

Technologie informacyjne i komunikacyjne

Wykład 11, dn. 25.05.2026



Źródło obrazka: pngtree

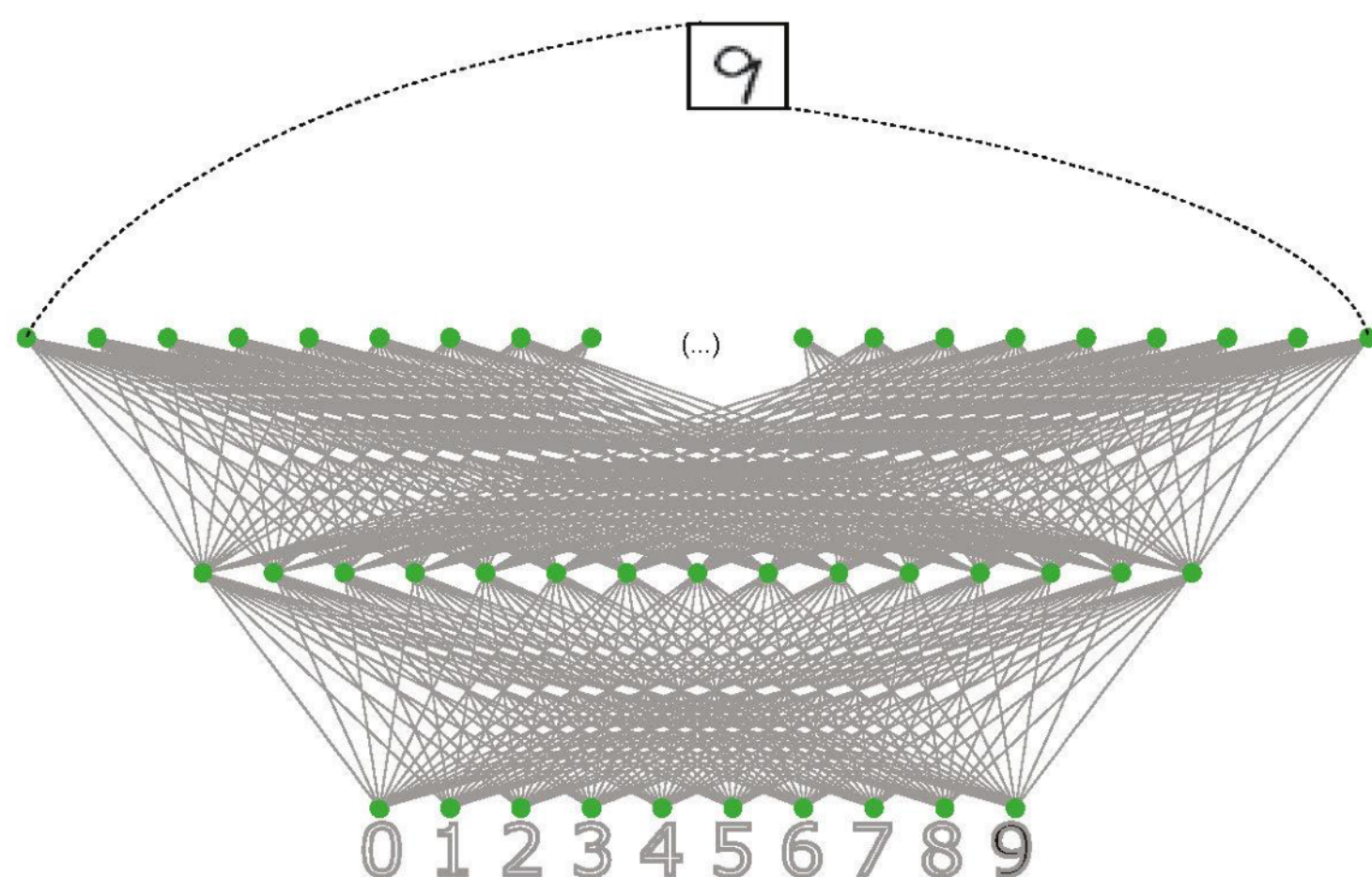
POSTĘPY FIZYKI



CZASOPISMO NAUKOWE POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO
POŚWIĘCONE UPOWSZECHNIANIU WIEDZY FIZYCZNEJ

Esej o AI
Radioterapia jonami węgla
Ferromagnetyzm wędrowny
25. urodziny Wydziału Fizyki PW

1 / 2025
TOM 76



nr indeksu 369721



Sztuczne inteligencje i biologiczne mózgi* Artificial Intelligences and Biological Brains

Piotr Durka**

Wydział Fizyki UW

Abstrakt. Sztuczna inteligencja (ang. *artificial intelligence*, AI) to najgorętszy temat ostatnich lat, nie tylko w technologii. Jest wszędzie – od szczoteczki do zębów po artykuły naukowe. Pochłania setki miliardów dolarów, trzęsie giełdami, podważa wiarę w prawdziwość cyfrowych treści, halucynuje i karmi apokaliptyczne przepowiednie. Czym naprawdę jest AI? Czy zamiast *Artificial Intelligence* powinniśmy mówić o *Alien Intelligence*, jak sugeruje Yuval Noah Harari, czy raczej oczekiwać połączenia inteligencji białkowej z krzemową przez interfejsy mózg-komputer, razem z Raymondem Kurzweilem? Dlaczego wykorzystująca zdobycze nauki cywilizacja skręca nagle w stronę czarnych skrzynek i tajemniczych wyroczeni? Spróbujemy określić, czym jest AI, i wyjaśnimy czym nie jest, demaskując po drodze kilka miejskich legend o podsłuchiowaniu myśli i przenoszeniu świadomości do cyberprzestrzeni. Omówimy też realne zagrożenia wynikające z faktu, że od lat oddajemy algorytmom rząd dusz, ale nie zauważamy tego wsłuchani w opowieści o *nadchodzącej* „apokalipsie AI”.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, sztuczna sieć neuronowa, interfejs mózg-komputer, uczenie maszynowe, algorytm, media społecznościowe

Abstract. Artificial Intelligence (AI) is the hottest topic of recent years, and not only in technology. It is everywhere – from toothbrushes to scientific articles. It consumes hundreds of billions of dollars, shakes stock markets, undermines the credibility of digital content, hallucinates and feeds apocalyptic prophecies. What is AI really? Should we understand Artificial Intelligence as *Alien Intelligence*, as Yuval Noah Harari suggests, or rather expect biological intelligence to merge with silicon intelligence via brain-computer interfaces, together with Raymond Kurzweil? Why does our science-based civilization suddenly turn towards black boxes and mysterious oracles? We will try to define what AI is and explain what it is not, along the way debunking a few urban legends about eavesdropping on thoughts and transferring consciousness to cyberspace. We will also discuss the real threats resulting from the fact that for years we have been giving the reign of our souls to algorithms, but we do not notice it, listening to stories about the *coming* “AI apocalypse”.

Key words: artificial intelligence, artificial neural network, brain-computer interface, machine learning, algorithm, social media

https://www.ptf.net.pl/sites/default/files/PF/PF_1_2025_3.pdf

Czym jest sztuczna inteligencja?

Sztuczna inteligencja (*Artificial Intelligence, AI*) to dziedzina informatyki zajmująca się tworzeniem systemów i programów, które potrafią wykonywać zadania wymagające – w tradycyjnym ujęciu – ludzkiej inteligencji.

Do takich zadań zalicza się m.in.:

- rozpoznawanie obrazów i mowy,
- rozumienie i generowanie języka naturalnego,
- podejmowanie decyzji,
- uczenie się na podstawie danych,
- rozwiązywanie problemów i planowanie działań.

W uproszczeniu: AI to próba sprawienia, by komputer zachowywał się „inteligentnie” w określonych zadaniach.

AI jako dziedzina informatyki

Sztuczna inteligencja jest jedną z głównych gałęzi informatyki, obok takich obszarów jak:

- inżynieria oprogramowania,
- bazy danych,
- sieci komputerowe,
- systemy operacyjne.

AI łączy wiele poddziedzin, w tym:

- uczenie maszynowe (machine learning) – systemy uczące się z danych,
- sieci neuronowe i deep learning – modele inspirowane mózgiem,
- przetwarzanie języka naturalnego (NLP) – analiza i generowanie tekstu,
- widzenie komputerowe (computer vision) – analiza obrazów i wideo,
- robotyka – integracja AI z działaniem fizycznym.

AI jest więc nie jedną technologią, ale zbiorem metod i podejść do tworzenia inteligentnych systemów.

„Systemy wykonujące zadania wymagające inteligencji”

To najbardziej intuicyjna definicja AI, często używana w edukacji i popularnonaukowych wyjaśnieniach.

Chodzi o systemy, które potrafią wykonywać czynności, które wcześniej wymagały: ludzkiego myślenia, doświadczenia, percepcji, podejmowania decyzji.

Przykłady takich zadań:

- rozpoznanie, czy na zdjęciu jest kot czy pies,
- tłumaczenie tekstu między językami,
- prowadzenie rozmowy (chatbot),
- rekomendowanie filmu lub muzyki,
- wykrywanie oszustw bankowych.

Ważne doprecyzowanie: AI nie musi „myśleć” jak człowiek, AI często działa na zasadzie statystyki i wzorców w danych, „inteligencja” oznacza tu skuteczność w zadaniu, a nie świadomość.

Krótką historia sztucznej inteligencji

Lata 50. – początki (Turing, Dartmouth)

Początki sztucznej inteligencji sięgają lat 50. XX wieku.

Alan Turing zaproponował ideę sprawdzania „inteligencji” maszyn poprzez tzw. Test Turinga - jeśli człowiek nie jest w stanie odróżnić rozmowy z maszyną od rozmowy z człowiekiem, to maszyna może być uznana za inteligentną.

W 1956 roku odbyła się konferencja w Dartmouth College, uznawana za formalne narodziny dziedziny AI.

Badacze byli bardzo optymistyczni – sądzono, że pełna sztuczna inteligencja powstanie w ciągu kilkunastu lat.

W tym okresie rozwijano proste systemy symboliczne, które działały na logicznych regułach.

Krótką historia sztucznej inteligencji

„Zimy AI” (AI Winters)

Rozwój AI nie był liniowy – występowały okresy spowolnienia, tzw. „zimy AI”.

Pierwsza zima AI (lata 70.) – ograniczenia technologiczne i zbyt ambitne obietnice.

Druga zima AI (lata 80. i początek 90.) – rozczarowanie systemami ekspertowymi i brak postępów.

Przyczyny: brak wystarczającej mocy obliczeniowej, niedostatek danych, zbyt duże oczekiwania względem możliwości AI.

Efekt: zmniejszenie finansowania badań, spadek zainteresowania tematem.

Krótką historia sztucznej inteligencji

Renesans dzięki danym i mocy obliczeniowej (od ok. 2010)

Od początku XXI wieku, a szczególnie po 2010 roku, AI przeżywa dynamiczny rozwój.

Główne czynniki:

- ogromne ilości danych (Big Data) – internet, media społecznościowe, cyfryzacja,
- wzrost mocy obliczeniowej – GPU i specjalistyczne procesory,
- nowe algorytmy uczenia maszynowego, szczególnie deep learning.

Przełomowe momenty:

- rozwój systemów rozpoznawania obrazów,
- sukcesy w grach (np. AlphaGo),
- powstanie zaawansowanych modeli językowych.

W efekcie AI przeszła z etapu eksperymentów do praktycznych zastosowań w codziennym życiu.

Rodzaje sztucznej inteligencji

AI wąska (*Artificial Narrow Intelligence, ANI*): To obecnie jedyny realnie istniejący typ sztucznej inteligencji.

Charakterystyka:

- zaprojektowana do jednego konkretnego zadania lub wąskiego zakresu zadań
- bardzo dobra w tym, do czego została stworzona, ale nie potrafi „wyjść poza” ten obszar
- nie posiada ogólnego rozumowania ani świadomości

Przykłady:

- systemy rekomendacji (Netflix, YouTube),
- asystenci głosowi,
- rozpoznawanie twarzy,
- chatboty,
- AI w medycynie analizujące obrazy.

W skrócie: wyspecjalizowane narzędzia, nie „ogólny umysł”

Rodzaje sztucznej inteligencji

AI ogólna (*Artificial General Intelligence, AGI*): To hipotetyczna (jeszcze nieosiągnięta) forma AI.

Charakterystyka:

- mogłaby wykonywać dowolne zadania intelektualne na poziomie człowieka
- potrafiłaby uczyć się nowych rzeczy bez specjalnego przeprogramowania
- miałaby zdolność przenoszenia wiedzy między dziedzinami

Przykład (teoretyczny):

system, który może jednocześnie programować, pisać książki, diagnozować choroby i uczyć się nowych umiejętności jak człowiek.

W skrócie: „uniwersalna inteligencja” na poziomie człowieka

Rodzaje sztucznej inteligencji

AI superinteligentna (*Artificial Superintelligence, ASI*): To również poziom teoretyczny, który wykracza poza ludzkie możliwości.

Charakterystyka:

- przewyższa człowieka w każdej dziedzinie: nauce, kreatywności, strategii
- może przyspieszać własny rozwój (tzw. „eksplozja inteligencji”)
- obecnie jest to scenariusz spekulatywny

Dyskusje:

- potencjalne ogromne korzyści (np. rozwiązywanie problemów globalnych),
- ale też poważne ryzyka związane z kontrolą i bezpieczeństwem.

W skrócie: inteligencja przewyższająca człowieka

Kluczowe pojęcia w AI

Algorytm

To zestaw kroków lub instrukcji, które komputer wykonuje, aby rozwiązać problem.

- działa jak przepis kulinarny
- przetwarza dane wejściowe na wynik

Przykład:

- algorytm sortowania listy,
- algorytm rozpoznawania twarzy.

W AI: algorytm mówi jak przetwarzać informacje

Kluczowe pojęcia w AI

Dane

To informacje, na których uczy się i działa AI.

Mogą mieć formę: tekstu, obrazów, dźwięku, liczb i tabel.

Znaczenie:

- jakość danych = jakość AI
- „śmieci na wejściu → śmieci na wyjściu” (garbage in, garbage out)

W AI: dane są „paliwem” systemu

Kluczowe pojęcia w AI

Model

To wytrenowany system, który potrafi podejmować decyzje lub przewidywania.

- powstaje w wyniku uczenia się na danych
- jest „efektem końcowym” procesu treningu
- może być używany do wykonywania zadań

Przykład:

- model rozpoznający obrazy kotów,
- model tłumaczący języki.

W AI: model to „wyuczona wiedza w formie matematycznej”

Kluczowe pojęcia w AI

Trenowanie (uczenie modelu)

To proces, w którym AI: analizuje dane, wykrywa wzorce, dostosowuje swoje parametry, poprawia wyniki.

Proces w skrócie:

1. podajemy dane,
2. model próbuje coś przewidzieć,
3. porównujemy z poprawną odpowiedzią,
4. model koryguje błędy,
5. powtarzamy wielokrotnie.

W AI: trenowanie to „nauka przez doświadczenie”

Kluczowe pojęcia w AI

Trenowanie (uczenie modelu)

To proces, w którym AI: analizuje dane, wykrywa wzorce, dostosowuje swoje parametry, poprawia wyniki.

Proces w skrócie:

1. podajemy dane,
2. model próbuje coś przewidzieć,
3. porównujemy z poprawną odpowiedzią,
4. model koryguje błędy,
5. powtarzamy wielokrotnie.

W AI: trenowanie to „nauka przez doświadczenie”

AI w medycynie

Diagnostyka obrazowa

AI jest szczególnie skuteczna w analizie obrazów medycznych:

- RTG, MRI, tomografia komputerowa
- wykrywanie zmian chorobowych na obrazach
- analiza tkanek i narządów

Systemy AI potrafią wykrywać:

- guzy nowotworowe,
- złamania kości,
- zmiany w płucach lub mózgu.

Kluczowa zaleta: szybka analiza dużej liczby badań

AI w medycynie

Wsparcie lekarzy

AI nie zastępuje lekarzy, ale ich wspiera:

- sugeruje możliwe diagnozy,
- analizuje historię pacjenta,
- porządkuje dane medyczne.

Lekarz podejmuje decyzję, AI dostarcza „drugą opinię”

Wczesne wykrywanie chorób

AI może wykrywać choroby na bardzo wczesnym etapie:

- nowotwory,
- choroby serca,
- retinopatia cukrzycowa.

Im wcześniej wykryta choroba, tym większa szansa leczenia

AI w retinopatii cukrzycowej

Retinopatia cukrzycowa to choroba siatkówki oka, która jest powikłaniem cukrzycy.

Dochodzi do niej, gdy:

- długotrwałe podwyższony poziom cukru we krwi uszkadza naczynia krwionośne w siatkówce,
- naczynia stają się nieszczelne lub zamykają się,
- w efekcie pogarsza się widzenie, a w zaawansowanych przypadkach może dojść do ślepoty.

Dlaczego to ważny problem?

- choroba często rozwija się bez objawów na wczesnym etapie
- pacjent może nie zauważyć zmian aż do momentu poważnego uszkodzenia wzroku
- wymaga regularnych badań okulistycznych (zdjęcia dna oka)

AI analizuje zdjęcia dna oka (retinal images) i wykrywa zmiany chorobowe.

Systemy AI: rozpoznają mikrokrwawienia, wykrywają nieprawidłowe naczynia, oceniają stopień zaawansowania choroby, klasyfikują obraz jako: brak choroby / łagodna / umiarkowana / ciężka retinopatia.

AI w retinopatii cukrzycowej

Jak wygląda proces (upraszczając)?

1. Pacjent ma robione zdjęcie dna oka
2. Obraz trafia do systemu AI
3. Model analizuje piksele i wzorce zmian
4. AI zwraca wynik:
 - brak zmian
 - podejrzenie choroby
 - konieczność pilnej konsultacji

Dlaczego AI działa tu tak dobrze?

- dostępne są ogromne bazy danych zdjęć siatkówki
- zmiany w oku mają charakterystyczne wzorce wizualne
- AI (zwłaszcza deep learning) bardzo dobrze radzi sobie z analizą obrazów

AI w retinopatii cukrzycowej

Korzyści z użycia AI

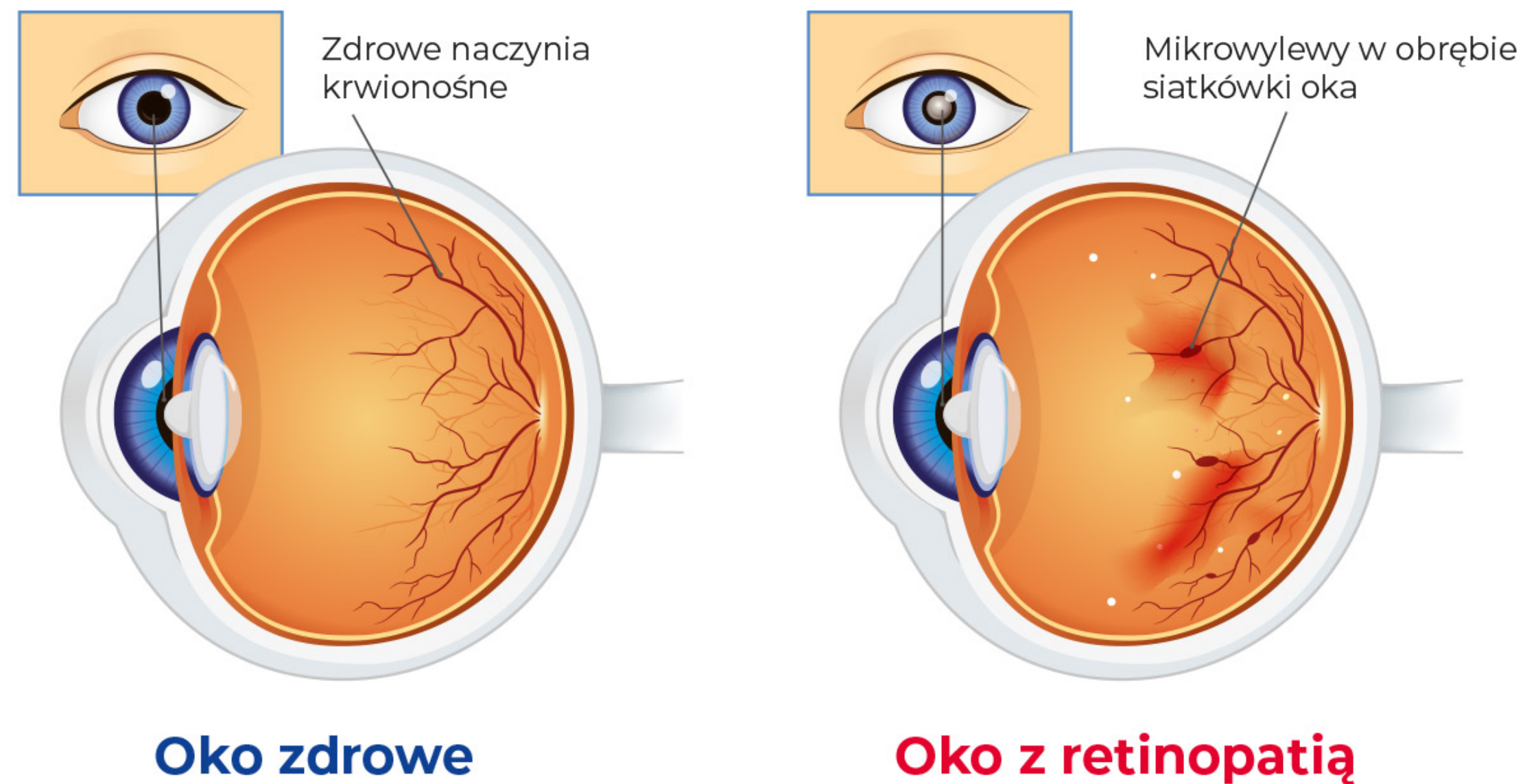
- szybsza diagnostyka (sekundy zamiast minut/godzin)
- możliwość masowych badań przesiewowych
- mniejsze obciążenie lekarzy specjalistów
- dostępność w regionach z niedoborem okulistów

Ograniczenia i ryzyka

- jakość zdjęcia ma duże znaczenie (złe zdjęcie = błędna analiza)
- AI może się mylić przy rzadkich przypadkach
- nadal wymagana jest weryfikacja lekarza
- problem odpowiedzialności za błędną diagnozę

AI w retinopatii cukrzycowej

Retinopatia cukrzycowa



<https://okulistyka.radom.pl/wp-content/uploads/2025/03/oko.jpg>



<https://aiwokulistyce.pl/wp-content/uploads/2025/01/Metody-sztucznej-inteligencji-w-diagnostyce-retinopatii-cukrzycowej.-Czesc-1-1024x786.png>

AI w życiu codziennym

Asystenci głosowi: Siri, Google Assistant, Alexa

- rozpoznawanie mowy i wykonywanie poleceń
- sterowanie urządzeniami

Filtry antyspamowe

- automatyczne wykrywanie niechcianych wiadomości
- analiza treści e-maili
- ochrona przed phishingiem

Smartfony

- AI w telefonach:
- poprawa jakości zdjęć (tryb nocny)
- rozpoznawanie twarzy
- sugestie tekstu i autokorekta
- organizacja zdjęć

Ograniczenia AI

Brak „rozumienia” jak u człowieka

- AI nie ma świadomości ani intencji
- działa na wzorcach statystycznych
- nie „rozumie” znaczenia w ludzkim sensie

Błędy i halucynacje

- AI może generować nieprawdziwe informacje
- bardzo przekonujące, ale błędne odpowiedzi
- szczególnie w modelach językowych

Zależność od danych

- jakość wyników zależy od danych treningowych
- brak danych → słabsze działanie
- błędne dane → błędne decyzje

Problemy techniczne AI

Bias (uprzedzenia danych)

- AI uczy się z danych historycznych
- jeśli dane są stronnicze → AI też jest stronnicza
- może prowadzić do dyskryminacji

Overfitting

- model „uczy się na pamięć” danych treningowych
- działa dobrze na znanych danych, źle na nowych
- brak zdolności generalizacji

Brak interpretowalności

- trudno wyjaśnić, dlaczego AI podjęła decyzję
- tzw. „black box”
- problem w medycynie, finansach i prawie

Wprowadzenie do etyki AI

Dlaczego etyka jest ważna?

AI wpływa na:

- życie ludzi,
- decyzje społeczne,
- gospodarkę i bezpieczeństwo.

Wpływ na społeczeństwo:

- zmiana rynku pracy
- wpływ na edukację i komunikację
- ryzyko nierówności cyfrowych

Prywatność danych

Zbieranie danych użytkowników

- aplikacje zbierają dane o zachowaniu
- historia wyszukiwania, lokalizacja, aktywność

Monitoring

- systemy kamer z AI
- analiza zachowań w przestrzeni publicznej
- kwestie prywatności

RODO / ochrona danych

- regulacje UE dotyczące danych osobowych
- prawo do prywatności i kontroli danych
- ograniczenia w przetwarzaniu informacji

Bezpieczeństwo AI

Deepfake

- fałszywe obrazy i nagrania tworzone przez AI
- realistyczne, trudne do odróżnienia
- ryzyko manipulacji

Dezinformacja

- generowanie fałszywych informacji
- szybkie rozprzestrzenianie w internecie

Cyberbezpieczeństwo

- AI używana w atakach i obronie
- automatyczne wykrywanie zagrożeń
- nowe formy cyberataków

Rynek pracy

Automatyzacja zawodów

- AI zastępuje powtarzalne zadania
- szczególnie w administracji i produkcji

Nowe zawody

- inżynierowie AI
- specjaliści ds. danych
- etycy AI

Transformacja pracy

- zmiana charakteru zawodów
- współpraca człowieka z AI
- potrzeba nowych kompetencji

Odpowiedzialność

Kto odpowiada za decyzje AI?

- twórcy systemów
- firmy wdrażające AI
- użytkownicy

Twórcy vs użytkownicy

- problem „kto winny, gdy AI się pomyli?”
- trudność przypisania odpowiedzialności

Regulacje

- potrzebne przepisy prawne
- kontrola zastosowań AI
- bezpieczeństwo użytkowników

Przyszłość AI

Kierunki rozwoju

- lepsze modele językowe
- multimodalność (tekst + obraz + dźwięk)
- większa automatyzacja

AI jako narzędzie vs autonomiczny system

- dziś: AI jako narzędzie wspierające człowieka
- przyszłość: większa autonomia systemów

Scenariusze przyszłości

- optymistyczny: AI wspiera rozwój nauki i medycyny
- realistyczny: AI jako narzędzie pracy i codziennego życia
- ryzykowny: problemy kontroli i nadużyć

Podsumowanie – Sztuczna Inteligencja

- **AI** to systemy wykonujące zadania wymagające inteligencji (np. rozpoznawanie obrazów, języka, podejmowanie decyzji)
- Kluczowe elementy: **dane → model → trenowanie → wynik**
- **Zastosowania:** medycyna (diagnostyka, wczesne wykrywanie chorób), życie codzienne (smartfony, asystenci, rekomendacje), przemysł i bezpieczeństwo
- **Ograniczenia:** brak prawdziwego „rozumienia”, błędy, zależność od danych, brak interpretowalności
- **Wyzwania etyczne:** prywatność, bias, dezinformacja, wpływ na rynek pracy, odpowiedzialność i regulacje