

WYBRANE ZASTOSOWANIA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W MEDYCYNIE

Kamil KARSKI

¹ Lech-Mal Leszek Karski, Rybnik;

* Korespondencja: karskikamil@gmail.com; Tel.: +48-664-018-674

Streszczenie: Z każdym rokiem medycyna staje się obszarem wiedzy coraz bardziej zorientowanym na gromadzenie i przetwarzanie danych. Dawne, klasyczne metody zbierania danych są zastępowane przez sztuczną inteligencję (SI) oraz uczenie maszynowe (ML). Sztuczna Inteligencja coraz częściej jest wprowadzana do użycia w nowych dziedzinach gospodarki i życia społecznego. Dlatego kwestie społeczne wynikające z używania tej technologii nie mogą być już dłużej zaniedbywane. Należy się zastanowić nad określeniem zasad regulujących stosowanie SI i ML wobec obywateli, a przede wszystkim pacjentów. Problemy społeczne mogą przyjmować różne formy, jednak wszystkie są powiązane z potrzebami i ograniczeniami ludzkiego organizmu. Celem artykułu jest przedstawienie zagadnień powiązanych ze Sztuczną Inteligencją i jej szerokim zastosowaniem w medycynie. W tekście zaprezentowano zarówno rozwiązania jak i zagrożenia wynikające z korzystania tej technologii. Omówiono użycie środków zaradczych w postaci ochrony prywatności pacjentów jak i anonimizacji ich danych. Oczywiście są też pewne aspekty, które mogą stwarzać w przyszłości ogromne kontrowersje etyczne, takie jak kwestia przynależności rasowej czy odczuwanie tożsamości płciowej.

Słowa kluczowe: Sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe, medycyna, automatyzacja, opieka zdrowotna.

SELECTED APPLICATIONS OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE

Abstract: With each passing year, medicine becomes an area of knowledge that is more and more focused on data collection and processing. The old, classic data collection methods are being replaced by Artificial Intelligence (AI) and machine learning (ML). Artificial Intelligence is more and more often introduced for use in new areas of economy and social life. Therefore, the social issues arising from the use of this technology can no longer be neglected. Consideration should be given to defining the rules governing the application of AI and ML to citizens, and above all to patients. Social problems can take many forms, but are all related to the needs and limitations of the human body. The aim of this article is to present issues related to Artificial Intelligence and its wide application in medicine. The text presents both solutions and threats resulting from the use of this technology. The use of remedial measures in the form of patient privacy protection and anonymization of their data was discussed. Of course, there are also some aspects that may create huge ethical controversies in the future, such as the issue of race or perception of gender identity.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Medicine, Automatization, Healthcare.

15. Wprowadzenie

Sztuczna Inteligencja (SI) jest światowym zjawiskiem, które wpływa na wszystkie dyscypliny naukowe, w tym również na medycynę. Z roku na rok w branży medycznej gromadzi się coraz więcej danych dotyczących stanu zdrowia ludności i wynajduje się nowe metody i sposoby leczenia przewlekłych chorób o podłożu genetycznym (Gadde, Kalli, 2020). Niedawny kryzys pandemiczny wywołany Covid19 przyczynił się do poszukiwania narzędzi, które będą w stanie przetworzyć te dane i odpowiedzieć m.in. na następujące pytania: gdzie będzie potencjalne miejsce wybuchu nowej epidemii; która społeczność lokalna będzie bardziej narażona na choroby nowotworowe, czy też w jaki sposób szybciej opracowywać skuteczniejsze leki zgodnie z genotypem danego pacjenta.

Nowa technologia powinna obejmować nie tylko przetwarzanie statystycznych kart chorób populacji. Powinna posiadać jednocześnie zdolność analizy bardziej skomplikowanych danych w postaci np. zdjęć tomograficznych, czy odczytywania wskazań biomarkerów oraz zajmować się analityką szlaków biochemicznych (Vellido, Martin, 2012). Sztuczna inteligencja w zastosowaniu biologicznym nie jest nowoczesnym rozwiązaniem czwartej rewolucji przemysłowej. Już blisko 30 lat wcześniej pracę naukowców wspomagano poprzez systemy informatyczne do analityki zbiorów danych (Leonelli, 2016).

Ludzie podążający za nowinkami technologicznymi w postaci korzystania z tzw. smart-wearables (np. opaski, smartwatche itp.), każdego dnia sami dostarczają producentom urządzeń tysięcy danych na temat swojego zdrowia. Nie zwracają uwagi na to, kto ich dane przetwarza i komu są one udostępniane. Uzależnieni od gadżetów użytkownicy są skorzy do ujawnienia własnej prywatności w zamian za większą funkcjonalność. Nowe funkcje dają im wymierne korzyści, a prywatność przestaje być dla nich tak istotna (Maddox, 2014).

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie roli Sztucznej Inteligencji w medycynie oraz określenie jej wpływu na społeczeństwo. Należy zauważyć, że tematyka zastosowań algorytmów SI nie została opisana w sposób wyczerpujący, ponieważ technologia ta ulega ciągłym przeobrażeniom oraz modyfikacjom. Ewolucja algorytmów SI może coraz szerzej ingerować w ochronę danych medycznych, poszanowanie prywatności, anonimizację, ale też obejmuje kilka większych problemów społecznych, takich jak etyka oraz przestrzeganie prawa. Nie jest wskazane, by problemy te rozpatrywać osobno, lecz wprost przeciwne - należy brać je pod uwagę całościowo.

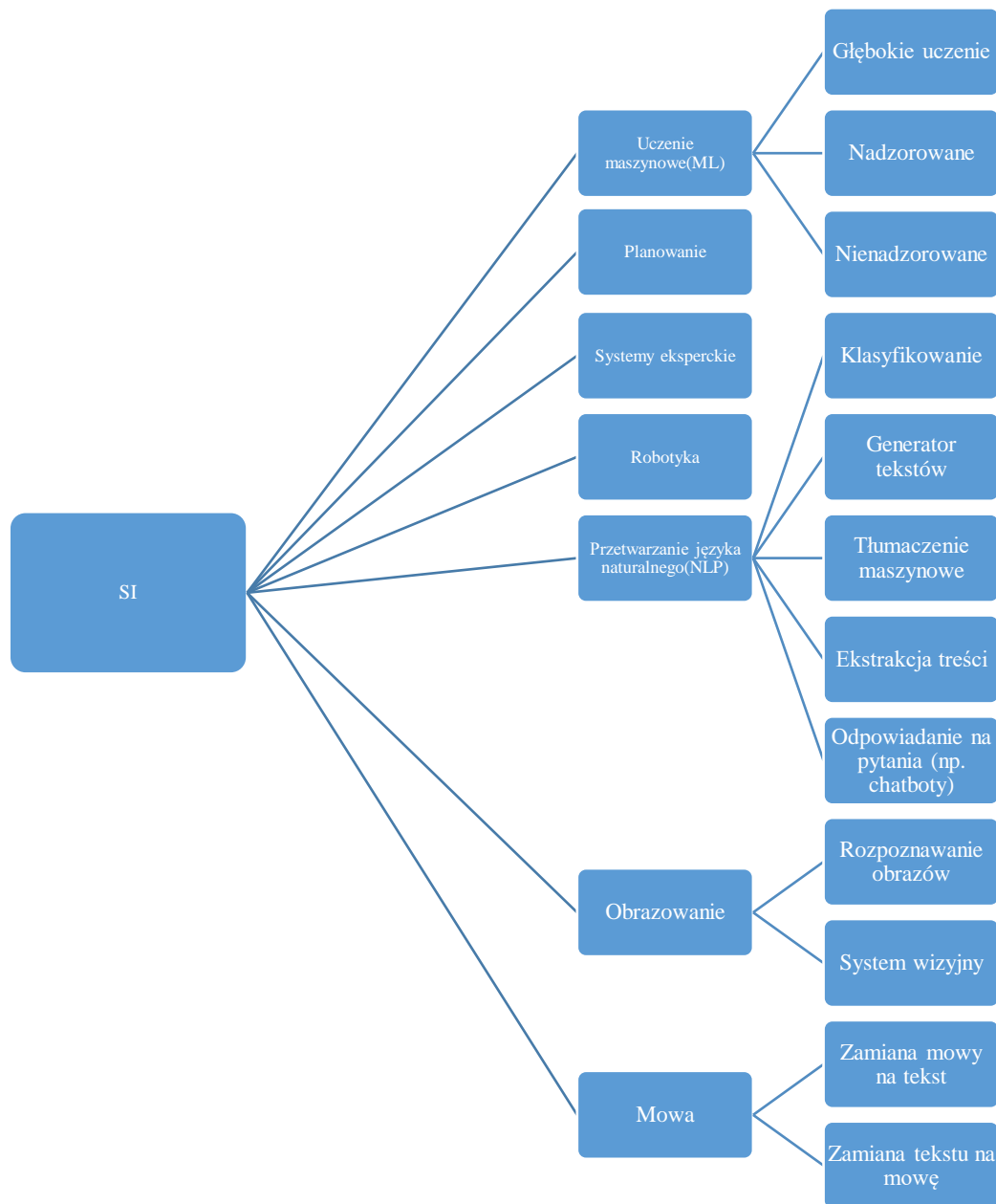
16. Charakterystyka Sztucznej Inteligencji i pojęć pokrewnych

Sztuczna Inteligencja to szeroka dyscyplina naukowa, w której krzyżują się zagadnienia z informatyki, statystyki, matematyki, nauk humanistycznych, filozofii, nauk o społeczeństwie oraz zarządzania. SI ma na celu rozwój takich systemów komputerowych i maszyn, które zazwyczaj wymagały wysiłku ludzkiego umysłu. Sztuczna Inteligencja uległa podziałowi na kilka głównych zastosowań np. uczenie maszynowe, robotyka, rozpoznawanie mowy, systemy eksperckie czy przetwarzanie języka naturalnego (np. pisanie tekstów reklamowych), a te z kolei mają bardziej rozbudowane funkcje.

Uczenie maszynowe – Machine Learning jest poddziedziną Sztucznej Inteligencji, która skupia się na zastosowaniu metod statystycznych. Uczenie maszynowe wykorzystuje rozwijanie algorytmów zdolnych do automatycznego poszukiwania zależności pośród ogromnej ilości danych w czasie rzeczywistym. Doskonalenie ML następuje poprzez nabywanie doświadczenia z pracy nad zbiorami danych. Z rozwijania Machine Learning wyodrębniono Deep Learning. Typowym zastosowaniem jest rozpoznawanie obrazów, konwersja mowy na tekst, czy predykcja np. ilości opadów.

Głębokie uczenie (DL) to potężna technika statystyczna służąca do klasyfikacji wzorców przy użyciu dużych zbiorów danych treningowych i wielowarstwowych sieci neuronowych Sztucznej Inteligencji. Jest to w zasadzie metoda uczenia się maszyn na podstawie danych, która jest luźno wzorowana na sposobie, w jaki biologiczny mózg uczy się rozwiązywać problemy. Każda sztuczna jednostka neuronowa jest połączona z wieloma innymi podobnymi jednostkami, a powiązania te mogą być statystycznie wzmacniane bądź zmniejszane w oparciu o dane używane do trenowania systemu.

Mimo iż uczenie maszynowe jest lepsze w wykonywaniu ściśle określonych zadań w oparciu o dostępne dane, to wciąż wymaga ono ludzkiej interwencji. Jeśli algorytm zwróci niedokładne predykcje, wtedy osoba nadzorującą musi dokonać poprawek w modelowaniu. Natomiast w głębokim uczeniu (DL) algorytm sam zdecydował, czy jego wyniki są prawidłowe, czy nie, zgodnie z jego własną siecią neuronową i odbywa się to bez nadzoru człowieka [LeCun et al. 2015].



Rysunek 9. Podział Sztucznej Inteligencji. Źródło: opracowanie własne

17. Wybrane przykłady użycia SI w medycynie

Życie społeczne jest regulowane przez organy legislacyjne. Pomimo niezaprzeczalnych zalet SI, stosowanie tej technologii wzbudza poważne kontrowersje i implikacje. Ten rodzaj systemów komputerowych coraz powszechniej przenika nasze życie. Wzbudza to poważne obawy o to, jak głęboko SI może zinfiltrować naszą prywatność oraz bezpieczeństwo.

Ciało ustawodawcze Unii Europejskiej wprowadziło dyrektywę o ochronie danych osobowych (Maj 2018, GDPR – General Data Protection Regulation – w Polsce zwane RODO). Dyrektywa nakazuje przejrzystość w zbieraniu danych. Podmiot gromadzący ma obowiązek poinformować o rodzaju akumulowanych danych, w jaki sposób są one następnie przetwarzane, na jaki okres czasu, czy stosuje się automatyczne profilowanie bądź systemy inteligentnych algorytmów. Artykuł 13 tej ustawy mówi wyraźnie o tym, że podmiot stosujący algorytmy czy zautomatyzowane podejmowanie decyzji powinien przedstawić - zgodnie z art. 22 – istotne informacje o zasadach ich podejmowania, a także o znaczeniu i przewidywanych konsekwencjach takiego przetwarzania dla osoby, której dane dotyczą (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE, 2016).

Sztuczna Inteligencja i Uczenie Maszynowe z powodzeniem mogą być wyposażone w narzędzia do automatyzacji podejmowania decyzji. Każde narzędzie oparte o wyżej wymienione technologie znacząco wspomaga pracę przedstawicieli służby zdrowia podczas selekcji pacjentów. Poprzez selekcję należy rozumieć wstępny podział na kobiety i mężczyzn, szybką diagnozę na podstawie objawów podanych przez pacjenta, porady, docelowy sposób leczenia w zależności od płci. Następnym krokiem będzie przyjęcie przez lekarza bądź skierowanie do specjalisty. Narzędzia te mogą być wykorzystywane zarówno przez pielęgniarki jak i specjalistów (Deo, 2015).

RODO nakazuje, by wszelkie zbierane dane były przejrzyste oraz interpretowalne, co jest niezmiernie ważne w przypadku medycyny. Zarówno lekarze pierwszego kontaktu jak i specjaliści muszą sprawdzić dane zebrane podczas zautomatyzowanego wywiadu. Wiele chorób wykazuje cechy podobnej symptomatologii. Błędne zakwalifikowanie pacjenta (np. odesłanie do domu zamiast udzielenia natychmiastowej pomocy specjalistycznej) może skończyć się poważnymi komplikacjami bądź doprowadzić do zgonu osoby potrzebującej pilnej interwencji.

Sztuczna nerka – to nazwa potoczna aparatury służącej do prowadzenia terapii nerkozastępczej. Ostatnie postępy technologiczne w dziedzinie nefrologii pomogły zbudować urządzenie na tyle zmminiaturyzowane, by można było je wszczepić do organizmu pacjenta. W ten sposób zastępuje się нефunkcjonalne organy przy zerowym ryzyku odrzucenia implantu. Szacuje się, że dializowany pacjent trafia do szpitala średnio dwa razy w ciągu roku. Pobyt w lecznicy prowadzi do zaburzenia harmonogramu dializ i w konsekwencji może znacząco obniżyć jakość i komfort życia pacjenta. Jednocześnie takie przypadki powodują zwiększenie

kosztów systemu opieki zdrowotnej. Na podstawie zebranych danych tworzy się modele predykcyjne w oparciu o rozwiązania SI. Pozwoli to na wyodrębnienie bardziej narażonych na zachorowania pacjentów i przełoży się na obniżenie kosztów ponoszonych przez Systemy Opieki Zdrowotnej. (Chaudari et al., 2021).

W latach dziewięćdziesiątych XX wieku powstała chirurgia mikroinwazyjna – było to zjawisko na tyle rewolucyjne, że pozwalało maksymalnie skrócić czas rekonwalescencji oraz zminimalizować ból u operowanego. Obecnie wykonuje się wiele zabiegów w tej technice. Lekarz, a właściwie powinno się użyć terminu „operator”, ogląda powiększony obraz pola operacyjnego w 3D. Następnie za pomocą joysticków kieruje robotem przez interfejs teleoperacyjny. Tego typu operacje z wykorzystaniem inteligentnych robotów można wykonywać zdalnie, np. z innego kraju świata za pomocą łączy internetowych.

Naukowcy z Uniwersytetu Johna Hopkinsa zbudowali w 2016 roku autonomicznego robota do prostych zabiegów chirurgicznych. Maszyna wyposażona w sztuczną inteligencję wykonała w 2018 roku kilka operacji na świniach, bez współudziału człowieka. Robot o nazwie STAR (Smart Tissue Autonomous Robot) jest wyposażony w układy zdolne do wizyjnego rozpoznawania stanów chorobowych, sensory nacisku, czy też czujniki pozycyjne z dokładnością do tysięcznych części milimetra. Chociaż wyniki operacji są bardzo zadowalające, to jednak patrząc z etycznego czy społecznego punktu widzenia, pomysł ten wzbudza ogrom kontrowersji. O ile np. problemy z zasilaniem można wyeliminować poprzez redundancyjne systemy energetyczne, to sprawność maszyny, problemy z interpretacją obrazu, czy wadliwość czujników sensorycznych, stanowią śmiertelne zagrożenia dla życia pacjenta (Shademan, et al. 2018). Ostatnie kilka lat pozwoliło na znaczny rozwój mikroprecyzyjnej chirurgii z wykorzystaniem robotów. Obecnie naukowcy testują maszyny zdolne do wykonywania wewnętrznych operacji z zakresu anastomozy. Jest to zabieg polegający na odtworzeniu ciągłości naczyń np. tętnic, żył, pętli jelit, moczowodów, czy też nerwów (Saeidi, et al. 2022).

Kolejnym potencjalnym zastosowaniem Sztucznej Inteligencji i jej systemów rozpoznawania obrazów jest radiologia. Dzięki wysokiej mocy obliczeniowej zdolnej do analizowania i porównywania tysięcy skanów mammograficznych z wzorcami, SI jest w stanie znacznie szybciej przewidzieć potencjalny rozrost komórek rakowych. Systemy te można opisać skrótem CAD (computer-assisted diagnosis); nie tylko pomagają rozpoznawać ogniska choroby, ale również potrafią wykluczyć nieprawidłowo wykonane skany

z tomografii, prześwietleń rentgenowskich czy też rezonansu magnetycznego. Ich zastosowanie polepszy monitorowanie stanu zdrowia człowieka i odciąży personel szpitalny w pracy przy radioterapii pacjentów (Mayo, Leung, 2018).

Firma IBM, twórca super komputera Deep Blue, uruchomiła poboczny projekt nazwany IBM Watson (na cześć prezesa firmy Thomasa J. Watsona). Zadaniem tego superkomputera jest odpowiadanie na pytania zadane w języku naturalnym. Wykorzystuje on połączenie algorytmów do przetwarzania języka naturalnego, przeszukiwania baz danych, wyciągania wniosków oraz uczenia maszynowego. Od 2011 roku IBM Watson jest wykorzystywany w medycynie. Naukowcy korzystają z jego pomocy w procesie poszukiwania i testowania nowych leków. Jak przekonują badacze zajmujący się badaniem nad lekami, sztuczna inteligencja jest w stanie symulować działanie tysięcy różnych związków bez potrzeby ich wytwarzania i testowania na ludziach. W ten sposób ulega skróceniu czas na opracowanie nowego leku i redukuje się potrzebę prób klinicznych, gdyż dany lek będzie wytworzony na potrzeby konkretnego pacjenta (Paul, Sanap, et al., 2020).

W 2019 roku, Sztuczna Inteligencja częściej typowała do badań medycznych przedstawicieli rasy białej aniżeli czarnej. Algorytm błędnie wywnioskował, że biali częściej chorują i to ich przede wszystkim należy kierować na leczenie. Po przeanalizowaniu działania algorytmu wnioski okazały się zgoła odmienne niż to, co podała SI. Osoby czarnoskóre nie były zdrowsze od białych, lecz z racji mniejszej zamożności rzadziej chodziły do lekarza i sporadycznie nabywały ubezpieczenia zdrowotne (Obermeyer, et al., 2019).

18. Podsumowanie

Sztuczna Inteligencja zastosowana w medycynie przyczynia się do poprawy świadczenia usług medycznych na wielu płaszczyznach. Jednakże może ona działać jak obosieczny miecz. Jest to nowa nauka, która z roku na rok, coraz bardziej jest rozwijana. Z jednej strony technologia ta może być wykorzystana do rozpoznawania stanów nowotworowych, przewidywania zachorowalności wśród danej grupy pacjentów, czy też do wykonywania prostych zabiegów chirurgicznych. Natomiast z drugiej, aby Sztuczna Inteligencja była coraz bardziej precyzyjna i spersonalizowana, wymaga coraz większej ilości danych biomedycznych na temat ludzkiego organizmu.

Aby ochronić obywateli wspólnoty, kraje związkowe przyjęły specjalną dyrektywę o ochronie danych osobowych na terenie Unii Europejskiej. Dodatkowo wprowadzano dyrektywę umożliwiającą ubieganie się o odszkodowanie za straty spowodowane przez twórców danego algorytmu SI (Komisja Europejska, 2022). Pomimo wysiłków na rzecz ochrony danych wrażliwych jakimi są dane medyczne, użytkownicy wszelkich gadżetów są skłonni do udostępniania danych na temat swojego zdrowia korporacjom w zamian za kilka nowych funkcji w swoich urządzeniach. Domy mediowe mając dostęp do szerokich danych medycznych ludzi, mogą kształtować spersonalizowane kampanie reklamowe w przyszłości. Marketing skupi się na promowaniu wyszczególnionych rodzajów badań, preparatów medycznych z uwzględnieniem zachorowań poszczególnych jednostek.

Pomimo ogromnego potencjału, Sztuczna Inteligencja - tak jak każda technologia - nie jest nieomylna i powinna być nadzorowana przez człowieka. Jest systemem komputerowym opierającym się o dane statystyczne. Sztuczna Inteligencja, jak każde inne narzędzie, sama w sobie nie jest ani dobra ani zła. Dopiero jej użycie świadczy o motywacji użytkownika. Pozostawiona sama sobie nie jest w stanie nikomu wyrządzić znaczącej szkody. To sposób jej zastosowania może pociągać za sobą różne reperkusje. Rozwój zaawansowanej medycyny będzie wymagał od pacjentów dzielenia się coraz większymi ilościami danych na ich temat. Pytanie, które należałoby więc zadać, to pytanie o to gdzie jest granica pomiędzy rozwojem medycyny a utratą prywatności.

Parafrazując laureata Pokojowej Nagrody Nobla, Norwega Christiana Lousa Lange można powiedzieć, że: „Sztuczna Inteligencja jest użytecznym sługą, ale też niebezpiecznym panem”.

Bibliografia

1. Campbell, M., Hoane Jr., A.J., Hsu, F., (2002), Deep Blue, *Artificial Intelligence*, Vol. 134, pp. 57-83, DOI: 10.1016/S0004-3702(01)00129-1
2. Chaudari, S., Han, H., Usvyat, L., et al., (2021), Machine Learning Directed Interventions Associate with Decreased Hospitalization Rates in Hemodialysis Patients, *International Journal of Medical Informatics*, vol. 153, DOI: doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104541
3. Deo, R., C., (2015), Machine Learning in Medicine, *Circulation*, Vol. 132, pp.1920-1930, DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.001593
4. Gadde, S. S., Kalli, V. D. R., (2020), Medical Device Qualification Use. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 9, Iss. 4, pp. 50-55, DOI: 10.17148/IJARCCCE.2020.9410
5. Introducing OpenAI, (2022.10.13), available online: <https://openai.com/blog/introducing-openai/>
6. Nowe przepisy dotyczące odpowiedzialności za produkty i sztuczną inteligencję (AI) mające na celu ochronę konsumentów i wspieranie innowacji (2022, wrzesień, 28), available online: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/ip_22_5807
7. LeCun, Y., Bengio, Y. & Hinton, G., (2015), Deep learning. *Nature*, Vol. 521, 436–444, DOI: 10.1038/nature14539
8. Leonelli, S., (2016), *Data-centric biology: a philosophical study*. Chicago: The University of Chicago Press, DOI: 10.1007/s40656-018-0224-z
9. Maddox, T., (2014), The scary truth about data security with wearables, TechRepublic, retrieved from: <https://www.techrepublic.com/article/the-scary-truth-about-data-security-with-wearables/>
10. Mayo, R., C., Leung, J. (2018), Artificial intelligence and deep learning-Radology's next frontier? *Clin Imaging*. DOI: 10.1016/j.clinimag.2017.11.007
11. McCarthy, J., Misky, M. L., Rochester, N., Shannon, C., E., (1956), A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, *AI Magazine*, Vol. 27, Iss. 4, p. 12 DOI: 10.1609/aimag.v27i4.1904
12. Obermeyer, Z., Powers, B., et. Al., (2019), Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations, *Science*, vol. 366, iss. 6464, DOI: 10.1126/science.aax23
13. Ogólne Rozporządzenie o Ochronie Danych Osobowych, (2016), retrieved from: <https://www.uodo.gov.pl/pl/file/727>
14. Paul, D., Sanap, G., et al., (2020), Artificial intelligence in drug discovery and development, *Drug Discov Today*, vol. 26, pp. 80-93, DOI: 10.1016/j.drudis.2020.10.010.
15. Saeidi, H., Oppfermann, J., D., et al. (2022), Autonomous robotic laparoscopic surgery for intestinal anastomosis, *Science Robotics*, Vol. 7, iss. 62, DOI: 10.1126/scirobotics.abj2908
16. Samuel A., L., (1959), Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers, In: *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 3, Iss. 3, pp. 210-229, DOI: 10.1147/rd.33.0210
17. Shademan, A., Decker, R., S., et al., (2016), Supervised autonomous robotic soft tissue surgery, *Science Translational Medicine*, vol. 8, iss. 337, DOI: 10.1126/scitranslmed.aad9398
18. Silver, D., Hubert, T., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Lai, M., Guez, A., Lanctot, M., Sifre, L., Kumaran, D., Graeppl, T., Lillicrap, T., Simonyan, K., Hassabis, D., (2017), A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play, *Science*, Vol. 362, Iss. 6419, pp. 1140-1144, DOI: 10.1126/science.aar640
19. Turing, A. M., (1950), Computing machinery and intelligence, *Mind* Vol. LIX, Iss. 236, pp. 433-460, DOI: 10.1093/mind/LIX.236.433
20. Vellido, A., Martin, J., (2012), *Making machine learning models interpretable*, na Proceedings of the European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning, Bruges,