

Refleksje nad sztuczną inteligencją

Ryszard Tadeusiewicz

Wprowadzenie

Artykuł ten poszerza rozważania publikowane na łamach miesięcznika „Napędy i Sterowanie” w postaci serii artykułów pod wspólnym tytułem „Archipelag sztucznej inteligencji”. We wspomnianych artykułach dokonywany był popularnonaukowy przegląd problematyki wchodzącej w skład sztucznej inteligencji. Artykuły te ukazywały się w egzemplarzach NiS o numerach 12/2020, 1/2021, 2/2021, 3/2021 i 4/2021. Na podstawie tych artykułów wydawnictwo Exit opublikowało pod koniec 2021 roku książkę „Archipelag sztucznej inteligencji”, która do dzisiaj cieszy się sporym powodzeniem.

Niniejszy artykuł nie wchodzi więc w temat „czym jest sztuczna inteligencja”, bo o tym można przeczytać w wielu opracowaniach, w tym między innymi we wspomnianych archiwalnych numerach NiS. Natomiast w tym tekście zebrano i omówiono niektóre refleksje, jakie są przedstawiane w kontekście tematu sztucznej inteligencji, bo to zarysowuje szerokie tło, na jakim ta dziedzina się musi się obecnie rozwijać. Mam nadzieję, że refleksje te zainteresują czytelników NiS.

Jedna uwaga porządkowa:

Prezentowany artykuł powstał jako rozwinięcie artykułu zatytułowanego „Kilka uwag na marginesie dyskusji o sztucznej inteligencji”, opublikowanego w kwartalniku „Nauka” wydawanym przez Polską Akademię Nauk. Autor w tym artykule wprowadził sporą liczbę zmian i uzupełnień, decydując się na jego publikację, ponieważ kwartalnik „Nauka” wychodzi w bardzo małym nakładzie i trafia głównie do członków PAN, a tymczasem pewne refleksje nad sztuczną inteligencją mogą być interesujące dla techników, którzy tę sztuczną inteligencję już stosują lub wkrótce

Streszczenie: W artykule przytoczono i przedyskutowano wybrane opinie na temat sztucznej inteligencji. Przywołano okoliczności, które powodują duży (ostatnio) wzrost powszechnego zainteresowania sztuczną inteligencją, przy czym wspomniano o jej znaczeniu gospodarczym i społecznym, ale także ustosunkowano się do fali różnych opinii i kategorycznych (a nie zawsze uzasadnionych) sądów. Sądy takie wypowiadają czasem osoby mające duży autorytet naukowy,

ale nie pracujące ściśle przy tworzeniu i stosowaniu narzędzi sztucznej inteligencji. W związku z tym sądy te często są kontrowersyjne i zbyt daleko idące. Co więcej, opinie o sztucznej inteligencji wypowiadają także ludzie zupełnie z tą dziedziną nie związani, a ich jedyna wiedza (i wielka pewność siebie w ferowaniu opinii!) bierze się stąd, że korzystali oni z usług programu Chat GPT i mają zarejestrowane jakieś tam dialogi. W artykule jest to dość kategorycznie spuentowane.

Abstract: *The article cites and discusses selected opinions on artificial intelligence. The circumstances that cause a large (recent) increase in popular interest in artificial intelligence were recalled, its economic and social importance was mentioned, but also the wave of different opinions and categorical (and not always justified) judgments were addressed. Such judgments are sometimes expressed by people who have great scientific authority, but do not work closely in creating and applying artificial*

intelligence tools. Therefore, these judgments are often controversial and too far-reaching. What's more, opinions about artificial intelligence are also expressed by people who are completely unrelated to this field, and their only knowledge (and great self-confidence in expressing their opinions!) comes from the fact that they used the services of the Chat GPT program and have some recorded dialogues. This is stated quite categorically in the article.

zaczną ją wykorzystywać w swojej codziennej pracy. Niemniej fakt oparcia tego tutaj artykułu na artykule w kwartalniku „Nauka” jest tu wyraźnie deklarowany, gdyż inaczej systemy śledzące podobieństwa różnych tekstów mogłyby wskazać ten artykuł jako autoplagiat tego poprzedniego.

Przechodząc do rzeczy należy stwierdzić, że o sztucznej inteligencji (powszechnie kojarzonej ze skrótem AI

od angielskiego *Artificial Intelligence*) mówi się i pisze ostatnio bardzo dużo [1]. Są dwa powody, dla których temat ten jest podejmowany i omawiany.

Poważny i naprawdę ważny powód jest taki, że sztuczna inteligencja bardzo silnie wpływa na kierunki rozwoju gospodarki. Zespół badawczy McKinsey Global Publishing, który rokrocznie przeprowadza ankietę wśród tysięcy menedżerów, wykazał, że w 2021 ponad

połowa firm (dokładnie 56%) już wdrożyło AI do jakiejś części swej działalności. Z kolei globalna sieć przedsiębiorstw działających pod szyldem PwC (PricewaterhouseCoopers) zawiadomiła, że 96% respondentów ankiety z 2022 roku deklaruowało chęć używania AI. Globalne inwestycje przedsiębiorstw w sztuczną inteligencję wzrosły z 67,85 mld USD w 2020 r. do 93,5 mld USD w 2021 r. Całkowite inwestycje w badania i zastosowania sztucznej inteligencji mają (podobno) osiągnąć 500 mld USD do 2024 r. Dyrektor generalny Google, Sundar Pichai, twierdzi, że sztuczna inteligencja wpłynie bardziej na rozwój ludzkości niż wykorzystanie ognia czy wynalazek elektryczności.

Drugi powód jest taki, że do powszechnego użytku udostępniony został program Chat GPT 4. Jego fenomen opiera się na tym, że można absolutnie nic nie umieć, nic nie wiedzieć, a nawet (przepraszam za szczerść) można być całkowitym głupcem, a jednak można się tym narzędziem udostępnionym ludziom całego świata pobawić, zarejestrować jeden czy drugi dialog, czy nawet wykreować maszynowo obrazy i potem pokazywać to światu. Do wiedzy na temat sztucznej inteligencji i metod uczenia maszynowego to absolutnie nic nie wnosi, sam „badacz” żadnej wiedzy nie potrzebuje i nie używa, a jednak sam siebie ma za eksperta i w takiej roli z wielką pewnością siebie różne rzeczy światu ogłasza.

Powyższe okoliczności sprawiły, że jako badacz zajmujący się od lat 70. ubiegłego wieku tworzeniem systemów sztucznej inteligencji i ich stosowaniem (głównie w medycynie) – postanowiłem podzielić się z Czytelnikami miesięcznika „Napędy i Sterowanie” pewnymi refleksjami.

Początkowy rozwój sztucznej inteligencji i sytuacja obecna

Ogólny rzut oka na całość problematyki AI przedstawiłem w pięciotomowym amerykańskim podręczniku, zatytułowanym „The Industrial Electronics Handbook” wydanym przez renomowane wydawnictwo CRC Press (Boca Raton, 2011). Pierwszy tom tego pięciotomowego podręcznika miał tytuł

„Intelligent Systems”, a pierwszy rozdział w tym tomie został – na zaproszenie wydawnictwa – napisany przeze mnie [2]. Przykład ten przytaczam, ponieważ na pewnym etapie (do niedawna!) o sztucznej inteligencji wypowiadali się głównie informatycy, którzy przez ponad 50 lat tworzyli i doskonalili pogramy komputerowe, które mogły – w szerszym albo węższym zakresie – realizować takie formy przetwarzania informacji, które pod względem efektu końcowego przypominały wyniki inteligentnych działań odpowiednio kwalifikowanych ludzi. Warto czasem sięgnąć do tych najwcześniejszych publikowanych prac, żeby przypomnieć sobie, jak to wszystko się zaczęło. Jeśli sięgniemy do wyników badań prowadzonych jeszcze w latach 70. w Polsce, to warto wspomnieć, że w pracy [3] opisano jeden z najwcześniejszych w Polsce systemów automatycznego rozpoznawania mowy, w pracy [4] pokazano, że istnieje możliwość skorzystania z komputera przy znajdowaniu optymalnej terapii medycznej, w pracy [5] zarysowano koncepcję inteligentnego systemu doradczego dla sędziów, a w pracach [6] i [7] opisano pierwszy polski działający system prowadzący (w sposób alfanumeryczny) konwersację z człowiekiem w języku polskim (czyli taki pra-prototyp systemu podobnego do Chat GPT).

Do głosu kreatywnych informatyków dołączali się użytkownicy pierwszych systemów komputerowych wspomagających ludzi w realizacji działań wymagających inteligencji.

Można zaryzykować twierdzenie, że przez blisko pół wieku można było rozwijać sztuczną inteligencję, bo tworzyli ją i wykorzystywali ludzie, którzy naprawdę wiedzieli, co się za tym kryje. Skutek tego jest taki, że Światowe Forum Ekonomiczne przewiduje, iż do 2097 r. dzięki technologii sztucznej inteligencji powstanie ponad 2025 mln nowych miejsc pracy. Szacuje się, że wkład sztucznej inteligencji w gospodarkę światową osiągnie 15,7 bln USD do 2030 r.

Skutki widzimy na uczelniach. Młodzi ludzie chcą studiować sztuczną inteligencję, bo wszystko wskazuje na to, że będzie to profesja zapewniająca najlepszą przyszłość. Popyt rodzi podaż:

w Stanford University, uchodzącym za najlepszy na świecie ośrodek naukowy w tej dziedzinie, liczba oferowanych kursów związanych ze sztuczną inteligencją wzrosła z 25 w 2010 r. do 77 w 2020 r. Na AGH wyodrębnił się niezależny Wydział Informatyki. Przepustką na studia są wyłącznie najlepsze świadectwa maturalne.

To wszystko dzieje się w sferze racjonalnej i można nad tym mieć kontrolę.

Sfera nieracjonalna

Nowa sytuacja zaistniała nagle i niepojawienie teraz, gdy do powszechnego użytku udostępniony został program Chat GPT 4 firmy OpenAI. Jego fenomen opiera się na tym, że można absolutnie nic nie umieć i nic nie wiedzieć, a jednak można się tym narzędziem udostępnionym ludziom całego świata pobawić, zarejestrować jeden czy drugi dialog, czy nawet wykreować maszynowo jakieś obrazy i potem pokazywać to światu. Do wiedzy na temat sztucznej inteligencji i metod uczenia maszynowego to absolutnie nic nie wnosi, rzekomy „badacz” żadnej wiedzy nie potrzebuje i nie używa, a jednak sam siebie ma za eksperta i w takiej roli z wielką pewnością siebie różne rzeczy światu ogłasza.

Można to porównać to do zabaw salonowych, jakie w XVIII wieku praktykowano z elektrycznością. Za pomocą pocierania wirującej szklanej kuli wytwarzano ładunki elektryczne, przesyłano je do człowieka wiszącego u stropu na jedwabnych pasach (izolacja!) i potem taki człowiek opowiadał, jak się czuł, gdy w wyniku naelektryzowania stały mu włosy na głowie, jak przeskaکیwały iskry między jego wysuniętym palcem a metalową figurką wbudowaną w posadzkę i jak smakowały „elektryczne pocałunki”. Jego wiedza o elektryczności była podobna, jak wiedza użytkownika Chat GPT o sztucznej inteligencji, a jednak podobnie jak każdy z tych użytkowników, który sobie bez żadnego wysiłku porozmawiał z komputerem – uważał się za eksperta.

Gdybyśmy się na tym zatrzymali – ludzkość nigdy by nie miała żadnego pożytku z elektryczności. Można się obawiać, że „masowy wysyp specjalistów od sztucznej inteligencji”

zahamuje albo przynajmniej spowolni rozwój prawdziwie inteligentnych i społecznie użytecznych zastosowań. Dzisiaj w wypowiedziach o sztucznej inteligencji dominuje wątek LLM (*Large Language Model*) [8]. Są tacy, którzy wierzą, że dalsze zwiększanie rozmiaru LLM będzie nadal przynosiło tak spektakularne efekty, jak pierwsze pojawienie się Chat GPT.

Komputer napisze wszystko i na każdy temat. Tylko czy z tego będzie jakiś pożytek?

Przyznać trzeba, że sztuczna inteligencja stała się popularna na skutek szerokiej dostępności Chat GPT 4. To jest bezsporne. Jest już polski odpowiednik: program Trurl wyprodukowany przez firmę VoiceLab.

Ale to nie jest prawdziwa istota sztucznej inteligencji. To jest wersja dla ludzi ciekawych nowości, ale nie mających konkretnej wiedzy. Dla posunięcia spraw naprzód konieczne jest poszerzenie dyskusji w kierunku rozwiązań i zastosowań AI naprawdę profesjonalnych, bo te mają istotne znaczenie gospodarcze i społeczne. Systemy LLM są bowiem w istocie papugą stochastyczną.

Opinie autorytetów. Ale nie tych, co się znają na sztucznej inteligencji!

Termin „sztuczna inteligencja” stał się tak nośny, że pokusie formułowania różnych sensacyjnie wyglądających teorii ulegli badacze mający autorytet w różnych dziedzinach, którzy jednak nigdy nie zajmowali się tworzeniem ani merytorycznym stosowaniem sztucznej inteligencji. Otóż badacze ci z wielką

pewnością siebie lansują różne poglądy, często dość słabo uzasadnione. Przykładowo na temat rzekomych zagrożeń, jakie dla całej ludzkości ma nieść rozwój sztucznej inteligencji, wypowiadał się bardzo kategorycznie znany astrofizyk **Stephen Hawking**. Był on jednym z sygnatariuszy listu otwartego Future of Life Institute opublikowanego w 2015 roku, apelującego o zaniechanie prac nad sztuczną inteligencją.

Jeszcze bardziej rewolucyjne poglądy prezentował **Roger Penrose**, laureat nagrody Nobla za teoretyczny opis czarnych dziur w kontekście teorii względności i kosmologii. Nie ulega wątpliwości, że w fizyce jest on wielkim odkrywcą – i tam należy uznać jego kompetencje. Ale gdy Penrose zaczął publikować także na temat filozofii umysłu, dość beczernie wypowiadając się na temat sztucznej inteligencji, to można mieć wątpliwości. W 1989 roku opublikował on książkę „Nowy umysł cesarza”, gdzie starał się dowieść, że stworzenie sztucznej inteligencji jest wykluczone. Książka ta była mocno krytykowana, więc Penrose wydał w 1994 roku jeszcze bardziej radykalne „Cienie świadomości” a potem pracę zbiorową „Makroświat, mikroświat i ludzki umysł”.

Oczywiście książki te (wszystkie wydane także po polsku) warto przeczytać, bo wręcz przyjemność sprawia obcowanie z umysłowością takiego formatu. Jednak z argumentami trudno się zgodzić. Bo czy twierdzenie Kurta Goedla (na które powołuje się Penrose), które mówi ono o istnieniu nierozstrzygalnych twierdzeń w systemach aksjomatycznych zwierających arytmetykę liczb

naturalnych – rzeczywiście wyklucza sztuczną inteligencję?

Roger Penrose lansuje ponadto w książce „Nowy umysł cesarza” oryginalną, ale kontrowersyjną tezę, że procesy myślenia zachodzące w mózgu mogą być zrozumiane jedynie na gruncie mechaniki kwantowej. Teza ta jest wątpliwa, ponieważ jak wiadomo mechanika kwantowa opisuje zjawiska w mikroświecie (cząstek elementarnych), a mózg i procesy w nim zachodzące należą do makroświata.

Jednak nie tylko astrofizycy poczuli się upoważnieni do przedstawiania bardzo radykalnych opinii na temat sztucznej inteligencji. Robią to także badacze zajmujący się mózgiem. **Giulio Tononi** z Uniwersytetu Wisconsin jest neurobiologiem i psychiatrą, więc z inteligencją w jej naturalnej (ludzkiej) postaci jest bardzo dobrze zaznajomiony. Jednak bardziej niż w medycynie znany jest ze swojej Zintegrowanej Teorii Informacji (IIT) oraz matematycznej teorii świadomości, której symbolem jest Phi. Na ten ostatni temat wydał w 2000 roku książkę zatytułowaną „Świadomość: Jak materia staje się wyobraźnią”. Współautorem tej książki jest **Gerald Edelman**.

Napisał on cztery książki: „Bright Air, Brilliant Fire” (1992), „A Universe of Consciousness” (2001, z Giulio Tononi), „Wider than the Sky” (2004) i „Second Nature: Brain Science and Human Knowledge” (2007). Opisywał w nich morfologię mózgu i dyskutował fakt, że liczba stanów, w jakich ten mózg może się znaleźć jest doprawdy astronomiczna. Rozwijał przy tym tak zwany neuronalny

darwinizm łącząc wiedzę neurobiologiczną z teorią ewolucji.

Prace Edelmiana są bardzo cenne, zwłaszcza w obszarze wiązania biologicznej aktywności mózgu z psychologią świadomości, trzeba jednak z dużą rezerwą podchodzić do opracowań, w których wnioski Edelmiana dość mechanicznie przenoszone są na grunt sztucznej inteligencji.

W szczególności ostrożności wymagają publikacje, w których na bazie prac Edelmiana, ale także Tononiego, Penrose'a i innych, usiłują różni autorzy twierdzić, że **sztuczna inteligencja nie istnieje, gdyż jest w sposób zasadniczo niemożliwa**.

W tym artykule nie uda się definitywnie przesądzić, czy sztuczna inteligencja istnieje, z całą pewnością można jednak wykazać, że istnieje **pragnienie** sztucznej inteligencji.

Zrodzona z marzeń...

Ludzie już w starożytności marzyli o robotach, które będą mogły zastępować ich w pracy. Biorąc pod uwagę fakt, że roboty (te antropomorficzne, przeznaczone do bezpośredniej współpracy z ludźmi, a nie te czysto mechaniczne, wykorzystywane w przemyśle, zwłaszcza motoryzacyjnym) zwykle wyobrażamy sobie jako wyposażone w sztuczną inteligencję, można zaryzykować stwierdzenie, że początki AI miały miejsce już w starożytności [9].

W wielu mitach greckich wspomniane są maszyny, które z dzisiejszego punktu widzenia nazwalibyśmy robotami. Homer w Iliadzie (VIII w p.n.e.) opisuje dwie złote dziewice – maszyny zbudowane przez Hefajstosa, które potrafiły chodzić, obsługiwać uczującym oraz śpiewać. Nawet dziś zbudowanie takich robotów byłoby trudne, ale Hefajstos był bogiem, więc sobie z tym poradził 8 wieków przed Chrystusem.

Robotem ze sztuczną inteligencją była też ulepiona z gliny i wody Pandora (oczywiście także twór Hefajstosa), która jednak tej inteligencji miała za mało i otworzyła puszkę, którą otrzymała w posagu od Zeusa, gdy wychodziła za mąż za Epimeteusza. Warto dodać, że był to brat Prometeusza, który ukradł bogom ogień i dał go ludziom, więc

Zeus nie był specjalnie życzliwy dla tej rodziny.

Pandora (robot) była w związku z tym mało inteligentna, więc otworzyła puszkę, a z niej wydostały się wszystkie nieszczęścia, które nękają ludzi do dziś. Można powiedzieć, że to był pierwszy przypadek zaszkodzenia ludziom przez sztuczną inteligencję.

Przykłady starożytnych robotów (oczywiście wyimaginowanych), wyposażonych w sztuczną inteligencję, można mnożyć. Wybrzeży starożytnej Krety strzegł Talos, olbrzym z brązu (też dzieło Hefajstosa), który obiegał wyspę dookoła i ciskał kamieniami w zbliżające się statki. Rozpoznawał statki przyjazne i wrogie i rzucał bardzo celnie ogromne głazy. Niepokojąco podobny do niektórych współczesnych robotów bojowych! Unieszkodliwiła go Medea, która chciała dopuścić do lądowania na Krecie Jazona i Argonautów, więc mamy tu do czynienia z przykładem, że korzyści ze sztucznej inteligencji mogą być unicestwione przez ludzi realizujących swoje partykularne interesy.

Te przykłady sięgające starożytności odzwierciedlają ludzkie marzenia o zbudowaniu maszyny myślącej za nas.

Co o tym wszystkim sądzić?

Do dążenia o budowy myślących maszyn można mieć ambiwalentny stosunek. Z jednej strony mamy tu pozytywny obraz wiary we wszechmoc techniki i w pokonywanie przez nią wszystkich przeszkód. Ale jest też i druga strona. Na temat maszyny myślącej, czyli realizującej postulat sztucznej inteligencji, od początku jej istnienia były różnice zdań. Pierwszym naukowcem, który sformułował koncepcję sztucznej inteligencji był Alan Turing, który w październiku 1949 napisał pionierską pracę „Computing Machinery and Intelligence”. Praca ta, opublikowana w 1950 roku, w czasopiśmie *Mind* (kwartalniku naukowym wydawanym przez Oxford University Press) jako pierwsza wskazywała, że komputery (których było wtedy zaledwie kilka na świecie) obok obliczeń numerycznych mogą także przetwarzać informacje w sposób naśladujący ludzkie myślenie. W tym historycznym artykule zdefiniowany został między innymi tak

zwany (potem) test Turinga, czyli empiryczna metoda orzekania o tym, czy to, co robi maszyna, jest odpowiednikiem ludzkiego myślenia [10], czy też jest to wyłącznie sztuczne żonglowanie informacjami i pojęciami.

Przypomnijmy o tym, jak wykreowano samo pojęcie sztucznej inteligencji

W niemal każdym opracowaniu dotyczącym sztucznej inteligencji można dziś przeczytać, że nazwa i wstępne sformułowanie zakresu tej dziedziny nastąpiło w 1956 r. podczas konferencji w Dartmouth (USA). Biorąc pod uwagę przytoczone wyżej informacje o publikacji Turinga wydanej w 1950 roku – trzeba do tego rozpoznać stwierdzenia podejść z pewnym dystansem. Koncepcja Turinga była z pewnością wcześniejsza. Niemniej trzeba przyznać, że w Dartmouth 20 uczonych w osiem tygodni naprawdę zrewolucjonizowało relacje ludzi i maszyn [11]. Konferencja w Dartmouth została zwołana z inicjatywy Johna McCarthy'ego, który w 1955 roku był młodym adiunktem właśnie w Dartmouth College i który zdołał zdobyć z Fundacji Rockefellera fundusze na jej zorganizowanie. Konferencja miała jedno zadanie: zdefiniowanie celów i granic obszaru programów zdolnych do inteligentnego działania i ustalenie dla nich jednej wspólnej nazwy. Na temat tej ostatniej trwał potem przez wiele lat spór. Przypuszczalnie termin „Sztuczna Inteligencja” (*Artificial Intelligence*) zaproponował zaraz na początku John McCarthy, jednak bardzo aktywny uczestnik konferencji, późniejszy pionier metod uczenia maszynowego, Marvin Minsky, uporczywie twierdził, że to był jego pomysł.

Uczestnicy konferencji byli przekonani, że maszyny myślące zostaną zbudowane w przeciągu najbliższych lat. W istocie nie zostały zbudowane do dziś.

Literatura

- [1] CRAWFORD K.: *The atlas of AI. Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*. Yale University Press, 2021.
- [2] TADEUSIEWICZ R.: *Introduction to Intelligent Systems*, chapter No 1 in book: Wilamowski B.M., Irvin J.D. (Eds.): *The Industrial Electronics Handbook – Intelligent Systems*, CRC Press, Boca Raton, 2011, pp. 1-1 – 1-12 (ISBN: 9781439802830 DOI: 10.1201/b10604-3)
- [3] TADEUSIEWICZ R.: *Bioniczna koncepcja analizy mowy*. Materiały Konferencji: Metody Bezpośredniego Wprowadzania i Wyprowadzania Informacji Tekstowej i Obrazowej do Maszyny Cyfrowej. Jabłonna 1973, str. VIII/1 – VIII/15. https://www.academia.edu/28240917/Bioniczna_koncepcja_analizy_mowy
- [4] TADEUSIEWICZ R., MYSONA-BYRSKA E., KORPAL E.: *Ustalenie rodzaju potrzebnej terapii w przypadku raka sutka metodą rozpoznawania obrazów z zastosowaniem maszyny cyfrowej*. W mat. konferencji „Elektronika i automatyka w służbie medycyny”, Katowice 1974, str. 84-86, https://www.academia.edu/37300005/Ustalenie_rodzaju_potrzebnej_terapii_w_przypadku_raka_sutka_metoda_rozpoznawania_obrazow_z_zastosowaniem_maszyny_cyfrowej
- [5] TADEUSIEWICZ R.: *Komputer w roli sędziego?* *Gazeta Prawnicza*, nr 23 (307), 16.12.1976, str. 12 https://www.academia.edu/34807362/Komputer_w_rolis%C4%99dziego
- [6] MAZOŃ S., TADEUSIEWICZ R.: *Konwersacja człowieka z maszyną cyfrową w języku naturalnym*. *Informatyka*, nr 9, 1978, str. 16-19. https://www.academia.edu/28247444/Konwersacja_cz%C5%82owieka_z_maszyn%C4%85_cyfrow%C4%85_w_j%C4%99zyku_naturalnym
- [7] MAZOŃ S., TADEUSIEWICZ R.: *Próba opisu pewnej klasy systemów naturalnej konwersacji człowieka z maszyną cyfrową*. *Archiwum Automatyki i Telemechaniki*, Tom XXIV, nr 2, 1979, str. 293-295. https://www.academia.edu/36357748/Pr%C3%B3ba_opisu_pewnej_klasy_system%C3%B3w_naturalnej_konwersacji_cz%C5%82owieka_z_maszyn%C4%85_cyfrow%C4%85
- [8] WEI J. (ET AL.): *Emergent Abilities of Large Language Models*, *Transactions on Machine Learning Research*, 2023 <https://openreview.net/forum?id=yzkSU5zdwD>
- [9] TADEUSIEWICZ R.: *Legendarna prehistoria robotów*, *Gazeta Myślenicka* nr 24, 30.06.2021, str. 6, <https://gazeta.myślenice.pl/legendarna-prehistoria-robotow/>; https://www.academia.edu/73927591/Legendarna_prehistoria_robot%C3%B3w
- [10] TADEUSIEWICZ R.: *Jak nauczyliśmy maszyny liczyć i myśleć za nas? Część 45: Test Turinga*. *Rzecz o Historii, Rzeczpospolita*, 21.04.2023, str. J8 <https://www.rp.pl/historia-swiata/art38360571-jak-nauczylismy-maszyny-liczyc-i-myslecz-na-nas-czesc-45-test-turinga>, https://www.academia.edu/104851697/Jak_nauczylis%C5%9Bmy_maszyny_liczyc%C4%87_i_my%C5%9Ble%C4%87_zan%C4%99%C5%9B%C4%87_45_Test_Turinga
- [11] TADEUSIEWICZ R.: *Jak nauczyliśmy maszyny liczyć i myśleć za nas? Część 46: Jak 20 uczonych w 8 tygodni zrewolucjonizowało relacje ludzi i maszyn*, *Rzecz o Historii, Rzeczpospolita*, 12.05.2023, str. J8 PDF <https://www.rp.pl/historia/art38463891-jak-nauczylismy-maszyny-liczyc-i-myslecz-na-nas-czesc-46-jak-20-uczonych-w-osiem-tygodni-zrewolucjonizowalo-relacje-ludzi-i-maszyn>, https://www.academia.edu/104852097/Jak_nauczylis%C5%9Bmy_maszyny_liczyc%C4%87_i_my%C5%9Ble%C4%87_zan%C4%99%C5%9B%C4%87_46_Jak_20_uczonych_w_8_tygodni_zrewolucjonizowalo_relacje_ludzi_i_maszyn



Ryszard Tadeusiewicz
AGH, Kraków, al. Mickiewicza 30,
30-059 Kraków, e-mail: rtad@agh.edu.pl