

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

Definicja

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

Nie ma efektywnego algorytmu? Drobna zmiana może wymagać całkiem innego programu! Nie można przewidzieć wszystkich zmian. Rozwiązanie wymaga 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 w oparciu o modelowanie wiedzy.

Inne definicje okazały się niewystarczające – dlaczego?

- * AI to nauka mająca za zadanie nauczyć maszyny zachowań podobnych do ludzkich.
- * AI to nauka o tym, jak nauczyć maszyny robić rzeczy które obecnie ludzie robią lepiej.
- * AI to nauka o komputerowych modelach wiedzy umożliwiających rozumienie, wnioskowanie i działanie.

AI i inne nauki



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

AI uznawana jest również za część informatyki.

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

(A. 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, ale obecnie panuje tendencja w mediach by wszystko nazywać AI.



Historia

Skąd się to wzięło?



Skąd się to wzięło?

- Ramon Llull, XIII wiek, kataloński filozof i teolog, franciszkanin, „Ars magna generalis et ultimata” - systemu logicznego, obejmującego wszystkie gałęzie wiedzy.
- Gottfried F. Leibniz, 1646-1716.
Czterodziałaniowa maszyna licząca w 1694 r,
projekt maszyny działającej w systemie dwójkowym.

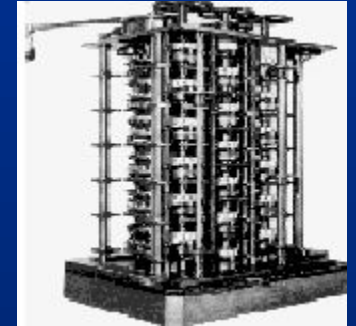
Pisząc o „rachunku filozoficznym” Leibniz wyraża nadzieję, że w przyszłości dzięki rozwojowi logiki matematycznej zamiast się spierać, wystarczy policzyć - **Calculemus!**

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”. 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”.
- Potrzebujemy mocy obliczeniowej!



High-Performance Computing Milestones (1960–2019)

Floating point operations per second

exaFLOP
 1×10^{18}

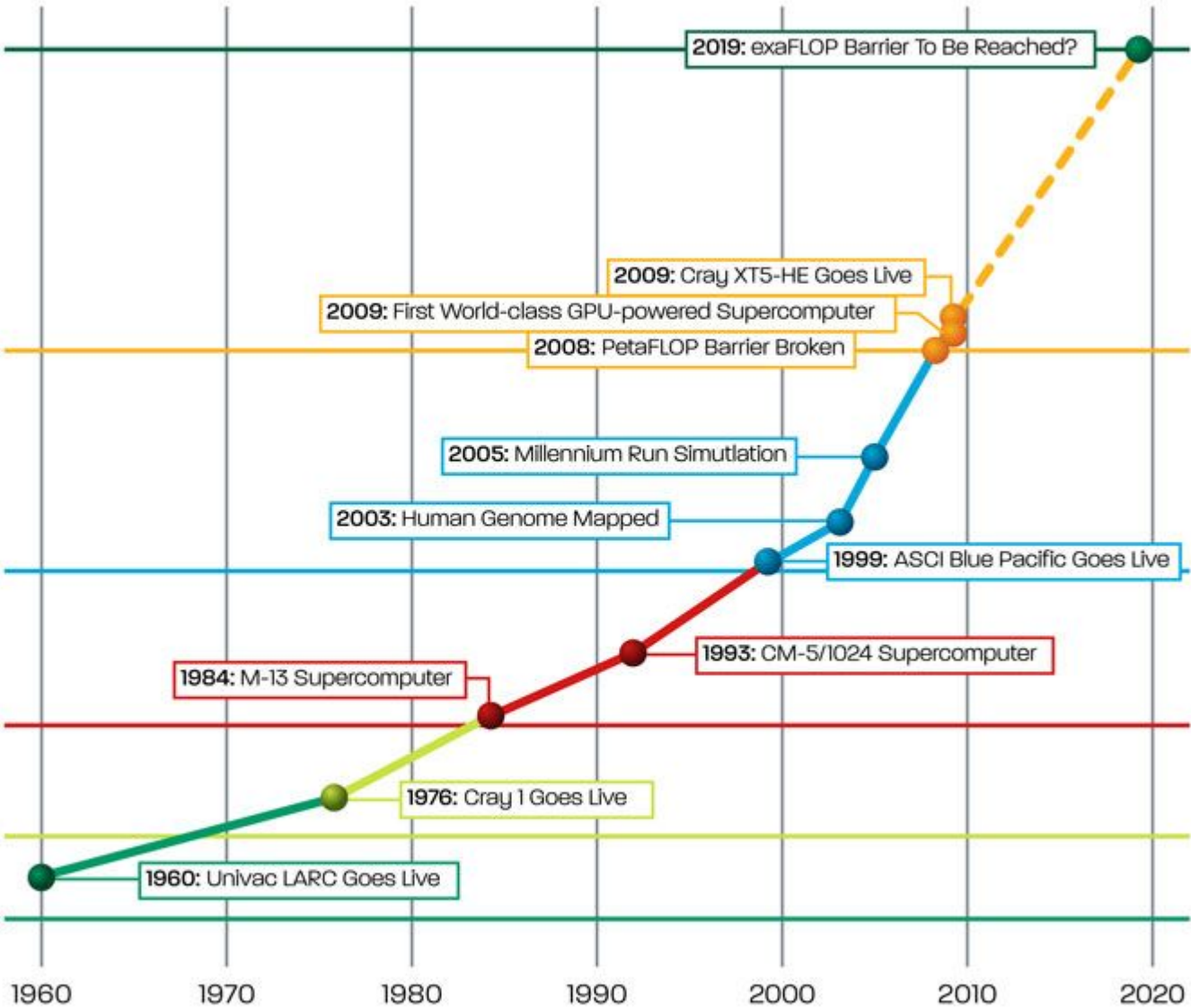
petaFLOP
 1×10^{15}

teraFLOP
 1×10^{12}

gigaFLOP
 1×10^9

megaFLOP
 1×10^6

kiloFLOP
 1×10^3



Informatyka

- 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”.

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

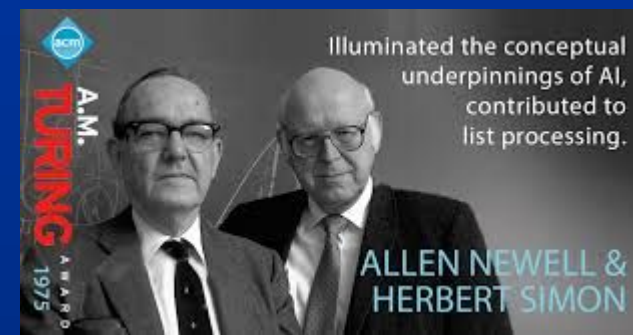


RISE OF AI

- 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 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



- Era prehistoryczna: od maszyny analitycznej Babbage'a (1842) do około 1960 roku.
- “Romantyczny okres”, 1960-1965, szybkość i pamięć komputerów umożliwi stworzenie sztucznej inteligencji w ciągu 10 lat.
- 1958 Simon i Newell napisali, że komputery, “maszyny które myślą”, w bliskiej przyszłości rozwiążą “problemy, które będą równie liczne jak te, do których stosuje się ludzki umysł”, “w ciągu 10 lat ... wygra z mistrzem świata w szachy”.
- 1965, H. Simon: “maszyny będą zdolne, w ciągu 20 lat, wykonać każdą pracę, którą robią ludzie”.
- 1967, 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”.

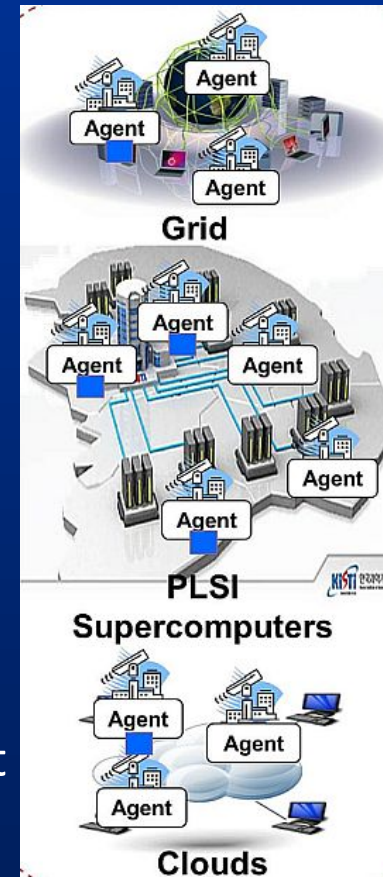
Okresy rozwoju cd

- Okres ciemności: 1965-1970, w którym niewiele się działo, powoli opadał entuzjazm i pojawiły się głosy bardzo krytyczne.
- Renesans: 1970-1975, gdy zaczęto budować pierwsze systemy doradcze, użyteczne w praktyce.
- Okres partnerstwa: 1975-1980, gdy do badań nad AI wprowadzono metody kognitywistyki.
- Okres komercjalizacji: 1980-1990, gdy programy AI, a szczególnie systemy doradcze zaczęto sprzedawać komercyjnie i to było siłą napędową rozwoju całej dziedziny.

Wielkie projekty

Po 1990 roku:

- CYC, czyli tworzenie zdrowego rozsądku.
- 5 generacja komputerów w Japonii.
- Projekty hybrydowe CI.
- Era agentów programowych, inteligencja rozproszona.
- Elementy AI w wielu programach komercyjnych.



Zastosowania: wszędzie tam, gdzie nie ma pełnej teorii lub jest zbyt skomplikowana, a wymagane są inteligentne decyzje.

Najbardziej udane wczesne (lata 1970/80) zastosowania: programy do obliczeń symbolicznych przy pomocy algebry komputerowej.

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, 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 AI – nadal popularne.
Czy maszyny mogą myśleć? Jakie są ograniczenia ich możliwości?
Czy mogą być twórcze?
Czy mogą być świadome?
Jakie problemy etyczne się pojawią?

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.
Czym jest prawdziwe myślenie? Funkcją biologicznych mózgów.

W tej wersji AI nie ma wielu oponentów gdyż jest wiele dowodów na jej oczywistą przydatność. Możliwa jest komputerowa symulacja inteligentnego działania nie-biologicznymi metodami.

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

Wersja silna AI

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

Wersja często atakowana, ciągłe spory filozoficzne, czy jest to możliwe, ale eksperci się tym martwią.

Symulacja inteligencji to nie „prawdziwa inteligencja”, umysł nie jest programem a mózg nie jest komputerem.

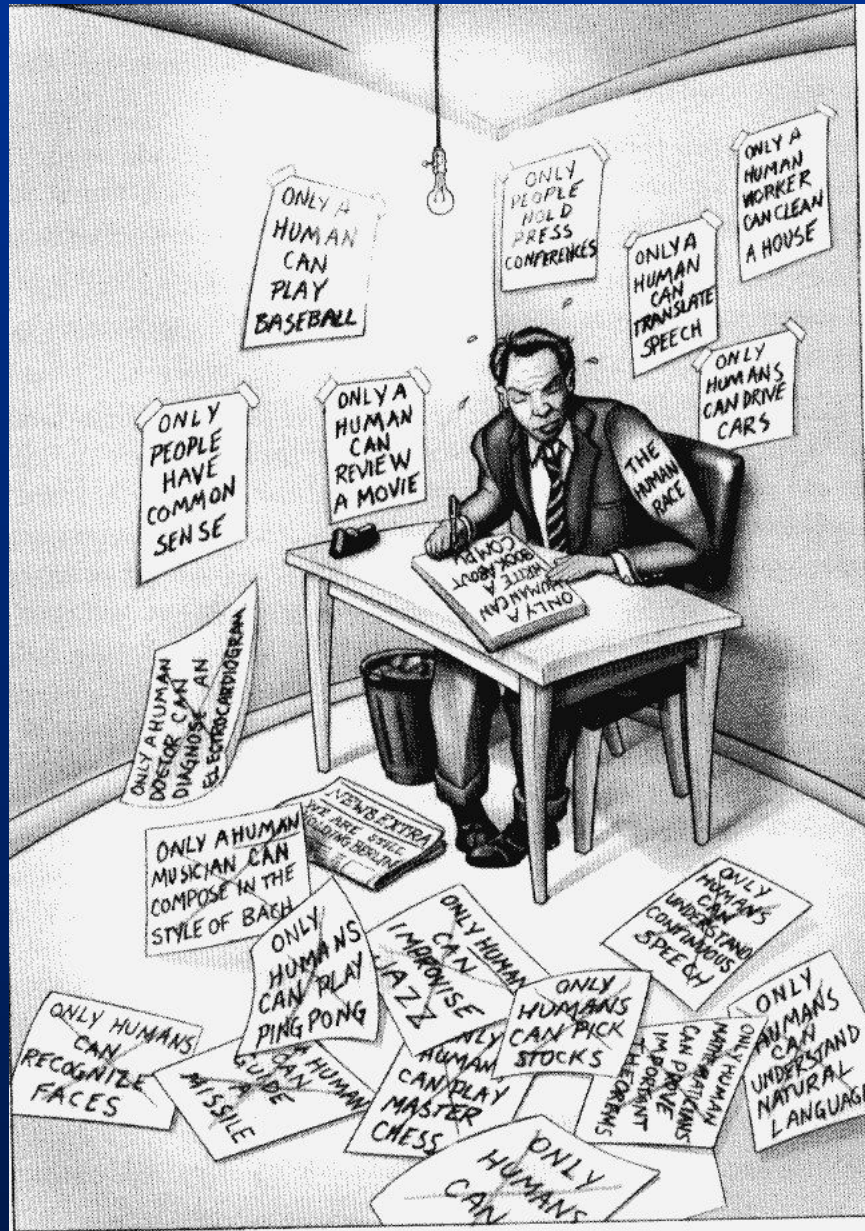
Stąd następująca definicja:

- Sztuczna inteligencja to tylko to, czego jeszcze nie potrafią zrobić sztuczne systemy.

3 główne prawa AI

- 1) Każdy skuteczny system kontroli musi być co najmniej równie złożony, jak system kontrolowany (W.R. Ashby).
- 2) 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



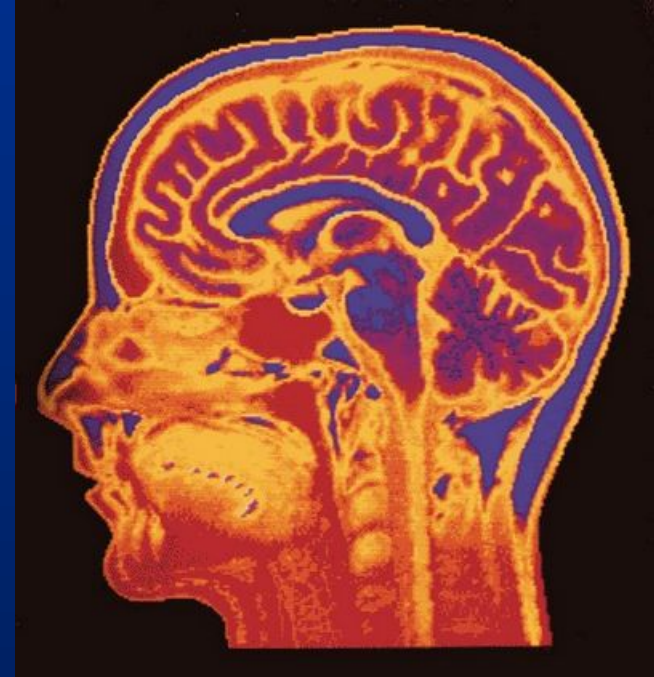
Większość dyskusji o AI jest niejasna, nie wiadomo, co ludzie rozumieją przez "prawdziwą AI", której jeszcze nie mamy. Istotne jest to, które zawody są nadal zarezerwowane wyłącznie dla ludzi, które będą powiększane i przejmowane krok po kroku przez AI, a w których AI już teraz zastępuje ludzi.

- 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. Google Tensor Networks i wiele innych.
- Hybrydowe => rozumowanie oparte na percepcji, robotyka kognitywna, werbalizacja stanów dynamicznych sieci.



Budowa sztucznych mózgów

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

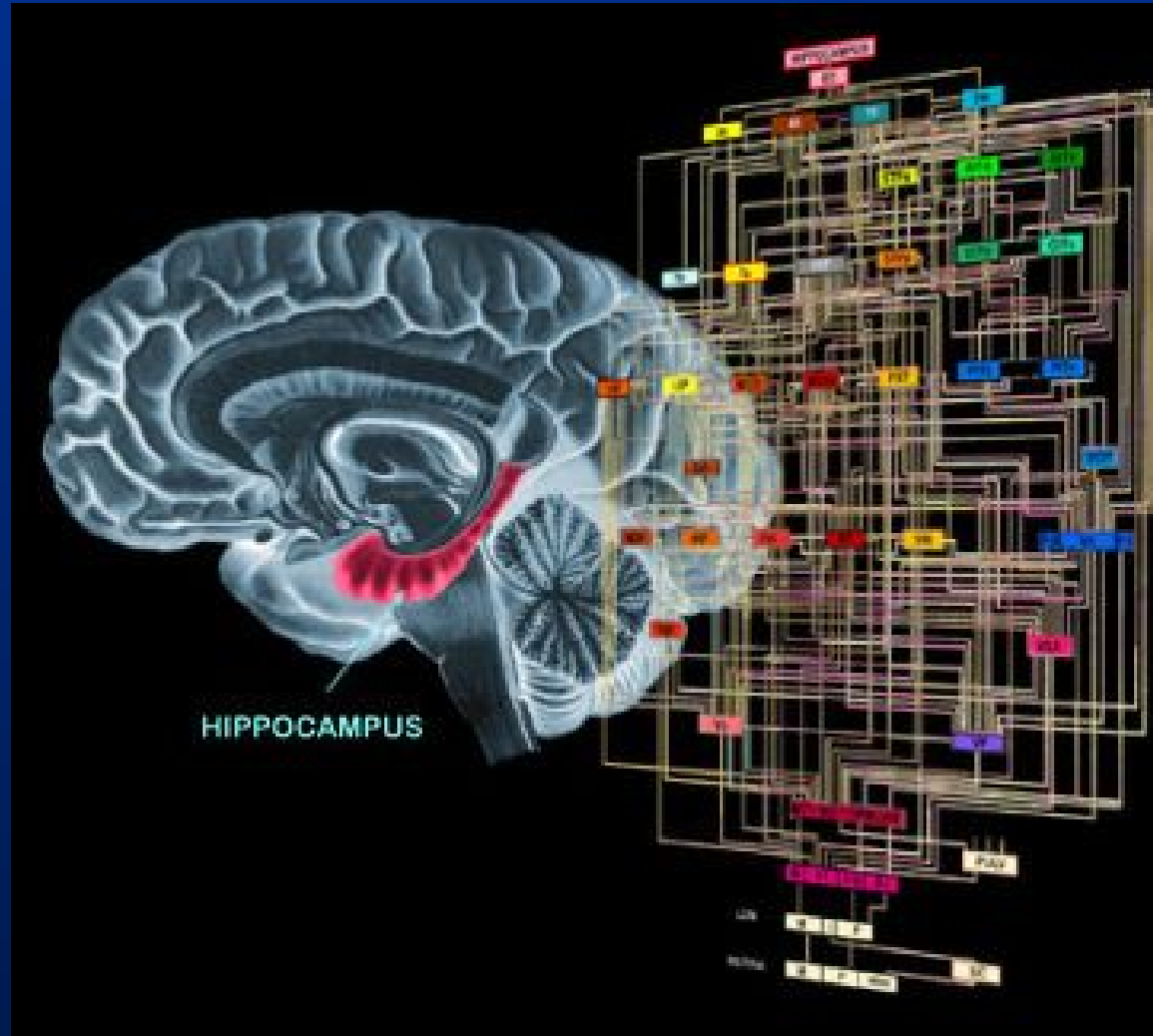
Mózgi to najbardziej skomplikowane struktury w znanym nam świecie.

Potrzebujemy modeli by zrozumieć ich działanie.

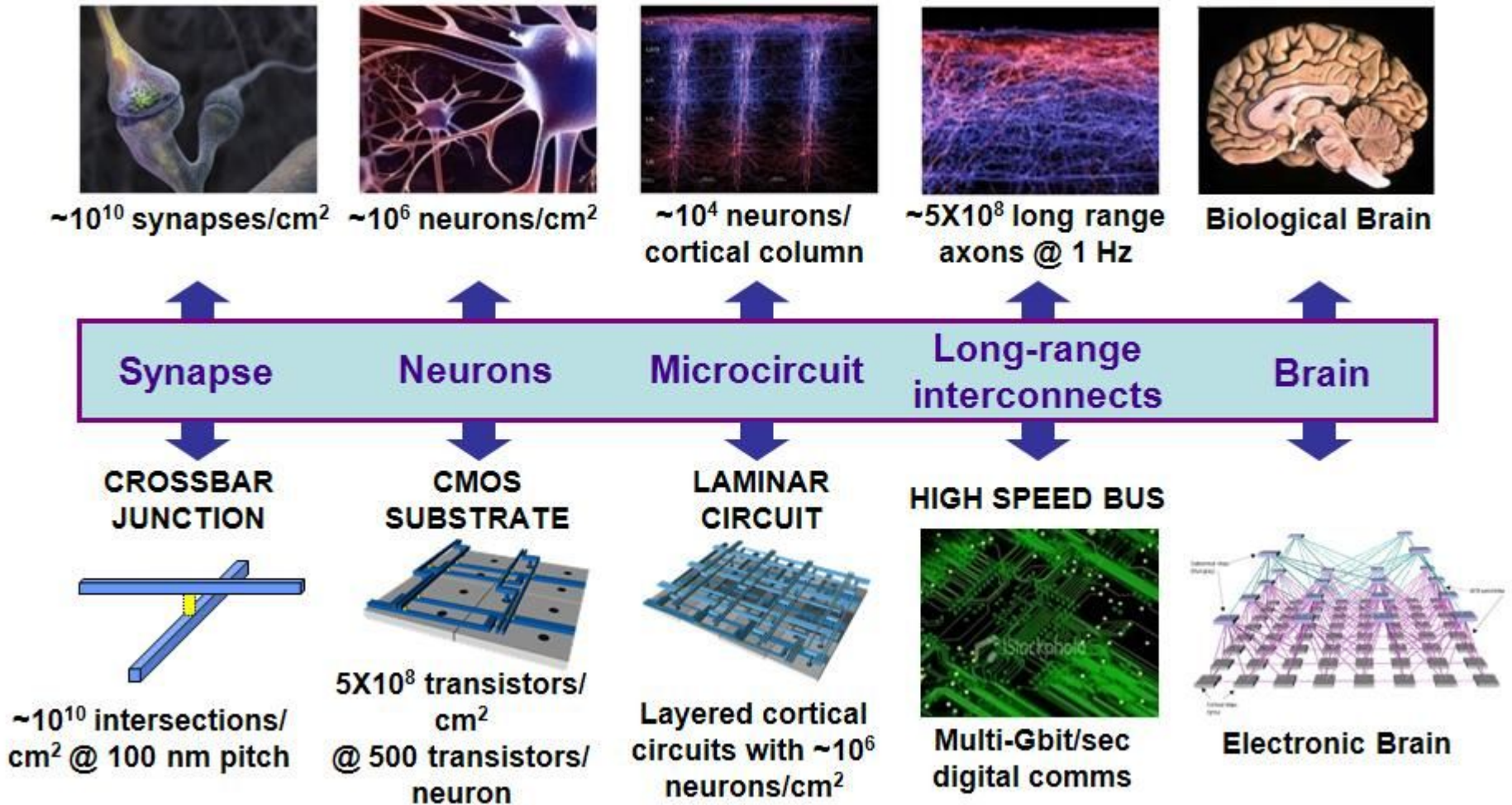
BICA to modele wzorowane na strukturze mózgu.

Podjęcie inżyniera: skonstruuj, testuj a zrozumiesz działanie.

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



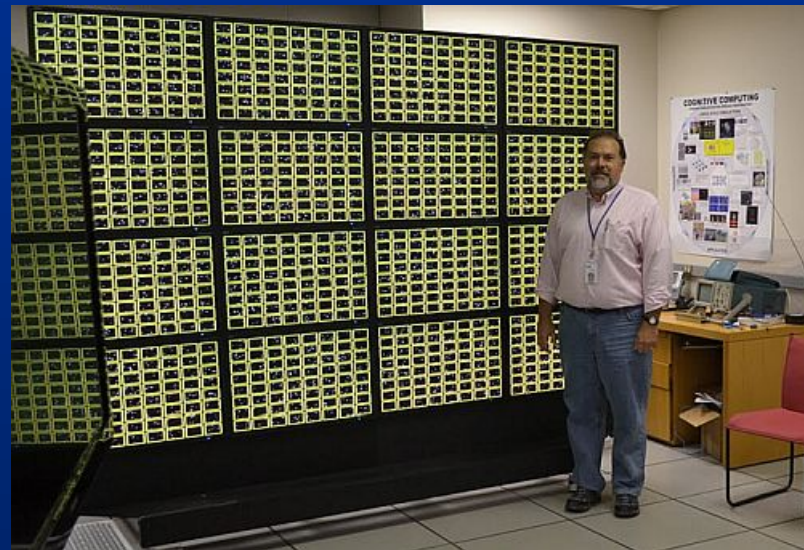
Od mózgów do neurochipów

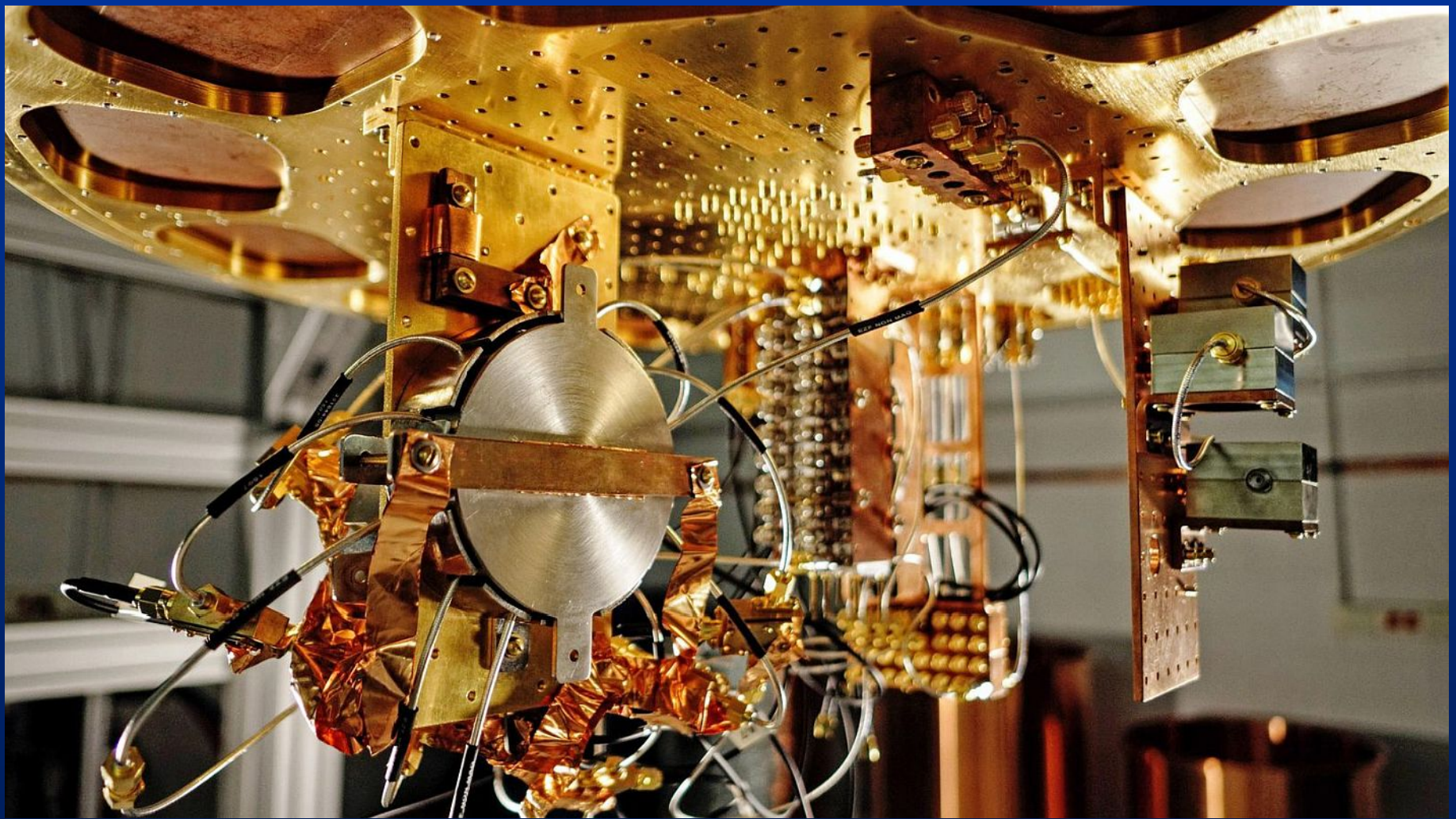


DARPA Synapse, projekt oparty na memristorach. Teraz wiele firm to robi.

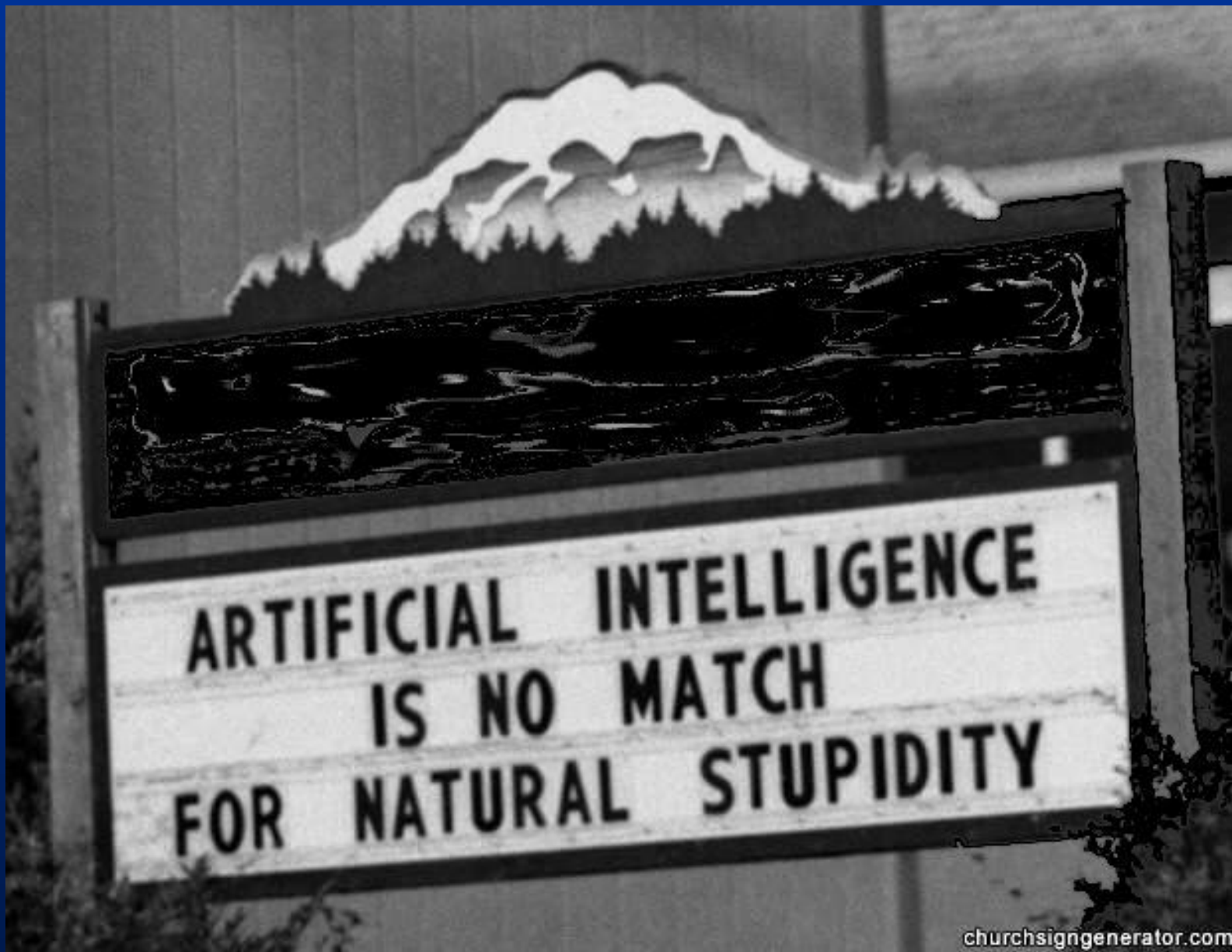
Neuromorficzna przyszłość

- 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, moc 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.
- Wideo: [Samsung Dynamic Vision Sensor \(DVS\) na neuromorficznych chipach](#).
- [Intel Loihi 2](#) (2021), nazwany Kapoho Point, potrzebuje 1000 x mniej energii.
- Gyrfalcon (2017) DSP chip 24.3 Tops/W, małe i tanie, przetwarzanie w lokalnej pamięci.
- Po CPU, GPU, ASIC (np. FPGA) chipy neuromorficzne to kolejny etap rewolucji w rozwoju złożonych systemów AI. Nadchodzi Deep South (4/2024), o złożoności ludzkiego mózgu.





IBM Q Experience ma komputer 20 qbitowy, z którym można eksperymentować. Google prowadzi projekt Bristlecone, NASA, Intel, HP, Airbus, NEC... wszystkie te firmy pracują nad podobnymi projektami. Firma D-Wave sprzedaje komputer z 5000 qubitami do "adiabatycznych obliczeń kwantowych", ograniczony do problemów optymalizacyjnych (ale to szeroka klasa).



**ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IS NO MATCH
FOR NATURAL STUPIDITY**

Ambitne projekty końca XX wieku

Porażki i sukcesy AI

Trudno o dobrą teorię, gdyż inteligencja jest bardzo złożoną funkcją mózgu. Jedynie systemy o podobnej złożoności mogą wykazywać zachowania na podobnym poziomie inteligencji.

Szybka maszyna von Neumanna nie jest dobrą architekturą; systemy neuromorficzne wzorowane na mózgach dopiero powstają.

Postrzeganie AI jako porażki przez długi okres było całkiem fałszywe; systemy ekspertowe konstruowano do wielu zastosowań.

W drugiej dekadzie XXI wieku sytuacja się całkowicie zmieniła.

Wielkie projekty w AI pod koniec XX wieku pozwoliły sporo się nauczyć.

Najbardziej ambitne projekty:

- Japoński projekt komputerów piątej generacji.
- Projekty amerykańskie.
- Projekty europejskie.

Komputery piątej generacji.

- Lata 1982-94.
Budżet rządu miliarda USD na 10 lat.
- Ministry of International Trade and Industry (MITI, Japonia).
Ok. 40 młodych ludzi z różnych firm komputerowych.
Institute for New Generation of Computer Technology (ICOT).
- Budowa „Knowledge Information Processing Systems (KIPS)”.
W latach 90. KIPS miały być „centralnym narzędziem we wszystkich dziedzinach społecznej działalności, włączając w to ekonomię, przemysł, kulturę, życie codzienne”.
- Wzorowany na udanym programie
National Super-Speed Computer Project.

Cele projektu 5-generacji

- Zbudowanie maszyn wykonujących 0.1 do 1 mld LIPS, oparty na ProLogu (Programming in Logic).
- Tłumaczenie, ok. 100.000 słów z japońskiego na angielski z dokładnością 90%.
- Rozumienie ciągłej mowy w zakresie 50000 słów z dokładnością 95%.
- Dialog z maszyną w języku naturalnym.
- Stworzenie systemów eksperckich korzystających z 10.000 reguł wnioskowania.
- „Pattern Information Processing National Systems” (PIPS) - analiza obrazów przy 100.000 obrazów w pamięci.

Wyniki I

- Program zakończono w 1994 roku, o pierwotnych celach nie wspomniano.
- Problem: skupienie się na podejściu symbolicznym, oparcie na Prologu i logice, stacje Symbolics.
- Obecnie prawie wszystkie cele zostały osiągnięte innymi metodami - w tym ideograficznych procesorów tekstu.
- Rozwinięto systemy równoległego i rozproszonego przetwarzania wiedzy oraz systemy równoległego wnioskowania (PIM, Parallel Inference Machines).
- Obiektowo zorientowane języki do reprezentacji wiedzy: KL1, KLIC i QUIXOTE, pozwalające na opis skomplikowanych fragmentów wiedzy, np. dotyczących reakcji biologicznych czy zagadnień prawniczych.

Wyniki II

- MGTP, program do dowodzenia twierdzeń, działa pod Parallel Inference Machine Operating System.

Przedstawiono dowody na istnienie pewnych kwazigrup na maszynie o 256 procesorach.

- Genetyka i biologia molekularna, reprezentacja wiedzy w genetyce (w ostatnich 2 latach projektu).
Obecnie wyrosła z tego bioinformatyka.
- System Helic-II, symulacja rozważań prawników, dyskusja między prokuratorem i adwokatem, interpretacja przepisów prawnych, intencji oskarżonych, symulacja rozumowania sędziego.

Wyniki III

- Rozwinięto metody szukania i organizacji wiedzy w dużych, rozproszonych baz danych multimedialnych.
- Komputerowe wspomaganie projektowania (CAD) z wykorzystywaniem wnioskowania logicznego na masowo równoległych komputerach.
- Od 1992 roku RWCP, Real World Computing Partnership, zorientowany na przetwarzanie informacji w trudnych zagadnieniach praktycznych.

5 centralnych tematów, w tym:

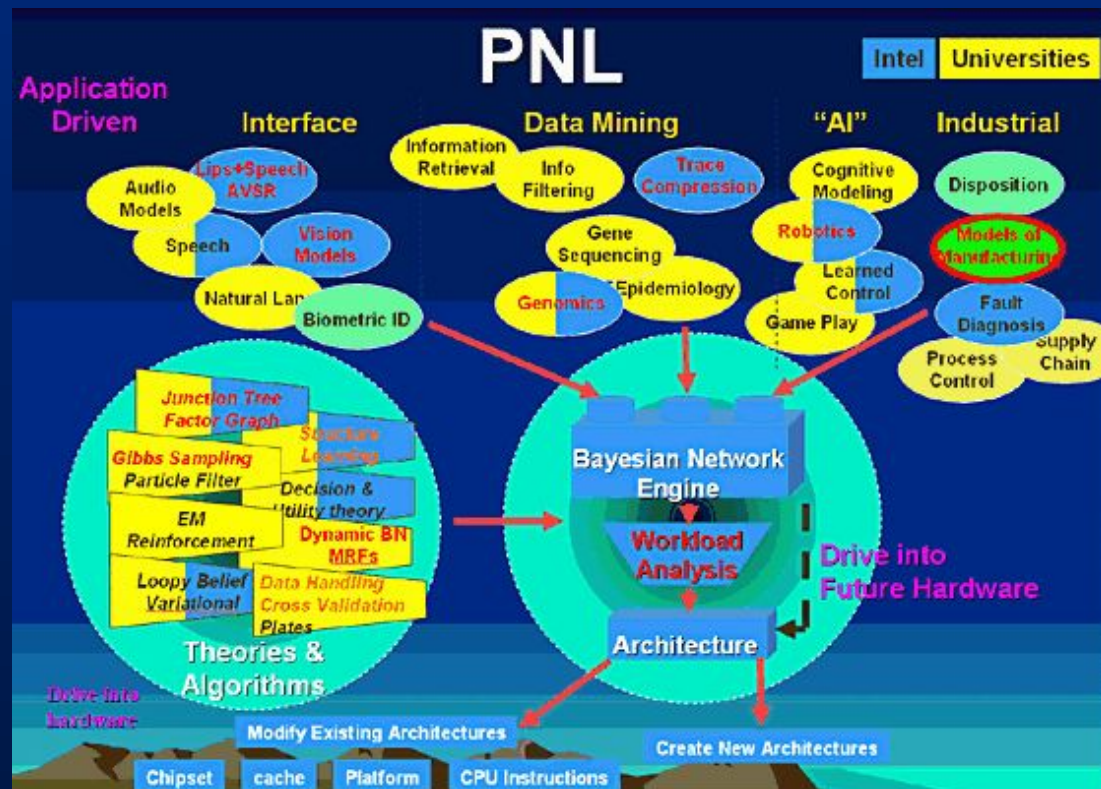
masowe przetwarzanie równoległe, integracja symbolicznego i neuronowego przetwarzania informacji, komputery optyczne, funkcje poznawcze mózgu, modelowanie sieci neuronowych i reprezentacja informacji źle lub nieprecyzyjnie określonej.

Projekty amerykańskie

- Najsilniejsze ośrodki naukowe w AI są w USA.
- Projekty AI finansowane przez DARPA (Department of Defense Advanced Research Projects Agency) - automatyczne samoloty i czołgi; w 2005 roku 5 autonomicznych pojazdów przejechało 200 km przez pustynię w stanie Nevada, teraz są samochody autonomiczne.
- Microelectronic and Computer Technology Corporation (MCC), od 1983 roku, konsorcjum większości dużych firm, AI, CAD/CAM, superkomputery, IC ...
- „Inicjatywa superkomputerowa” (supercomputing initiative) - teraflop computer i gigabit networks => Grid, Cloud Computing.
- System ekspertowy CYC, Douglas Lenat, od 1984 roku! "Zdrowy rozsądek" wymaga milionów reguł! CYC zawiera w podstawowej wersji ponad milion reguł. Ryzykowny projekt, jaka jest stabilność i przydatność takich baz wiedzy? Od 1995 roku firma CycCorp.
- Od 2011 roku IBM Watson, automatyczna akwizycja wiedzy.

Działania Intel

- Intel Loihi to procesor neuromorficzny (2019).
- Autodiagnostyka dysków, płyt głównych komputera, przewidywania awarii sprzętu zanim do niej dojdzie, np. w samochodach.
- Intel Proactive Computing, Open Source Computer Vision Library, Audio-Visual Speech Recognition, Probabilistic Network Library.



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

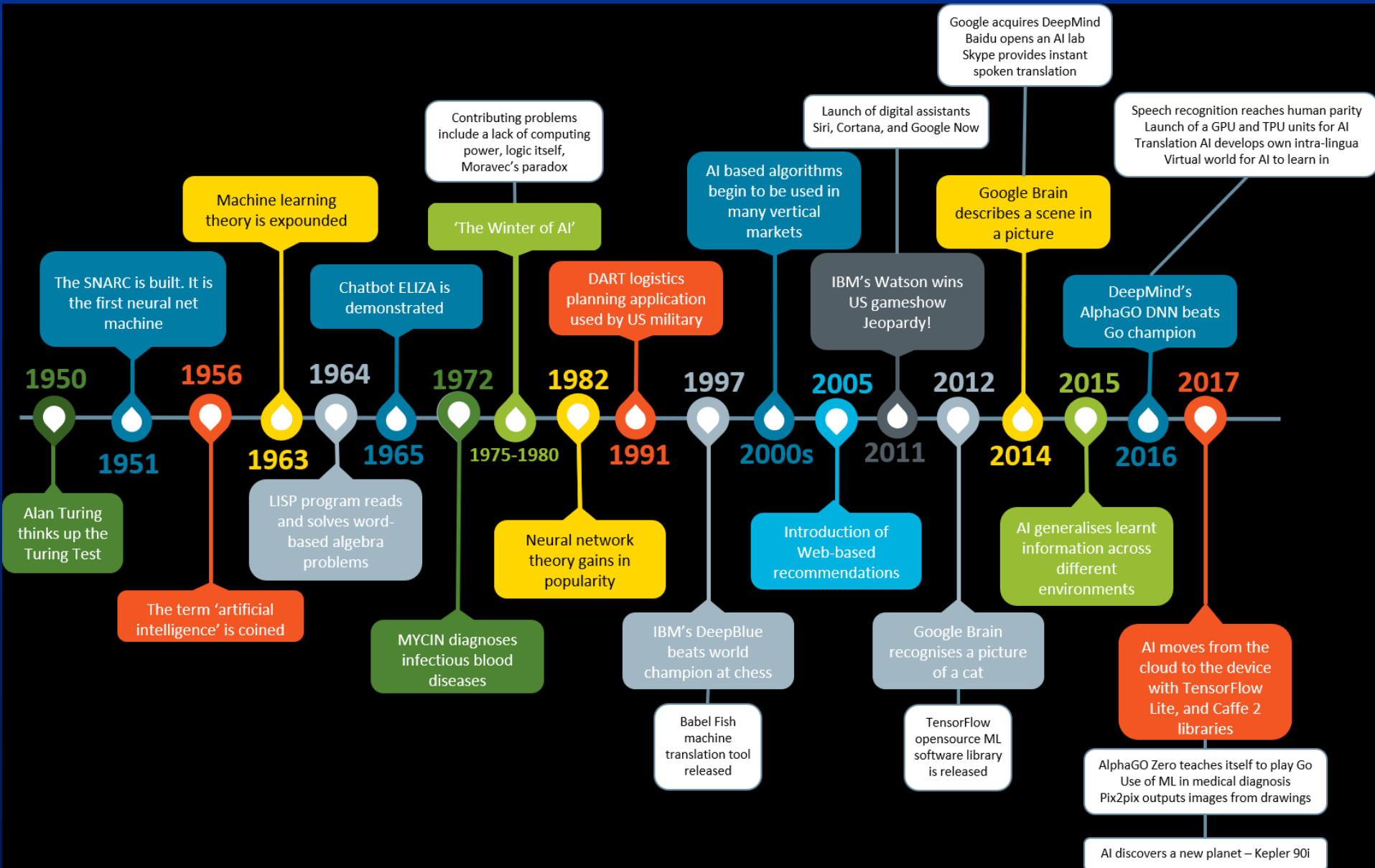
Deep Blue, a chess-playing computer from IBM defeats world chess champion Garry Kasparov

1998

KISMET

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

AI Timeline



3 fale 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

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.



AI Pierwsza Fala

First wave stumbles



2004

completed: 0



Source: DARPA

2005

completed: 5

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 zagadnień, RPA, Robotic Process Automation, np. firma UiPath oceniana na >7 mld \$ (2019).

Nie pomogło to w osiągnięciu bardziej ambitnych celów AI.

- Rozumienie języka naturalnego: jak można zrozumieć sens słów i zdań, stworzyć system dialogu i automatycznych tłumaczeń?
- Jak rozpoznać obiekty, działania, ludzi i ich intencje w sygnałach z kamery i czujników różnego rodzaju.
- Uczenie się z danych: przez wiele lat to była egzotyczna działka na konferencjach AI, sieci neuronowe stosowano do analizy informacji w bazach danych, ale obrazy i sygnały były zbyt trudne w 21 wieku to uczenie maszynowe (ML) stało się najważniejszym zagadnieniem, dzięki nowym technikom wielokrotnych transformacji sygnałów i zastosowaniu do analizy obrazów.



Supersystemy AI

- 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.

Ryzykowny projekt, stabilność i przydatność?

Baza wiedzy CYC coraz bardziej w cenie, od 1995 roku rozwija ją komercyjna firma CycCorp.

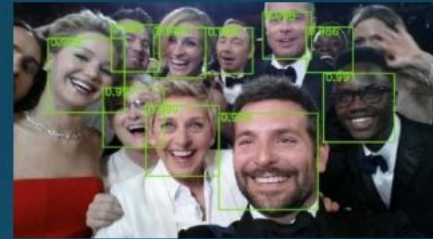
- IBM Watson, od 2011 roku jako system Q/A, teraz jako system doradczy w medycynie i wielu innych obszarach.
- Alternatywa: inteligencja behawioralna, rozwój robota podobny do rozwoju dziecka (już Turing pisał o stworzeniu „child machine”), projekt Cog z MIT, od 1992 roku.

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.

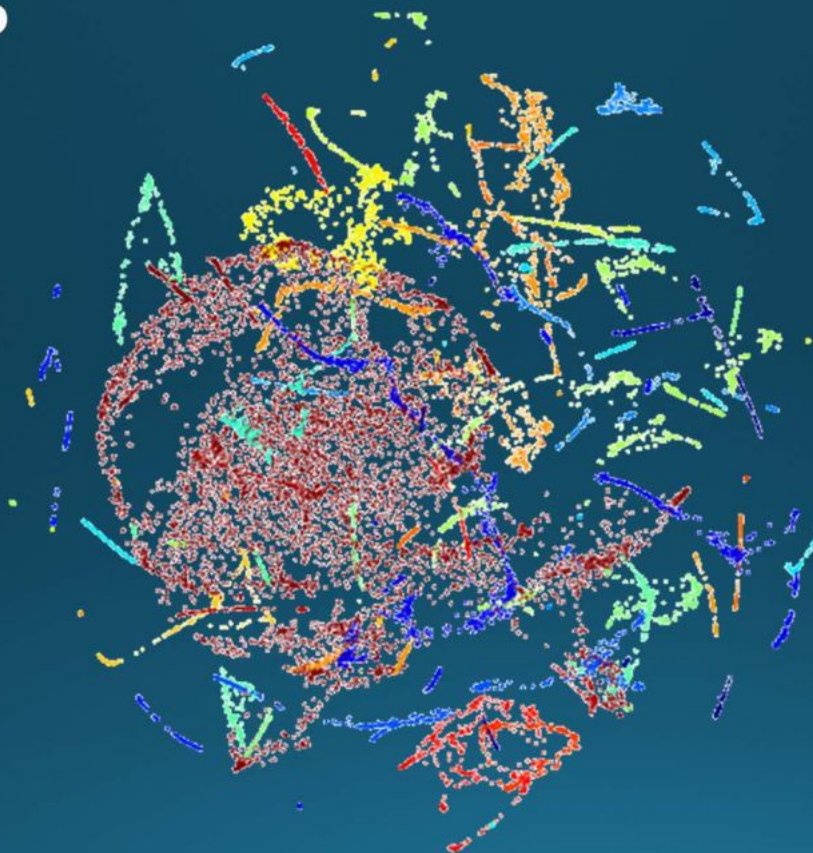


Klasyfikacja i predykcja pozwoliły na postępy w prostych zastosowaniach robotycznych i przetwarzaniu języka naturalnego na niezbyt głębokim poziomie.

Rozumienie danych



Manifolds



Each manifold
represents a
different entity

Understanding data
comes by separating
the manifolds

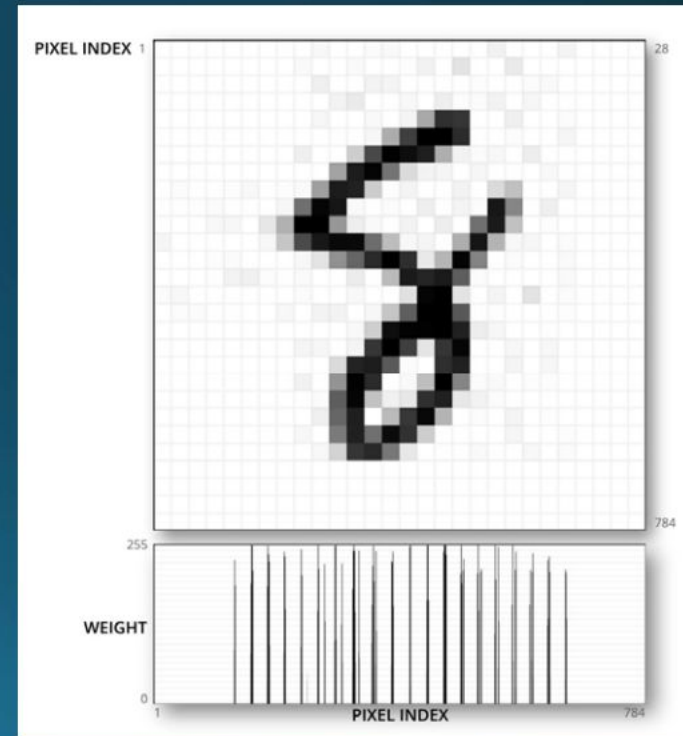
Rzeczywiste obiekty są złożone, ale dzięki podobieństwu po odpowiednich transformacjach danych je opisujących, zredukować wymiarowość!

Pismo ręczne

Manifolds of handwriting



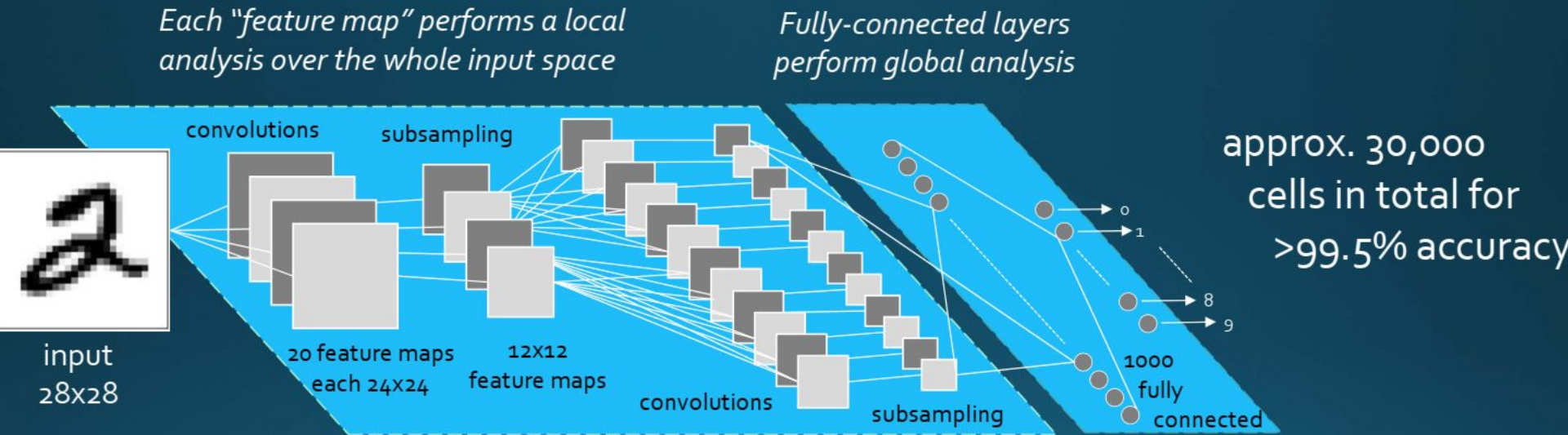
Variation in handwritten digits form 10 distinct manifolds within the 28x28 dimensional space of pixel values



Cyfry i znaki pisane ręcznie wykazują dużą zmienność, ale mogą być rozdzielone na lokalnych koleinach w małych wymiarach.

Sieci neuronowe i pismo ręczne

Structured neural net



Machine-learning "programmers" design the network structure with experience and by trial and error

Proste sieci neuronowe opracowano w latach 1980-90, ale uczenie się 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.

Nadludzkie możliwości AI



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, cech osobowości, preferencji seksualnych, politycznych na podstawie zdjęć.

Eksperymenty naukowe: 2020-Alpha Fold 2 związa 220 mln białek. Co-scientist lab partner (CMU). 2023-GNoME (Deep Mind) 2.2 mln struktur nowych materiałów/kryształów.

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

Kreatywność i wyobraźnia: 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. 2020: BERT odpowiada na 100 000 pytań SQuAD.

Cyborgizacja: interfejsy mózg-komputer, optymalizacja ...



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.

History of Game AI

By: Andrey Kurenkov

Dartmouth Conference

1956: the birth of AI



Kaissa

1974: first world computer chess champion

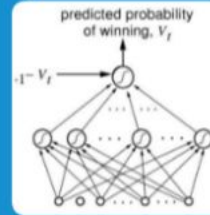


Mac Hack

1967: chess AI beats person in tournament

TD-Gammon

1992: RL and neural net based backgammon AI shown



Monte Carlo Go

1993: first research on Go with stochastic search

NeuroGo

1996: ConvNet with RL for Go, 13 kyu (amateur)

MCTS Go

2006: French researchers advance Go AI with MCTS

Crazy Stone

2008: MCTS Go AI beats 4 dan player

Zen19

2012: MCTS based Go AI reaches 5-dan rank

Samuel's Checkers AI

1956: IBM Checkers AI first demonstrated

Zobrist's AI

1968: First Go AI, beats human amateur

CNN

1989: convolutional nets first demonstrated

CHINOOK

1994: checkers AI draws with world champion

Deep Blue

1997: IBM chess AI beats world champion

DeepMind

2014: Google buys deep-RL AI company for \$400Mil

Bernstein's Chess AI

1958: first fully functional chess AI developed

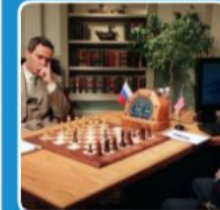
Checkers AI Wins

1962: Samuel's program wins game against person



Backprop

1986: multi-layer neural net approach widely known

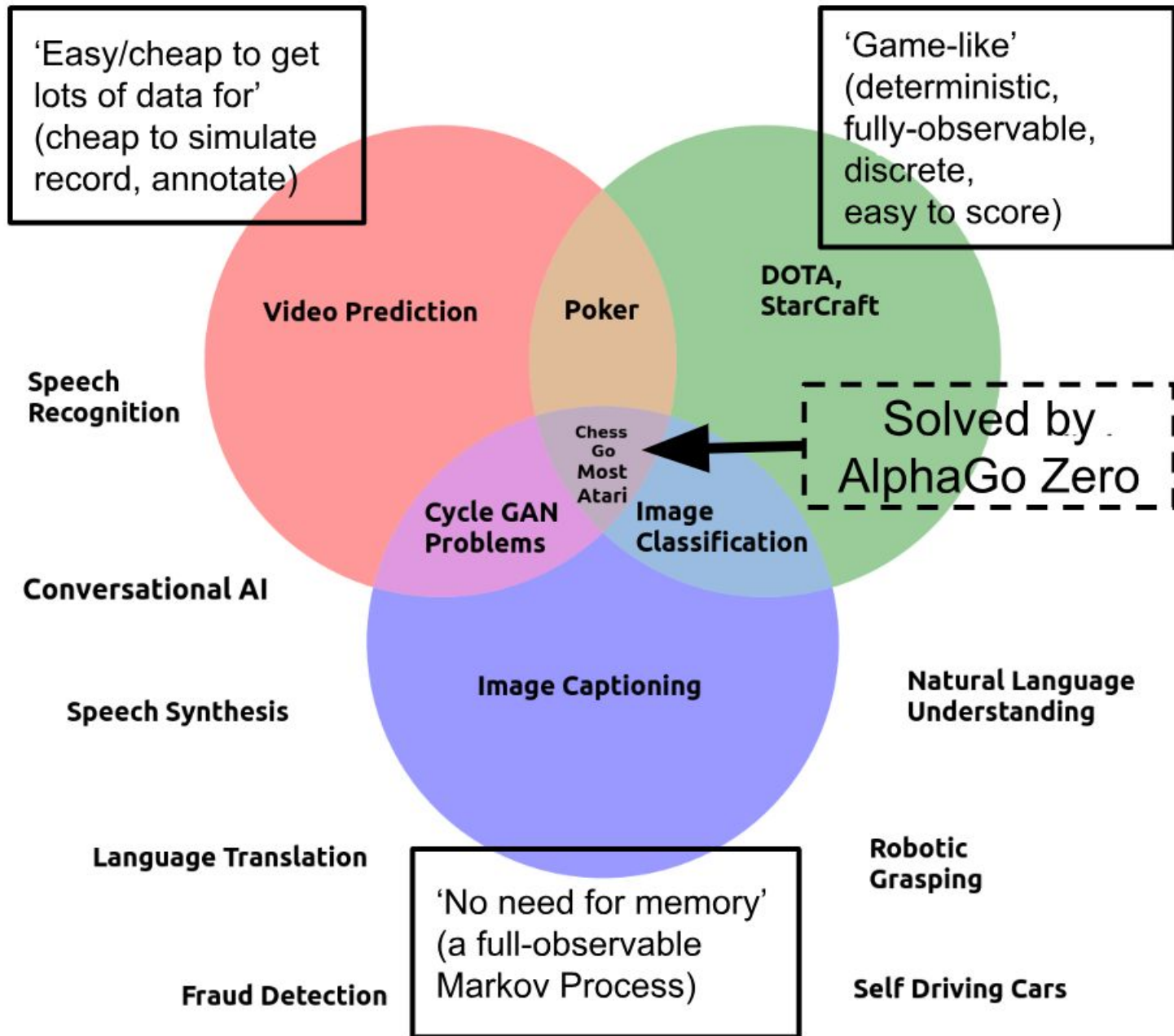


AlphaGo

2016: Deep Learning+MCTS Go AI beats top human

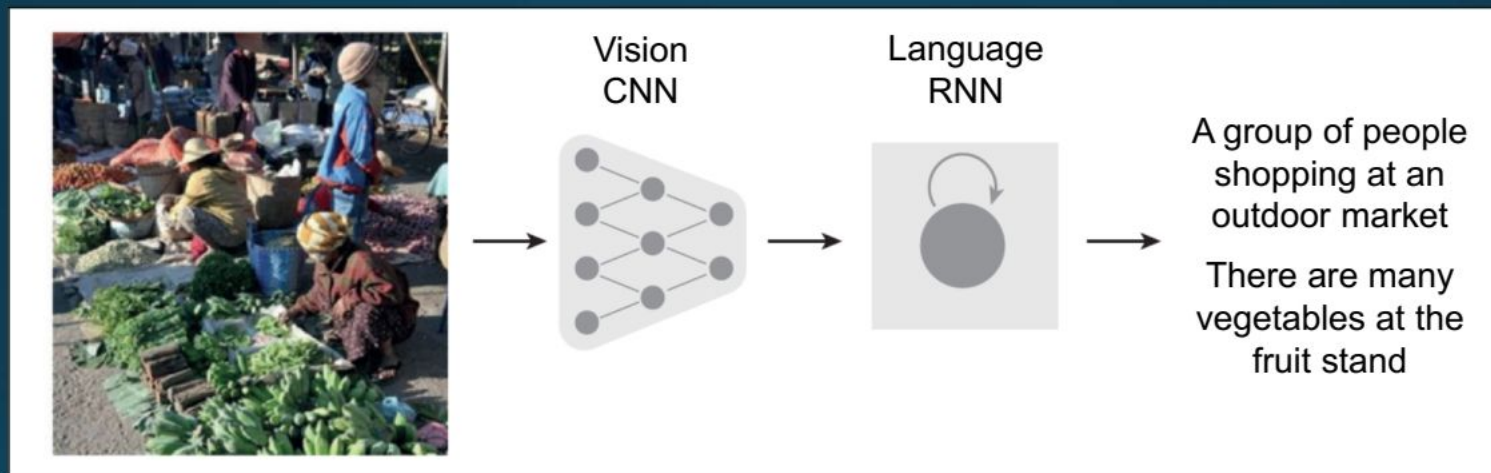


A (rough) Venn Diagram of AI Problem Complexity



Trzecia fala AI

Layering neural networks



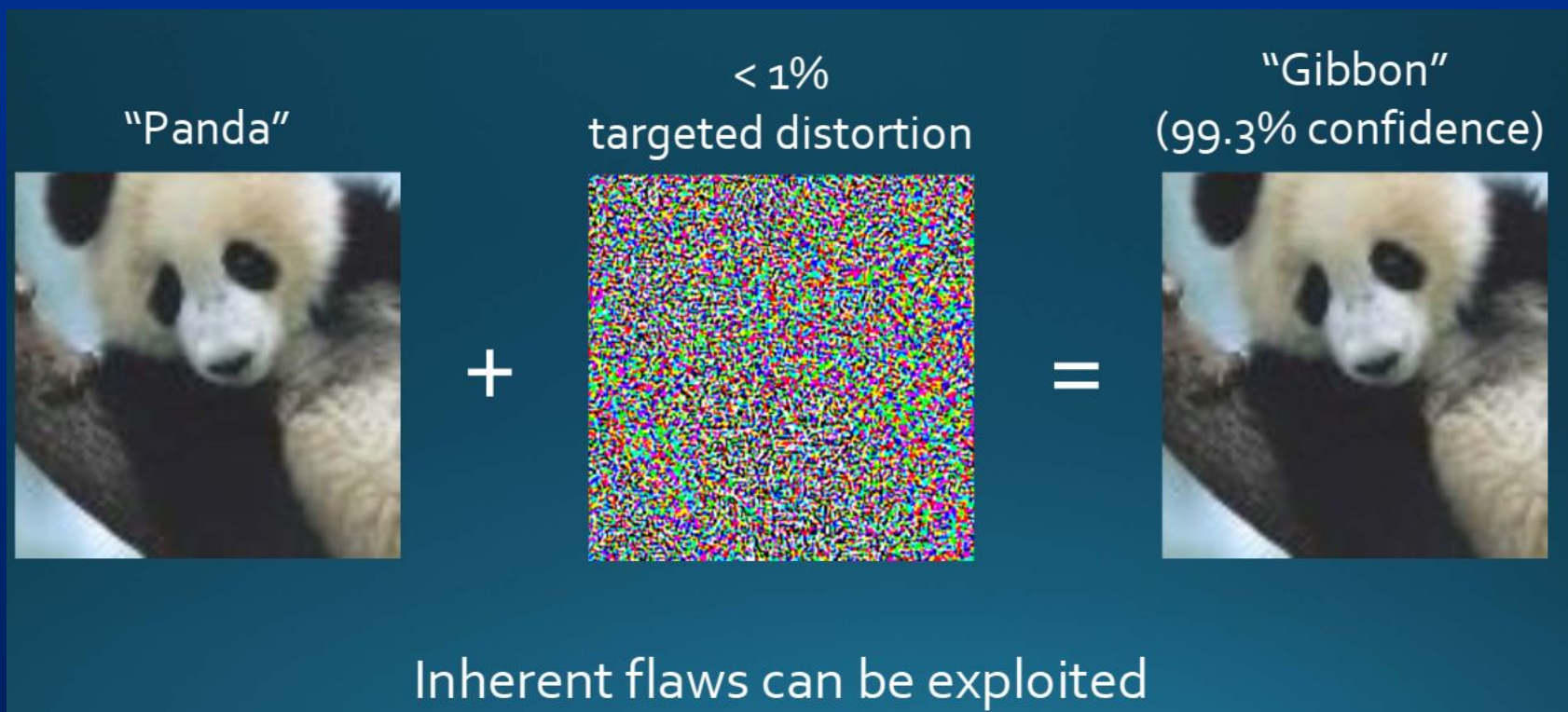
Yann LeCun, Yoshua Bengio, & Geoffrey Hinton (2015). Deep Learning, Nature, Vol. 521, (pp. 436-444)

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.

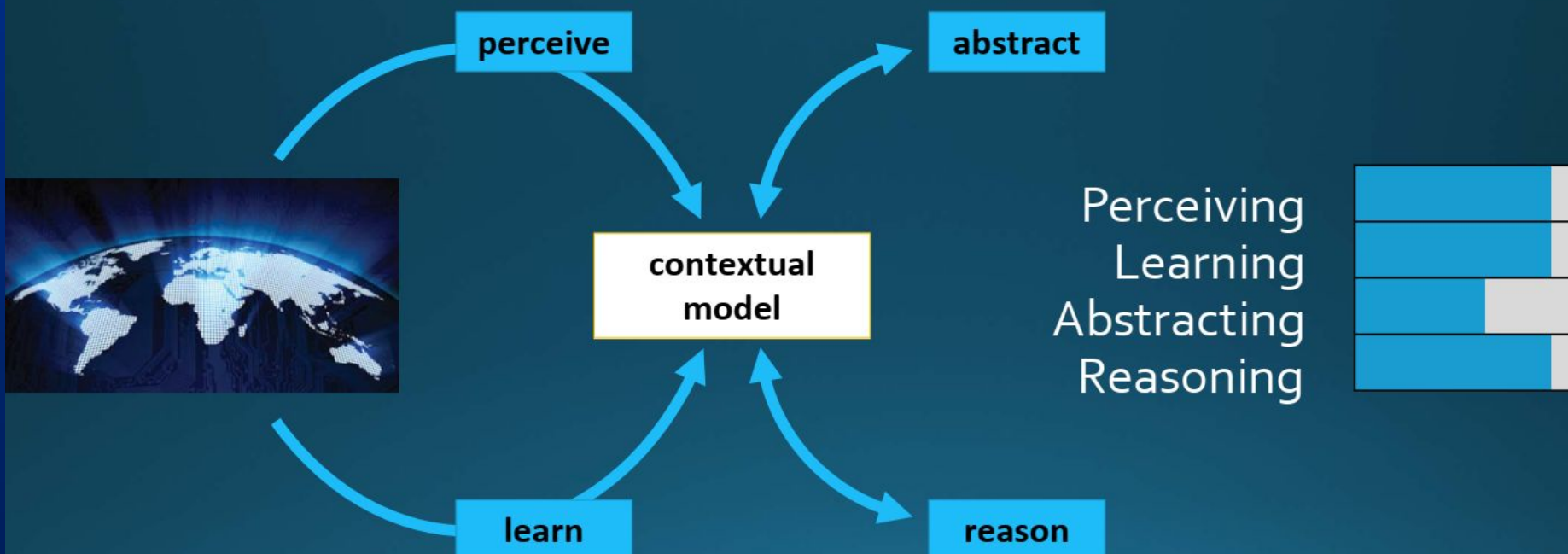
Trzecia fala AI



Nie jest 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 5 lat temu ... 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.

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 działanie**: percepcja, pamięć, skojarzenia, reakcje emocjonalne, bez wysiłku – powtarzane miliony razy, więc szybko działa.
- 8) **Edukacja**: krytyczna analiza, myślenie analityczne, algorytmiczne, model świata, refleksja – myślenie koncepcyjne, klasyczne AI.

Nauczanie i konsorcja AI

AI naucza się w USA na informatyce (computer science).

Typowe wykłady mają podobną strukturę jak nasze.

Są też programy nauczania prezentujące w ramach specjalizacji modele inspirowane przez działanie mózgu, symulacje funkcji mentalnych - inteligencja obliczeniowa, uczenie maszynowe.

Dało to AI w 21 wieku całkiem nowe możliwości.

- Najsilniejsze ośrodki naukowe są w USA: MIT, Stanford, CalTech, Berkeley, Carnegi-Mellon.
- Wielkie firmy komputerowe: IBM, Microsoft, Google, Microsoft, Amazon, Apple, Facebook, oraz chińskie Aibaba, Baidu, TenCents, koreański Samsung ...
- W Europie: Edynburg w Szkocji, Marsylia w Francji, Fraunhoffer, Max Planck Institute, Siemens, oraz europejskie konsorcja AI utworzone w 2020 roku.

Europa

- W Anglii do 1973 było sporo prac w AI. Krytyczny raport matematyka Sir Jamesa Lighthilla to zmienił: AI to utopia, nie da się. Fundusze obcięto. Po 1982 r. sytuacja się zmieniła; powstało kilka dobrych ośrodków (Edynburg, Sussex), połączono to z badaniami z nauk kognitywnych.
- Francja, od 1982 program rozwoju komunikacji, robotyki i AI. Plany: już w 1990 roku 20% produkcji miało być dzięki robotom. Powstał projekt inteligentnej encyklopedii.
- Unia Europejska: ESPRIT - European Strategic Program for Resources in Information Technology, w tym mikroelektronika, robotyka, AI, oprogramowanie. Udział politechnik, uniwersytetów i dużych firmy IT.
- Human Brain Project (2013-2022) z budżetem 1 mld Euro ma mieć liczne zastosowania w AI.
- 2018: wielka mobilizacja, obietnica 20 mld €/rok na badania AI. Powstają liczne centra doskonałości i nowe placówki zajmujące się AI wszędzie w Europie (Polska jest niechlubnym wyjątkiem).

Przebudzenie Europy

- Human Brain Project (2013-2022) Future Emerging Technology flagship program z budżetem mld Euro ma za zadanie nie tylko zrozumieć i stworzyć symulację ludzkiego mózgu ale inspirować AI.
- 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 6.5 i 12 bilionów Euro w 2025 roku.
- Wydatki EU z połowy 2018 roku to około ~3 mld E, USA 12-18 mld E. Potrzeby krajów EU to przynajmniej 20 mld E na końcu 2020 roku a potem >20 mld E na rok.
- Plan Digital Transformation 2021-27: rozwój AI + superkomputerów + cyberbezpieczeństwa+ zaawansowanych umiejętności cyfrowych.

Polska

- 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, ale w planach na 2020 jest Wirtualny Instytutu AI.

W ramach cyberbezpieczeństwa techniki uczenia maszynowego staną się bardzo ważne.

Polska strategia

- Mamy 5 naukowych towarzystw, zrzeszonych w ramach Polskiego Porozumienia na rzecz Rozwoju Sztucznej Inteligencji (PP-RAIPP-RAI, 10/2018): PTAI, PTNN, ML Group, IEEE Computational Intelligence Society, IEEE SMC (Polish Chapter of the IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society) i kilka innych towarzystw.
- Prace nad polityką rozwoju AI koordynuje Ministerstwo Cyfryzacji, wstępne opracowania z końca 2019, nowe plany od 2024.
- Propozycje Wirtualnego Instytutu AI jak i studiów doktoranckich.
- Artificial Intelligence as a Service (AlaaS) – podobnie do platformy EU, może powstanie polska platforma. Podobne idee: Google (Cloud Platform), Amazon (Web Services), Microsoft (Azure), IBM (Developer Cloud), startupy takie jak BigML, Dataiku.

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)
Piąte wydanie, 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 jest to podręcznik.

Literatura krajowa

Jest podręcznik do GOFAI po polsku. Lista empik 290 książek, w większości popularnych ...

1. Russell Stuart , Norvig Peter, Sztuczna inteligencja. Nowe spojrzenie. T1/2
2. Z. Hippe, Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w chemii (PWN, Warszawa 1993), nadal najlepsze wprowadzenie, chociaż głównie na temat zastosowań AI w chemii.
3. L. Rutkowski, Metody i techniki sztucznej inteligencji. PWN 2005.
To podręcznik inteligencji obliczeniowej, głównie rozpoznawania obiektów.
4. Tadeusiewicz R, Korbicz J, Rutkowski L, Duch W (Eds), Sieci neuronowe w inżynierii biomedycznej ,Wyd. Exit, Warszawa 2013
5. Duch W, Korbicz J, Rutkowski L, Tadeusiewicz R (Eds), Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000. Tom 6: Sieci neuronowe. EXIT 2000
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

Mieczysław Muraszkiewicz (red.), Robert Nowak (red.) Sztuczna inteligencja dla inżynierów. Istotne obszary i zastosowania

Mieczysław Muraszkiewicz (red.), Robert Nowak (red.) Sztuczna inteligencja dla inżynierów. Metody ogólne

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

Kai Fu Lee, Inteligencja sztuczna, rewolucja prawdziwa. 2019.

1. A. Przegalińska, P. Oksanowicz, Sztuczna Inteligencja. Nieludzka, arcyłudzka. Znak 2020.
2. 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.

[Nowości z OPI](#) (nie działa od 2020 roku).

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.

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, blokowane)

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

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

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

Historia: [AI History Infografics](#) | [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](#)

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](#) - network of artificial intelligence research hubs,

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

[OpenAI GPT-4](#) [K4A](#), knowledge for all [AI ecosystem directory](#),

[LabLab.ai](#) ecosystem, hackathons.

[Mózgi i neuroinformatyka](#)

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?
- Jakie podejście zastosowano w projekcie komputerów 5 generacji?
- Dlaczego projekty komputerów 5 generacji nie przyniosły rezultatów?
- Czy uczenie maszynowe rozwiązuje wszystkie problemy AI?