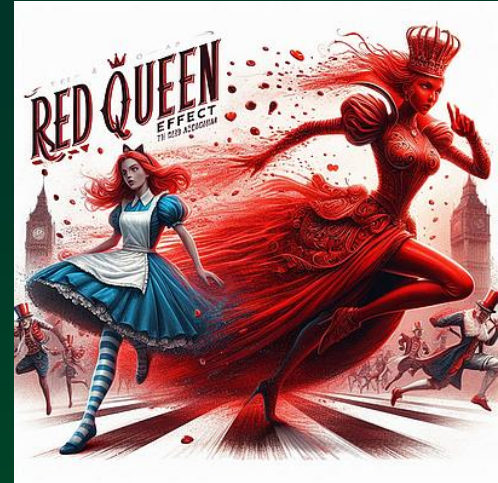


Sztuczna Inteligencja

Google: Włodzisław Duch
Katedra Informatyki Stosowanej UMK



Kolor żółty, podkreślone – linki.

Wykład: 30 godzin, pracownia: 24 godziny.

Plan+informacje na stronie wykładu.

Dodatkowe informacje: slajdy referatów, nagrania YouTube, nowości na Flipboard, publikacje, na mojej stronie.

Sztuczna Inteligencja

1.1 Wprowadzenie

W którym dowiadujemy się co jak, skąd, dlaczego,
a przede wszystkim po co?

Włodzisław Duch

Katedra Informatyki Stosowanej UMK

Google: Wlodzislaw Duch

AI już działa lepiej niż ludzie



Rozumowanie: 1997–szachy, Deep Blue wygrywa w szachy; 2016 –AlphaGo wygrywa w Go; 2017 – AlphaGo Zero.

Strategia i sterowanie: 2017–OpenAI wygrywa w Pokera i otwarte gry strategiczne, np. Dota 2; 2019-Starcraft II ...

Percepcja: rozpoznawanie obrazów, twarzy, cech osobowości, preferencji seksualnych, politycznych na podstawie zdjęć.

Eksperymenty naukowe: 2015-regeneracja płazińców.
2020-AlphaFold 2 zwija 220 mln białek. Coscientist lab partner 2023-GNoME (Deep Mind) 2.2 mln nowych materiałów.

Robotyka: 2020 fikołki Boston Dynamics, roboty Tesli, RT-2 wizja-język-działanie, modele RT-X, drony i pojazdy.

Kreatywność i wyobrażenia: AIVA i inne programy muzyczne, Dall-E, DeepArt i liczne programy do projektowania.

Język: 2011–IBM Watson wygrywa w Jeopardy (Va Banque);
2018–Watson Debater wygrywa z filozofami, **2022 - ChatGPT**

Cyborgizacja: interfejsy BCI, optymalizacja mózgów?

Definicja

Popatrzmy na osiągnięcia AI z ostatnich lat – co je łączy?

Nie ma efektywnego algorytmu? Drobną zmianą może wymagać całkiem innego programu!

Nie można przewidzieć wszystkich zmian.

Istnieje rozwiązanie, ale by go znaleźć potrzebujemy inteligencji; jeśli szukamy rozwiązania za pomocą obliczeń to jest to „inteligencja obliczeniowa”.

Def: Sztuczna Inteligencja (Artificial Intelligence, AI) to dziedzina nauki zajmująca się rozwiązywaniem zagadnień efektywnie niealgorytmizowalnych, wykorzystując modelowanie wiedzy.

Dlaczego inne definicje są niewystarczające?

- AI to nauka mająca za zadanie nauczyć maszyny zachowań podobnych do ludzkich – naprawdę tego chcemy?
- AI to nauka o tym, jak nauczyć maszyny robić rzeczy które obecnie ludzie robią lepiej – a jeśli już nie robią lepiej?
- AI to nauka o komputerowych modelach wiedzy umożliwiającym rozumienie, wnioskowanie i działanie – a generatywna AI?

EU ma szczegółową [definicję 2/2025](#) dla celów regulacji.

AI i inne nauki



AI zaliczana jest do nauk kognitywnych, chociaż nie wszystkie jej metody mają coś wspólnego z naszymi mechanizmami poznawczymi.

AI uznawana jest częścią informatyki, ale bliską badaniom empirycznym.

Inteligencja Obliczeniowa (Computational Intelligence) ma na celu rozwiązywanie zagadnień efektywnie niealgorytmizowalnych przy pomocy obliczeń. AI jest jej częścią, korzystającą z modelowania wiedzy.

CI może korzystać z symulacji, a nie z metod symbolicznych.

„Obszary badań naukowych powstają w wyniku skupienia się zainteresowania uczonych wokół różnych zjawisk. Nauki nie powstają w wyniku definicji ale zostają rozpoznane”

(Allen Newell, 1973)

W tym sensie AI została rozpoznana jeszcze przed informatyką!

G. Luger: AI to zbiór metod i problemów , które badają ludzie pracujący nad AI.

AI & CI



Kognitywistyka zajmuje się zrozumieniem mechanizmów poznawczych umysłu.
Z tego punktu widzenia:

CI zajmuje się modelowaniem procesów percepcji, pamięci, sterowania, reakcji, zachowań sensomotorycznych; zaś

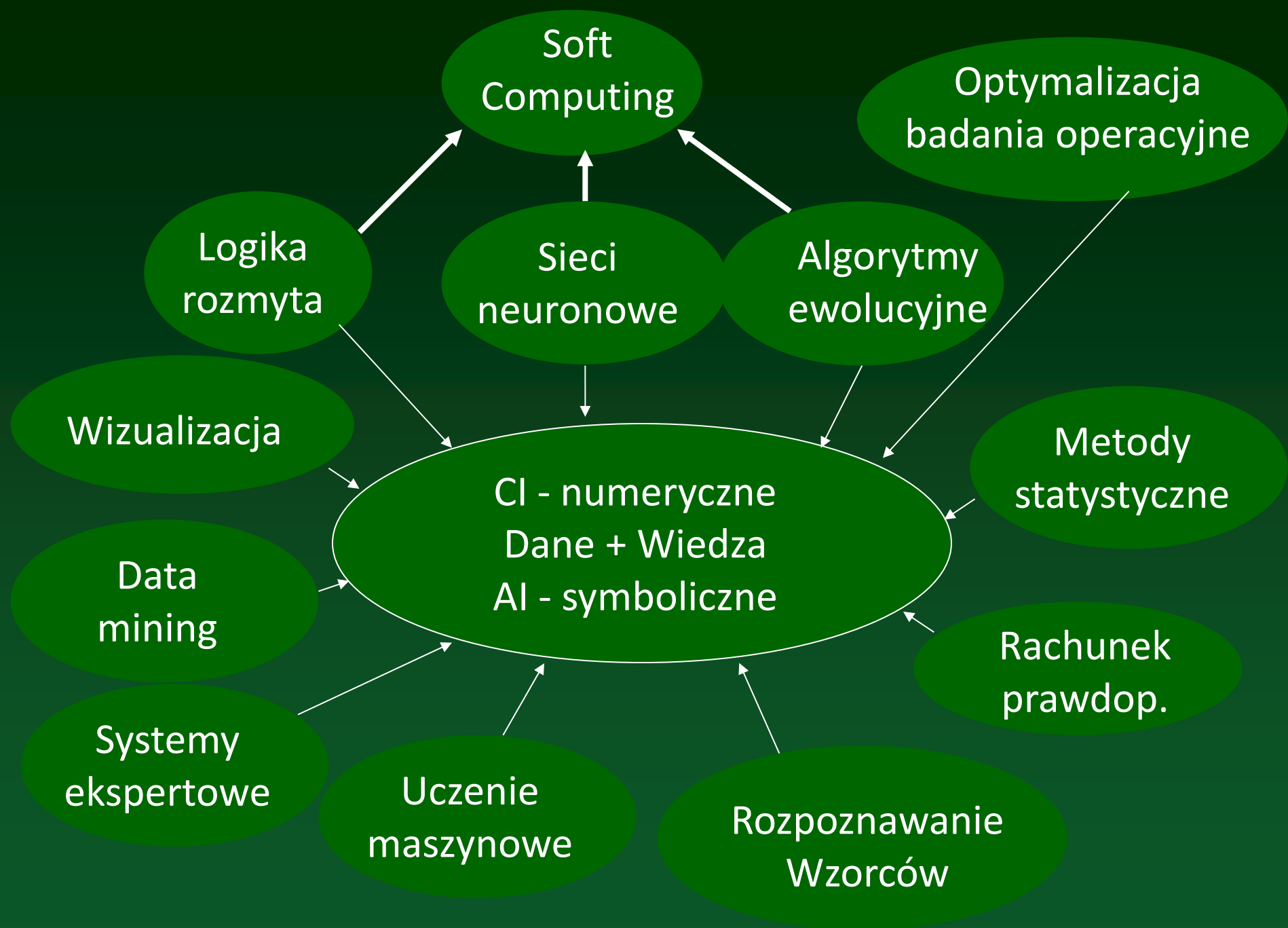
AI modelowaniem wyższych czynności poznawczych: myślenia, rozumowania, rozwiązywania problemów, logiką, językiem.

AI to część CI posługująca się symboliczną reprezentacją wiedzy, inżynierią wiedzy, tworzeniem systemów ekspertowych.

CI zmierza do automatyzacji procesów akwizycji wiedzy z obserwacji, analizy danych, percepcji, kategoryzacji, aproksymacji.

CI-AI: było niewielkie nakrywanie, trochę systemów hybrydowych.

Obecnie media wszystko nazywają AI, nawet proste programy statystyczne.



Historia

Skąd się to wzięło?

Wiki: Timeline of AI developments

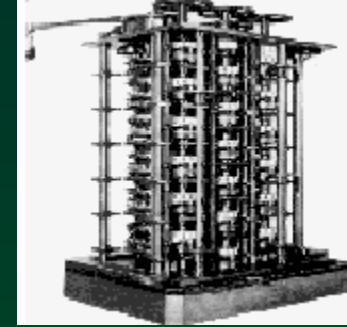
- Ramon Llull, XIII wiek, kataloński filozof i teolog, franciszkanin, „Ars magna generalis et ultimata” - system logiczny, obejmujący wszystkie gałęzie wiedzy. Inspiracja: logiczny dowód istnienia Trójcy Św. Porównaj system Llulla i dzisiejsze AI (np. ChatGPT).
- Gottfried F. Leibniz, 1646-1716. Czterodziałaniowa maszyna licząca w 1694 r, projekt maszyny działającej w systemie dwójkowym.
- Pisząc o „rachunku filozoficznym” Leibniz wyraża nadzieję, że w przyszłości dzięki rozwojowi logiki matematycznej zamiast się spierać, wystarczy policzyć - **Calculemus!**
- Problem Leibniza: jak większa liczba dzielona przez mniejszą może dać to samo co mniejsza przez większą?



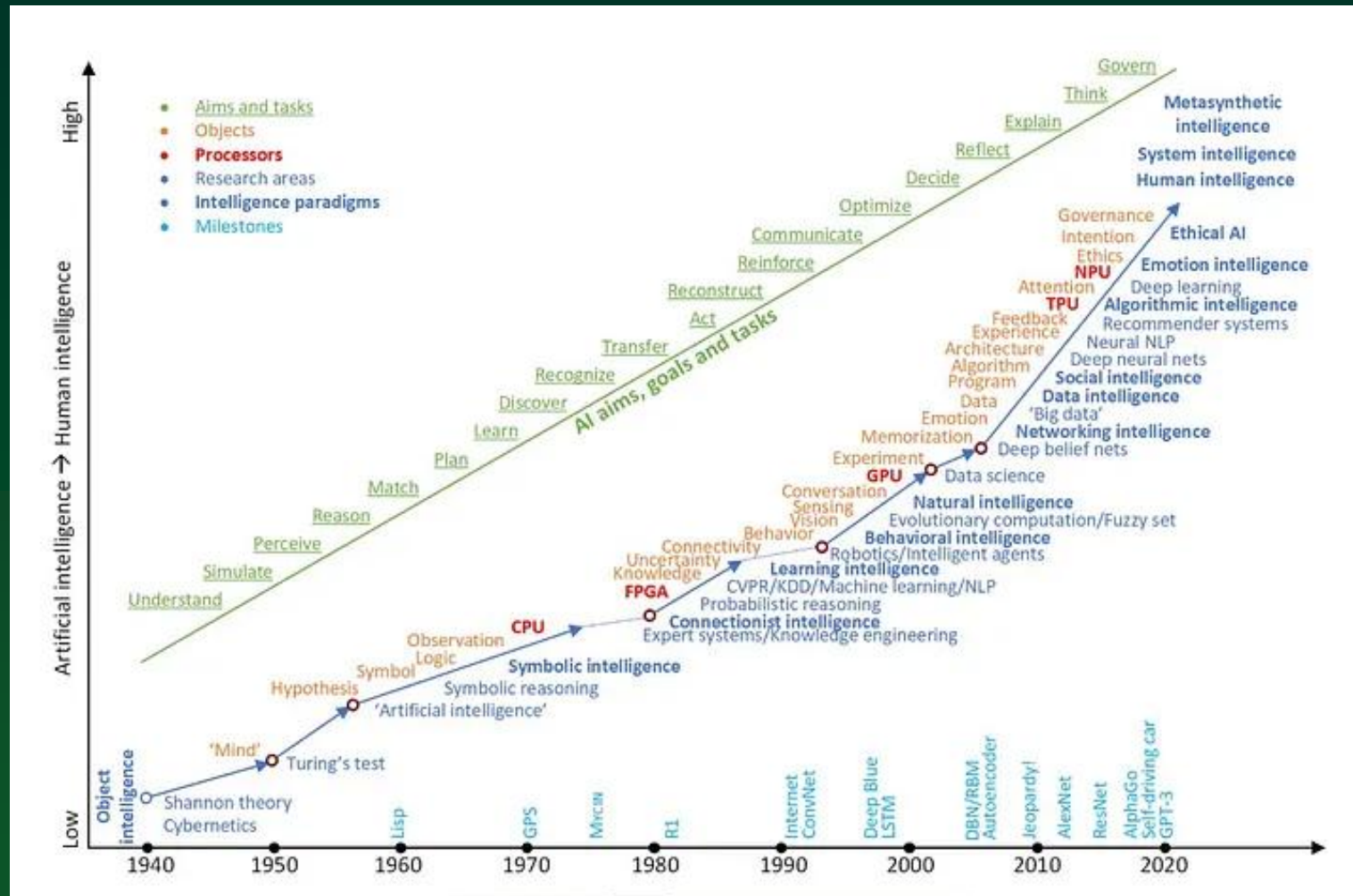
Czemu teraz nie mamy takich problemów?

Maszyny liczące

- Charles Babbage, 1792-1871, projekty maszyny różnicowej i maszyny analitycznej, „snującej myśli jak krosna Jacquarda snują włókna” (Lady Ada).
- Maszynę różnicową zbudowano w 1992 roku, stoi w muzeum techniki w Science Museum, South Kensington, w Londynie.
- John von Neumann, 1945, podał ogólny schemat działania uniwersalnego komputera, znanego jako „maszyna z Princeton”.
- Mózg ma 100 bilionów synaps, 10^{14} .
Internalizacja wiedzy o świecie wymaga wielkich systemów.
- Nadal potrzebujemy mocy obliczeniowych!



Komputery



- Graphic Processing Units (GPU), Tensor Processing Units (TPU), Neural Processing Units (NPU), Cerebras, NVIDIA projekt digit, karty.
- Exaflop 10^{18} = 1000 Pflop power.

Rozwój informatyki

- 1949 – przełomowy rok na MIT: Claude Shannon i teoria informacji;
- Norbert Wiener „Cybernetyka czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie”.
- McCulloch i Pitts - sieć nerwowa jako układu elementów logicznych.
- Allan Turing, 1912-1954, ojciec informatyki teoretycznej, rozważa w 1950 roku możliwości myślenia maszyn, formułuje „test Turinga” w pracy „Computing Machinery and Intelligence”.

Rozważa też obiekcje co do inteligencji maszyn: dusza, chowanie głowy w piasek, parapsychologia ...
Kreatywność, nieprzewidywalność, różne zdolności.

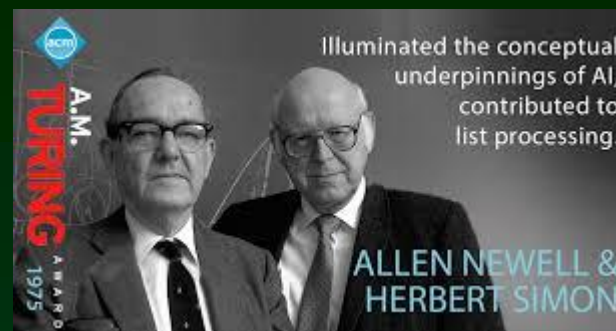
- Sumaryczna inteligencja na ziemi jest stała, tylko populacja rośnie ...

RISE OF AI

- John McCarthy, Marvin Minsky: nazwa "sztuczna inteligencja" została użyta na konferencji w Dartmouth College w 1956 roku: to badania nad rozwiązywaniem problemów wymagających inteligencji.
- Allen Newell, Herbert Simon, Logic Theory Machine (1956), General Problem Solver (1958), próba stworzenia ogólnego programu do rozwiązywania dowolnych problemów.
- Newell i Simon, książka Human Problem Solving (1972) i artykuł *AI jako nauka empiryczna* (1976), symboliczne systemy oparte na wiedzy jako model umysłu.
- Allen Newell, wykłady Williama Jamesa na Harvard Uni. w 1988:
- Psychologia dojrzała do zunifikowanych teorii poznania, czyli takich teorii, które postulują spójny system mechanizmów pozwalających wyjaśnić wszystkie aspekty działania umysłu.
- Inne źródła: logika, androidy i sterowanie, cybernetyka, rozwój informatyki.



Okresy rozwoju AI



1. Era prehistoryczna: od maszyny analitycznej Babbage'a (1842) do około 1960 roku.
2. "Romantyczny okres", 1960-1965, szybkość i pamięć komputerów umożliwi stworzenie sztucznej inteligencji w ciągu 10 lat.
3. 1958 Herbert Simon i Allen Newell napisali, że komputery, "maszyny które myślą", w bliskiej przyszłości rozwiążą "problemy, które będą równie liczne jak te, do których stosuje się ludzki umysł", a "w ciągu 10 lat ... wygra z mistrzem świata w szachy".
4. 1965, Simon: "maszyny będą zdolne, w ciągu 20 lat, wykonać każdą pracę, którą robią ludzie".
5. 1967, Marvin Minsky: "W ciągu tego pokolenia ... problem 'sztucznej inteligencji' uda się w znacznej mierze rozwiązać".
1970, Minsky (Life Magazine): "W ciągu 3 do 8 lat będziemy mieli maszyny z ogólną inteligencją przeciętnego człowieka".

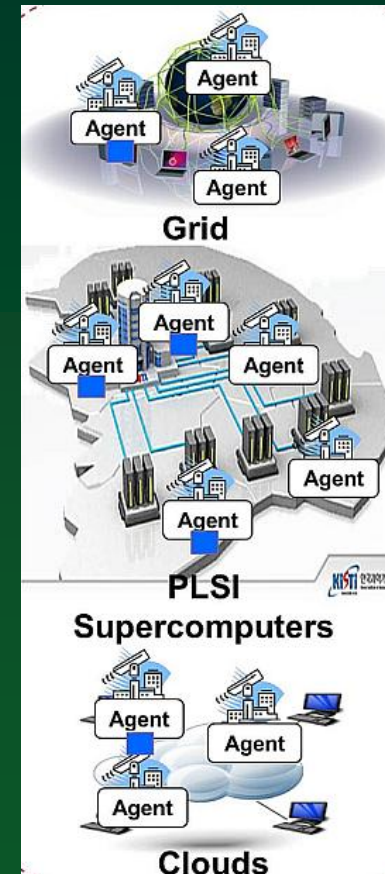
Okresy rozwoju cd

1. Okres ciemności: 1965-1970, w którym niewiele się działo, powoli opadał entuzjazm i pojawiły się głosy bardzo krytyczne.
2. Renesans: 1970-1975, gdy zaczęto budować pierwsze systemy doradcze, użyteczne w praktyce.
3. Okres partnerstwa: 1975-1980, gdy do badań nad AI wprowadzono metody kognitywistyki.
4. Okres komercjalizacji: 1980-1990, gdy programy AI, a szczególnie systemy doradcze zaczęto sprzedawać komercyjnie i to było siłą napędową rozwoju całej dziedziny.
5. Big data: 1990-2010, uczenie maszynowe do odkrywania wiedzy.
6. Sieci konwolucyjne i sieci głębokie: 2011.
7. Transformery i duże modele językowe, 2017
8. Nowe architektury, skala bilionów parametrów, generatywne modele multimodalne.

Wielkie projekty

Od 1984 roku rozwijano wielkie projekty symbolicznego AI:

- CYC, czyli tworzenie zdrowego rozsądku.
- 5 generacja komputerów w Japonii 1982-94.
- Projekty hybrydowe CI (USA).
- Elementy AI w wielu programach komercyjnych.
- Era agentów programowych, inteligencja rozproszona.
- Najbardziej udane wczesne (lata 1970/80) zastosowania: programy do obliczeń symbolicznych przy pomocy algebry komputerowej, zastosowania w chemii, medycynie, gdzie nie ma pełnej teorii lub jest zbyt skomplikowana, a wymagane są inteligentne decyzje.



Kluczowe zagadnienia I

- Rozwiązywanie problemów: gry i zagadki logiczne, gry planszowe, obliczenia symboliczne. To klasyczne problemy oparte na reprezentacji wiedzy.
- Główne metody to szukanie i redukcja problemów. Mistrzowskie rezultaty: warcaby, szachy i inne, ale np. go wymaga bardziej wyrafinowanych technik. Obliczenia symboliczne przy pomocy programów algebry komputerowej.
- Rozumowanie logiczne, dowodzenie twierdzeń.
- Manipulowanie obiektami z bazy zapisanych jako dyskretne struktury danych, duże problemy, wybór istotnych faktów i hipotez wymaga AI. Projektowanie układów logicznych.
- Uczenie maszynowe nie zastąpi w pełni procesów szukania.

Kluczowe zagadnienia II

- Język naturalny: rozumienie języka, tłumaczenie maszynowe, rozumienie mowy mówionej. Budowa baz danych z tekstów, wiedza kontekstowa, rola oczekiwań w interpretacji znaczeń.
- Programowanie automatyczne lub autoprogramowanie. Opis algorytmów przy pomocy języka naturalnego, automatyczne pisanie programów, modyfikacja swojego własnego programu, programowanie dostępu do baz danych dla menedżerów.
- Ekspertyza, systemy doradcze, inżynieria wiedzy. Reprezentacja wiedzy, dialog z systemem, wyjaśnianie rozumowania, akwizycja wiedzy często nieuświadomionej.

Kluczowe zagadnienia III

- Robotyka i wizja komputerowa, rozpoznawanie obrazu, kształtów i cech przedmiotów, kontrola ruchu. Programy manipulujące kończynami robotów, optymalizacja ruchów, planowanie sekwencji czynności, integracja senso-motoryczna na poziomie przed-symbolicznym. Integracja z metodami CI kontroli i analizy obrazów.
- Systemy i języki: to narzędzia dla pracy w AI i jednocześnie jej produkty uboczne. Języki programowania, idee time-sharing, przetwarzanie list, debugowanie, są ubocznym wynikiem badań nad AI. Języki programowania LISP, Prolog i wiele języków specjalistycznych rozwinięto dla potrzeb AI.

Kluczowe zagadnienia IV

- Uczenie się - głównie w systemach inteligencji obliczeniowej, początkowo słabo zintegrowane z systemami AI, w 21 wieku jako uczenie maszynowe staje się tematem nr. 1.
Uczenie się na przykładach, przez analogię, w klasycznych systemach AI prawie nie występowało.
- Uczenie maszynowe: początkowo dość egzotyczny, lecz teraz bardzo ważny dział AI. Wykorzystuje metody statystyczne, rozpoznawanie struktur (pattern recognition), sieci neuronowe, logikę rozmytą, algorytmy ewolucyjne i wiele innych.
- Zagadnienia filozoficzne i etyczne AI – ciągle popularne.
Czy maszyny mogą myśleć?
Jakie są ograniczenia ich możliwości?
Czy mogą być twórcze?
Czy mogą być świadome?
Jakie problemy etyczne się pojawiają?

Kamienie milowe

Ewolucja AI w dwie minuty.

/A.I. TIMELINE

1950

TURING TEST

Computer scientist Alan Turing proposes a test for machine intelligence. If a machine can trick humans into thinking it is human, then it has intelligence

1955

A.I. BORN

Term 'artificial intelligence' is coined by computer scientist, John McCarthy to describe "the science and engineering of making intelligent machines"

1961

UNIMATE

First industrial robot, Unimate, goes to work at GM replacing humans on the assembly line

1964

ELIZA

Pioneering chatbot developed by Joseph Weizenbaum at MIT holds conversations with humans

1966

SHAKY

The 'first electronic person' from Stanford, Shakey is a general-purpose mobile robot that reasons about its own actions



A.I. WINTER

Many false starts and dead-ends leave A.I. out in the cold



1997

DEEP BLUE

Deep Blue, a chess-playing computer from IBM defeats world chess champion Garry Kasparov

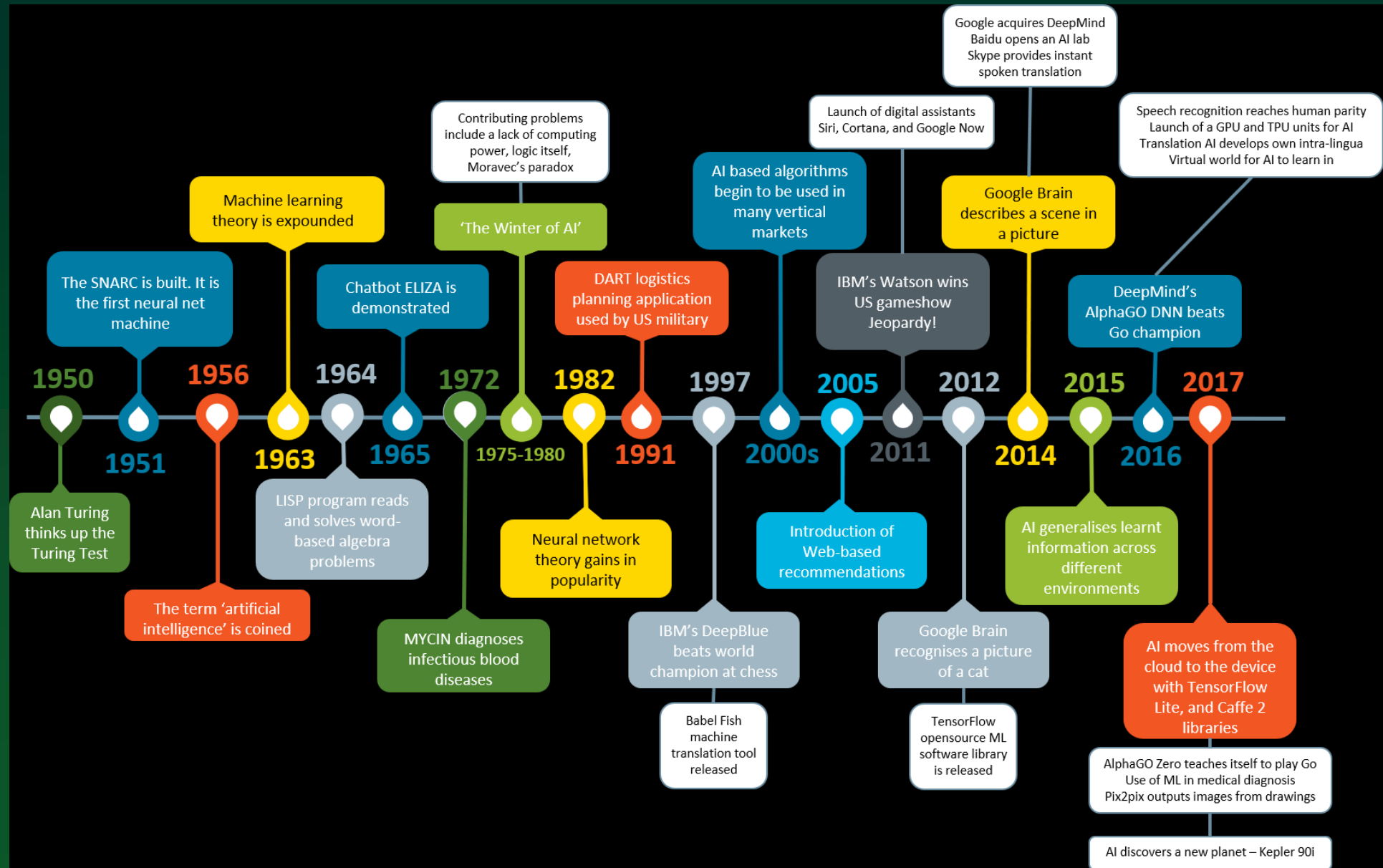


1998

KISMET

Cynthia Breazeal at MIT introduces KISmet, an emotionally intelligent robot insofar as it detects and responds to people's feelings

AI Timeline



Symboliczne AI

GOFAI zajmowała się przez wiele lat zagadnieniami, w których wiedza była zapisana w postaci symbolicznej: gry planszowe, problemy logiczne, algebra symboliczna i dowodzenie twierdzeń matematycznych, liczne problemy wymagające rozumowania, które można było rozwiązać metodami reprezentacji wiedzy i szukania.

Pozwoliło to na konstrukcję bardzo skomplikowanych procesorów, zawierających miliardy elementów, a to zwiększyło możliwości AI.



DARPA AI: Pierwsza Fala

The first wave of AI



Engineers create sets of rules
to represent knowledge in
well-defined domains



The **structure** of the knowledge is defined by humans
The **specifics** are explored by the machine

AI Pierwsza Fala

First wave stumbles



2004
completed: 0



2005
completed: 5

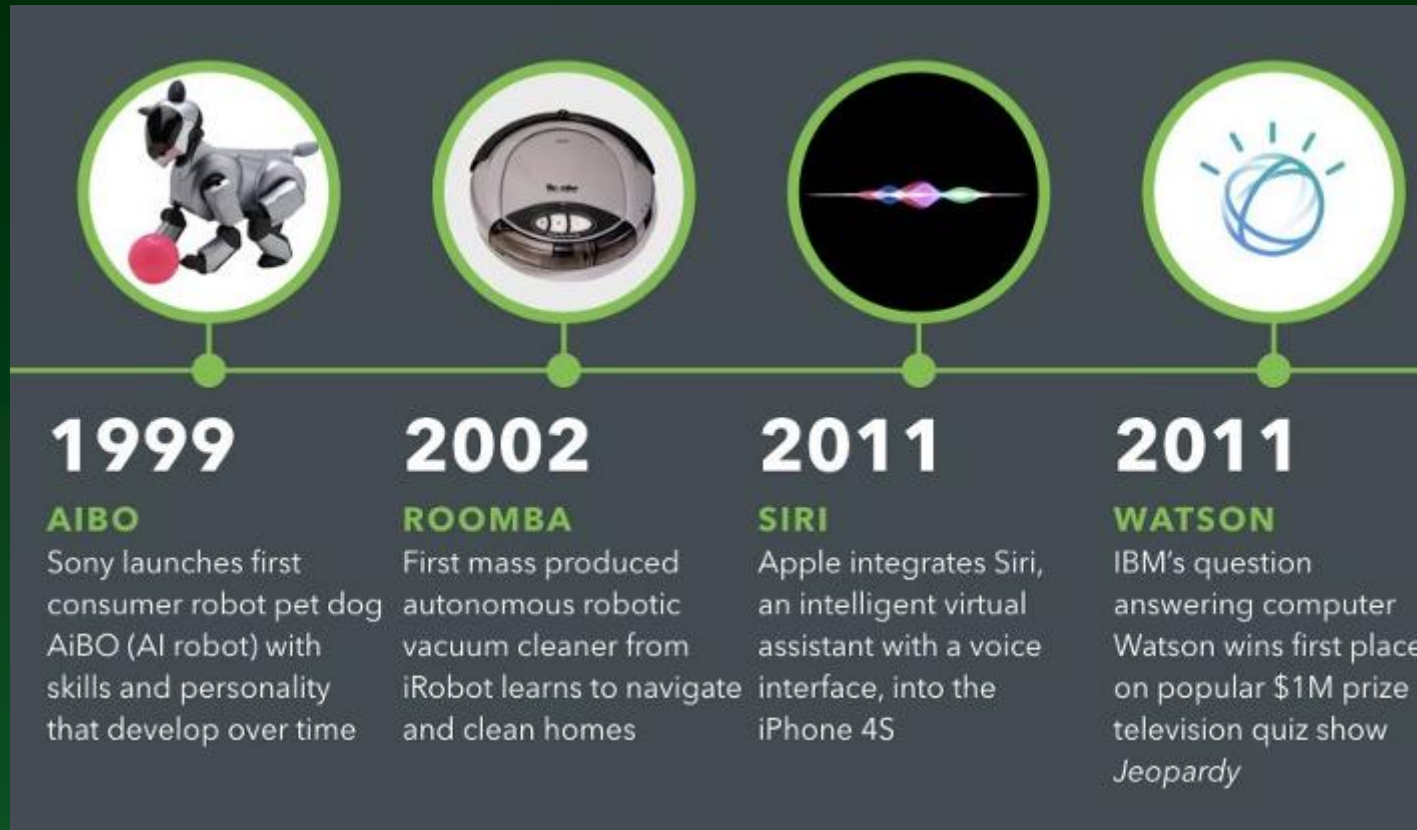
Source: DARPA

DARPA Autonomous Vehicle Grand Challenge
140 miles of dirt tracks in California and Nevada

Sukcesy i problemy pierwszej fali



- Od lat 1980 systemy ekspertowe były komercyjnym sukcesem, pozwalając na automatyzację wielu rutynowych zadań: RPA, Robotic Process Automation, np. [firma UiPath](#) oceniana na 35 mld \$, ale rozwój AI zmniejszył jej wartość do 7 mld \$ (2024).
- System ekspertowy CYC, przez 10 lat rozwijany w MCI, pod kierownictwem Douglasa Lenata. „Zdrowy rozsądek” wymaga milionów reguł! CYC zawiera w podstawowej wersji ponad milion reguł. Baza wiedzy CYC jest od 1995 roku rozwijana przez komercyjną firmę CycCorp.
- IBM Watson, od 2011 roku jako system Q/A, teraz jako system doradczy w medycynie i wielu innych obszarach.
- Nie pomogło to w osiągnięciu bardziej ambitnych celów AI, np. rozumienia sensu języka naturalnego: jak zrozumieć sens słów i zdań, stworzyć system dialogu i automatycznych tłumaczeń? Opisać obrazy, ludzi i ich intencje, analizując sygnały z kamery i czujników różnego rodzaju.
- Alternatywa: inteligencja behawioralna (już Turing pisał o stworzeniu „child machine”). Próbował to zrobić projekt Cog z MIT, od 1992 roku.



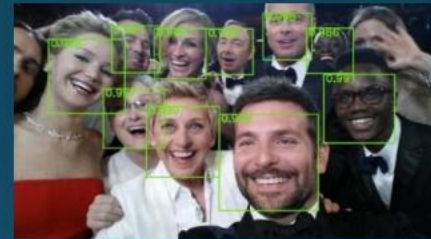
Klasyfikacja i predykcja pozwoliły na postępy w prostych zastosowaniach robotycznych i przetwarzaniu języka naturalnego na niezbyt głębokim poziomie.

AI Druga Fala

The second wave of AI



Source: thrillist.com



Statistical Learning

Zbierz dużo danych na jakiś temat i stwórz ich statystyczny model.

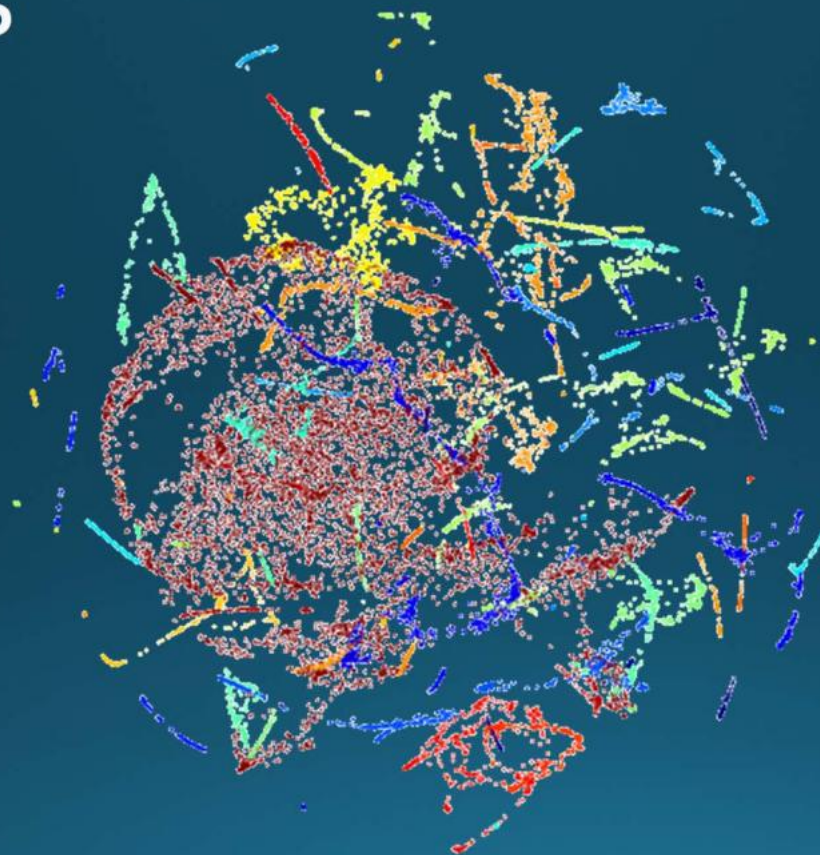
Np. porównaj liczne teksty przetłumaczone przez ludzi, co pozwoli na dobre tłumaczenia całych fraz. Umożliwia to predykcję i klasyfikację struktur, ale nie rozumowanie i uogólnianie wiedzy.

Rozumienie danych

Manifolds



Each manifold
represents a
different entity



Understanding data
comes by separating
the manifolds

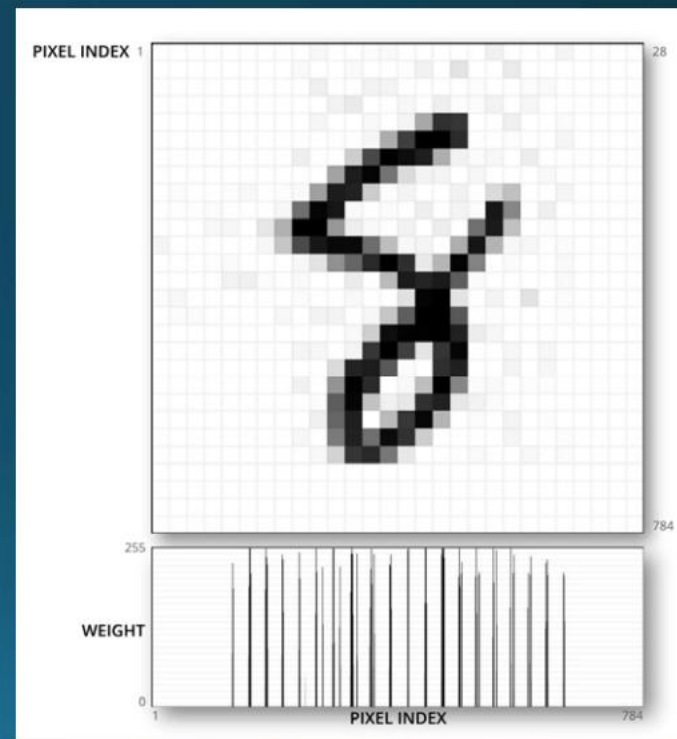
Rzeczywiste obiekty są złożone, ale dzięki podobieństwu po odpowiednich transformacjach danych je opisujących, zredukować wymiarowość!

Pismo ręczne

Manifolds of handwriting

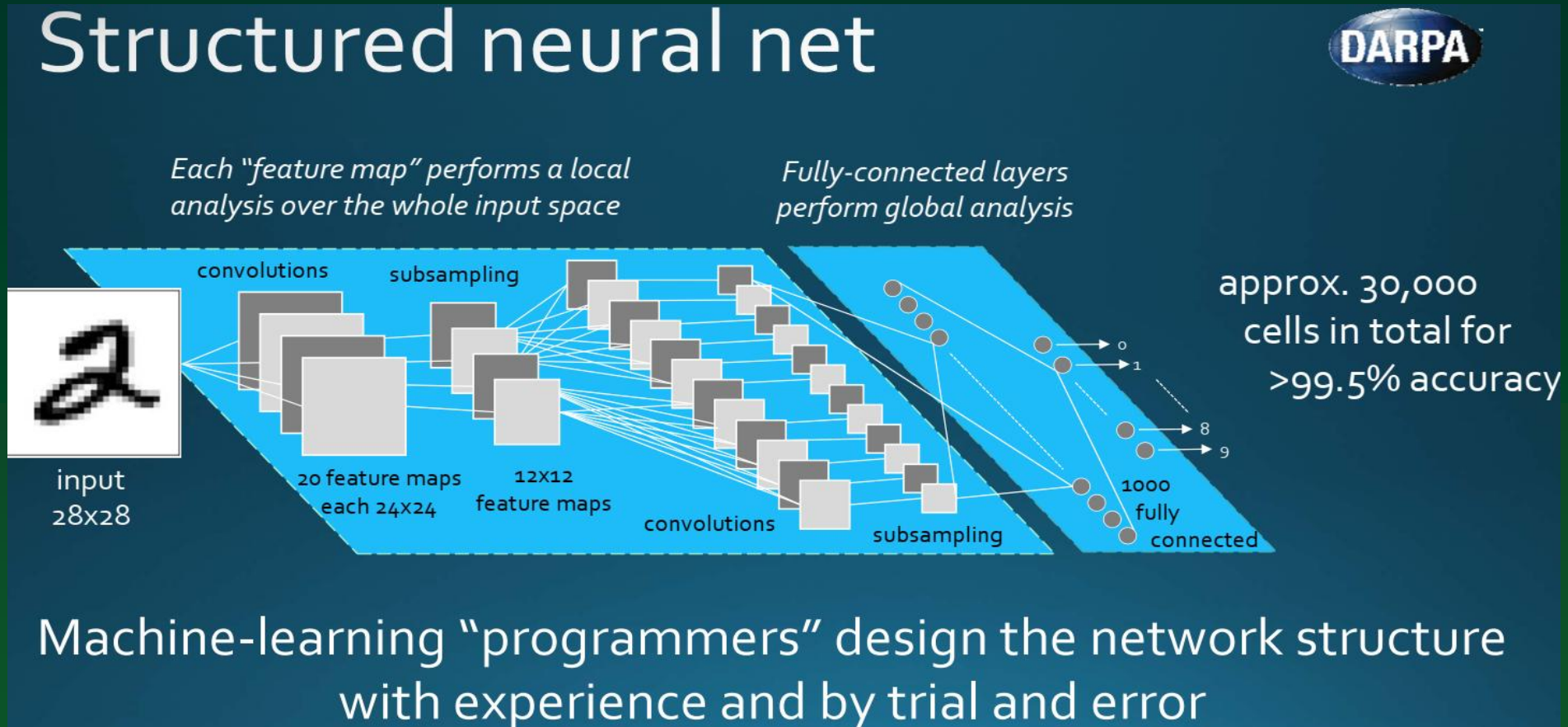


Variation in handwritten digits
form 10 distinct manifolds within the
28x28 dimensional space of pixel values



Cyfry i znaki pisane ręcznie wykazują dużą zmienność, ale zmniejszenie wymiarowości ułatwia ich rozpoznanie.

Sieci neuronowe i pismo ręczne



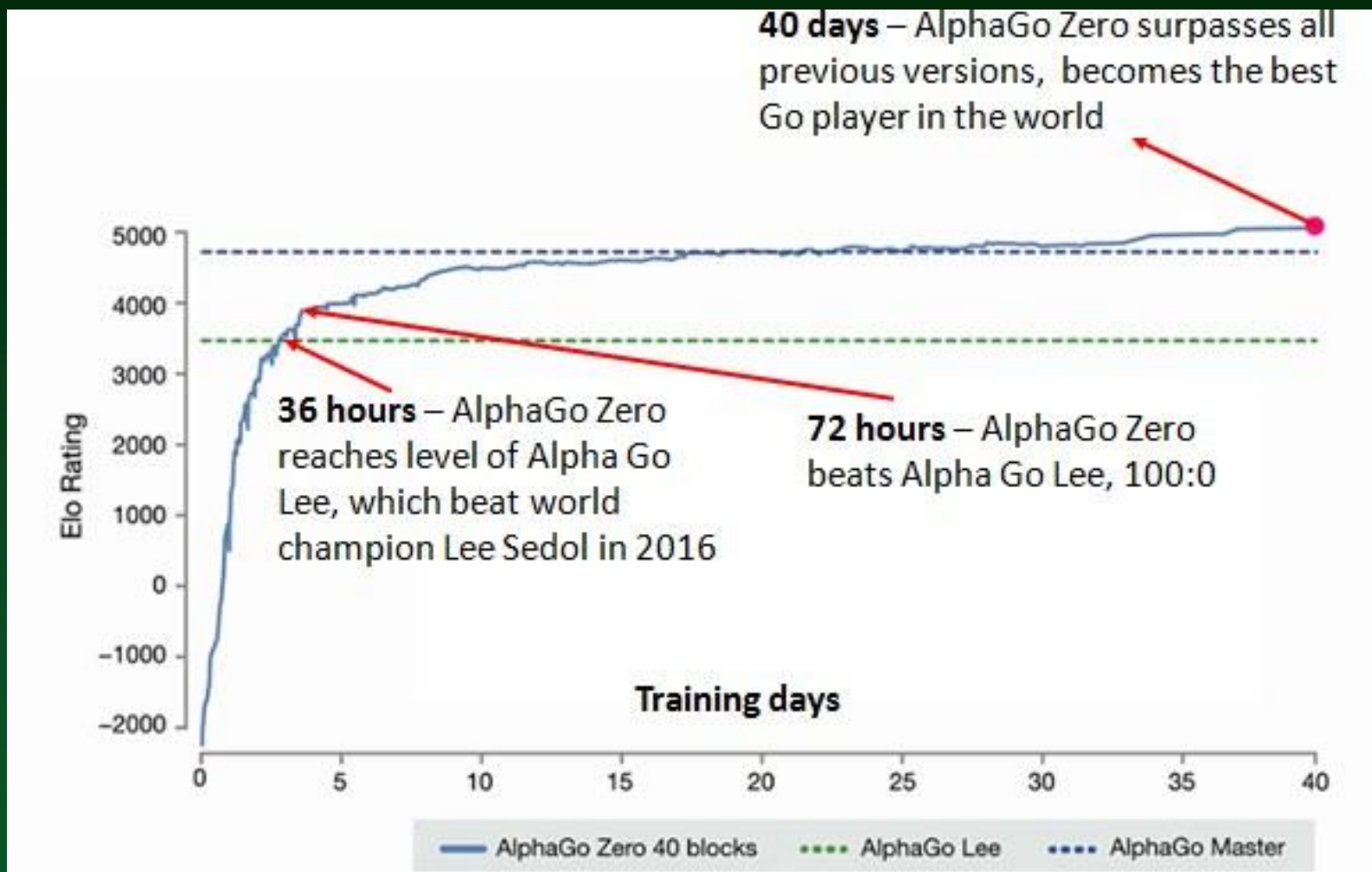
Proste sieci neuronowe opracowano w latach 1980-90.

Uczenie w złożonych, wielowarstwowych architektur wymagało zbyt wiele mocy obliczeniowej i nowych algorytmów.



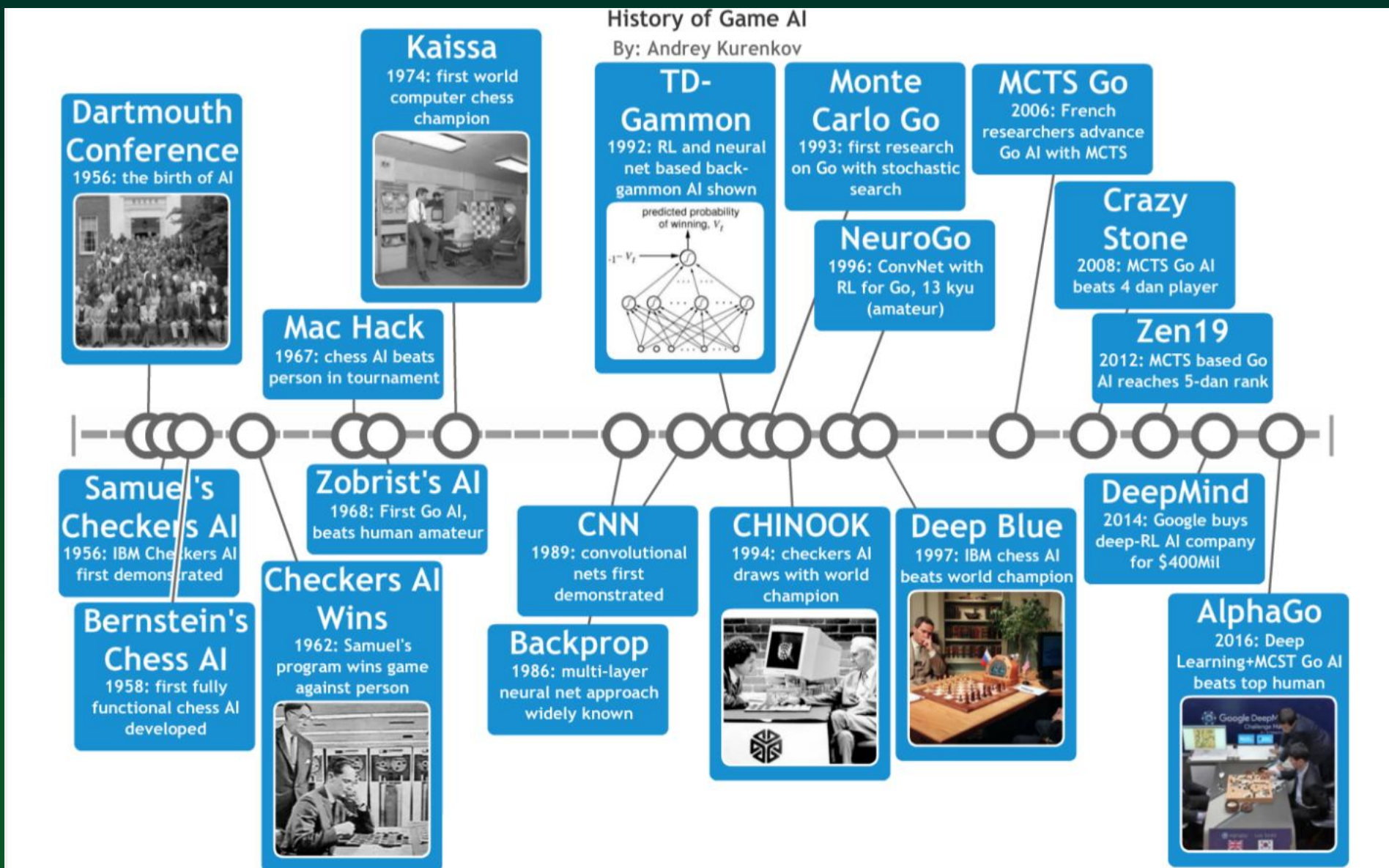
Podobnie można analizować teksty i sentencje, redukując wymiarowość problemu, co przyczynia się do postępu w NLP.

Alpha Go Zero

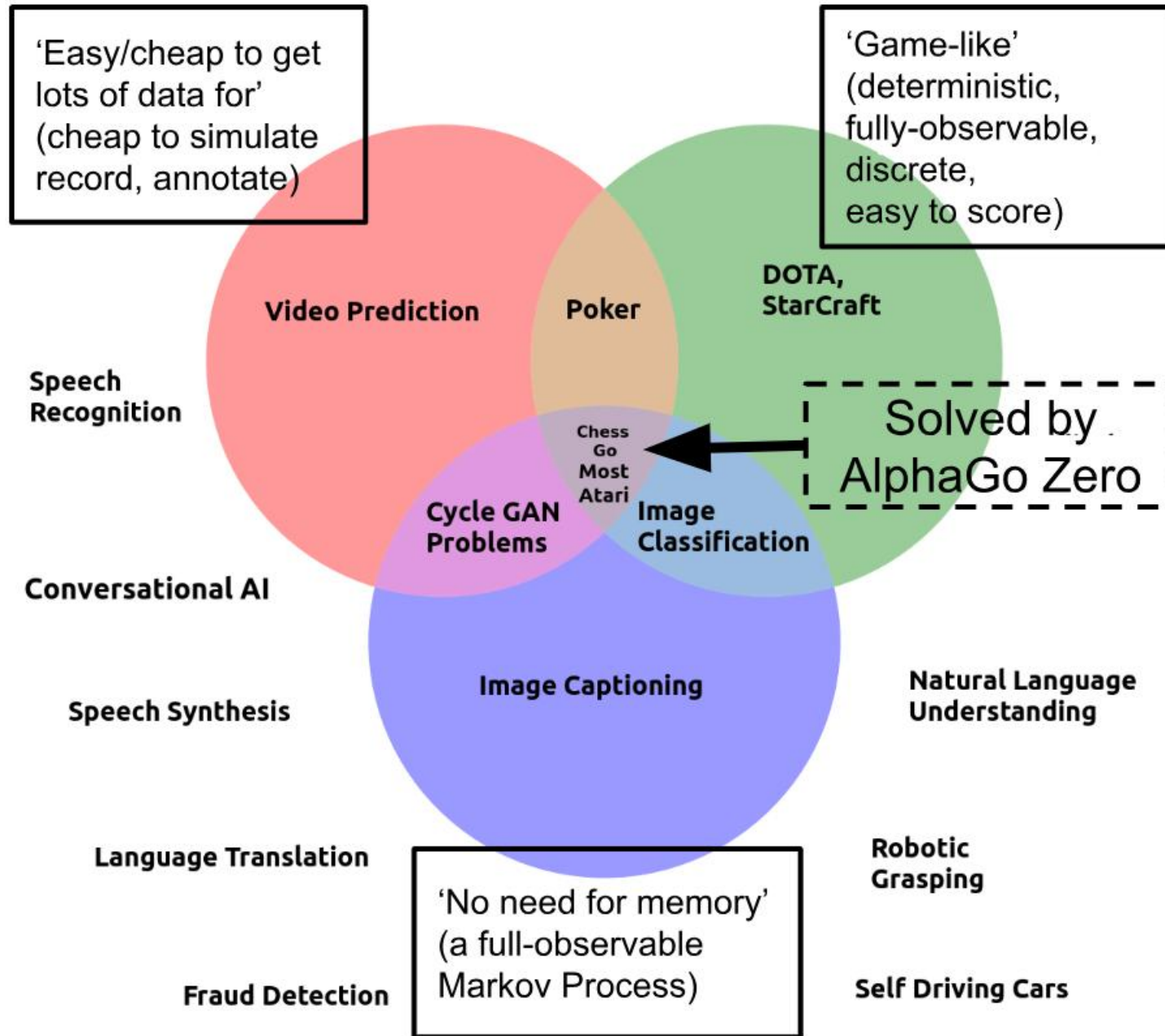


To uniwersalny algorytm, nauczył się wielu gier planszowych, wszystkich gier wideo na Atari.
Wiedza ludzka w szachach czy w *go* nie ma już wartości ...
Czy potrafimy zrozumieć decyzje takich systemów?

AI w grach – dobre testy możliwości.

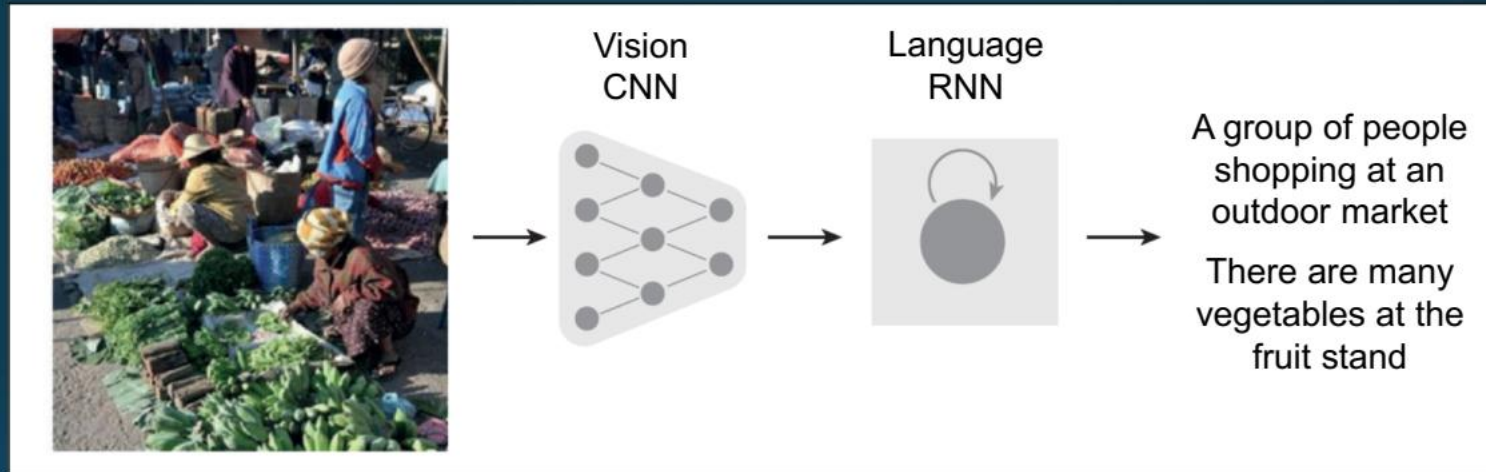


A (rough) Venn Diagram of AI Problem Complexity



Trzecia fala AI

Layering neural networks



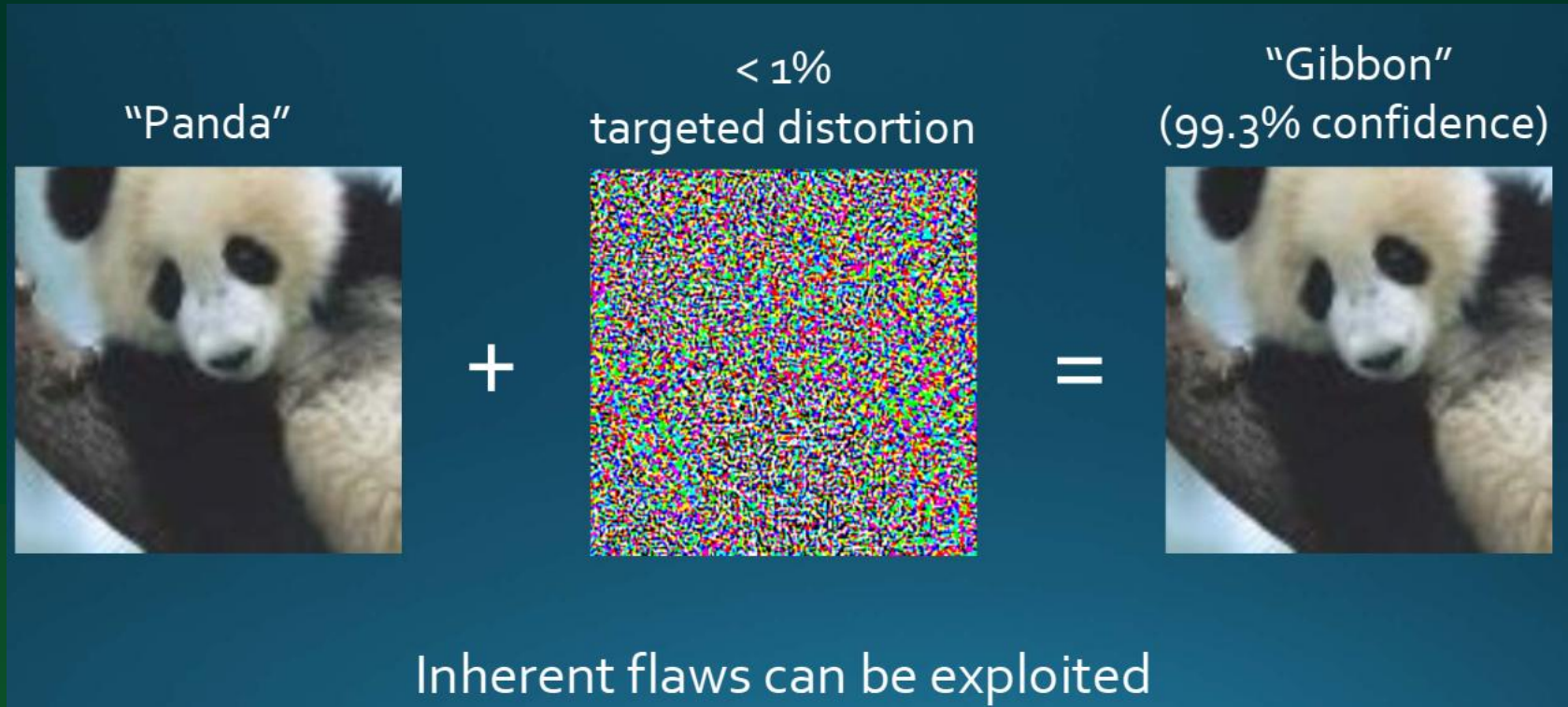
Yann LeCun, Yoshua Bengio, & Geoffrey Hinton (2015). Deep Learning, Nature, Vol. 521, (pp. 436-444)

A deep convolution neural net (CNN) produces a set of outputs (abstract "words")

A language-generating recurrent neural net (RNN) "translates" the abstract "words" into captions

Głębokie sieci, czyli wiele transformacji, ale idea stara, znana od lat 1950. Niezmiennicze wykrywanie struktur (niezależnie od położenia i obrotu na obrazie) pozwala na ich interpretację.

Trzecia fala AI



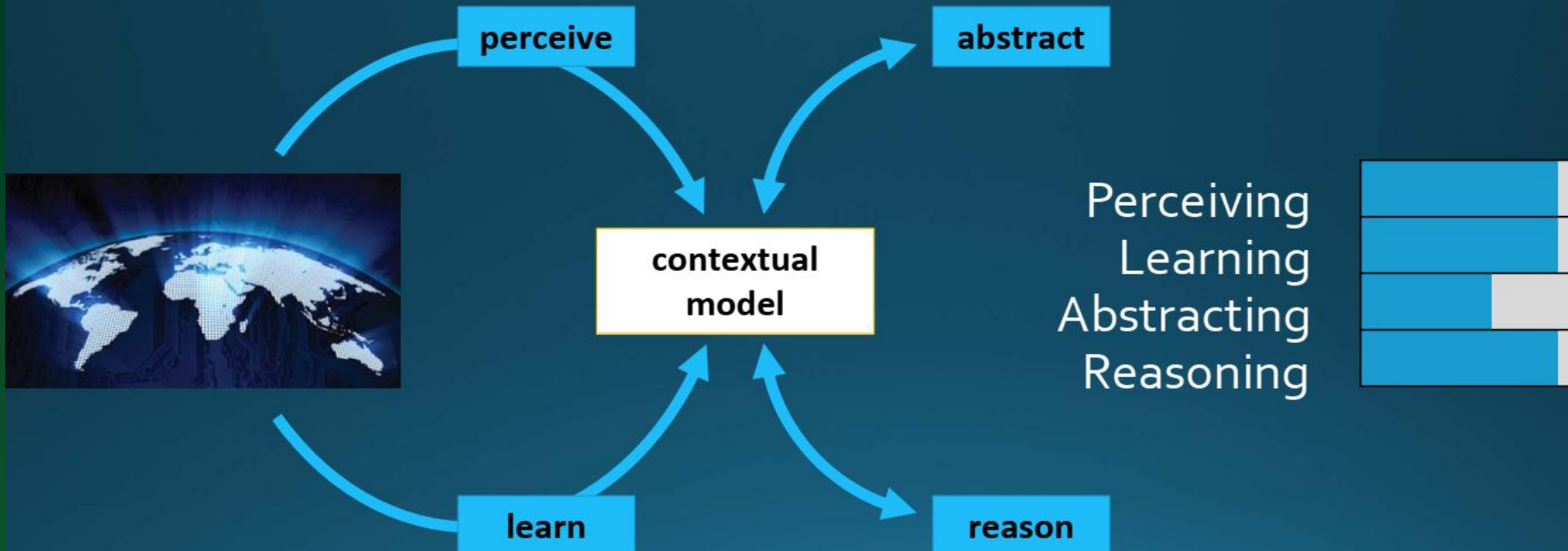
Nie była to doskonała technika, dodanie szumu może zmienić całkiem interpretację. Słynna pomyłka człowieka z gorylem była dużym skandalem.

Nauka na podstawie przykładów z sieci może utrwalić stereotypy, np: bot na podstawie tweetów zrobił się faszystowskim ekstremistą.

Ale to było w 2016 roku ... Potrzebne są modele całych rzeczywistych struktur i ich relacji przyczynowych – to właśnie jest 3 fala AI.

Trzecia fala AI

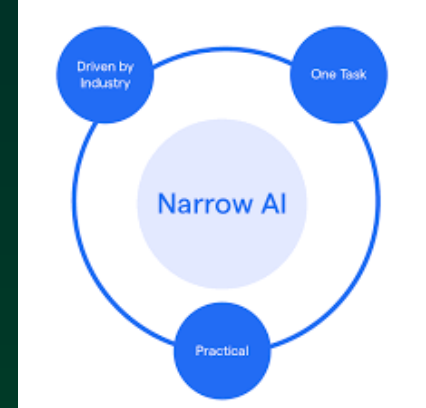
The third wave of AI



- GAN, Generative Adversarial Networks, jedna sieć tworzy zniekształcone, fałszywe próbki, a druga próbuje je odróżnić od prawdziwych.
- Budowanie całościowych modeli obiektów i zdarzeń to następny krok.

Cele i kierunki badań

Wersja słaba AI



Filozofowie (J. Searl) sformułowali następujące rozróżnienie:

- **Słabe AI:** Komputer pozwala formułować i sprawdzać hipotezy dotyczące mózgu.
- Program = symulacja myślenia, ale nie „prawdziwe” myślenie.
- W tej wersji AI, utożsamianej często z wąskim AI (narrow AI), nie ma wielu oponentów, gdyż jest za wiele dowodów na przydatność AI.
- Możliwa jest komputerowa symulacja inteligentnego działania nie-biologicznymi metodami.

Programy wykazują się inteligencją (w sensie zdolności do rozwiązywania trudnych zadań) robiąc to zwykle w inny sposób niż ludzie.

- Ale „prawdzie myślenie” to funkcją biologicznych mózgów a nie maszyn.

Wersja silna AI



- **Silne AI:** komputer odpowiednio zaprogramowany jest w istotny sposób równoważny mózgowi i może mieć stany poznawcze.

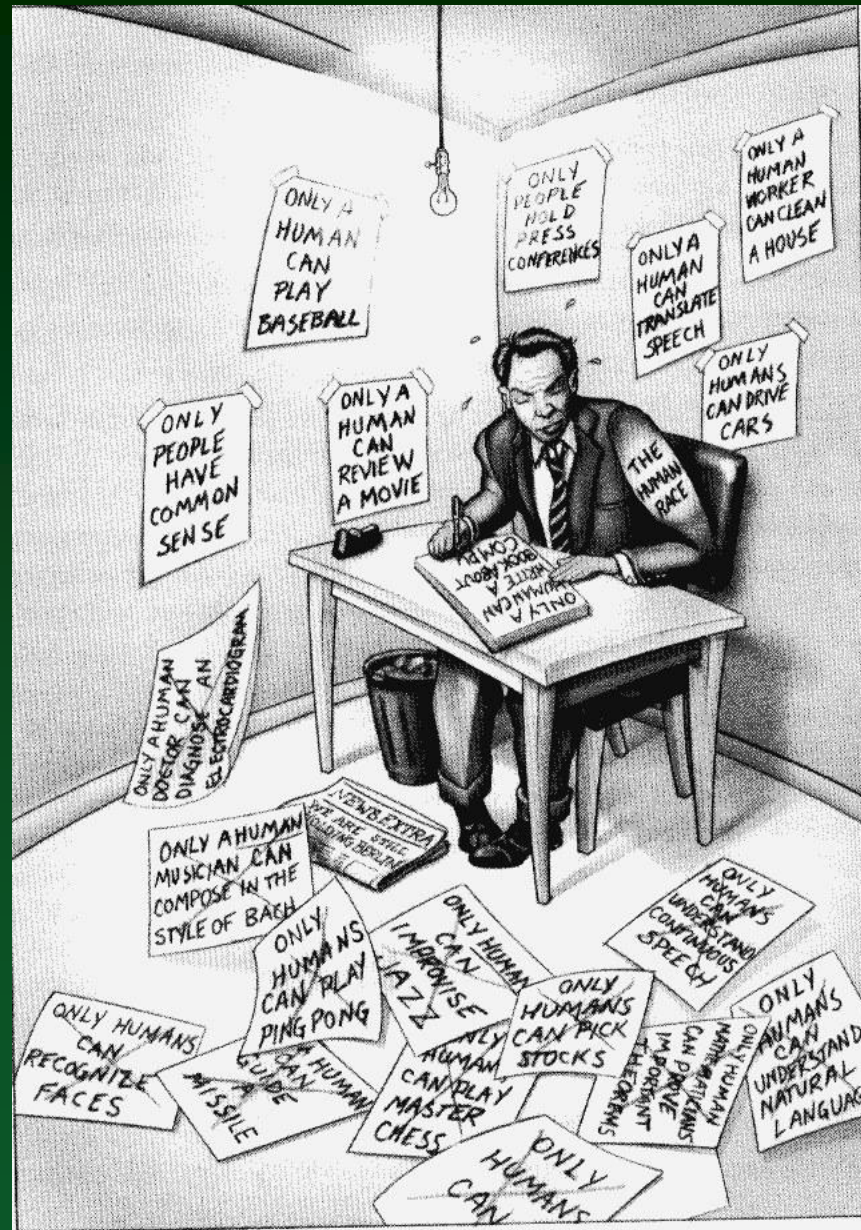
Symulacja inteligencji to nie „prawdziwa inteligencja”, umysł nie jest programem a mózg nie jest komputerem. Trwają ciągłe filozoficzne spekulacje, czy silna AI jest możliwa, ale eksperci AI się tym nie martwią.

Stąd następująca definicja (ale czy sensowna?)

- AI to tylko to, czego jeszcze nie potrafią zrobić systemy AI.

Ale ilu ludzi potrafi? Czy wystarczy jeden niepokonany w jednym zadaniu?

- Obecnie mówimy o AGI, Szerokiej Sztucznej Inteligencji, ale nie jest to tożsame z silną AI.



3 główne prawa AI

1. Każdy skuteczny system kontroli musi być co najmniej równie złożony, jak system kontrolowany (W.R. Ashby).
2. Nieredukowalna złożoność: system złożony sam stanowi najprostszy model swojego zachowania (J. von Neumann). Próby zredukowania go do jakiegokolwiek formalnej postaci komplikują go, a nie upraszczają.
3. Każdy system na tyle prosty, aby go zrozumieć, nie będzie na tyle złożony, by przejawiać ogólną inteligencję. Każdy system o szerokiej inteligencji będzie zbyt złożony, by zrozumieć jego działanie.

Czy to sensowne „prawa”, a raczej poglądy?

To zależy, co oznacza „zrozumienie.” Spróbujcie skrytykować te poglądy.

Dwie drogi do AI



Większość dyskusji o AI jest niejasna, nie wiadomo, co ludzie rozumieją przez "prawdziwą AI", której jeszcze nie mamy. Istotne jest to, które zawody są nadal zarezerwowane wyłącznie dla ludzi, w których AI już teraz zastępuje ludzi, a w których to wkrótce nastąpi.

- Przetwarzanie symboliczne => konceptualne podejście do inteligencji, rozumowania, systemów eksperckich, marketingu, wyszukiwania informacji ... Np. CYC i IBM Watson.
- Inspirowane procesami w mózgach => sieci neuronowe, symulacja procesów niepojęciowych, myślenie asocjacyjne, percepcja, kontrola działań, uczenie maszynowe, analiza obrazów i sygnałów. Przykłady: ChatGPT i wiele innych.
- Hybrydowe => rozumowanie oparte na percepcji, robotyka kognitywna, werbalizacja stanów dynamicznych sieci, w połączeniu z rozumownaiem.

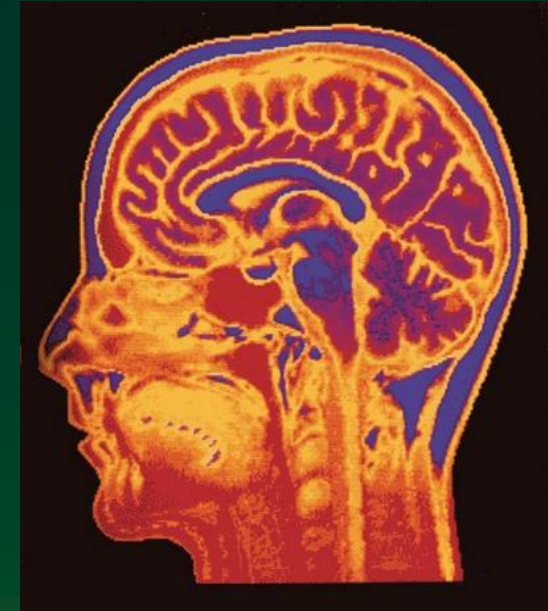


Budowa sztucznych mózgów

Podejście japońskie:

Naszym celem jest zrozumienie mózgu do tego stopnia, abyśmy mogli sprawić, że roboty humanoidalne będą rozwiązywać zadania typowe dla ludzkiego mózgu, stosując zasadniczo te same zasady.

Postuluję, że takie podejście "zrozumienia mózgu poprzez tworzenie mózgu" jest jedynym sposobem na pełne zrozumienie mechanizmów neuronowych w ścisłym sensie.



M. Kawato, From 'Understanding the Brain by Creating the Brain' towards manipulative neuroscience. *Phil. Trans. Roy. Soc. B* 27 (2008)

Cel inżynierii: zbudować sztuczne urządzenia na poziomie kompetencji mózgu.

Czy to możliwe? Czy mózg jest zbyt skomplikowany, a komputery są jeszcze prymitywne?

Brain-Inspired Cognitive Architectures

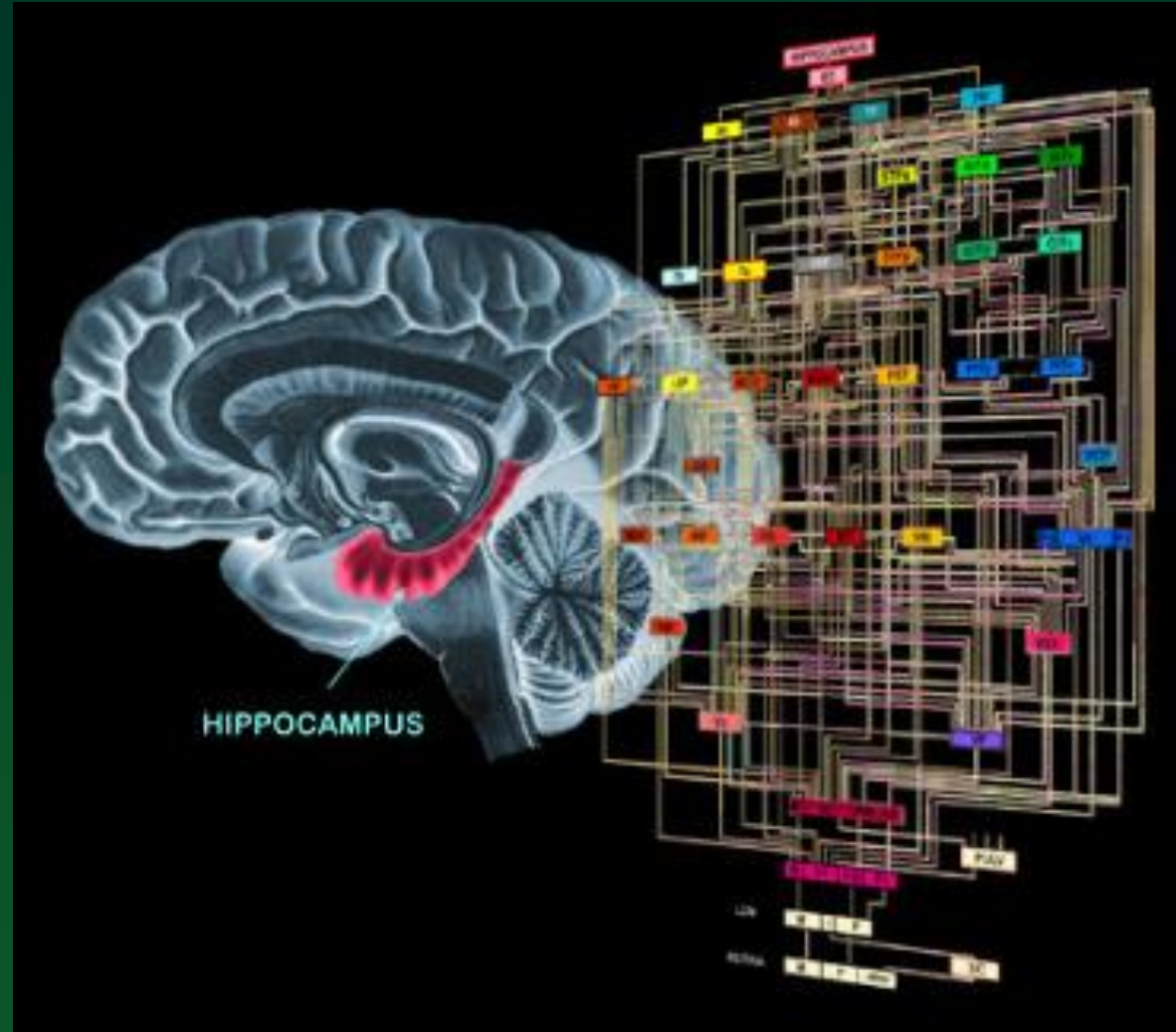
Mózgi to najbardziej skomplikowane struktury w znanym nam świecie.

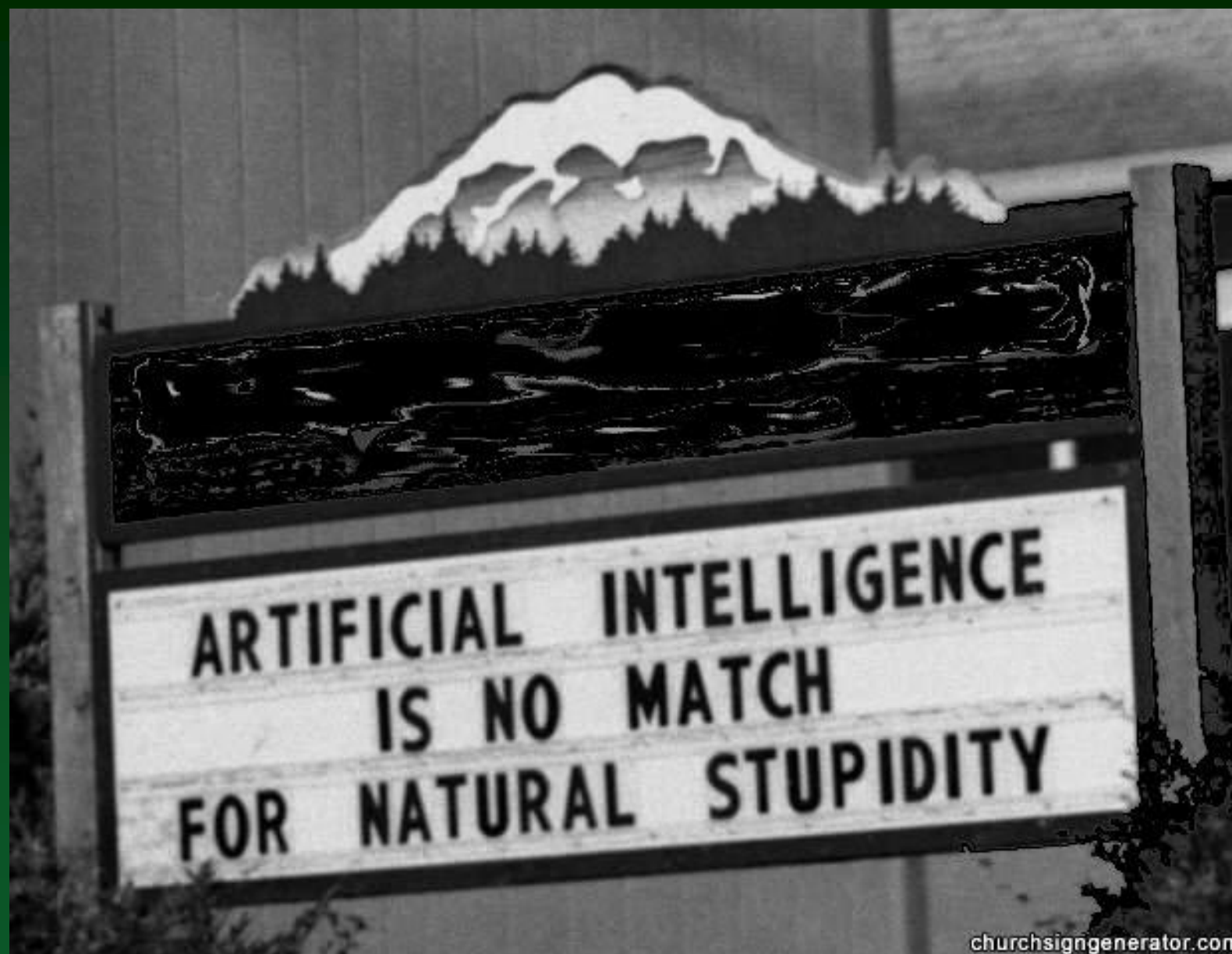
Potrzebujemy modeli by zrozumieć ich działanie.

BICA to modele wzorowane na strukturze mózgu.

Podęjsie inżyniera: skonstruuuj, testuj a zrozumiesz działanie.

Komputery to maszyny Turinga,
potrzebujemy architektur podobnych
do tych jakie mamy w mózgu.



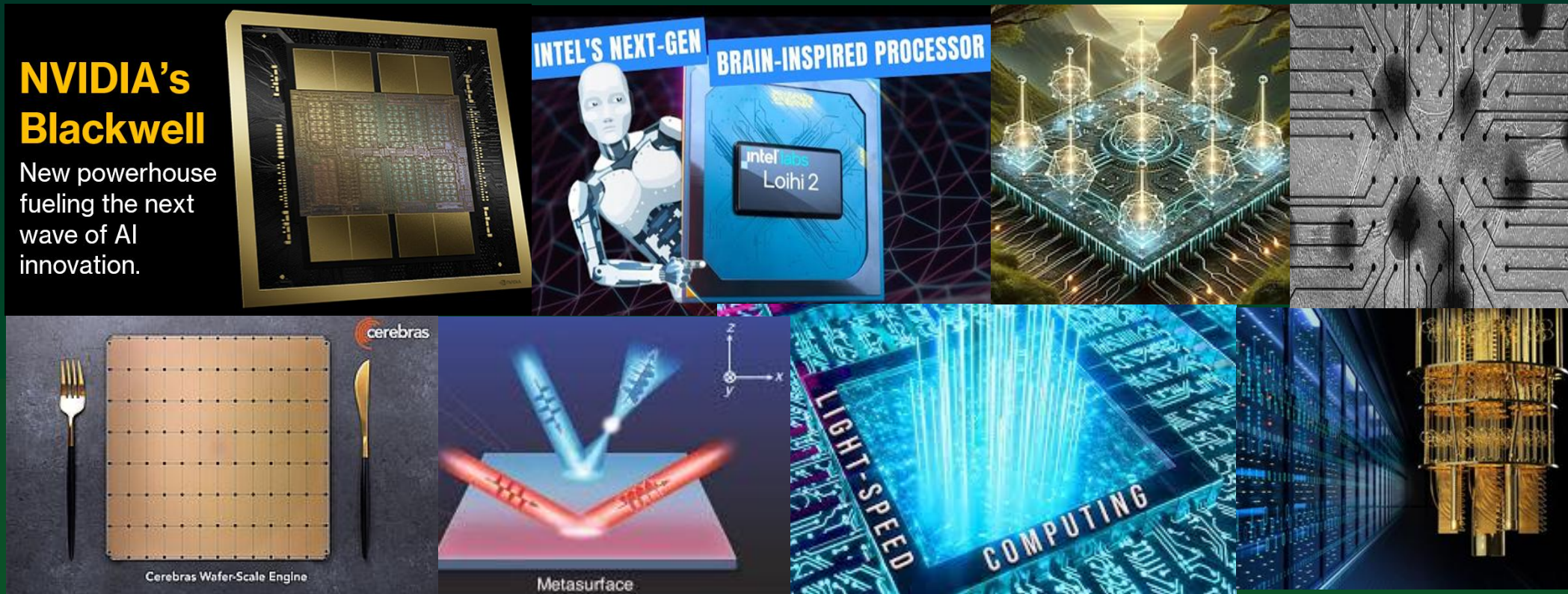


AI i mózgi - podsumowanie

Wielkie sieci neuronowe i procesy w naszych mózgach. Prezentacje.

1. Duże sieci neuronowe działają skojarzeniowo.
2. Jest duża różnica pomiędzy rozumowaniem i myśleniem skojarzeniowym.
3. Konfabulacja jest nieunikniona. W mózgu to głównie prawa półkula.
4. Ciemieniowo-czołowe obszary koordynują procesy przetwarzania informacji w mózgu, pozwalając tworzyć wiele współpracujących ze sobą obszarów podsieci, w zależności od potrzeb.
5. Pamięć epizodyczna zapisuje skojarzenia, uwzględniając kontekst.
6. Pamięć semantyczna zapamiętuje relacje, ignorując szczegółowy kontekst. Tworzy się dzięki powtarzaniu, w różnych kontekstach.
7. **Naturalne automatyczne działanie**: percepcja, pamięć, skojarzenia, reakcje emocjonalne, bez wysiłku – powtarzane miliony razy.
8. **Edukacja**: krytyczna analiza, myślenie analityczne, algorytmiczne, model świata, refleksja – myślenie koncepcyjne, klasyczne AI.
9. LMM rozumujące łączą myślenie skojarzeniowe i analityczne.

Substrat, który się uczy

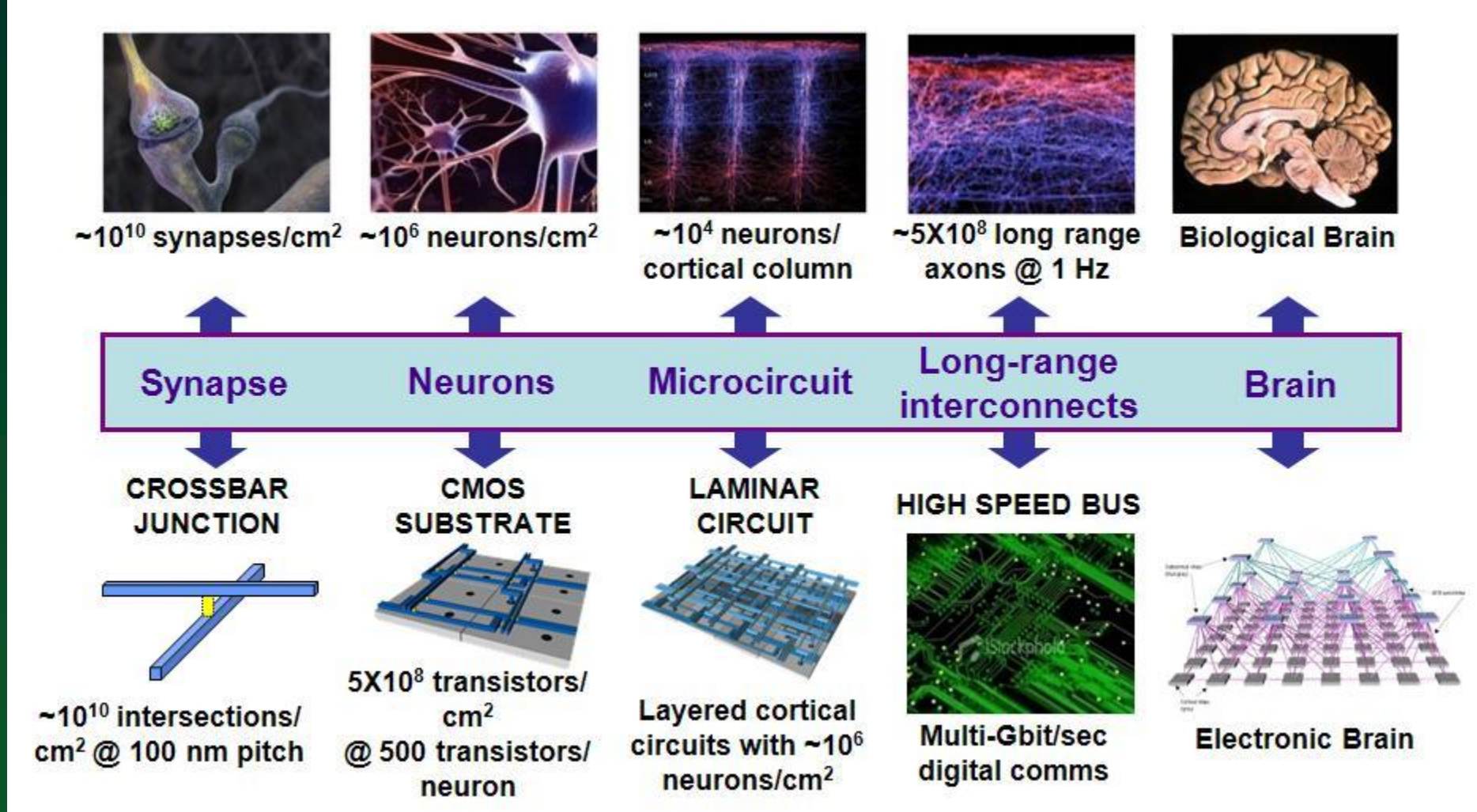


Nowe sposoby przetwarzania informacji: metapowierzchnie optyczne ([Neurophos](#)), neuromorficzne, analogowe ([Mythic.ai](#)), kwantowe, organoidy Cortical Labs CL1 [800 000 cells chip](#) ...

Większa pamięć, szybsze kojarzenie, brak ograniczeń biologicznych mózgów.

Energia: Mózg 20Wx20 lat = 3.5 MWh x wiedza 10 000 osób = 35 GWh. ChatGPT obsługuje 1 mld ludzi. AI: 9-900 x mniejsze koszty/rok ([Epoch.ai](#)). Telefon 1W – tłumaczy 13 języków na bieżąco.

Od mózgów do neurochipów



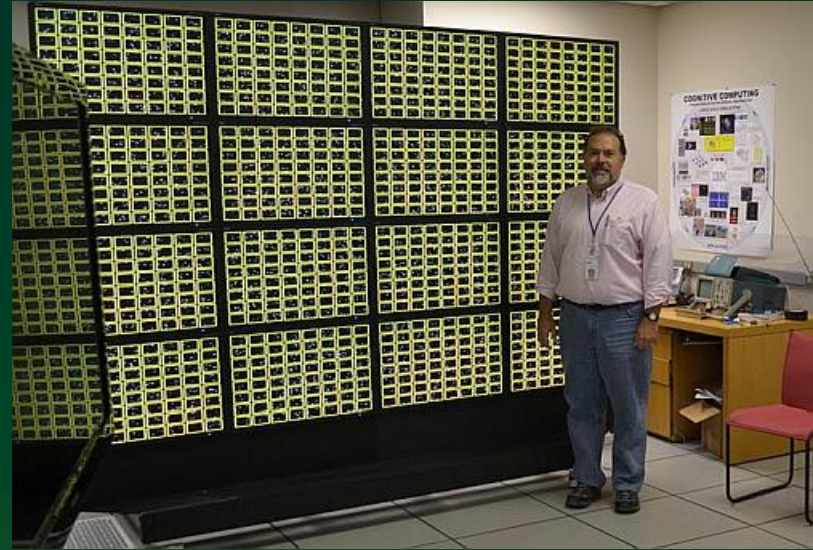
DARPA Synapse, projekt oparty na memristorach. Teraz wiele firm to robi.

Neuromorficzna przyszłość

Projekt SyNAPSE 2015: IBM TrueNorth 1 chip ~1 mln neuronów i 1/4 mld synaps (5.4 mld tranzystorów), 1 moduł=16 chipów ~ 16 mln neuronów, 4 mld synaps, <1.1 wata!

Skalowanie: 256 modułów=1024 chipy, ~ 4 mld neuronów, 1T = 10^{12} synaps, < 300 W, 48 Gops/Wat!

Ściana: mózg konia lub ¼ goryla.



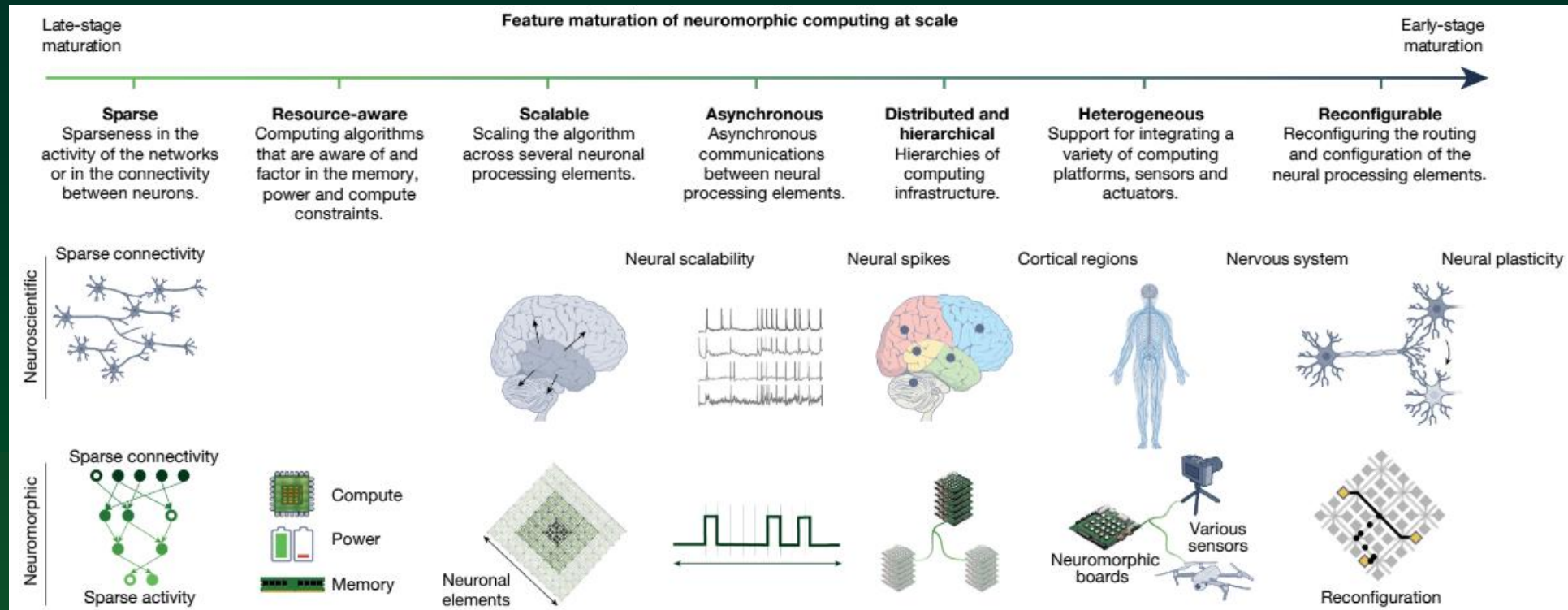
Po CPU, GPU, ASIC (np. FPGA) chipy neuromorficzne to kolejny etap rewolucji w rozwoju złożonych systemów AI. [Neuromorficzna kamera \(ATIS\) do smartfonu.](#)

[Top 10 Neuromorphic Computing Companies](#) Nvidia, Qualcomm, Intel, IBM ...

[Inteli Loihi 2](#) (2021), nazwany Kapoho Point, potrzebuje 1000 x mniej energii.

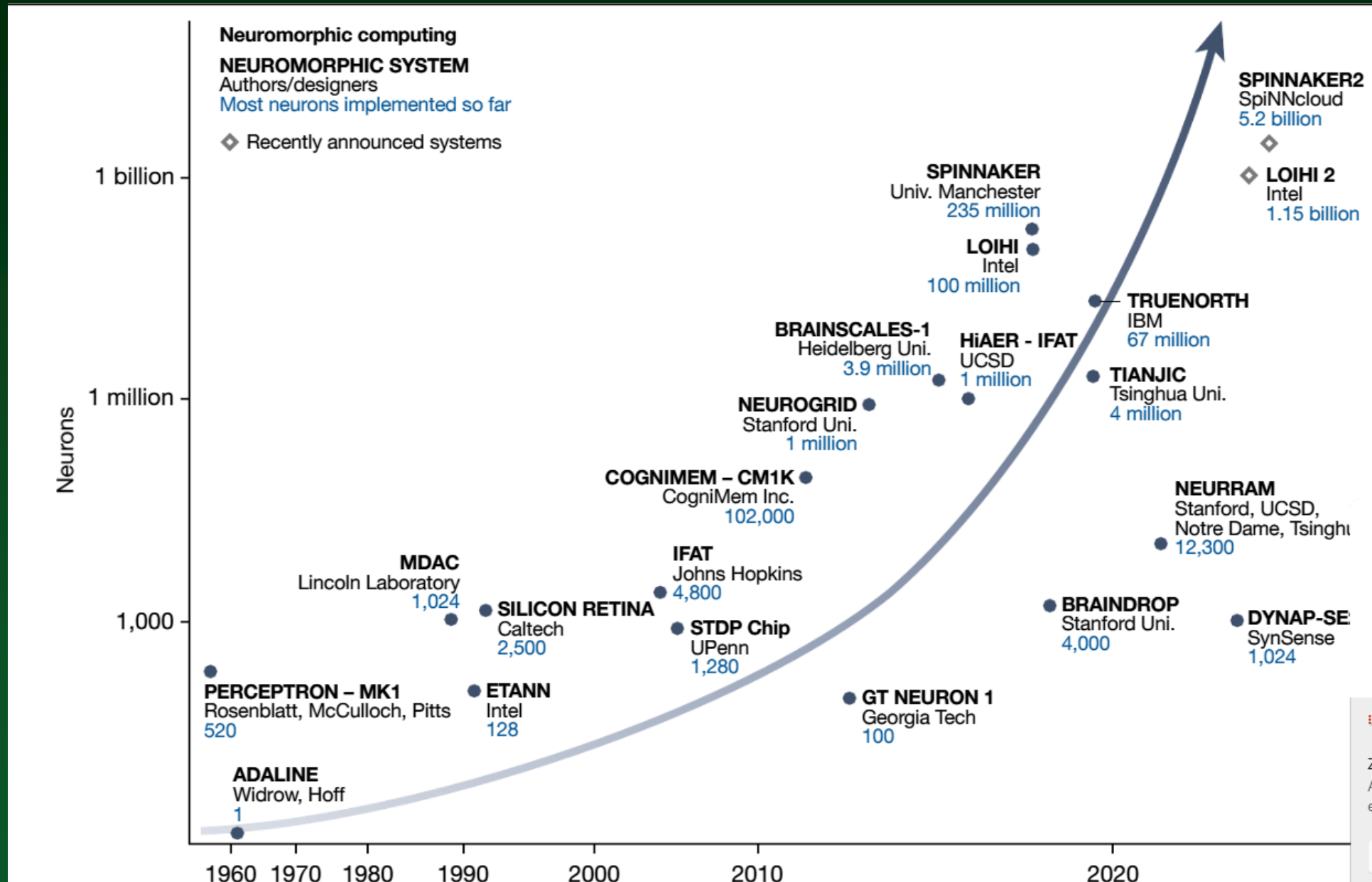
Gyr Falcon (2017) DSP chip 24.3 Tops/W, małe i tanie, przetwarzanie w lokalnej pamięci.

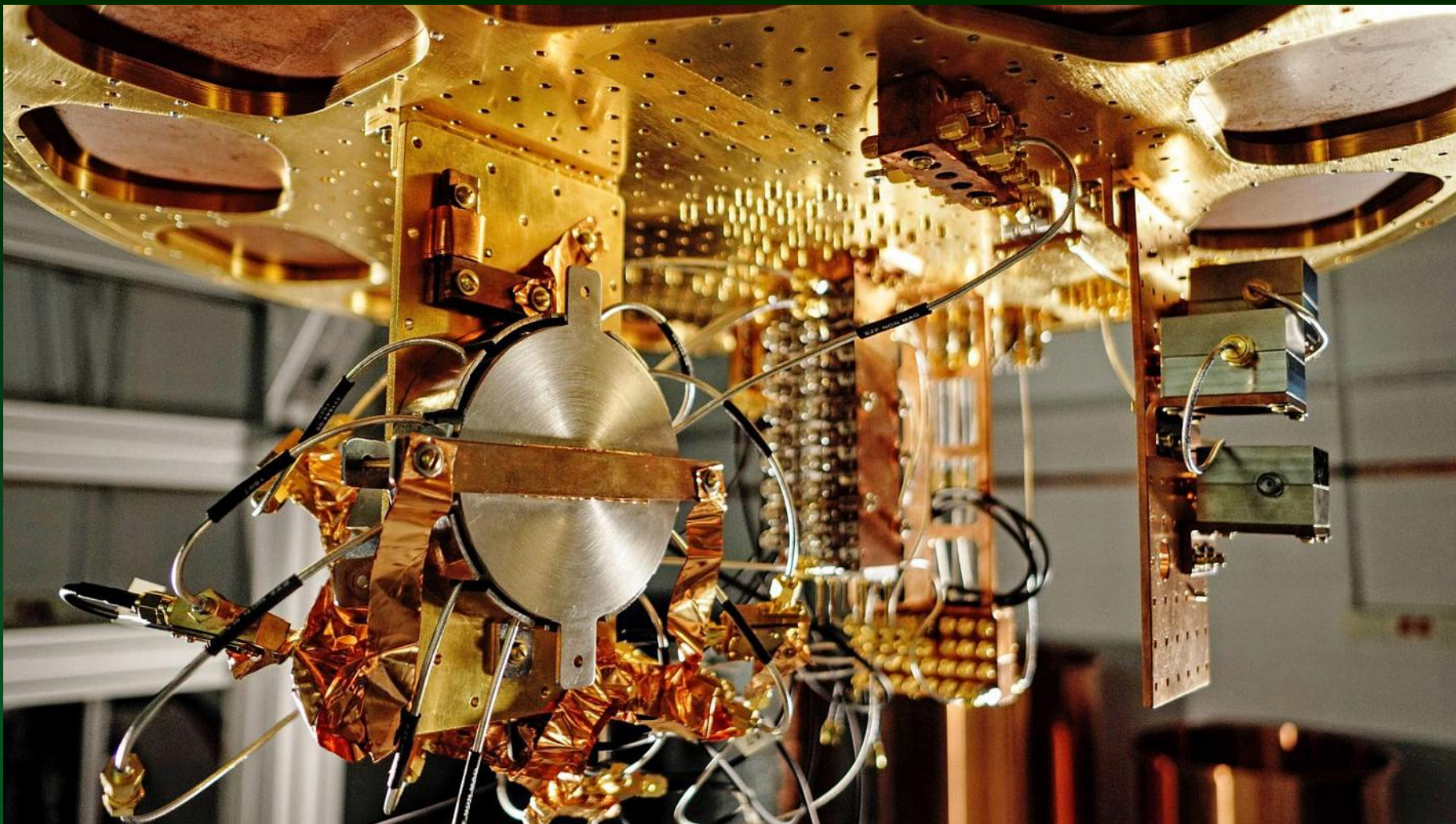
Neuromorficzny hardware



Sprzęt 2025: NVIDIA DIGITS AI Supercomputer, GB10 Grace Blackwell Superchip ~1 Pflop, 128GB RAM, 4 TB NVMe drive, modele ~ 200 mld parametrów. Cerebras wafer-scale chips (<https://cerebras.ai>), 1 mln rdzeni, > Exaflop. Untether AI (<https://www.untether.ai>), nanomateriały topologiczne, magnetyczne skyrmiony, spintronika, SambaNova reconfigurable dataflow unit (RDU), Taichi chip 14 mln optycznych neuronów, 160 TOPS/W. Lightmatter Photonic Processor ~ 500-1000 TOPS/W. Google TPU v4 ~ 1 TOPS/W.

Neuromorficzny hardware





IBM Q Experience udostępniał komputer 20 qbitowy, można eksperymentować. Google Willow, MS Majorana, Intel, HP, [Zuchongzhi 3.0](#) ... wszystkie duże firmy pracują nad komputerami kwantowymi. [Nowości są tu](#) i w [Quantuminsider](#). [D-Wave](#) Advantage 5000 qbit do "adiabatycznych obliczeń kwantowych", ograniczony do problemów optymalizacyjnych (ale to szeroka klasa).

Przebudzenie Europy

- Human Brain Project (2013-2022) Future Emerging Technology flagship program z budżetem 1 mld Euro ma za zadanie nie tylko zrozumieć i stworzyć symulację ludzkiego mózgu, ale inspirować AI. Niestety ...
- Communication from the Commission to the EU Parliament, Council, etc. on Artificial Intelligence for Europe.
„Jak maszyna parowa i elektryfikacja w przeszłości, AI zmienia świat, społeczeństwo i przemysł.”
... Ekonomiczne skutki automatyzacji pracy intelektualnej, plus robotyzacja, autonomiczne pojazdy to rynek oceniany na 12 bilionów Euro w 2025 roku.
- Plan EU Digital Transformation 2021-27: rozwój AI + superkomputerów + cyberbezpieczeństwa+ zaawansowanych umiejętności cyfrowych.
- Wydatki EU z połowy 2018 roku to około ~3 mld E, USA 12-18 mld E. Potrzeby krajów EU to przynajmniej 20 mld Euro, na końcu 2020 roku a potem >20 mld E na rok. Niestety w 2025 roku Europa wydawała 4% tego co USA lub Chiny. W 2025 USA obiecało 500 mld (projekt Stargate), Europa 200 mld, Francja ponad 100 mld ...

Literatura

Podręczniki zagraniczne:

- S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: Modern Approach, 4th ed. 2020 Najczęściej używany podręcznik do AI, perspektywa systemów agentowych.

Polskie tłumaczenie: Sztuczna inteligencja. Nowe spojrzenie. T1/2, 2023.

Pozostałe – klasyczne GOF AI, coraz więcej uczenia maszynowego.

- G.F. Luger, Artificial Intelligence, 6th ed (Addison Wesley 2009). Bardzo obszerny podręcznik.
- P. Winston, Artificial Intelligence (3rd ed, Addison Wesley 1992)
- N.J. Nilsson, Principles of Artificial Intelligence (Palo Alto, CA, 1980)
- E. Rich, K. Knight, Artificial Intelligence (McGraw Hill Inc, 1991)
- A. Newell, Unified Theories of Cognition (Harvard Uni. Press 1990)

Klasyczna książka o teoriach poznania, ale nie podręcznik.

Polskie organizacje

- AI była uznawana za część informatyki, zdominowanej przez matematyków, tradycyjnie krytycznie nastawionych do AI.

Organizacje zajmujące się sztuczną inteligencją:

- PTSN, [Polskie Towarzystwo Sieci Neuronowych](#) powstało w 1994.
- PTK, [Polskie Towarzystwo Kognitywistyczne](#) powstało w 2002 roku.
- PSSI, [Polskie Stowarzyszenie Sztucznej Inteligencji](#) powstało w 2010.
- PP-RAI, [Polskie Porozumienie na rzecz Rozwoju AI](#), od 2018 roku.
- Metody uczenia maszynowego rozwijane są w kilku instytutach PAN - IBS, IPI, IBIB, na uniwersytetach UW, UW r, UMK i AGH, PCz, PW, PP.
- Brakuje wielkich projektów, nacisk jest na wdrożenia a nie rozwój AI, w planach na 2020 był Wirtualny Instytutu AI, zrobiono spółkę IDEAS.
- Przy Ministerstwie Cyfryzacji działa [GRAI, Grupa Robocza AI](#).

Eksploracja AI

Tradycyjne źródła straciły na znaczeniu.

Zbiór nowości [AI CI ML](#) oraz [Art, Music, AI, Brain](#)

- YouTube kanały [ML-AI](#) oraz [AI, Robots & Arts](#)
- [2-min AI papers](#).
- Brain hacking, Brain function, Neuro tools i inne [Liczne referaty wideo](#)
Sztuka: [AI generated art tools](#)
- The [International AI Doctoral Academy \(AIDA\)](#), inicjatywa konsorcjów EU:
- [AI ecosystem directory](#) (Stanford)
- [AI4Media](#), [ELISE](#) – sieci ośrodków badawczych AI,
[Humane AI Net](#), [Vision](#)
- [OpenAI GPT-4](#) [K4A, knowledge for all](#) [AI ecosystem directory](#),
[LabLab.ai](#) ecosystem, hackathons.
- [Mózgi i neuroinformatyka](#)
- [Vibe coding](#), czyli kodowanie wspomagane AI

Literatura krajowa

Lista empik 290 książek, w większości popularnych ...

1. Russell Stuart , Norvig Peter, Sztuczna inteligencja. Nowe spojrzenie. T1/2
2. L. Rutkowski, Metody i techniki sztucznej inteligencji. PWN 2005.
To podręcznik inteligencji obliczeniowej, głównie rozpoznawania obiektów.
3. Tadeusiewicz R, Korbicz J, Rutkowski L, Duch W (Eds), Sieci neuronowe w inżynierii biomedycznej ,Wyd. Exit, Warszawa 2013
4. Duch W, Korbicz J, Rutkowski L, Tadeusiewicz R (Eds), Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000. Tom 6: Sieci neuronowe. EXIT 2000
5. Z. Hippe, Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w chemii (PWN, Warszawa 1993), dobre wprowadzenie, chociaż głównie na temat zastosowań AI w chemii.
6. M Świerczyński, Z Więckowski, AI w prawie międzynarodowym. 2021
7. J Jankowski, AI o Bogu, wierze i Biblii. Rozmowy z chatbotem.

Literatura krajowa cd

- Pozostałe – długa [lista z EMPIK](#) głównie uczenie maszynowe, rozpoznawanie obrazów, sieci neuronowe.
- H. de Ponteves, Sztuczna inteligencja. Błyskawiczne wprowadzenie do uczenia maszynowego, uczenia ze wzmocnieniem i uczenia głębokiego. 2021

Politechnika Warszawska, książki i kursy

- Mieczysław Muraszkiewicz (red.), Robert Nowak (red.) [Sztuczna inteligencja dla inżynierów. Metody ogólne](#)
- Mieczysław Muraszkiewicz (red.), Robert Nowak (red.) [Sztuczna inteligencja dla inżynierów. Istotne obszary i zastosowania](#)
- Paweł Wawrzyński, Uczące się systemy decyzyjne
- Paweł Wawrzyński, Podstawy sztucznej inteligencji
- Materiały do kursów opracowane w ramach AI-Tech dotyczą specjalizacji AI, głównie uczenia maszynowego.

Popularne źródła

- Kai Fu Lee, Inteligencja sztuczna, rewolucja prawdziwa. 2019.
- A. Przegalińska, P. Oksanowicz, Sztuczna Inteligencja. Nieludzka, arcyludzka. Znak 2020.
- M.J. Kasperski, Sztuczna Inteligencja. Droga do myślących maszyn. Helion 2003, popularna książka o AI – jak to wyglądało 20 lat temu?

Strony WWW:

- Rządowy portal [Sztuczna Inteligencja](#) i [definicja AI](#).
- Informacje [Unii Europejskiej o AI](#), Europejskie podejście do sztucznej inteligencji.
- [State of AI](#), raporty z USA, aktualizowane co roku;
- [AI resources](#) (Berkeley) on the Web, stare.
- [Mój Flipboard](#) i stary [zbiór linków](#), w tym AI + ML, NLP i inne.
- [AI Canon](#), nowsza historia najważniejszych zdarzeń (Andreessen Horowitz)

Ciekawostki i inne kursy

WD: [Flipboard AI](#) spekulacje [o przyszłości](#), [prezentacja 2016](#)
[Liczne referaty wideo](#)

Inne kursy AI

Mirek Sopek, MakoLab (KUL) [Wprowadzenie do AI](#) (9 wykładów, GOF AI)

Uni Wrocławski [Artificial Intelligence - 2014/2015](#)

Uni Warszawski – [Wykład SI](#) (Cichosz, Arabas)

[Stanford CS 221](#) UC Berkeley [CS188 Intro to AI](#)

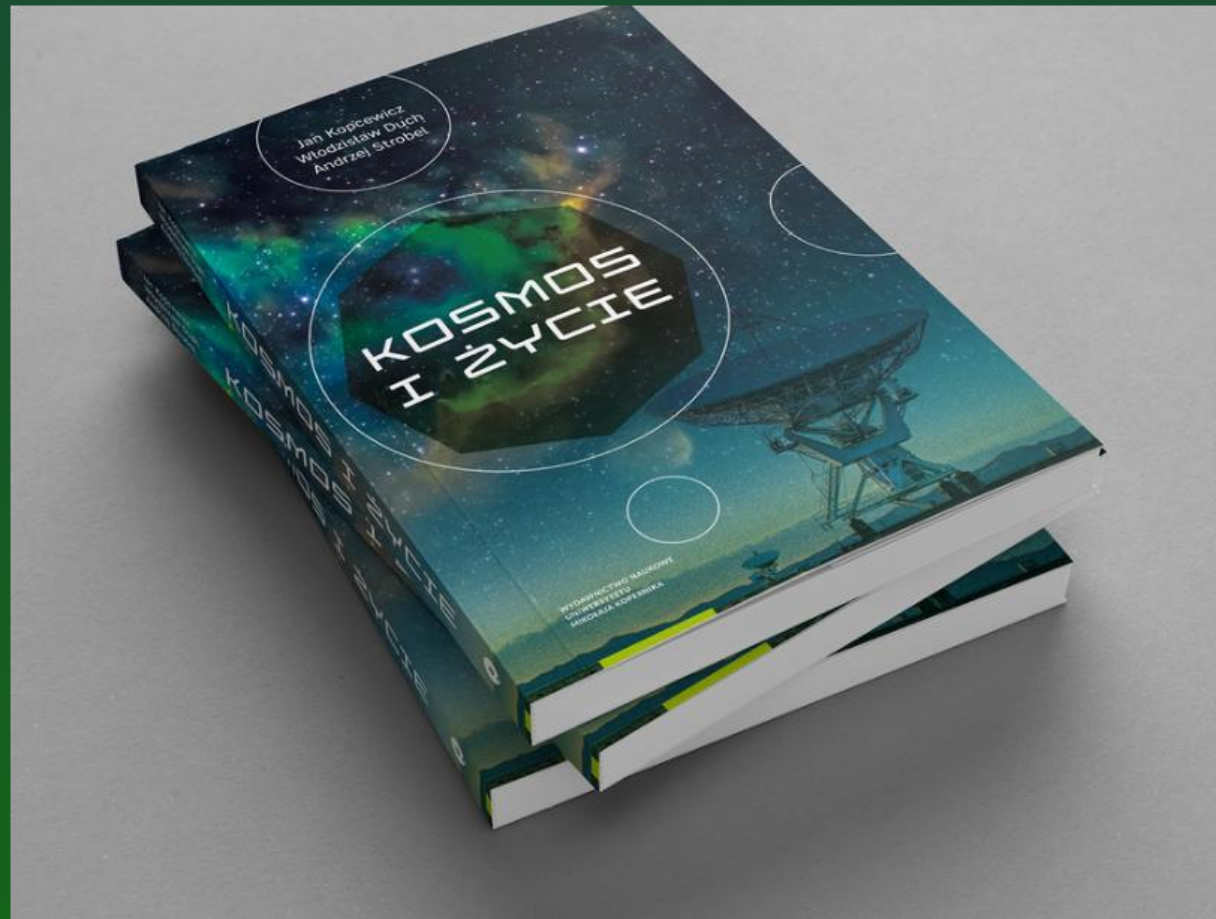
Historia: [AI History Infographics](#) | [Harvard Special AI Edition](#) |

Sztuczna [inteligencja w biznesie](#) | [Microsoft AI Page](#)

Sztuka: [AI generated art tools](#) | [AI & Art](#) (mój Flipboard)

The [International AI Doctoral Academy \(AIDA\)](#), inicjatywa 4 konsorcjów EU:

[AI4Media](#), [ELISE](#), [Humane AI Net](#), [Vision](#)



J. Kopcewicz, W. Duch, A. Strobel, Kosmos i życie.

Przykładowe pytania

- Co to jest AI? Zdefiniuj jednym zdaniem AI.
- Jakie są cele AI?
- Kiedy powstała nauka o AI?
- Jakie są kluczowe zagadnienia AI?
- Czym się różni słaba i silna wersja AI?
- Dlaczego „silna wersja” sztucznej inteligencji wzbudza kontrowersje?
- Wymyśl własne kryteria definiujące „inteligencję”.
- Jakie znasz rodzaje inteligencji?
- Jakie są dwie główne drogi do powstania AI?
- Jakiego podejścia zastosowano w projekcie komputerów 5 generacji?
- Dlaczego projekty komputerów 5 generacji nie przyniosły rezultatów?
- Czy uczenie maszynowe rozwiązuje wszystkie problemy AI?