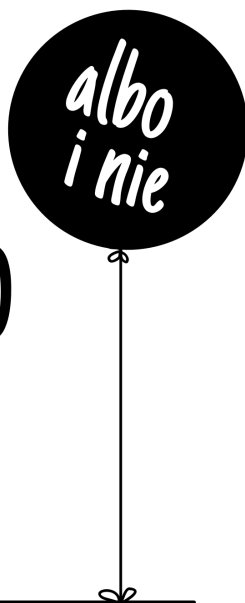


SZANSE ZAGROŻENIA PRZYSZŁOŚĆ

---

AI  
ZMIENI  
WSZYSTKO



---

FILIP SALA

©2025 Filip Sala. Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być reprodukowana ani rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie i jakimikolwiek środkami (w tym elektronicznymi, mechanicznymi, fotokopiuwania, nagrywania, skanowania itp.), ani przechowywana w systemach wyszukiwania informacji bez uprzedniej pisemnej zgody właściciela praw autorskich, z wyjątkiem przypadków dozwolonych przez prawo, w szczególności w ramach dozwolonego użytku i prawa cytatu.

Wszystkie nazwy produktów, marek, firm i znaków towarowych użyte w książce są własnością ich odpowiednich właścicieli. Użyto ich wyłącznie w celach identyfikacyjnych. Autor ani wydawca nie roszczą sobie praw do tych oznaczeń.

Autor i wydawca dołożyli wszelkich starań, aby zawarte w książce informacje były rzetelne i aktualne. Publikacja ma charakter informacyjno-edukacyjny i jest udostępniana bez jakichkolwiek gwarancji. W najszerszym zakresie dopuszczalnym przez prawo ani autor ani wydawca nie ponoszą odpowiedzialności za skutki wykorzystania informacji ani za szkody, w tym naruszenia praw autorskich lub patentowych, wynikłe z ich zastosowania. Czytelnik korzysta z treści na własną odpowiedzialność.

Wydanie I, Warszawa 2025

Wydawca (imprint): Sala Science

Projekt okładki: Filip Sala

Skład książki został wykonany w środowisku  $\text{\LaTeX}$

Strona internetowa: <https://SalaScience.com>

ISBN (druk): 978-83-978306-0-8

# Spis treści

<b>Słowo wstępne</b>	<b>5</b>
<b>1 Czym jest sztuczna inteligencja?</b>	<b>7</b>
<b>2 Inteligencja sztucznej inteligencji</b>	<b>20</b>
<b>3 Główni gracze, modele i hardware</b>	<b>28</b>
<b>4 Panie kolego, a po co to komu?</b>	<b>38</b>
<b>5 AGI, superinteligencja i mordercze roboty na ulicach</b>	<b>59</b>
<b>6 Problemy i realne zagrożenia</b>	<b>73</b>
<b>7 Środowisko naturalne w opalach?</b>	<b>103</b>
<b>8 Człowiek + AI = Głupek?</b>	<b>110</b>
<b>9 Regulować czy deregulować?</b>	<b>114</b>
<b>10 Czy sztuczna inteligencja zastąpi nas w pracy?</b>	<b>118</b>
<b>11 Kowalstwo i płatnerstwo mają się dobrze</b>	<b>129</b>
<b>12 Programiści tracą pracę</b>	<b>132</b>
<b>13 Fizycy, fizycy, fizycy!</b>	<b>140</b>
<b>14 Czy Polska powinna inwestować w AI?</b>	<b>143</b>
<b>15 Podsumowanie</b>	<b>163</b>



**Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

## **Słowo wstępne**

Rozwój sztucznej inteligencji w ostatnich latach sprawił, że technologia ta zagościła niemal wszędzie. Od przedsiębiorstw, przez instytucje państwowe, media społecznościowe, aż po urządzenia, takie jak smartfony czy komputery. Gdzie nie spojrzeć – sztuczna inteligencja. Do tego wszechobecne hasła o zagładzie świata, utracie pracy lub wykrzykiwanie o wspaniałościach tej technologii, która zbawi ludzkość. Powstał niebywały szum medialny, w którym trudno się odnaleźć. Najgłośniej krzyczą celebryci i influencerzy, którzy powtarzają półprawdy i umacniają stereotypy. Z tego wszechogarniającego chaosu informacyjnego zrodził się pomysł na niniejszą książkę. Moim celem jest przedstawienie rzetelnych informacji na temat sztucznej inteligencji. Oddzielenie rzeczywistości od marketingu, technologii od mitologii oraz faktów od krzykliwych haseł. Chciałbym w tym miejscu również podziękować Remigiuszowi Kinasowi za cenne uwagi, które przyczyniły się do podniesienia jakości książki.

Już teraz wielu autorów książek korzysta ze sztucznej inteligencji w procesie tworzenia. Gdybyśmy tylko wiedzieli, dlaczego ja, pisząc te słowa, klepię w klawiaturę. Zapewne dlatego, że chcę przekazać swoje spojrzenie na sztuczną inteligencję i przedstawić własne doświadczenia, a nie ogólne prawdy i uśrednione poglądy. Dlatego też ani jedno zdanie w tej książce nie zostało napisane przez sztuczną inteligencję. Jedynymi treściami wygenerowanymi są dwa zdjęcia poglądowe oraz poniższy rysunek. W każdym przypadku jest to wyraźnie zaznaczone w opisie pod rysunkiem.

**Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!** 5

## Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!

Spójrzmy jeszcze na strukturę niniejszej książki. Rozdziały 1–3 to ogólny opis sztucznej inteligencji, omówienie, czym jest, a czym nie jest ta technologia, skąd się wzięła, jakie są jej początki i historia oraz kto trzęsie teraz całym tym biznesem. Rozdziały 4–6 to ogólne omówienie pozytywnych i negatywnych aspektów sztucznej inteligencji. W rozdziale 7 pochylam się nad problemem wpływu sztucznej inteligencji na środowisko naturalne, ponieważ może być to niebagatelny problem, a sprawa wcale nie jest oczywista. Kolejne rozdziały to rozważania nad wpływem sztucznej inteligencji na mózg człowieka oraz krótka dyskusja na temat obowiązujących regulacji prawnych. W rozdziałach 10–13 analizuję problemy rynku pracy. Staram się odpowiedzieć na pytania o to, czy sztuczna inteligencja nas zastąpi i jak wpłynie na nasze życie zawodowe. Rozdział 14 to analiza sytuacji Polski w kontekście sztucznej inteligencji oraz perspektywy rozwoju tej technologii w naszym kraju. Miłej lektury.

Warszawa, 14 listopada 2025 r.



Rysunek wygenerowany przez model ChatGPT-4o

**Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

## **1 Czym jest sztuczna inteligencja?**

Zanim zaczniemy mówić o zagrożeniach, problemach, jak i pozytywnych stronach sztucznej inteligencji, powinniśmy zastanowić się, czym w zasadzie jest sztuczna inteligencja, w skrócie SI, a z angielskiego AI (ang. *Artificial Intelligence*). Dla jednych osób to narzędzie, które automatyzuje niektóre zadania, dla innych technologia, która zabierze im pracę, a dla jeszcze innych biegające po ulicach mordercze roboty rujnujące naszą cywilizację. Wyobrażenia i odbiór sztucznej inteligencji są bardzo różne, od hurraoptymizmu, przez obojętność, aż po chęć zakazywania wszystkiego, co związane z AI. Aby się w tym wszystkim odnaleźć, powinniśmy trzymać się faktów, a nie emocjonalnych przekazów niemających poparcia w rzeczywistości.

Zacznijmy od tego, że sztuczna inteligencja to pojęcie bardzo pojemne, które nie posiada jednej ścisłej definicji. Możemy powiedzieć, że urządzenia i programy komputerowe zdolne do wykonywania pewnych czynności na podstawie obserwacji, analizy oraz uczenia się to sztuczna inteligencja. Jest to zatem technologia, która umożliwia maszynom wykonywanie czynności w sposób zbliżony do tego, w jaki wykonują je ludzie. Dawniej systemy oparte na prostych regułach, jak chociażby diagnozowanie chorób na podstawie objawów, można było nazwać sztuczną inteligencją. Algorytm po prostu analizował objawy i na podstawie z góry zaprogramowanych reguł stawiał diagnozę i sugerował lek. Systemy takie nazywa się systemami eksperckimi, ponieważ symulują działanie ekspertów z danej dziedziny, w tym przypadku lekarzy. Innym przykładem może być sterownik klimatyzacji w budynku, który w zależności od temperatury ochładza lub podgrzewa pomieszczenie.

**Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!** 7

## Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!

Również inteligentny system sterowania ruchem w mieście można nazywać sztuczną inteligencją, ponieważ w zależności od pory dnia oraz informacji z czujników i kamer w odpowiedni sposób steruje ruchem ulicznym. Są to jednak bardzo proste przykłady. Chociaż systemy takie dawniej nazywano sztuczną inteligencją, to obecnie coraz częściej uznaje się je za proste i powszechne, a co za tym idzie – odbiera się im miano sztucznej inteligencji. Dobrym podsumowaniem mogą być słowa Johna McCarthy’ego: „Gdy coś zaczyna działać, nikt już nie nazywa tego sztuczną inteligencją”. Jednak nadal mianem sztucznej inteligencji moglibyśmy nazwać wyszukiwarki internetowe, urządzenia oraz programy do gry w szachy, systemy do rozpoznawania głosu oraz obrazów, chatboty czy też asystentów, takich jak Google Assistant czy Alexa. Są to oczywiście tylko nieliczne przykłady sztucznej inteligencji, która otacza nas od dość dawna.



**Sztuczna inteligencja** to technologia, która daje maszynom możliwości analizy, uczenia się i podejmowania decyzji na wzór ludzki.

**O tym, jak to się wszystko zaczęło** Niektórym wydaje się, że sztuczna inteligencja pojawiła się w ostatnich latach, tak nagle, niczym królik wyskakujący z kapelusza. Tyle tylko, że ten królik w tym kapeluszu siedział już od wielu wieków, a przez ostatnie kilkadziesiąt lat wystawały mu całkiem wyraźnie uszy. Dla wielu osób sztuczna inteligencja nie jest niczym nowym. Naturalnie, że skala, rozmach i osiągnięcia ostatnich lat budzą podziw, jednak nie jest to coś niespodziewanego. To raczej konsekwencja badań naukowych, które swój

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

początek miały wiele wieków temu. Początki idei oraz podstaw matematycznych sztucznej inteligencji sięgają XVII wieku. Mam tu na myśli prace Gottfrieda Wilhelma Leibniza (1646–1716) nad równaniami różniczkowymi i regułą łańcuchową, która kilkaset lat później została użyta w metodzie wstecznej propagacji, będącej podstawą metod uczenia wielowarstwowych sieci neuronowych. Leibniz pracował również nad konstrukcją maszyn obliczeniowych oraz logiką formalną i symboliczną. Uważał także, że ludzki umysł można modelować jako system logiczny oraz jako taki odtworzyć przy użyciu maszyn. Jego idee wybiegały daleko w przyszłość. Kiedyś powiedział nawet, że „Nie przystoi, aby wspaniali ludzie tracili godziny, niczym niewolnicy na pracy obliczeniowej, którą można by przydzielić komukolwiek innemu, gdyby tylko używano maszyn”. Leibniz sugerował, że gdyby tylko istniała odpowiednia maszyna, to obliczenia mogłaby wykonywać dowolna osoba, a nie tylko naukowiec. Jak prorocze stają się jego słowa, gdy spojrzymy na dzisiejszą sztuczną inteligencję. Teraz każdy może programować, tworzyć grafiki i obrazy czy pisać teksty. Obliczenia też przestały być już domeną naukowców, ale to akurat stało się już jakiś czas temu. Wróćmy jednak do historii sztucznej inteligencji. Po dokonaniach Leibniza przyszedł czas na odkrycia związane z regresją liniową, a na początku XX wieku pojawił się model Isinga, który chociaż był modelem fizycznym opisującym magnetyzm, to lata później stał się inspiracją dla sieci Hopfielda. Dopiero w 1943 roku Warren McCulloch (1898–1969) oraz Walter Pitts (1923–1969) przedstawili matematyczny model sztucznej sieci neuronowej. Natomiast sama nazwa „sztuczna inteligencja” została zaproponowana w 1955 roku przez Johna McCarthy’ego (1927–2011) i stała się częścią nazwy

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

zorganizowanych przez niego w 1956 roku warsztatów w Kolegium Dartmouth w New Hampshire. Spotkanie to stało się zalążkiem nowej dziedziny. Późniejsze przełomy to między innymi metody Donalda Oldinga Hebba (1904–1985) oraz pierwsza fizyczna realizacja sieci neuronowej, czyli skonstruowany w 1957 roku perceptron Franka Rosenblatta (1928–1971). Warto zauważyć, że obecnie wykorzystywane modele i algorytmy są zbieżne ze spojrzeniem naukowców na sztuczną inteligencję z lat 40. i 50. XX wieku. Pokazuje to wielkie wyczucie i wizjonerstwo tamtych badaczy, jak również wskazuje na to, że obecnie rozwijana technologia nie pojawiła się nagle, ale pracowano nad nią od dawna. W 1982 roku Joseph Hopfield (ur. 1933), laureat nagrody Nobla w dziedzinie fizyki z 2024 roku, przedstawił nową koncepcję sieci. Cztery lata później, w 1986 roku, Geoffrey Everest Hinton (ur. 1947) będący również laureatem nagrody Nobla z fizyki i uważany za ojca sztucznej inteligencji, popularyzuje metodę wstecznej propagacji do uczenia sieci wielowarstwowych. Sama metoda w postaci obecnie używanej została przedstawiona w 1970 roku przez Seppo Linnainmaa (ur. 1945). Jako ciekawostkę można tutaj dodać, jak niewiele brakowało, aby Hinton przestał zajmować się sieciami neuronowymi. Gdy będąc jeszcze doktorantem rozpoczął badania w tym kierunku, jego promotor usilnie go do tego zniechęcał sugerując, że to zrujnuje jego karierę naukową. Jak pokazuje historia, nie tylko nie zrujnowało, ale i doprowadziło na szczyty osiągnięć naukowych. W latach 80. XX wieku pojawiły się konwolucyjne sieci neuronowe (CNN, ang. *Convolutional Neural Networks*), często stosowane w tak zwanym widzeniu maszynowym, czyli na przykład w analizie obrazów i rozpoznawaniu twarzy. Podejmowano też próby ich używania w przetwarzaniu języka

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

naturalnego (NLP, ang. *Natural Language Processing*), czyli takiego, jakim posługujemy się na co dzień. Sieciami konwolucyjnymi zajmował się między innymi Yann André LeCun (ur. 1960), którego prace zapoczątkowane już w latach 90. XX wieku miały wielki wpływ na takie zagadnienia, jak rozpoznawanie tekstu czy obrazów. Jako ciekawostkę można wspomnieć, że miał on również udział w tworzeniu popularnego formatu plików DjVu, służącego do zapisu i kompresji skanowanych dokumentów. Kolejnym krokiem były rekurencyjne sieci neuronowe (RNN, ang. *Recurrent Neural Networks*), które stały się podstawowymi narzędziami do przetwarzania języka naturalnego. Jedną z gałęzi rozwoju sztucznej inteligencji opartej na sieciach neuronowych jest również uczenie głębokie (ang. *deep learning*). Termin ten odnosi się do sieci neuronowych posiadających wiele warstw. W okolicach 2009 roku połączenie sieci rekurencyjnych, głębokiego uczenia, jak również rozpowszechnienie się odpowiedniego hardware'u pod postacią kart graficznych (GPU, ang. *Graphics Processing Unit*) zapoczątkowały gwałtowny rozwój sztucznej inteligencji. Sieci neuronowe zaczęto również uczyć na coraz większych zbiorach danych, co doprowadziło do dalszych osiągnięć w takich dziedzinach, jak rozpoznawanie obrazów i mowy oraz przetwarzanie języka naturalnego. Chociaż pojęcie generatywnej sztucznej inteligencji, czyli GenAI (ang. *Generative Artificial Intelligence*) przewijało się już od lat 90. XX wieku i tyczyło się modeli zdolnych do planowania i tworzenia pewnych treści, to poważny rozwój nastąpił dopiero około roku 2014 wraz z powstaniem generatywnych sieci przeciwstawnych (GAN, ang. *Generative Adversarial Network*). Umożliwiały one między innymi generowanie obrazów i zdjęć. W roku 2015 pojawiły się pierwsze modele dyfuzyjne (ang. *diffusion models*),

## Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!

które w kilka lat częściowo wyparły sieci GAN<sup>1</sup>. Przykładami takich modeli są chociażby stworzony w 2021 roku przez firmę OpenAI model DALL-E oraz Stable Diffusion zaprezentowany przez CompVis. Jak widzimy jest to kolejny dowód na to, że generatywna sztuczna inteligencja nie powstała w ostatnich latach, a jej szybki rozwój rozpoczął się już przeszło dekadę temu. W roku 2017 nastąpił kolejny wielki przełom, który miał już bezpośredni wpływ na sztuczną inteligencję, jaką znamy dzisiaj. Wyniki badań zostały opisane przez pracowników firmy Google w publikacji, o wdzięcznym tytule *Attention Is All You Need*<sup>2</sup>, czyli „Wszystko czego potrzebujesz to uwaga”, w której przedstawili koncepcję transformatorów. Początkowo były to wstępnie przeszkolone transformatory PT (ang. *Pre-trained Transformer*), które nie miały możliwości generowania nowych treści, jednak dobrze radziły sobie z tłumaczeniami oraz analizą tekstów. Jednym z przykładów może być stworzony przez firmę Google model BERT. Wkrótce jednak powstały bardziej wszechstronne modele, których nazwę słyszał chyba każdy z nas, a mianowicie GPT (ang. *Generative Pre-trained Transformer*). Są to transformatory, które nie tylko zostały wstępnie przetrenowane, ale mają również możliwość generowania treści, na przykład tekstów czy kodów źródłowych. Na bazie transformatorów i głębokiego uczenia powstały duże modele językowe LLM (ang. *Large Language Model*). Są to modele uczone na bardzo dużych zbiorach danych i zdolne do wykonywania przeróżnych zadań. Początkowo służyły do tłumaczenia i generowania tekstów, jednak szybko stały się podstawą analizy da-

---

<sup>1</sup> Jascha Sohl-Dickstein, Eric A. Weiss, Niru Maheswaranathan, Surya Ganguli, Deep Unsupervised Learning using Nonequilibrium Thermodynamics <https://arxiv.org/abs/1503.03585>

<sup>2</sup> Attention Is All You Need <https://arxiv.org/abs/1706.03762>

## Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!

nych czy przetwarzania tekstu na obraz, dźwięk lub materiał wideo. Modele te stały się uniwersalnym narzędziem mogącym operować na niemal dowolnym typie danych. To właśnie transformatory oparte na sieciach neuronowych i zbudowane na nich duże modele językowe odgrywają teraz główną rolę w dziedzinie sztucznej inteligencji. Skoro same sieci neuronowe stały się wręcz synonimem sztucznej inteligencji, czy oznacza to, że nie istnieją inne modele? Oczywiście, że nie. Oto kilka przykładów wraz z popularnymi zastosowaniami: maszyny wektorów nośnych (rozpoznawanie i klasyfikacja obrazów), algorytmy genetyczne (optymalizacja, planowanie), drzewa decyzyjne (wspomaganie podejmowania decyzji), algorytmy oparte na wiedzy czy modele bazujące na logice rozmytej (sterowanie w automatyce przemysłowej czy systemy rekomendacji). Obecnie podejmuje się także próby połączenia sieci neuronowych i analizy symbolicznej. W dalszej części książki będziemy jednak patrzeć na sztuczną inteligencję głównie przez pryzmat sztucznych sieci neuronowych, wielkich modeli językowych i transformatorów generatywnych.

**Sztuczna sieć neuronowa** Ponieważ sztuczne sieci neuronowe są podstawą obecnie rozwijanych modeli sztucznej inteligencji, to wypadałoby powiedzieć, czym one właściwie są. Sztuczna sieć neuronowa to, mówiąc kolokwialnie, pewien matematyczny model, który wzorowany jest na zasadzie działania mózgu ludzi i zwierząt, a zatem rzeczywistych sieci neuronowych. Należy wyraźnie podkreślić, że jest to model uproszczony, który jedynie czerpie inspirację z działania żywych komórek i nie uwzględnia wielu biologicznych aspektów działania neuronów. Do symulowania struktur biologicznych stosuje się bardziej zaawanso-

## Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!

wane modele, jak impulsowe sieci neuronowe SNN (ang. *Spiking Neural Network*) czy model Hodgkina–Huxleya. Natomiast w przypadku sztucznej inteligencji używa się zazwyczaj modeli uproszczonych.

Żeby zrozumieć działanie sztucznej sieci neuronowej spójrzmy najpierw na jej budowę. Każda taka sieć posiada węzły, które są uproszczonym matematycznym odpowiednikiem neuronów mózgowych. Dlatego też terminy węzeł i neuron, w odniesieniu do sztucznej sieci neuronowej, stosuje się często zamiennie. Każdy neuron może przyjmować pewne wartości liczbowe, czyli mówiąc inaczej przyjmować pewien stan. W najprostszym przypadku będą to stany zero lub jeden. Neurony połączone są między sobą tworząc sieć. Zazwyczaj jednak nie są one połączone każdy z każdym. W pełni połączone sieci neuronowe należą do rzadkości. Każde połączenie posiada tak zwaną wagę, która określa jak silnie połączone są ze sobą dwa węzły. To właśnie w tych połączeniach i w ich wagach zapisana jest informacja. W procesie uczenia sieci neuronowej zmieniane są wartości odpowiednich wag połączeń. Sam neuron nie przechowuje trwale informacji. Jego stan zmienia się oczywiście w trakcie działania sieci i tylko w tym sensie przechowuje informację w sposób krótkotrwały, jednak to właśnie połączenia i ich wagi są kwintesencją działania sieci neuronowej.



Informacja zapisana jest w wagach połączeń pomiędzy neuronami. Same neurony przechowują informację tylko krótkotrwanie i mają jedynie wpływ na działanie samej sieci.

Spójrzmy teraz na samo działanie sztucznej sieci neuronowej. Zaczniemy od bardzo prostego przykładu. Wyobraźmy sobie, że każdy neuron

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

reprezentowany jest przez niewielką żarówkę, a połączenia neuronów przez przewody elektryczne. Neuronów, czyli w naszym przypadku żarówek, jak i ich połączeń jest bardzo wiele. Na początku jedne żarówki się świecą, a inne nie. W trakcie działania sieci poszczególne żarówki zapalają się i gasną, tak jak neurony, które przyjmują różne wartości. W pewnym momencie dochodzimy do stanu sieci, który uznajemy za odpowiedź. Reprezentują go zapalone i zgaszone żarówki. Omówiony schemat jest oczywiście tylko prostym przykładem przybliżającym ideę działania sztucznej sieci neuronowej, w której neurony przyjmują tylko dwa stany. W rzeczywistości neurony mogą przyjmować dowolne stany, nie tylko binarne. Nie mówiąc już o tym, że samych modeli i przeróżnych rodzajów sieci neuronowych istnieje bardzo wiele, w tym, jak już wspominaliśmy perceptrony, sieci jednokierunkowe, rekurencyjne czy konwolucyjne.

Inną analogią, która może przybliżyć nam działanie sieci neuronowej, jest wyobrażenie sobie krajobrazu, dolin, pagórków i szczytów, czyli terenu o przeróżnym ukształtowaniu, który reprezentuje sieć neuronową. Do tego krajobrazu wrzucamy dużą kolorową piłkę, która jest niczym innym jak stanem sieci neuronowej. Początkowo umieszczamy piłkę w losowym miejscu. Na przykład na zboczu góry. Wraz z działaniem sieci piłka stacza się w dół, podskakuje i odbija. W końcu może dotrzeć do jakiejś doliny lub zatrzymać się w niewielkim zagłębieniu terenu. Ten stabilny stan, nazywany atraktorem, jest odpowiedzią sieci neuronowej. Atraktor nie zawsze jest stanem stabilnym, może być to pewna trajektoria. W takim przypadku piłka na przykład kręci się w kółko w zagłębieniu. Wspomniany krajobraz odpowiada natomiast budowie naszej sieci. Podczas procesu uczenia zmieniają się połączenia

## Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!

sieci neuronowej, ich wagi, a co za tym idzie zmienia się krajobraz. Pojawiają się nowe góry, przeobrażeniu podlegają pagórki i doliny. Oczywiście rzeczywistość działania sieci neuronowej jest bardziej skomplikowana, jednak ten prosty przykład może nam uzmysłowić ogólny sposób jej działania. To nie jest tylko model obliczeniowy, to jest pewien układ, który ewoluuje w czasie, tak jak piłka staczająca się po zboczu.

**Transformatory** W roku 2017, wraz z pojawieniem się wspomnianej już wcześniej publikacji „Attention Is All You Need”, do przestrzeni sztucznych sieci neuronowych wkradł się nowy termin – transformator (ang. *transformer*). Odkrycie to mocno zamieszało w badaniach naukowych i dało podstawy do stworzenia dzisiejszych modeli językowych, takich jak BERT, GPT czy Llama. Transformator w kontekście sztucznych sieci neuronowych odnosi się do sposobu ich działania. W przypadku RNN, czyli rekurencyjnych sieci neuronowych, przetwarzanie danych było sekwencyjne. Operacje były wykonywane krok po kroku. Na przykład zdanie analizowane było słowo po słowie. W przypadku transformatorów tekst analizowany jest jako całość, co przyspiesza uczenie. Model wybiera słowa istotne do zrozumienia kontekstu i przydziela im wyższe wagi, czyli poświęca im więcej uwagi (stąd *attention*). Słowa mniej ważne w danym kontekście otrzymują wagi niższe. Następnie model buduje dynamiczne połączenia pomiędzy istotnymi słowami i analizuje ich zależności. W przypadku transformatorów nawet bardzo odległe słowa mogą być ze sobą powiązane. Natomiast tworzenie przez model odpowiedzi opiera się na przewidywaniu prawdopodobieństwa wystąpienia następnego słowa.

**Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**



Mechanizm „uwagi” (*attention*) pokazuje modelowi, które fragmenty są istotne i na czym należy się skupić, aby zrozumieć kontekst.

Zauważono również, że wraz z uczeniem modeli i dostarczaniem im coraz większych zbiorów danych ich możliwości znacząco się zwiększają. Mówiąc kolokwialnie, jakość działania modelu rośnie wraz z wielkością danych, na których był uczony oraz liczbą jego parametrów. Modele zatem można skalować. Dlatego też kolejne wersje modeli językowych stają się coraz większe zarówno pod względem liczby parametrów, jak i ilości danych.

Niektórzy w języku polskim posługują się terminem „transformer” zamiast „transformator”, jednak moim zdaniem to drugie określenie lepiej oddaje naturę tego mechanizmu. Tak jak transformator elektryczny przekształca napięcie zmienne, tak transformator w modelach językowych przekształca dane wejściowe, warstwa po warstwie w celu uzyskania danych wyjściowych.

**Uczenie maszynowe** W kontekście sztucznej inteligencji często pojawia się termin uczenie maszynowe (ang. *machine learning*). Jest to dziedzina polegająca na uczeniu systemu przy użyciu zbioru danych, zamiast tworzenia konkretnych reguł. Mówiąc potocznie, nie ustalamy zasad, na podstawie których ma działać model, ale dajemy mu jedynie zbiór danych i mówimy, że ma się na jego podstawie uczyć. Może być to model liniowy, sieć neuronowa czy drzewo decyzyjne. Danymi mogą być na przykład teksty, liczby, obrazy czy filmy. Istnieje kilka popularnych metod uczenia:

**Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!** 17

## Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!

- uczenie nadzorowane – polega na dostarczeniu danych wraz z etykietami, na przykład zdjęcia samochodów, ciężarówek i innych pojazdów wraz z opisem, co te zdjęcia przedstawiają;
- uczenie nienadzorowane – model otrzymuje dane bez etykiet, a jego zadaniem jest znalezienie pewnych struktur i zależności;
- uczenie przez wzmacnianie (RL, ang. *reinforcement learning*) – model uczy się na podstawie rekomendacji, czyli otrzymuje nagrody lub kary za podejmowane decyzje. Przykładem może być nauka gry w szachy poprzez wielokrotne rozgrywanie partii i dążenie do wygranej. Podobnie autonomiczne pojazdy uczą się zachowań poprzez poruszanie się po drogach. Kryteriami mogą być przestrzeganie przepisów, komfort jazdy oraz zużycie paliwa.

Ważnym aspektem uczenia modeli jest tzw. generalizacja. Chcemy bowiem, aby model był w stanie rozwiązywać nie tylko problemy, których rozwiązania znajdują się w dostarczonych danych, ale także takie, z którymi się wcześniej nie spotkał. Na przykład, jeżeli pokażemy mu zdjęcia kotów różnej rasy, o różnym umaszczeniu oraz rozmiarach, to chcemy, aby model rozpoznał na zdjęciu kota, pomimo iż będzie miał on inny wygląd niż koty na zdjęciach, na podstawie których trenowano model. Dobrze wykonana generalizacja polega na tym, że model nie zapamiętuje danych, w tym przypadku zdjęć, tylko uczy się schematów, tak aby móc klasyfikować dane, z którymi się wcześniej nie spotkał. Uczenie maszynowe to bardzo powszechnie wykorzystywana technika, która stała się podstawą większości dzisiejszych modeli sztucznej inteligencji.

**Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**



Model nie zapamiętuje danych treningowych, a jedynie uczy się na ich podstawie. Zapamiętuje zależności i schematy, a nie treść.

Gdy mówię o tym, że model nie zapamiętuje danych treningowych, mam na myśli ich standardowy sposób działania. Nie oznacza to, że model nie może zwrócić odpowiedzi, która jest bardzo podobna lub identyczna z danymi treningowymi. Może się tak stać przy odpowiednio spreparowanych zapytaniach, treściach, które występowały wielokrotnie w danych treningowych lub w przypadku popularnych sformułowań. Są to jednak przypadki rzadkie.

**Uczenie głębokie (ang. *deep learning*)** Uczenie głębokie to odmiana uczenia maszynowego oparta na wykorzystaniu wielowarstwowych sieci neuronowych. Modele mogą być uczone na dużych zbiorach danych obejmujących jednocześnie różne typy danych, jak na przykład teksty, dźwięki, obrazy i materiały wideo. Modele takie wykazują większe zapotrzebowanie na moc obliczeniową, jednak są w stanie rozwiązywać dużo bardziej skomplikowane zadania, w porównaniu do tradycyjnych modeli opartych na uczeniu maszynowym. Dobrym przykładem, wspomnianym już wcześniej, jest autonomiczna jazda samochodem. Dane mogą pochodzić z różnych czujników, jak kamery czy dalmierze laserowe (LiDAR, ang. *Light Detection And Ranging*). Udział człowieka w procesie uczenia głębokiego jest ograniczony, a dane nie muszą być dokładnie opisane ani w pełni oznaczone. Model może uczyć się niemal samodzielnie, co stanowi znaczącą przewagę w stosunku do innych metod uczenia.

**Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!** 19

## 2 Inteligencja sztucznej inteligencji

No właśnie, czy sztuczna inteligencja, jak ją nazywamy, jest w ogóle inteligentna? Na wstępie trzeba sobie odpowiedzieć na pytanie, czym jest dla nas inteligencja? Jeżeli za kryterium postawimy zdolność do wykonywania pewnych zadań i rozwiązywania problemów oraz posiadanie szerokiej wiedzy, to z pewnością możemy powiedzieć, że sztuczna inteligencja jest inteligentna. Już teraz jest w stanie tworzyć proste i średnio zaawansowane programy komputerowe, analizować dane i rozwiązywać proste problemy. To, że czasami się myli, nie oznacza, że nie jest inteligentna. Człowiek również popełnia wiele błędów. Czy jednak ten rodzaj inteligencji przypomina tę naszą, ludzką inteligencję? W roku 1950 brytyjski matematyk i informatyk Alan Turing (1912 – 1954) zaproponował test na zbadanie maszyn pod kątem posiadania inteligencji behawioralnej i nazwał go grą w naśladownictwo. Obecnie test określany jest mianem testu Turinga. Polega on na rozmowie przy użyciu języka naturalnego pomiędzy sędziami (ludźmi) oraz maszynami. Każda ze stron ma zachowywać się naturalnie i naśladować zachowania ludzkie. Jeżeli ludzie (sędziowie) nie będą w stanie jednoznacznie określić, czy rozmawiają z maszyną, czy z człowiekiem, to uznaje się, że maszyna przeszła test Turinga. W roku 2024 Celeste Biever na łamach *Nature*<sup>3</sup> poinformowała o tym, że ChatGPT przeszedł pomyślnie test Turinga. Badania przeprowadził również zespół amerykańskich naukowców. Wnioski były analogiczne<sup>4</sup>. Należy jednak podkreślić, że

---

<sup>3</sup> Celeste Biever, ChatGPT broke the Turing test — the race is on for new ways to assess AI, *Nature* (2024).

<sup>4</sup> Q. Mei, Y. Xie, W. Yuan, M. Jackson, A Turing test of whether AI chatbots are behaviorally similar to humans. *Proc. Natl. Acad. Sci.* (2024)

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

interpretacja wyników nie jest jednoznaczna. Wykazano jedynie, że w pewnych określonych warunkach chatbot potrafi oszukać rozmówców i niejako podszyć się pod człowieka naśladowując jego zachowania. Z jednej strony spełnia to wymogi testu Turinga, ale z drugiej trudno uznać, że model przeszedł ten test w pełni. W większości przypadków, gdy mówimy, że chatbot przeszedł test Turinga, dotyczy to krótkich rozmów lub bardzo specyficznych warunków. Przy rygorystycznych metodach badawczych, a przede wszystkim przy dłuższych rozmowach chatboty wciąż zdradzają swoje tendencje do analitycznego myślenia i braku zrozumienia rzeczywistości. Możemy więc powiedzieć, że chatboty w pewnych warunkach przechodzą test Turinga, jednak jak na razie żaden z nich nie przeszedł jego rygorystycznej wersji. Widzimy zatem, że sztuczna inteligencja już teraz wykazuje pewien rodzaj inteligencji i potrafi relatywnie dobrze naśladować zachowania ludzkie. Czy oznacza to, że jest samoświadoma lub posiada emocje? Nie. To, że modele potrafią naśladować ludzi nie może być podstawą do stwierdzenia, że sztuczna inteligencja jest samoświadoma lub że posiada emocje. W żadnym razie obecne modele takich cech nie wykazują. Mają szeroką wiedzę na temat otaczającego świata i w tym kontekście można mówić o pewnym rodzaju świadomości. Jednak jest to jedynie wiedza, pewna świadomość, jak funkcjonuje nasz świat. Jednak z pewnością modele te nie są samoświadome i nie są świadome swojego istnienia oraz nie posiadają emocji w rozumieniu ludzkim. Mogą jednak sprawiać wrażenie i naśladować nasze zachowania, przez co może nam się wydawać, że mają emocje lub że są bardziej ludzkie. Jednak takie cechy posiadał nawet pierwszy chatbot ELIZA. W latach 60. XX wieku wiceprezes firmy „Bolt, Beranek and Newman” po przyjęciu w sobotni poranek

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

do pracy zauważył otwarty terminal i notatkę na dalekopisie „Wpisz wszystkie wiadomości i zakończ je kropką”. Usiadł więc do komputera PDP-1 i rozpoczął dyskusję. Był przekonany, że rozmawia ze swoim pracownikiem, Danielem Bobrowem. W rzeczywistości dyskutował z programem DOCTOR, który bazował na chatbocie ELIZA. Niestety dość szybko się sfrustrował aroganckimi odpowiedziami chatbota i zadzwonił z pretensjami do Bobrowa, pytając dlaczego jest taki opryskliwy. Bobrow roześmiał się, ale i tak dłuższą chwilę zajęło mu wyjaśnienie panu prezesowi, że ten rozmawia z programem komputerowym<sup>5</sup>.

Zastanówmy się teraz nad tym czy sztuczna inteligencja potrafi wnioskować? Z punktu widzenia modeli generatywnych jest to trudne zadanie. Co innego wygenerowanie tekstu czy stworzenie grafiki, a co innego przeprowadzenie rozumowania. Sztuczna inteligencja w wielu zadaniach sprawdza się dobrze, ale wnioskowanie od dłuższego czasu było jej piętą achillesową. W przypadku zadań matematycznych znaczące postępy pokazały modele AlphaProof oraz AlphaGeometry2 opracowane przez laboratorium DeepMind należące do firmy Google. AlphaProof skupia się na wnioskowaniu formalnym, natomiast AlphaGeometry2 oparty jest na podejściu neuro-symbolicznym. Choć modele te zawierają pewne elementy LLM, to różnią się od nich znacząco w sposobie działania. AlphaProof oraz AlphaGeometry2 zostały przetestowane na zadaniach z Międzynarodowej Olimpiady Matematycznej i osiągnęły poziom srebrnego medalisty. W przypadku ogólnych zadań dobre efekty wykazuje opracowany przez firmę OpenAI model GPT-o1, który miał premierę we wrześniu 2024 roku. Idea polega na wydłużeniu inferencji, czyli czasu, jaki model poświęca

---

<sup>5</sup> <https://projects.csail.mit.edu/films/aifilms/AIFilms.html>

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

na tworzenie odpowiedzi. Dzięki zastosowaniu podejścia opartego na łańcuchu myśli (CoT, ang. *Chain Of Thought*), czyli sekwencyjnego analizowania różnych aspektów zapytania, można uzyskać dużo lepsze efekty. Należy tutaj nadmienić, że metoda CoT była już stosowana we wcześniejszych modelach, w tym GPT-3.5 oraz GPT-4, jednak nie na taką skalę, jak w przypadku modelu GPT-o1. Ideą techniki CoT jest podzielenie zadania na poszczególne etapy i zadawanie wielu pytań. Można teoretycznie tę technikę zastosować z poziomu użytkownika, który po prostu będzie wysyłał wiele zapytań do modelu sztucznej inteligencji, jednak taka realizacja nie daje tak dobrych efektów, jak metoda CoT wbudowana w model. Dlatego GPT-o1 jest dużo lepszy we wnioskowaniu i analizowaniu niż jego poprzednicy. Minusem jest oczywiście dłuższy czas potrzebny na sformułowanie odpowiedzi, jednak lepiej poczekać kilkanaście czy nawet kilkadziesiąt sekund i dostać lepszą odpowiedź niż w mgnieniu oka otrzymać bzdury. Psycholog Daniel Kahneman (1934–2024) opisał dwa sposoby ludzkiego myślenia, które przedstawił w swojej książce pod tytułem „Thinking, Fast and Slow”. System 1 to myślenie szybkie, emocjonalne i instynktowne, natomiast system 2 to myślenie analityczne. Model GPT-o1 w swoim działaniu stara się naśladować ten drugi, analityczny sposób ludzkiego myślenia. Takie zadania, jak tworzenie kodu źródłowego czy rozwiązywanie problemów matematycznych rzeczywiście idą mu dużo lepiej w porównaniu do poprzednich modeli. Są oczywiście też tacy, którzy próbują udowodniać, że modele językowe nie umieją wnioskować i do niczego się nie nadają, dając im do wykonania zadania obliczeniowe. I tutaj jest problem, bo oczywiście modele te same w sobie nie są przeznaczone do takich zadań, są modelami, jak sama nazwa wskazuje,

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

językowymi, a nie obliczeniowymi. Pomnożenie nawet dwóch liczb rzeczywistych może je przerosnąć. Z drugiej jednak strony nic nie stoi na przeszkodzie, aby poprosić taki model o napisanie programu komputerowego, który wykona obliczenia. Takie podejście zakończy się sukcesem, ponieważ LLM coraz lepiej tworzą kody źródłowe, a same obliczenia zostaną wykonane przez program komputerowy, a nie przez model językowy. Powiem szczerze, że z politowaniem czytam wynurzenia programistów, w tym profesorów informatyki, którzy z uporem maniaka stosują modele językowe do zadań, do których modele te nie zostały stworzone. Następnie triumfują i pokazują swoją wyższość. Przypomina to trochę próbę wykonywania obliczeń przy użyciu edytora tekstu. Każdą technologię, każdy program komputerowy, jak i każdego człowieka można zagiąć na jakimś zadaniu, do którego nie jest przygotowany. Pytanie tylko co z tego wynika? Jedyne to, że modele językowe nie nadają się bezpośrednio do wykonywania obliczeń. Chciałbym tutaj jednak zauważyć jeszcze jedną bardzo ważną rzecz. Umiejętność mnożenia, dzielenia czy pierwiastkowania nie ma nic wspólnego z wnioskowaniem czy analizowaniem. Czy aby na pewno modele językowe są głupie, czy to my nie umiemy z nich właściwie korzystać? Warto się nad tym zastanowić.

Niektórzy uważają, że sztuczna inteligencja jedynie przewiduje jakie jest prawdopodobieństwo wystąpienia następnego słowa i bazuje na zwykłej statystyce, a zatem nie można jej uznać za inteligentną. To rzeczywiście prawda. Modele językowe podczas tworzenia odpowiedzi starają się układać tekst przewidując jakie będzie następne słowo w zdaniu. Jednak jak zauważa sam Geoffrey Hinton, trzeba być bardzo inteligentnym i rozumieć kontekst i sens zdania, aby przewidzieć

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

następne słowo. Według Hintona już teraz sztuczna inteligencja bardzo dużo rozumie i potrafi wnioskować, a w przeciągu pięciu lat może prześcignąć w tej kwestii ludzi.

Co jakiś czas pojawiają się doniesienia sceptyków na temat tego, że obecnie rozwijana sztuczna inteligencja nie wykazuje inteligencji i umiejętności wnioskowania. Spostrzeżenia takie przedstawione zostały między innymi przez zespół zajmujący się sztuczną inteligencją w dziale badań i rozwoju firmy Apple. W opublikowanym raporcie uważają oni, że sztuczna inteligencja potrafi rozwiązać tylko te problemy, których rozwiązanie zawarte było w danych treningowych. W przypadku wielu modeli rzeczywiście jest to prawda. Innymi słowy nic nowego nie wymyślą, a potrafią tylko odtwarzać. Z drugiej jednak strony opracowany przez OpenAI model o3 został poddany testowi ARC (ang. *Abstraction and Reasoning Corpus*) i osiągnął obiecujące wyniki. W ramach testu rozwiązywane są zadania, które są proste dla przeciętnego człowieka, jednak sprawiają duże trudności sztucznej inteligencji. Zadania generowane są na bieżąco, a zatem nie mogły zostać ujęte w danych, na których uczone były modele sztucznej inteligencji. Wspomniany model o3 uzyskał wynik 75,7%. Choć nadal jest to poniżej osiągnięć człowieka, który uzyskuje zazwyczaj 100%, to jednak pokazuje, że sztuczna inteligencja jest coraz bliżej naszych możliwości.

Wbrew intuicji bezpośrednim poprzednikiem modelu o3 był model o1. Gdy Sam Altman mówi, że OpenAI nie jest najlepsze w nazewnictwie i numeracji, to należy mu wierzyć. Szczęśliwie jednak potrafią tworzyć modele sztucznej inteligencji. Wspomniany o1 rozwiązał ostatnio zadania z egzaminów wstępnych do międzynarodowej olimpiady matematycznej uzyskując wynik 83,3%, podczas gdy GPT-4o jedynie

## Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!

13,4%, co i tak nie jest złym wynikiem<sup>6</sup>. Bez względu na to czy uznamy, że sztuczna inteligencja potrafi wnioskować i rozwiązywać nowe zagadnienia czy nie, niewątpliwym jest, że jest w pewnym stopniu inteligentna, a na pewno przydatna. Wydaje mi się, że nie każdy uzyskałby tak dobre wyniki na egzaminach wstępnych do międzynarodowej olimpiady matematycznej.

Septyczny w odniesieniu do sztucznej inteligencji jest również noblista Sir Roger Penrose, który od dłuższego czasu uważa, że sztuczna inteligencja nie jest inteligentna, a ludzie się pogubili. Swoje spojrzenie podpira twierdzeniem Gödla oraz tym, że sztuczna inteligencja nie ma świadomości, a zatem nie może być inteligentna. Przy całej mojej sympatii do Sir Rogera Penrose'a, którego miałem okazję poznać osobiście, nie zgadzam się z tymi stwierdzeniami. Zauważmy, że nie wiemy czym jest do końca świadomość. Nie mamy definicji świadomości, a zatem dyskusja czy sztuczna inteligencja ma świadomość jest jałowa. Ponadto jakiegokolwiek testy na tzw. samoświadomość są bardzo skupione na wzroku oraz naszym pojmowaniu świata, a zatem również i one w moim odczuciu nie są miarodajne. Najważniejsze jest jednak to, że nie istnieją żadne przesłanki, aby twierdzić, że inteligencja jest ściśle związana ze świadomością. Systemy mogą być bardzo zaawansowane, tworzyć nowe rzeczy, być inteligentne, ale niekoniecznie świadome czy samoświadome. Wiązanie inteligencji ze świadomością jest moim zdaniem błędne.

Kto ma jednak rację, okaże się po latach. Może gdy lepiej zrozumiemy, czym jest sztuczna inteligencja, to dowiemy się, czym jest świadomo-

---

<sup>6</sup> <https://iblnews.org/openais-o1-correctly-solved-83-3-of-the-problems-while-gpt-4o-solved-only-13-4>

## **Podoba Ci się ten fragment? Całą książkę kupisz tutaj!**

mość i stworzymy nowe ramy i definicje inteligencji. Dziś dyskusja jest trudna, ponieważ operujemy terminami nie do końca zdefiniowanymi, których sami nie rozumiemy. Jest jednak pewne, że sztuczna inteligencja zmienia i będzie zmieniać nasz świat w znaczącym stopniu, zrodzi wiele ciekawych rozwiązań oraz niestety wiele zagrożeń. Każdy z nas ma swoje własne spojrzenie i powinniśmy te różne punkty widzenia szanować. Rzeczywistość jest skomplikowana i nikt nie ma monopolu na wiedzę. Każdego dnia uczymy się i próbujemy odnaleźć w tym szybko zmieniającym się świecie.

DARMOWY FRAGMENT

## Polecamy również

- "ChatGPT. Podstawy i proste zastosowania", Wydawnictwo Helion (2024)

<https://salascience.com/books/chatgpt-podstawy-i-proste-zastosowania>

- "Wprowadzenie do mikrokontrolerów AVR. Od elektroniki do programowania", Wydawnictwo Helion (2021)

<https://salascience.com/books/wprowadzenie-do-mikrokontrolerow-avr-od-elektroniki-do-programowania>

Odwiedź naszą stronę

<https://SalaScience.com>

