys. 1. Kluczowe komponenty sztucznej inteligencji

Źródło: opracowanie własne na podstawie: V. Kanade, *What Is Artificial Intelligence (AI)? Definition, Types, Goals, Challenges, and Trends in 2022*, <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-is-ai/amp/>

Funkcjonalność poszczególnych bloków AI definiuje się następująco:

- „Uczenie maszynowe – (ang. *Machine Learning* – ML). To podzbiór AI niewymagający jawnego programowania. Uczy się automatycznie na podstawie poprzednich doświadczeń. Dokładność, z jaką przebiega uczenie maszynowe, rośnie wraz z czasem i ilością danych.

- Głębokie uczenie – (ang. *Deep Learning* – DL). Przetwarza dane za pomocą sztucznych sieci neuronowych. DL jest podzbiorem uczenia maszynowego ML. „Trening z dużą ilością danych konfiguruje neurony w sieci neuro-

nowej. Wynikiem takiego treningu jest model uczenia głębokiego, który po przeszkoleniu przetwarza nowe dane. Modele uczenia głębokiego pobierają informacje z wielu źródeł danych i analizują te dane w czasie rzeczywistym, bez konieczności interwencji ze strony człowieka” (ORACLE). W procesie uczenia głębokiego procesory graficzne (GPU) są zoptymalizowane pod kątem modeli szkoleń, ponieważ mogą przetwarzać wiele obliczeń jednocześnie.

– Sieci neuronowe (ang. *Neural Network* – NN). „System przeznaczony do przetwarzania informacji, którego budowa i zasada działania są w pewnym stopniu wzorowane na funkcjonowaniu fragmentów rzeczywistego (biologicznego) systemu nerwowego. Na przesłankach biologicznych oparte są schematy sztucznych neuronów wchodzących w skład sieci oraz (w pewnym stopniu) jej struktura. Jednak schematy połączeń neuronów w sieci neuronowej są wybierane arbitralnie, a nie stanowią modelu rzeczywistych struktur nerwowych. Wy różniącą cechą sieci neuronowej jako narzędzia informatycznego jest możliwość komputerowego rozwiązywania przy jej pomocy praktycznych problemów bez ich uprzedniej matematycznej formalizacji. Dalszą zaletą jest brak konieczności odwoływania się przy stosowaniu sieci do jakichkolwiek teoretycznych założeń na temat rozwiązywanego problemu. Nawet założenie o przyczynowo-skutkowych zależnościach między wejściem a wyjściem nie musi być egzekwowane. Najbardziej znamiennej cechą sieci neuronowej jest jej zdolność uczenia się na podstawie przykładów i możliwość automatycznego uogólniania zdobytej wiedzy (generalizacja)”¹³.

– Obliczenia kognitywne (ang. *Cognitive Computing* – CC). Symulują ludzkie procesy myślenia. Istota obliczeń kognitywnych sprowadza się do uczenia się, rozumienia zadań i interpretacji danych. Do tej grupy zaliczane jest rozpoznawanie obrazów i przetwarzanie języka naturalnego. Obliczenia kognitywne wykorzystują przede wszystkim sztuczne sieci neuronowe.

– Przetwarzanie języka naturalnego (ang. *Natural Language Processing* – NLP). Jest narzędziem pozwalającym na komunikację z człowiekiem. Polega na rozpoznawaniu, rozumieniu, interpretowaniu języka naturalnego. Komunikacja może odbywać się w formie tekstowej i poprzez generowanie mowy.

– Wizja komputerowa (ang. *Computer Vision* – CV). Przetwarzanie wizyjne wykorzystuje proces głębokiego uczenia. Pozwala na identyfikację zróżnicowanych wzorców obrazowych, np.: tabele, obrazy, wykresy, wideo”¹⁴.

– „Big Data to termin stosowany do takich zestawów danych, których rozmiar lub typ wykracza poza zdolność do przechwytywania, zarządzania

¹³ R. Tadeusiewicz, M. Szaleniec, *Leksykon sieci neuronowych*, Wyd. Fundacji „Projekt Nauka”, Wrocław 2015, s. 94.

¹⁴ A. Piecuch, *Sztuczna inteligencja w perspektywie społecznej*, „Edukacja Ustawiczna Dorosłych” 2023, nr 4, s. 17–18.

i przetwarzania za pomocą tradycyjnych algorytmów i relacyjnych baz danych. Dane te posiadają jedną lub więcej z następujących cech: dużą objętość (ang. *high volume*), dużą intensywność strumienia (ang. *high velocity*), dużą różnorodność (ang. *high variety*) lub zróżnicowaną wiarygodność (ang. *high veracity*). Big Data pochodzą z czujników, urządzeń multimedialnych, dzienników aktywności programów komputerowych, aplikacji transakcyjnych, stron internetowych i mediów społecznościowych – większość z nich generowana jest w czasie rzeczywistym i na bardzo dużą skalę¹⁵.

Przetwarzanie języka naturalnego – NLP

„Praktyczne korzyści z systemów przetwarzania języka naturalnego mamy też przy zastosowaniu ich do automatycznego tłumaczenia tekstów lub mówionych wypowiedzi z jednego języka na drugi. [...] W powszechnym użyciu jest tu zwłaszcza łatwo dostępny i dobrze działający translator firmy Google. Systemy przetwarzania języka naturalnego pełnią też ważną funkcję przy automatycznym porządkowaniu dużych zbiorów tekstów wraz z automatycznym ustalaniem związków pomiędzy nimi”¹⁶.

Prowadząc dialog z AI jesteśmy zafascynowani jego poziomem. Można by sądzić, że faktycznie prowadzimy dyskurs z inteligentną maszyną. Tymczasem cały dialog po stronie AI jest wynikiem złożonych operacji matematycznych i logicznych podporządkowanych następującym regułom językowym:

- pragmatyce – która zajmuje się stosunkiem, jaki w procesie komunikowania się ludzi zachodzi między znakami słownymi a ich interpreterami (wypowiadającymi słowa) lub słuchaczami wypowiedzi¹⁷ – to społeczne i sytuacyjne warunki funkcjonowania języka oraz cele, jakie mówiący chce osiągnąć przez użycie określonych wyrazów i wyrażeń¹⁸;
- semantyce – czyli znaczeniu wyrazów, w jakim zakresie i charakterze budowa formalna wyrazu określa jego znaczenie¹⁹ – to analiza znaczenia wyrazów²⁰;

¹⁵ M. Tanaś, *Big Data – informatyka w metodologii nauk pedagogicznych* [w:] *Big Data w edukacji. CONTENT 1.0 – prototyp aplikacji do analizy treści Internetu*, red. M. Tanaś, M. Kamola, R. Lange, M. Fila, Wyd. APS, Warszawa 2019, s. 12.

¹⁶ R. Tadeusiewicz, *Archipelag sztucznej inteligencji. Część IV, „Napędy i Sterowanie”* 2021, nr 3, s. 52.

¹⁷ S. Dubisz (red.), *Wielki słownik języka polskiego*, t. 3, Wyd. PWN, Warszawa 2023, s. 898.

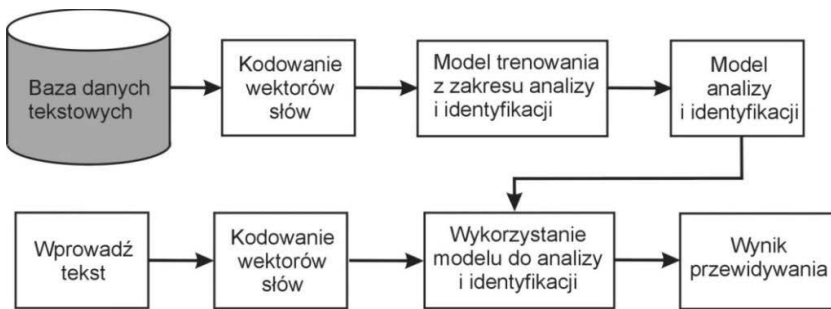
¹⁸ Zob.: *Słownik języka polskiego*, hasło: *pragmatyka*, <https://sjp.pwn.pl/slowniki/pragmatyka> [16.02.2024].

¹⁹ S. Dubisz (red.), *Wielki słownik języka polskiego*, t. 4, Wyd. PWN, Warszawa 2023, s. 328.

²⁰ *Słownik języka polskiego*, hasło: *semantyka*, <https://sjp.pwn.pl/szukaj/semantyka.html> [16.02.2024].

- syntaktyce – to wzajemne stosunki i właściwości budowy wyrażen języka (jego znaków) w procesie porozumiewania się ludzi²¹;
- gramatyce – to uporządkowany zbiór reguł opisujących system języka²², obejmuje fonetykę, fonologię, morfologię, składnię, semantykę i leksykologię²³. Na szczególną uwagę zasługują w tym zestawieniu: fonemy i morfemy;
- fonetyce – dźwiękowa strona języka: wymowa, artykulacja głosek właściwa danemu językowi; system głoskowy; zasób głosek²⁴;
- morfemowi – cząstka słowotwórcza²⁵, (rdzeń) najmniejsza grupa fonemów niosąca znaczenie, której nie można podzielić na mniejsze jednostki znaczeniowe.

Schematycznie architekturę dialogu człowieka z AI pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat blokowy systemu dialogowego NLP

Źródło: opracowanie własne na podstawie: B. Gao, *Research and Implementation of Intelligent Evaluation System of Teaching Quality in Universities Based on Artificial Intelligence Neural Network Mode*, „Mathematical Problems in Engineering”, vol. 2022, s. 4.

Komunikacja między ludźmi w mowie i piśmie odbywa się przy pomocy sekwencji liter alfabetu wypowiedzianych lub zapisanych. Komputery posługują się wyłącznie kodem binarnym, zatem każde słowo musi zyskać własną reprezentację w postaci sekwencji bitów. W AI tworzą one wektor słów, a ten zostaje umieszczony w wielowymiarowej przestrzeni słów. W sąsiedztwie takiego słowa w przestrzeni słów umieszczone są słowa o bardzo podobnym znaczeniu lub takie, które występują w podobnym kontekście. Dla przykładu, poniżej (rys. 3) wygenerowano przy pomocy narzędzia WebVector²⁶ słowa bliskoznaczne dla

²¹ S. Dubisz (red.), *Wielki słownik języka polskiego*, t. 4, Wyd. PWN, Warszawa 2023, s. 647.

²² S. Dubisz (red.), *Wielki słownik języka polskiego*, t. 1, Wyd. PWN, Warszawa 2023, s. 1120.

²³ M. Derwojedowa, H. Karaś, D. Kopcińska, (red.), *Język polski. Kompendium*, Wyd. Świat Książki, Warszawa 2005, s. 835.

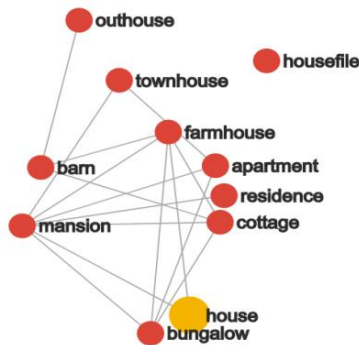
²⁴ S. Dubisz (red.), *Wielki słownik języka polskiego*, t. 1, Wyd. PWN, Warszawa 2023, s. 973.

²⁵ S. Dubisz (red.), *Wielki słownik języka polskiego*, t. 2, Wyd. PWN, Warszawa 2023, s. 958.

²⁶ <http://vectors.nlpl.eu/explore/embeddings/en/associates/#> [dostęp: 17.02.2024].

słowa „house”. Słowa zostały wygenerowane przy wykorzystaniu modelu angielskiej Wikipedii. Tabela zawiera natomiast częstotliwość pojawiania się słów bliskoznacznych.

Lp.	Odpowiedniki semantyczne dla słowa <i>HOUSE</i>	Częstotliwość występowania
1.	mansion	0,64
2.	farmhouse	0,61
3.	cottage	0,59
4.	housefile	0,55
5.	barn	0,54
6.	bungalow	0,53
7.	townhouse	0,53
8.	residence	0,52
9.	apartment	0,50
10.	outhouse	0,49



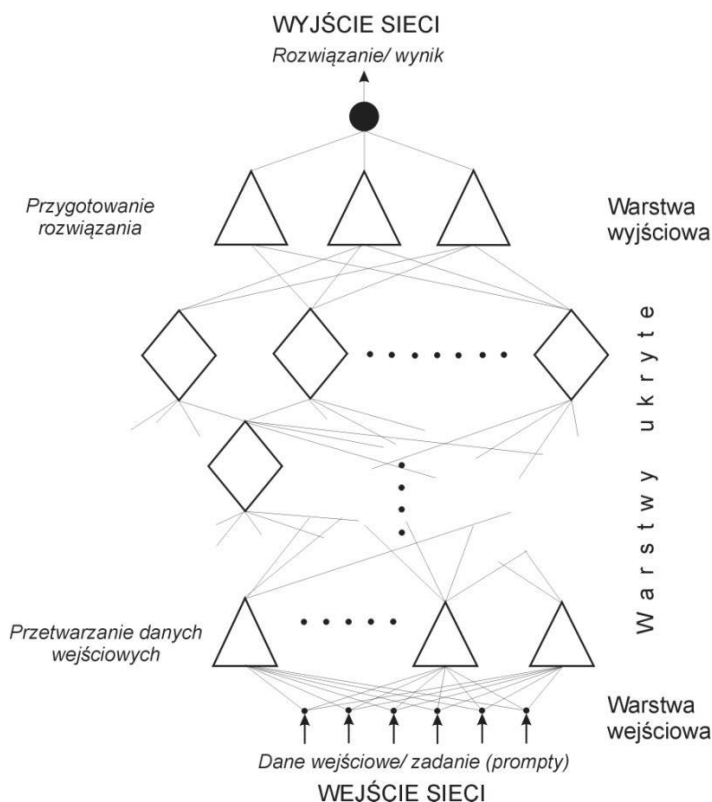
Rys. 3. Przestrzeń słów i częstotliwość występowania słów bliskoznacznych

Reprezentacja wektorowa słów rozwinęła się dzięki projektowi »word2vec«, a „jej rozkwit nastąpił w 2013 r. za sprawą publikacji prac zespołu Google pod przewodnictwem Tomasa Mikolova. Zespół opracował, a następnie udoskonalił metodę zapisu znaczenia słów w postaci wektorów w wielowymiarowej przestrzeni. Typowo stosowane są przestrzenie 100- i 300-wymiarowe. Zapis ten określony został mianem word2vec. Do jego tworzenia stosuje się dwie metody *Continuous Bag of Words (CBoW)* oraz *Continuous skip-gram*. W pierwszej z nich model przewiduje aktualnie uczone słowo na podstawie słów otaczających bez uwzględnienia kolejności (bag of words). W drugiej model wykorzystuje aktualne słowo do prognozowania słów otaczających, przy czym słowom bliższym przyporządkowana jest wyższa waga. Według autorów CBoW jest szybszy ale algorytm skip-gram osiąga lepsze rezultaty dla rzadszych słów. Reprezentacja wektorowa słów word2vec posiada bardzo ciekawą cechę, mianowicie pozwala przeprowadzać na słowach operacje arytmetyczne. Przykładowo:

brat – mężczyzna + kobieta = siostra

W powyższym wyrażeniu w słowie brat odjęty zostanie aspekt męski a dodany kobiecy co powoduje że w wyniku tej operacji otrzymujemy słowo siostra²⁷.

W praktyce przytoczony powyżej przykład realizowany jest na sieci neuronowej, która jest zorganizowana w warstwy. Począwszy od warstwy „wejście sieci”, ta i każda następną warstwa – tzw. transformer, przyjmuje jako dane wejściowe wektor dla każdego słowa i dodaje do niego informacje pozwalające na określenie znaczenia słowa, by z większym prawdopodobieństwem przewidzieć słowo, które powinno się pojawić jako następne – rys. 4.

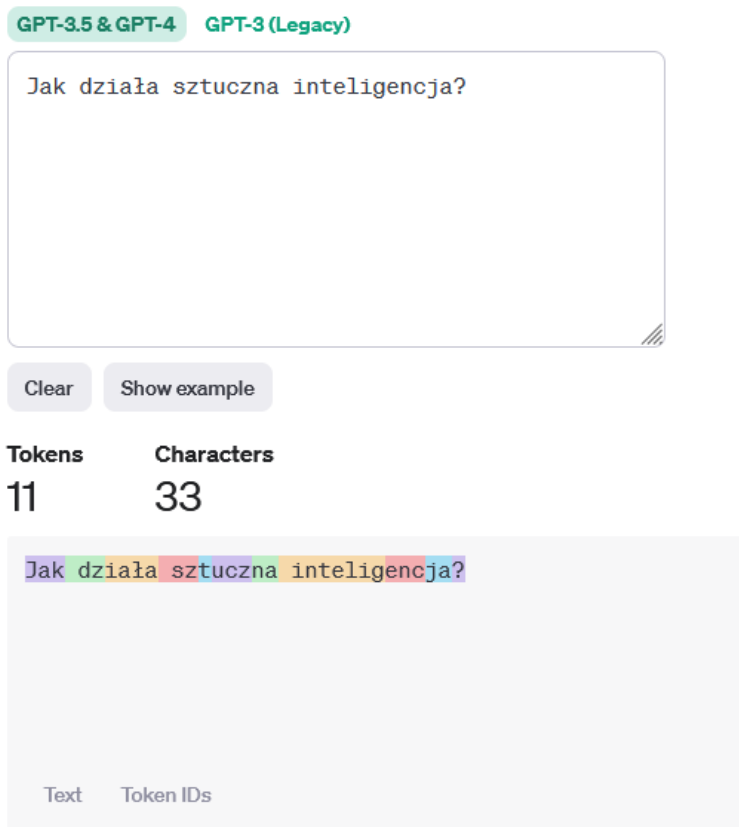


Rys. 4. Sieć neuronowa zorganizowana w warstwy

Źródło: opracowanie własne

²⁷ M. Wołoszyn, *Przygotowanie polskiego modelu word2vec z wykorzystaniem korpusu OpenSubtitles*, <http://www.deepdata.pl/tutorial/przygotowanie-polskiego-modelu-word2vec-z-wykorzystaniem-korpusu-opensubtitles/> [dostęp: 18.02.2024].

Przetwarzanie danych wejściowych – promptów²⁸ – rozpoczyna się od podziału na tzw. tokeny²⁹. Poniższy przykład procesu tokenizacji wygenerowano, korzystając z platformy OpenAI³⁰, rys. 5.



Rys. 5. Proces tokenizacji

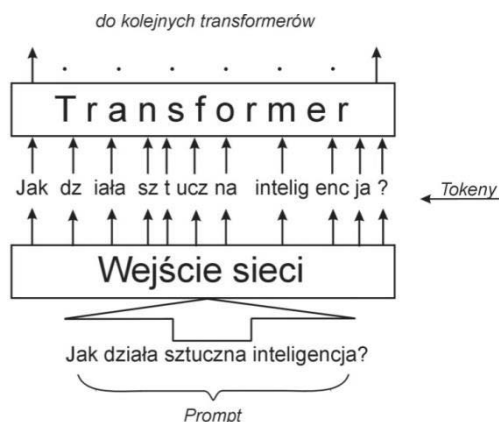
Źródło: opracowanie własne

Następnie transformery prowadzą analizę predykcyjną, co schematycznie pokazano na rys. 6.

²⁸ Prompt to tekst, który podawany jest na wejście sieci np. ChatGPT. Prompt powinien być krótki i jednocześnie na tyle precyzyjny, aby AI mogła wygenerować w pełni wartościowy tekst.

²⁹ Token to podstawowa jednostka tekstu, na które dzieli się tekst przed wprowadzeniem go do sieci neuronowej. Tokeny są zwykle wyrazami lub znakami interpunkcyjnymi, takimi jak przecinek lub kropka, <https://integratorai.pl/generowanie-tekstu/> [dostęp: 20.02.2024].

³⁰ <https://platform.openai.com/tokenizer> [dostęp: 20.02.2024].



Rys. 6. Przetwarzanie promptu przez transformery

Źródło: opracowanie własne

Warto zaznaczyć, że transformery posiadają również złożoną architekturę, w skład której wchodzi kodery i dekodery. Ich cechą charakterystyczną jest również wbudowany tzw. mechanizm uwagi (ang. *attention mechanism*) złożony z zestawu koderów służących „do przetwarzania danych wejściowych o dowolnej długości oraz zestawu dekoderek do wyprowadzania wygenerowanych zdań. Mechanizm uwagi umożliwia uwzględnienie zależności między wszystkimi elementami sekwencji, niezależnie od odległości, która je dzieli. Transformer może modelować zależności w dłuższych sekwencjach, czyli zapamiętywać kontekst słowa. Najpierw przetwarzane są jednocześnie wszystkie słowa zawarte w wejściowej sekwencji i modelowane relacje między nimi. Aby uwzględnić, w jaki sposób słowa odnoszą się do siebie nawzajem, informacje o relacjach są włączane do reprezentacji wektorowej słów (uwagę można modelować za pomocą wag: bardziej istotne relacje lub ważniejsze słowa mają większe wagi). Wszystkie słowa są reprezentowane indywidualnie w przestrzeni wektorowej, bez konieczności redukcji wszystkich informacji do pojedynczego wektora o stałej długości. Dzięki temu możliwe jest modelowanie dłuższych zdań oraz dalekosiężnych zależności językowych bez zwiększania wymagań obliczeniowych³¹. Inaczej ujmując problem, sieć „stara się określić, które słowa są najbardziej prawdopodobne w danym kontekście, korzystając ze swojej wiedzy o języku (strukturze zdań) oraz informacji uzyskanych podczas wcześniejszego treningu. Na koniec model generuje odpowiedź w formie tekstu i zwraca ją użytkownikowi. Innym sposobem wyjaśnienia powyższego procesu jest to, że

³¹ NASK-PIB, KPRM, *Analiza rozwiązań w zakresie anonimizacji danych i generowanie danych syntetycznych*, Warszawa 2022, s. 43.

model próbuje przewidzieć następane słowo na podstawie poprzednich, uwzględniając kontekst i stosując pewien poziom zmienności³². O procesie tym W. Iszkowski i R. Tadeusiewicz mówią, że jest to „przyrostowe uzupełnianie pierwotnego tekstu pochodzącego z zapytania. Kolejne elementy są wybierane na podstawie wag parametrów, przy czym ich wartości i ich dostrajanie jest pilnie strzeżoną tajemnicą producenta”³³.

Trenowanie sieci

Konwersacja z AI będzie możliwa tylko wówczas, kiedy ta będzie posiadała wystarczająco duży zasób danych. W ten niezbędny zasób jest wyposażona podczas tzw. trenowania sieci. Im zasób danych większy, tym doskonalszy jest dialog z AI. Za przykład niech posłuży ChatGPT-4, który **obsługuje 50 języków**, w porównaniu do 40 języków obsługiwanych przez ChatGPT-3³⁴. Porównania modeli GPT dokonano w tabeli 1.

Tabela 1. Porównanie modeli GPT i ich kluczowych parametrów

Model GPT	Data premiery	Liczba parametrów	Warstwy dekodera	Rozmiar kontekstu tokenów	Warstwa ukryta	Źródło danych treningowych
GPT-1	11 VI 2018	117 mln	12	512	768	BooksCorpus strony internetowej
GPT-2	14 II 2019	1,5 mld	48	1024	1 600	strony internetowej
GPT-3	11 VI 2020	175 mld	96	2048	12 288	Wikipedia
GPT-3,5	27 I 2022	175 mld	96	2048	12 288	Azure AI
GPT-4	14 III 2023	1,7 bln	768	8 192 do 32 768	49 152	Dane treningowe plus dostęp do Internetu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: W. Iszkowski, R. Tadeusiewicz, *Na marginesie dyskusji o sztucznej inteligencji*, „Nauka” 2023, 4; <https://ochatgpt.pl>

Trenowanie AI (uczenie maszynowe) może przebiegać w czterech wariantach: uczenie nadzorowane, uczenie nienadzorowane, uczenie częściowo nadzorowane, uczenie przez wzmacnianie. W pierwszym wariantcie proces trenowania przebiega pod nadzorem człowieka, który dostarcza odpowiednio dobrane dane wejściowe oraz etykiety, po czym następuje proces testowania polegający na sprawdzeniu, czy AI prawidłowo rozpoznaje dane wejściowe tym razem pozbawione etykiet. Uczenie nienadzorowane przebiega bez udziału czynnika ludz-

³² ChatGPT – historia i wersje, <https://ochatgpt.pl/historia-i-wersje/> [dostęp: 25.02.2024].

³³ W. Iszkowski, R. Tadeusiewicz, *Na marginesie dyskusji o sztucznej inteligencji*, „Nauka” 2023, 4, s. 55.

³⁴ ChatGPT – historia...

kiego. AI samodzielnie zapoznaje się z materiałem szkoleniowym i samodzielnie odnajduje cechy charakterystyczne poszczególnych elementów, identyfikuje wzorce oraz korelacje, a następnie je klasyfikuje i grupuje. W trenowaniu częściowo nadzorowanym oprócz danych „surowych” wprowadza się pewną ilość danych z etykietami, które inicjują proces uczenia. System, analizując zbiór z etykietami i odnajdując w nim wzajemne korelacje, próbuje przenieść je i zastosować na zbiorze surowych danych – bez etykiet. Ostatnim rodzajem trenowania jest uczenie przez wzmacnianie. Polega ono na dostarczeniu AI gotowych reguł i twierdzeń, które ma stosować. Jeśli problem zostanie rozwiązany prawidłowo, AI otrzymuje wirtualną nagrodę, jeśli błędnie, wirtualną karę. Jest to rodzaj uczenia się metodą prób i błędów.

Podsumowanie

Dialogi ze sztuczną inteligencją, choć bywają fascynujące, to są wyłącznie wynikiem złożonych operacji logicznych i matematycznych. To, czym nawet zaskakuje nas AI w konwersacji, w rzeczywistości jest dorobkiem całej ludzkości zamkniętym w cyfrowych bazach danych, które przetwarzają skomplikowane algorytmy. Doskonalenie sztucznej inteligencji chociaż uczyni ją sprawniejszą i jeszcze bardziej efektywną, w dalszym ciągu nie zmieni jej zasad funkcjonowania. Ludzie nadal będą myśleć i posługiwać się własną inteligencją, a komputery nadal będą liczyć i tylko liczyć.

Bibliografia

- ChatGPT – historia i wersje*, <https://ochatgpt.pl/historia-i-wersje/> [dostęp: 25.02.2024].
- Derwojedowa M., Karaś H., Kopcińska D., (red.), *Język polski. Kompendium*, Wyd. Świat Książki, Warszawa 2005.
- Dubisz S. (red.), *Wielki Słownik języka polskiego*, t. 1, 2, 3, 4, Wyd. PWN, Warszawa 2023.
- Fontana D., *Psychologia dla nauczycieli*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 1998.
- Gao B., *Research and Implementation of Intelligent Evaluation System of Teaching Quality in Universities Based on Artificial Intelligence Neural Network Mode*, „Mathematical Problems in Engineering”, vol. 2022.
- Goban-Klas T., Sienkiewicz P., *Spoleczeństwo informacyjne: szanse, zagrożenia, wyzwania*, Wyd. Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1999.
- <http://vectors.npl.eu/explore/embeddings/en/associates/#> [dostęp: 17.02.2024].
- http://vectors.npl.eu/explore/embeddings/en/MOD_enwiki_upos_skipgram_300_2_2021/mansion_NOUN/ [dostęp: 17.02.2024].
- <https://integratorai.pl/generowanie-tekstu/> [dostęp: 20.02.2024].
- <https://platform.openai.com/tokenizer> [dostęp: 20.02.2024].
- <https://www.uw.edu.pl/wyniki-plebiscytu-slowo-roku-2023/> [dostęp: 12.01.2024].
- <https://zpe.gov.pl/a/przeczytaj/DluYXJz1> [dostęp: 9.02.2024].

- Iszkowski W., Tadeusiewicz R., *Na marginesie dyskusji o sztucznej inteligencji*, „Nauka” 2023, 4.
- Joshi S., *ChatGPT – What it can and can't do?*, <https://medium.com/geekculture/chatgpt-what-it-can-or-cant-do-f78655169aeb> [dostęp: 13.02.2023].
- Kanade V., *What Is Artificial Intelligence (AI)? Definition, Types, Goals, Challenges, and Trends in 2022*, <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-is-ai/amp/> [dostęp: 3.09.2023].
- Kanade V., *5 Tasks ChatGPT Does Best: And 5 It Can't*, <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/tasks-chatgpt-can-and-cannot-do/>
- Kupisiewicz C., Kupisiewicz M., *Słownik pedagogiczny*, Wyd. PWN, Warszawa 2018.
- Marr B., *The Top 10 Limitations Of ChatGPT*, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/03/03/the-top-10-limitations-of-chatgpt/?sh=4ad096168f35>
- Ministerstwo Cyfryzacji, *Internet rzeczy*, <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/internet-rzeczy> [10.05.2020].
- NASK-PIB, KPRM, *Analiza rozwiązań w zakresie anonimizacji danych i generowanie danych syntetycznych*, Warszawa 2022.
- Pańczyk P., Smółka J., *Porównanie rozwiązań inteligentnego budynku na wybranych platformach sprzętowych*, „Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska” 2017, t. 7, nr 2.
- Piecuch A., *Sztuczna inteligencja w perspektywie społecznej*, „Edukacja Ustawiczna Dorosłych” 2023, nr 4.
- Rosenberg S., *What ChatGPT can't do*, <https://www.axios.com/2023/01/24/chatgpt-errors-ai-limitations>
- Słownik języka polskiego*, hasło: *pragmatyka*, <https://sjp.pwn.pl/slowniki/pragmatyka> [16.02.2024].
- Słownik języka polskiego*, hasło: *semantyka*, <https://sjp.pwn.pl/szukaj/semantyka.html> [16.02.2024].
- Strelau J., *O inteligencji człowieka*, Wyd. Wiedza Powszechna, Warszawa 1987.
- Tadeusiewicz R., *Archipelag sztucznej inteligencji. Część IV*, „Napędy i Sterowanie” 2021, nr 3.
- Tadeusiewicz R., Szalaniec M., *Leksykon sieci neuronowych*, Wyd. Fundacji „Projekt Nauka”, Wrocław 2015.
- Tanaś M., *Big Data – informatyka w metodologii nauk pedagogicznych* [w:] *Big Data w edukacji. CONTENT 1.0 – prototyp aplikacji do analizy treści Internetu*, red. M. Tanaś, M. Kamola, R. Lange, M. Fila, Wyd. APS, Warszawa 2019.
- Usidus M., *Sztuczna superinteligencja na horyzoncie. Dogonić człowieka i go... przegonić*, <https://mlodytechnik.pl/technika/30979-sztuczna-superinteligencja-na-horyzoncie-dogonic-czlowieka-i-go-przegonic> [dostęp: 13.02.2024].
- Wołoszyn M., *Przygotowanie polskiego modelu word2vec z wykorzystaniem korpusu OpenSubtitles*, <http://www.deepdata.pl/tutorial/przygotowanie-polskiego-modelu-word2vec-z-wykorzystaniem-korpusu-opensubtitles/> [dostęp: 18.02.2024].
- Wysocka E., hasło: *inteligencja* [w:] *Encyklopedia pedagogiczna XXI wieku*, red. T. Pilch, t. 2, Wyd. Żak, Warszawa 2003.