



Sztuczna inteligencja: wielkie przyspieszenie

Włodzisław Duch

Katedra Informatyki Stosowanej, INT, WFAiIS
Neuroinformatyka i Sztuczna Inteligencja, CD DAMSI UMK
Laboratorium Neurokognitywne, ICNT UMK
Google: Wlodzislaw Duch

Seminarium AI, Wrocław, 17/02/2021

Myślenie i rozwój cywilizacji

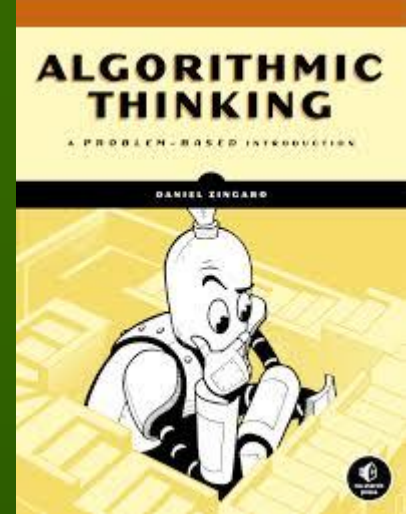
To nadzwyczajny moment w historii świata!

Epoki rozwoju cywilizacji i rozumienia rzeczywistości
wszystkie nadal reprezentowane współcześnie:

1. Myślenie magiczne, kaprysy bogów, fatalizm.
2. Przyczynowość i empiryczne obserwacje, wiedza opisowa.
3. Teorie i rozumienie mechanizmów, weryfikacja, matematyka i statystyka.
4. Symulacje komputerowe i „nowy rodzaj nauki” Wolframa.
5. Wiedza z danych, gromadzenie i dostęp do wszystkich informacji.
6. Sztuczna inteligencja wspiera ludzkie myślenie.
7. Autonomiczna sztuczna inteligencja.



AI: definicja informatyka



Sztuczna Inteligencja (Artificial Intelligence, AI) to dział informatyki zajmujący się rozwiązywaniem problemów, dla których nie ma **efektywnych algorytmów**.

Dawniej: w oparciu o modelowanie wiedzy, przedstawianej w werbalnie opisywany, symboliczny sposób, głównie zajmująca się rozumowaniem na poziomie koncepcyjnym.

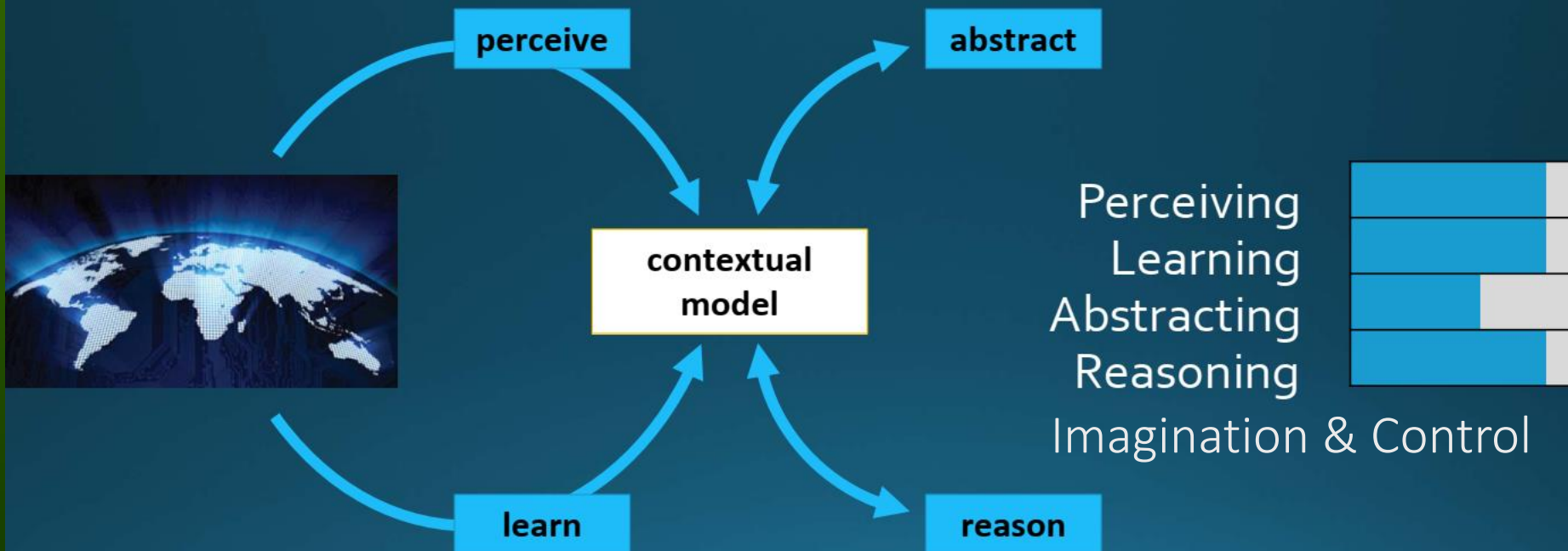
Obecnie (ostatnie dekady): AI jest niemal utożsamiana z uczeniem maszynowym, czyli rozpoznawaniem obrazów, odkrywaniem wiedzy w dużych zbiorach danych, funkcjom realizowanym intuicyjnie.

Najważniejszą techniką stały się wielowarstwowe sieci neuronowe. Technologie **neurokognitywne**: **neuro => cogito**.

Regulacja AI? To jak regulacja matematyki.

Trzecia fala AI

The third wave of AI



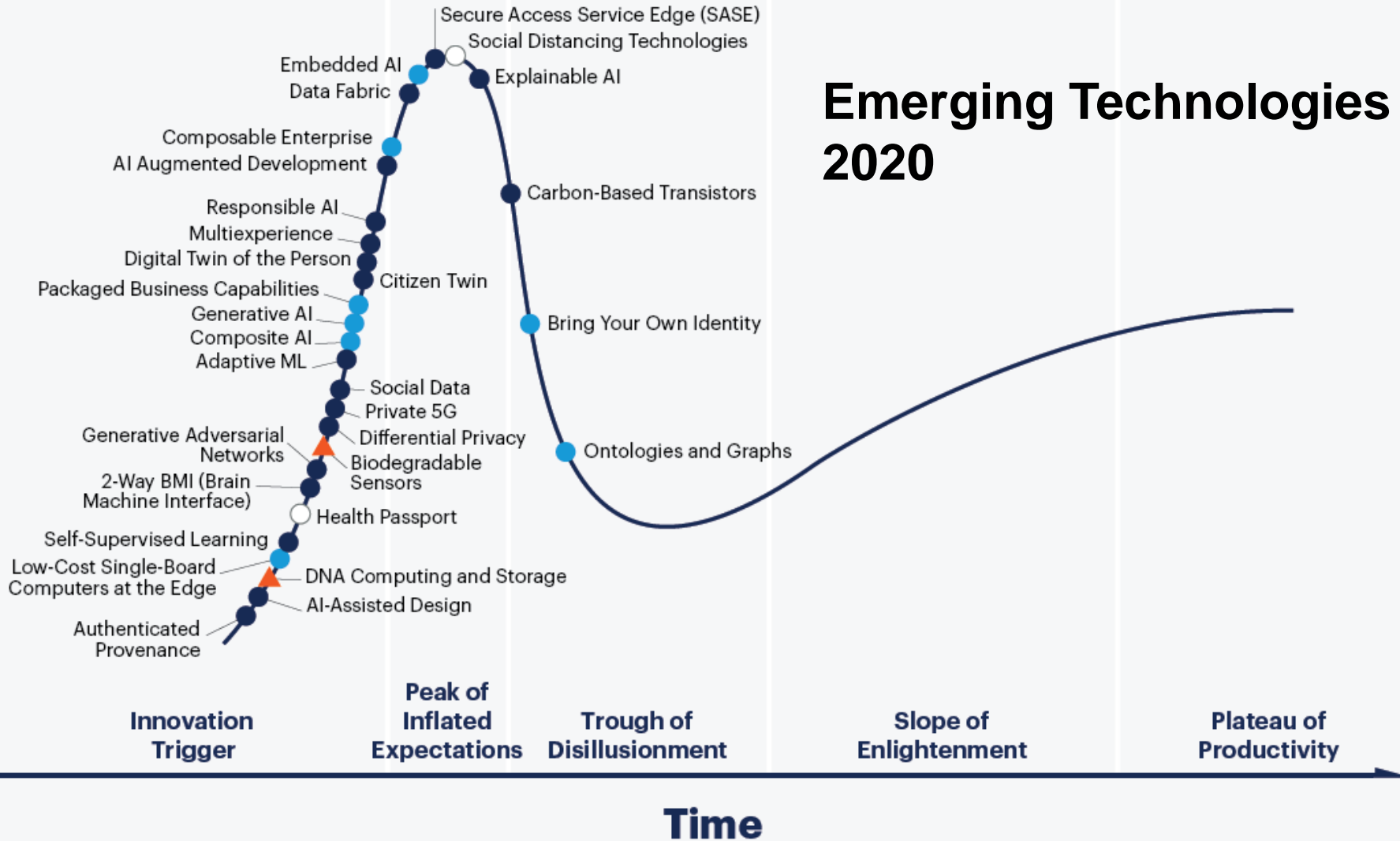
Pierwsza fala: inżynieria wiedzy, reguły, systemy ekspertowe; druga to statystyka i duże zbiory danych, trzecia to modele zjawisk uwzględniające przyczynowość, systemy neuro-symboliczne, percepcja + rozumowanie.

Sztuczna wyobraźnia: **Generative Adversarial Networks!**

Gartner Hype Cycle

Emerging Technologies 2020

Expectations



Plateau will be reached:

○ less than 2 years ● 2 to 5 years ● 5 to 10 years ▲ more than 10 years ⊗ obsolete before plateau As of July 2020

WEF: przemysł 4 generacji, oparty na AI/neuro



3D Printing



Advanced Materials



Artificial Intelligence and Robotics



Behavioural Sciences



Blockchain



Drones



Fourth Industrial Revolution



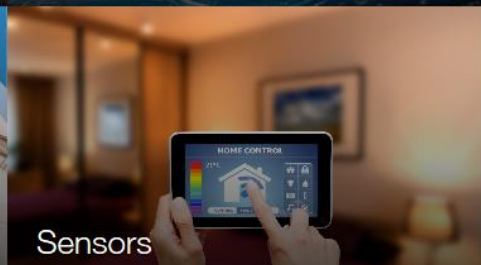
Human Enhancement



Neuroscience



Precision Medicine



Sensors



Virtual and Augmented Reality



Internet of Things



Biotechnology



Kogni Nauki kognitywne

Biohybrydy

Bio
Lab
neuro-
kognitywne

Nano
Fizyka
Kwantowa

Info

Informatyka, inteligencja obliczeniowa/sztuczna,
uczenie maszynowe, sieci neuronowe

Nano: neuromorficzna przyszłość

Ściana mieści 1024 chipy TN, czyli 1 mld neuronów i 256 mld synaps, ok. 1/4 mózgu goryla, 1/6 szympansa. Cerebras CS-1 chip ma 1200 mld tranzystorów!

Integracja:

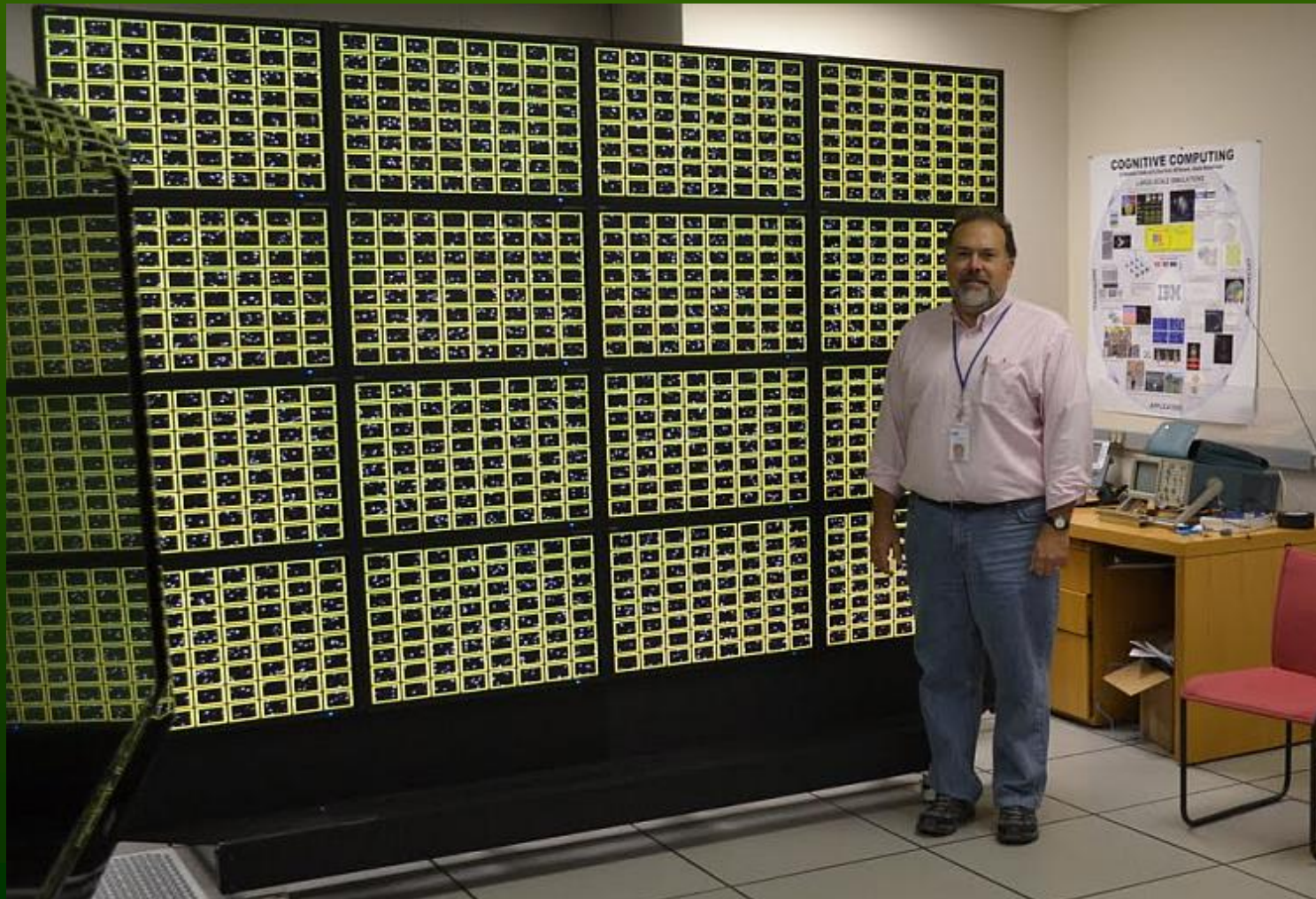
Nano +

Neuro +

Info +

Kogni

Neural
accelerators
for PC



Nano: hybridowe chmury

Science is moving beyond dedicated advanced compute systems to make greater use of hybrid cloud: local, public & private, traditional + new ways of computing.

Heterogeneity to support seamless workflows across highly diverse resources including scientific instruments, sensors, physical devices, and entire labs and research organizations.

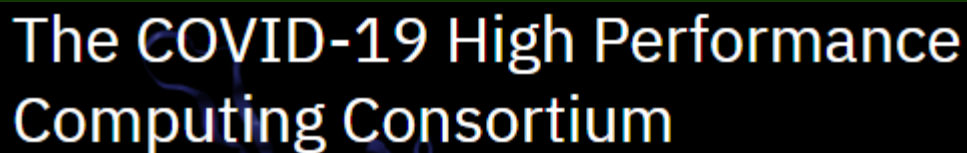
Distributed farms, data flow machines, FPGA, quantum computing, neuromorphic computing, high-end network ...

European Open Science Cloud (2018) [Helix Nebula Science Cloud](#) run by CERN.
U.S. Department of Energy's Research Hybrid Cloud at Oak Ridge National Lab

[COVID-19 High Performance Computing](#), huge consortium donating free computer time: 50.000 GPUs, 6.8 mln cores, 600 Pflops, 100 projects.

43 consortium members: USA national labs, NASA, NSF, NIH, Amazon, Google, Dell, HP, Intel, Microsoft, Nvidia, RIKEN ...

The COVID-19 High Performance
Computing Consortium



Nadludzkie możliwości AI



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

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

Strategia i sterowanie: 2017–OpenAI wygrywa w Pokera i Dota 2; 2019-Starcraft II ... co zostało?

Eksperymenty naukowe: 2015 AI odkrywa ścieżki genetyczne/sygnałowe regeneracji płazińców, Alphafold 2 zwiija białka.

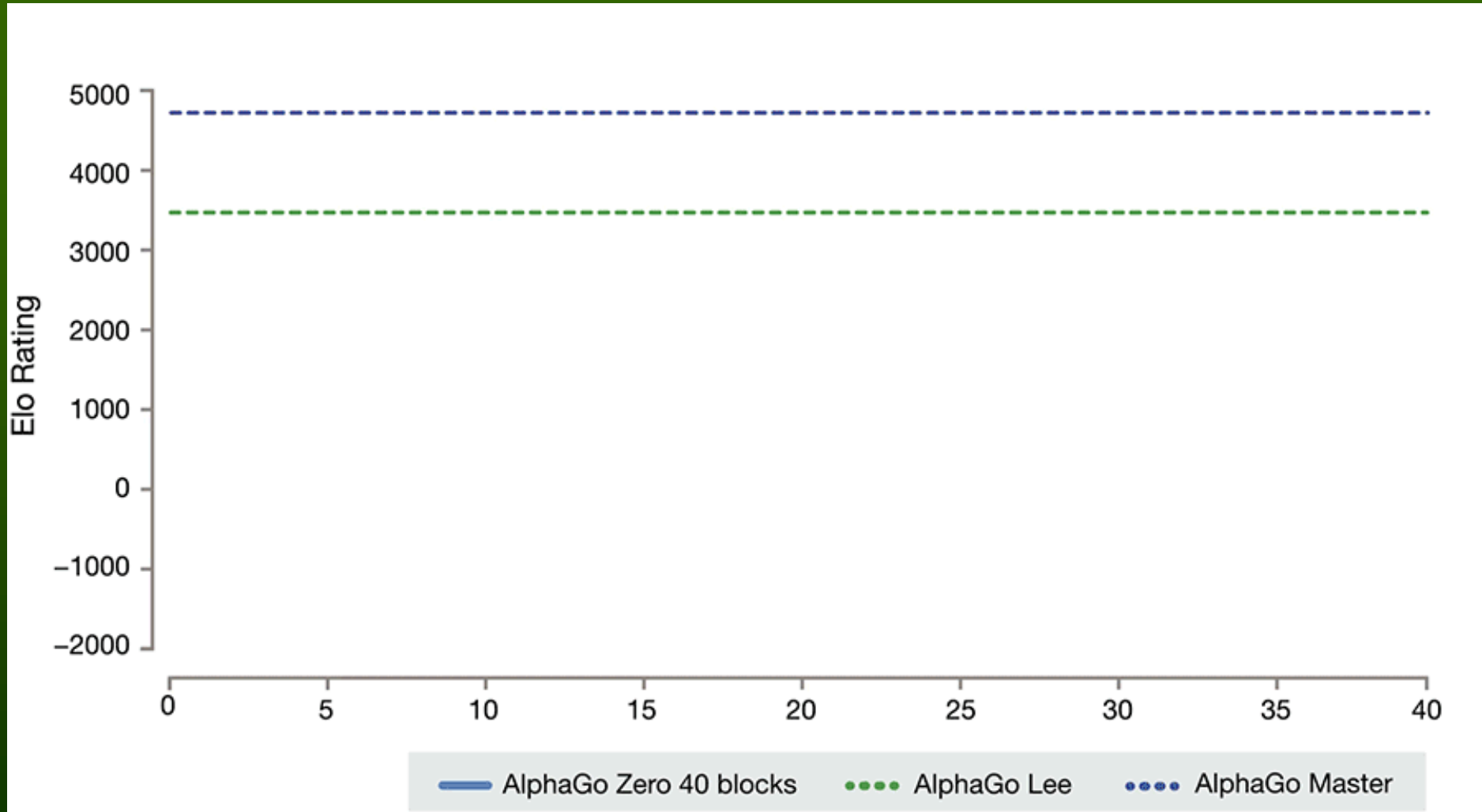
Robotyka: 2020 fikołki i parcour Boston Dynamics, autonomiczne pojazdy na drogach.

Kreatywność i wyobraźnia: AIVA i inne programy muzyczne, DeepArt i programy malarskie.

Język: 2011–IBM Watson wygrywa w Jeopardy (Va Banque); 2018–Watson Debater wygrywa z filozofami, 2020: BERT odpowiada na pytania z bazy SQuAD.

Cyborgizacja ...

AlphaGo zero uczy się Go od 0!



Tysiące lat ludzkiego doświadczenia odkryte w kilka dni dzięki graniu przeciwko sobie, pozwala osiągnąć nadludzkie możliwości w strategii gry w Go.

Zwijanie białek



The ability to accurately predict protein structures from their amino-acid sequence will vastly accelerate efforts to understand the building blocks of cells, and enable quicker and more advanced drug discovery.

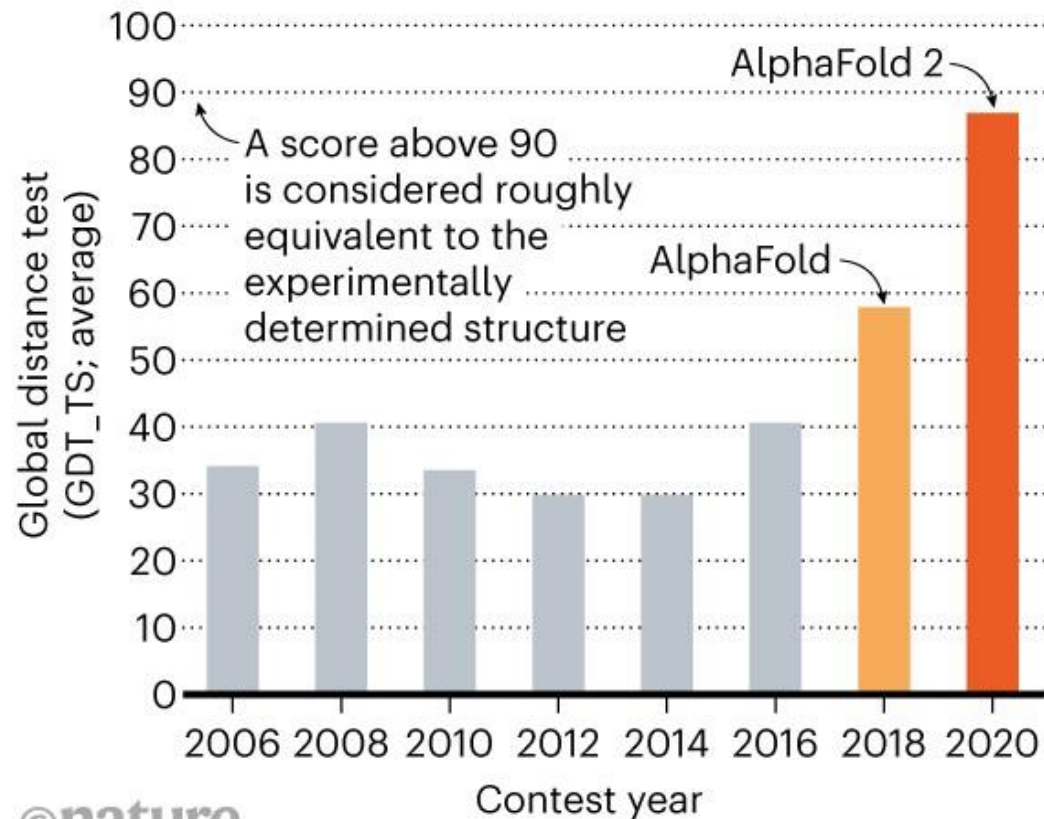
AlphaFold 2 using deep neural networks has made great improvement, over 2/3 of predicted structures are equivalent to experimental!

[Nature, 30.11.2020](#)

Perception+learning+reason.

STRUCTURE SOLVER

DeepMind's AlphaFold 2 algorithm significantly outperformed other teams at the CASP14 protein-folding contest — and its previous version's performance at the last CASP.



©nature

Nadludzka percepcja

Automatyczna analiza zdjęć twarzy określa własności fizyczne: płeć, wiek, rasę BMI.

Niespodzianka! Również emocje, cechy charakteru, skłonności kryminalne, preferencje religijne, polityczne i seksualne można odczytać z twarzy z większą dokładnością niż robią to ludzie.

Homo/hetero mężczyźni w 91% przypadków, a kobiety w 83% (5 zdjęć/osobę). Oceny 35 ludzi były poprawne w 61%/54% .

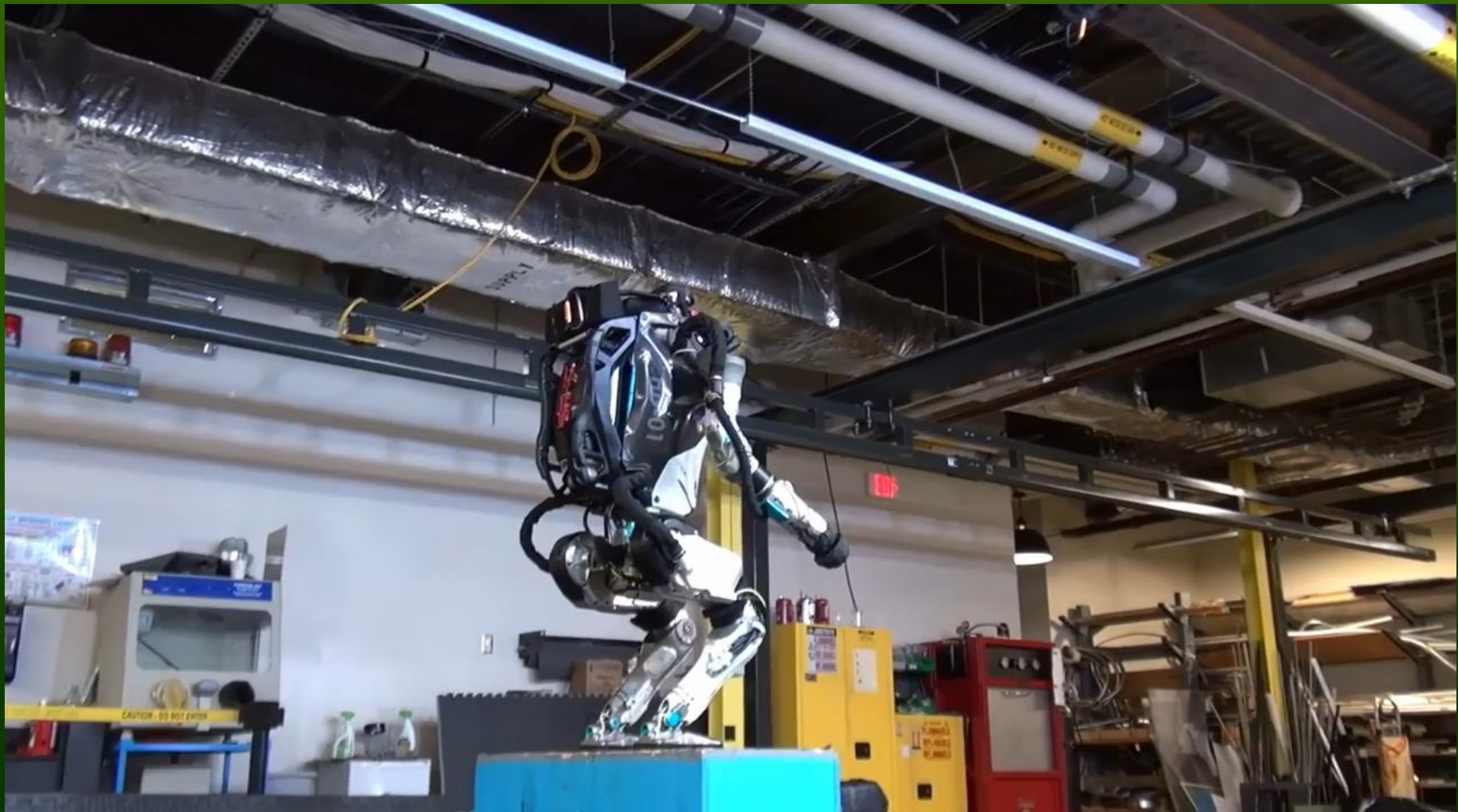


Analiza ponad miliona zdjęć pozwala na poprawne określenie preferencji liberalnych vs konserwatywnych w 72% przypadków. Ludzie - 55% poprawnych. Tendencje kryminalne: dla 5000 więźniów i tyle samo kontrolnych zdjęć sieć CNN wykazała 97% dokładność (pracę wycofano, brak zgody komitetu etycznego).

Kontrola: sterowanie robotami

Inteligencja behawioralna: nauka robota od “niemowlęctwa”.

Projekt Cog na MIT, Rodney Brooks lab, 1994-2003. Projekt iCube



GAN, Generative Adversarial Networks

Idea (2014): jedna sieć generuje przykłady, zmieniając swoje parametry by oszukać drugą, że to prawdziwe dane. **Trenowanie wyobraźni!** Od szumu do twarzy ...



2014

2015

2016

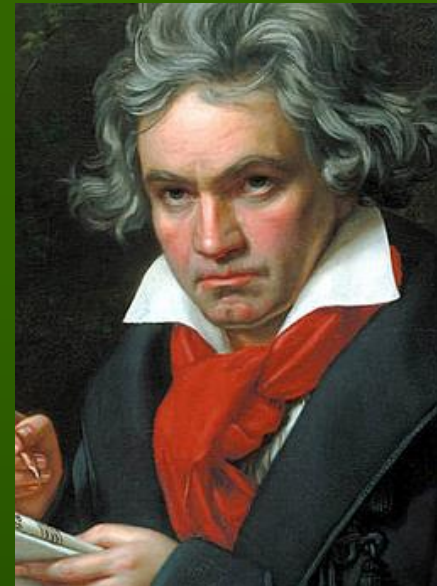
2017

	2014	2015	2016	2016	2017	2017	
Text description	This bird is blue with white and has a very short beak	This bird has wings that are brown and has a yellow belly	A white bird with a black crown and yellow beak	This bird is white, black, and brown in color, with a brown beak	The bird has small beak, with reddish brown crown and gray belly	This is a small, black bird with a white breast and white on the wingbars.	This bird is white black and yellow in color, with a short black beak
Stage-I images							
Stage-II images							

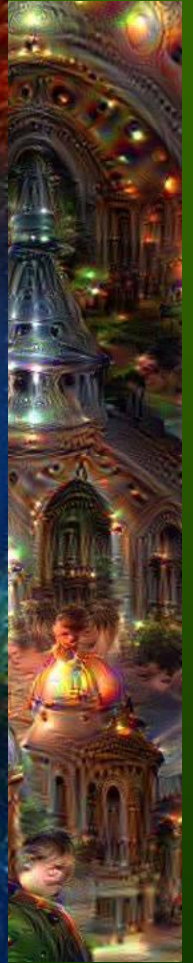
GAN: animacje i deep fake

Obrazy można ożywić lub zamienić automatycznie w karykatury. Realistyczny model wymaga kilku zdjęć lub obrazów. Można też dodać różną ekspresję imitując osobowość i głos. Każdy może stworzyć „deep fake”.

Living portraits



[Deepfake Videos Are Getting Real](#), [Gender swap of composers](#)
Google [Deep Dream](#)



[Google Deep Dream/Deep Style & Generator, Gallery](#)

LA Gatys, AS Ecker, M Bethge, A Neural Algorithm of Artistic Style (2015)

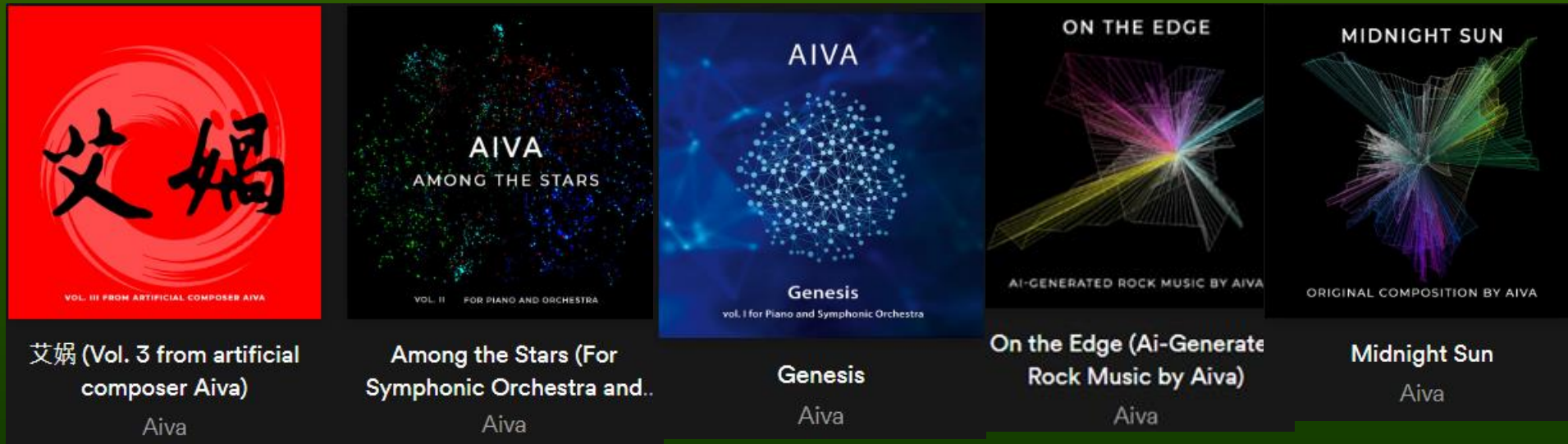
Creativity: AI Virtual Artists

AIVA – AI Virtual Artist, member of author's rights society (SACEM), 206 works.

AIVA YouTube channel, Youtube „Letz make it happen“, Op. 23

SoundCloud channel Spotify and Apple channel

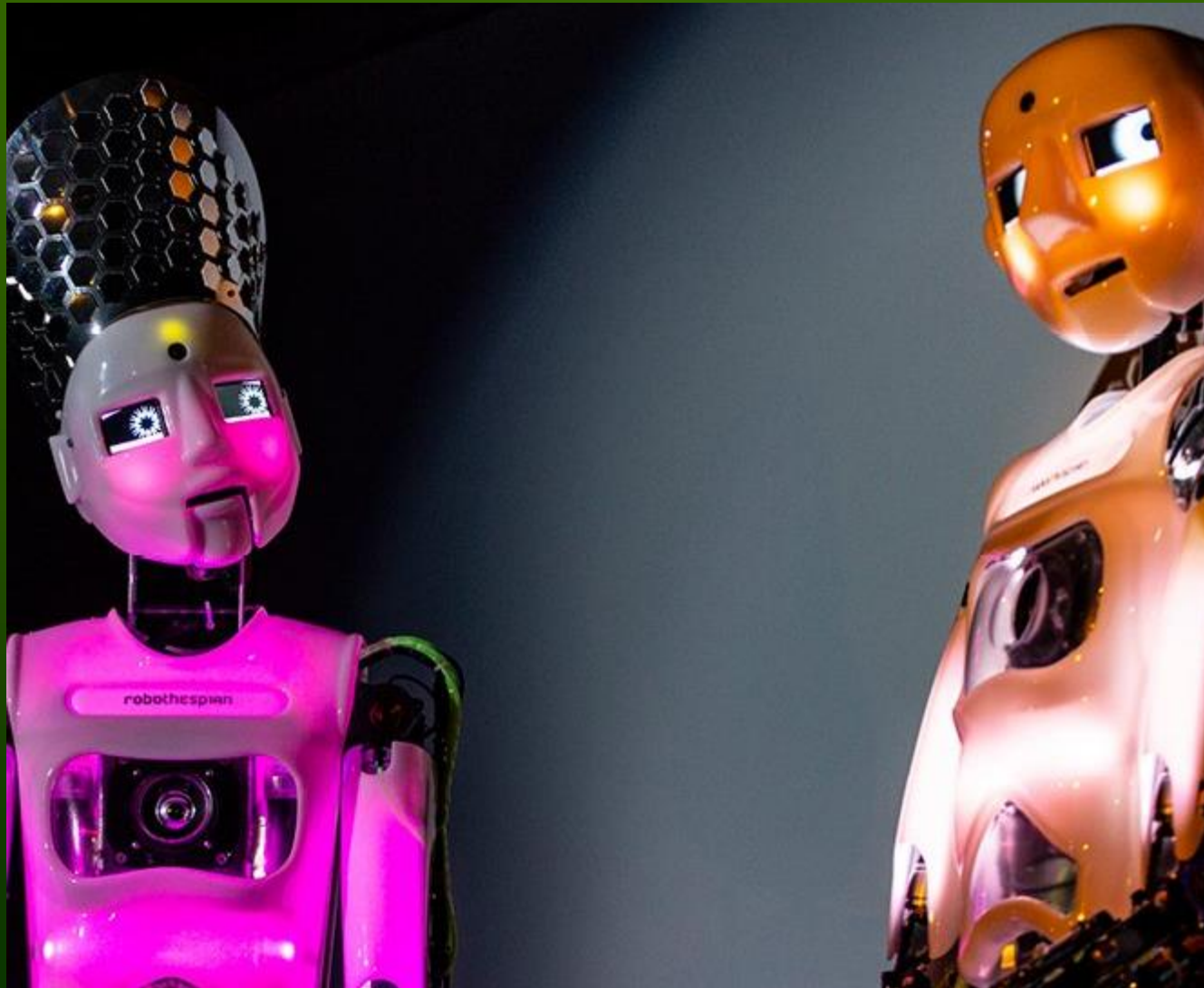
AIArtists.org: Creative Tools to Generate AI Art



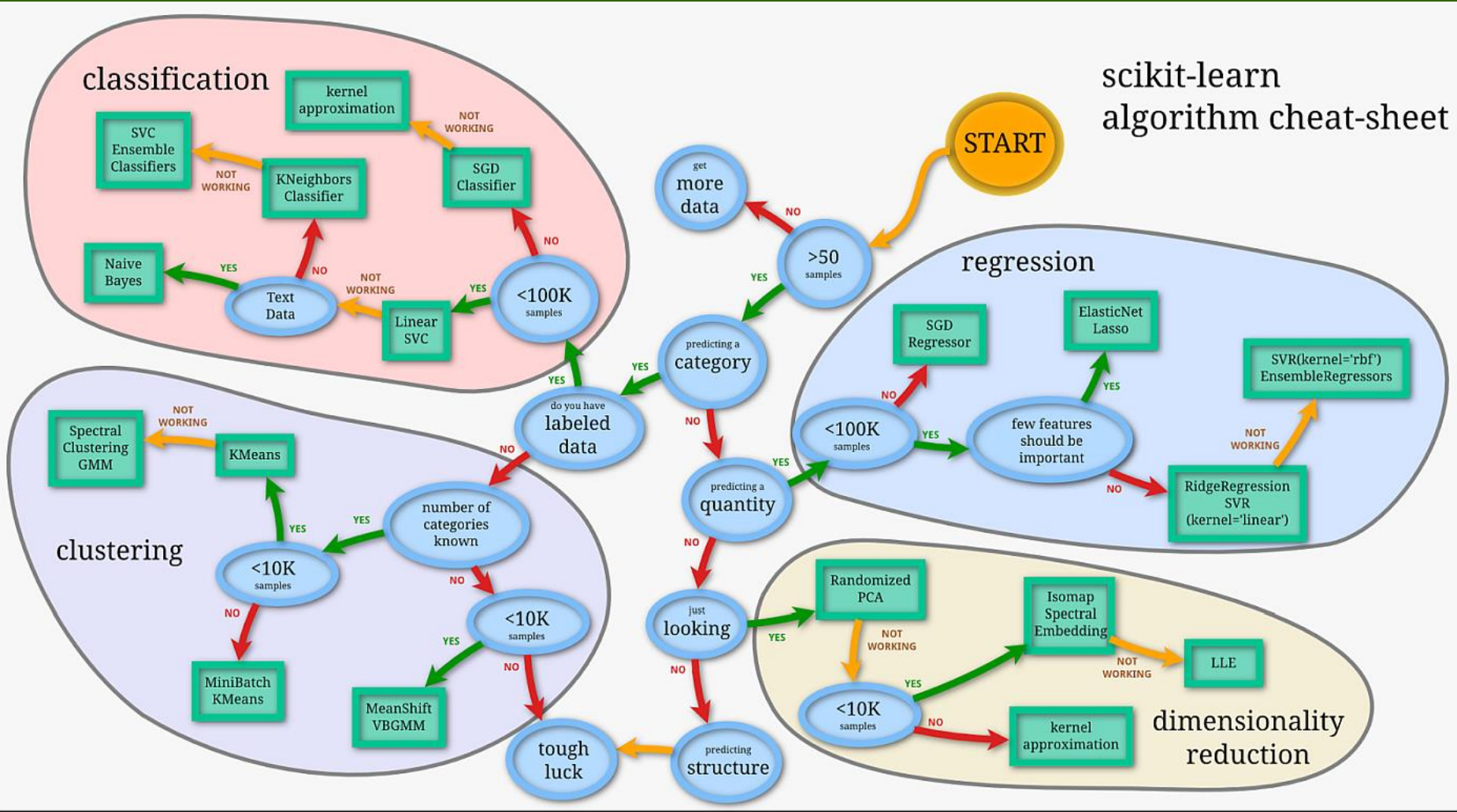
Duch W, Intuition, Insight, Imagination and Creativity.

IEEE Computational Intelligence Magazine 2(3), August 2007, pp. 40-52

S. Lem: O królewiczu Ferrycym i królownie Krystali.
Inteligentne bladawce? Czy to możliwe?



Just choose your method



Applications of machine learning **become rather easy**, with hundreds of open software packages and thousands of applications.

Studies in Computational Intelligence 498

Krzysztof Grąbczewski

Meta-Learning in Decision Tree Induction

 Springer

Studies in Computational Intelligence 358

Norbert Jankowski
Włodzisław Duch
Krzysztof Grąbczewski (Eds.)

Meta-Learning in Computational Intelligence

 Springer

Studies in Computational Intelligence 63

Włodzisław Duch
Jacek Mańdziuk (Eds.)

Challenges for Computational Intelligence

 Springer

BERT



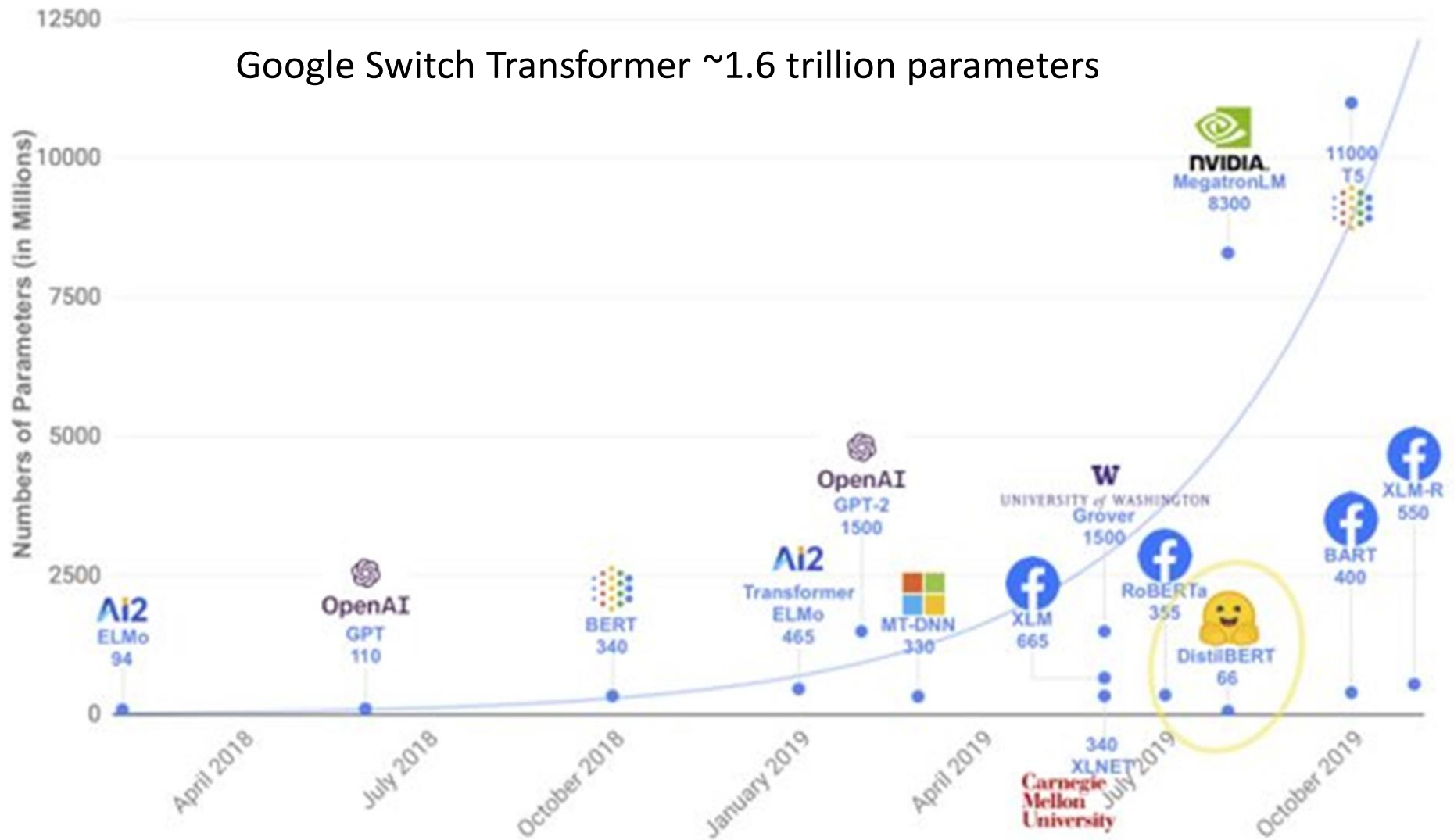
Language models may encode knowledge about relation of words in complex network structures. In 2018 Google group created BERT, language model pre-trained on a large text corpus to gain a general-purpose “language understanding”. That model is then fine-tuned for specific NLP tasks such as question answering or semantic information retrieval.

- **Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT)**.
Transformer-based machine learning technique for (NLP) pre-training.
- English-language BERT: two networks, smaller 110M parameters, and larger model, a 24-layer 340M parameter architecture; trained on the BooksCorpus with 800M words, and Wikipedia with 2,500M words.
- 12/2019 BERT worked in 70 languages, in 2020 many smaller pre-trained models with the whole word masking open software models were published in GitHub repository.
- Masking some words the system learns to predict them, ex:
Input: the man went to the [MASK1] . he bought a [MASK2] of milk.
Labels: [MASK1] = store; [MASK2] = gallon
- Super-human Q/A on Stanford Question Answering Dataset (SQuAD)

NLP supermodels

[OpenAI](#) GPT-3 model with 175 B parameters! See it in [action here](#).

Google Switch Transformer ~1.6 trillion parameters



Przyspieszenie odkryć naukowych

1. Explore the scientific literature

Find the most relevant papers in a sea of millions, track new topics as they emerge.



Semantic Scholar

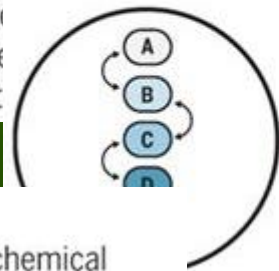
A search engine that extracts not just words from papers, but also "influential" concepts.

Iris.AI

A browsing tool for scientific paper concepts that

2. Design experiments

Find the right trade-off between exploration of ground and exploitation of well-trodden phenomena.



Zymergen

A company with an AI that tracks thousands of variables while trying to grow a new microbe genome (main story, p. 18).

3. Run experiment

Keep track of thousands of tiny tubes, molecules, and cells, minimizing the imprecision and mistakes that ruin careers.

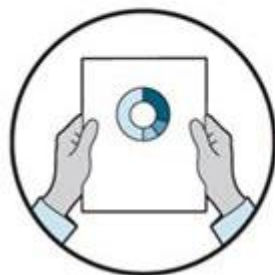


Transcriptic, Emerald Cloud Lab

Cloud-based robotic laboratories for remotely doing automated molecular and cellular biology experiments.

4. Interpret data

Make sense of the flood of genetic and biochemical results that now flow from biological experiments.

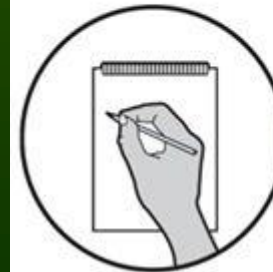


Nutonian

A software platform that ingests very large data sets and spits out a mathematical theory that explains the patterns in the data.

5. Write scientific paper

So far the closest thing to a paper-writing AI is a postdoc. But even writing papers can be enhanced with software that can read the draft of your paper.



Citeomatic

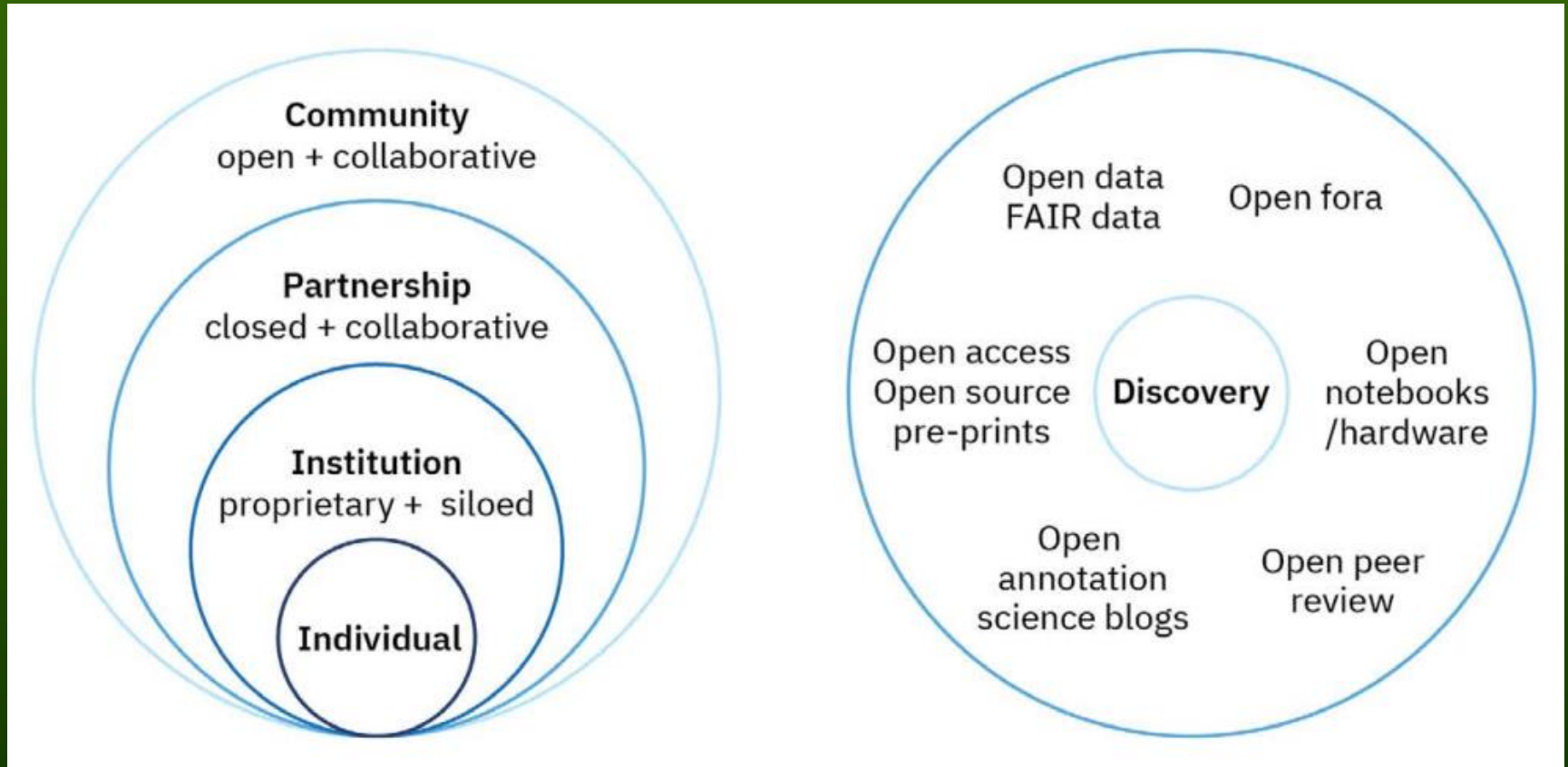
A free online tool that reads your paper and predicts what citations are missing.

HOW MUCH OF SCIENCE can be delegated to machine-learning systems?

Science 2017, Cyberscientist: ... the ultimate goal is "to get rid of human intuition".

Communities of Discovery

Sharing resources and skills in an open collaborative environment.



[COVID-19 High Performance Computing](#), huge public-private partnership in molecular medicine, protein interaction, epidemiology, dozens of consortium members from top government, industry, and academia institutions.

[JEDI challenge](#), 54 billion molecules against COVID-19 screened in phase 1 of 3

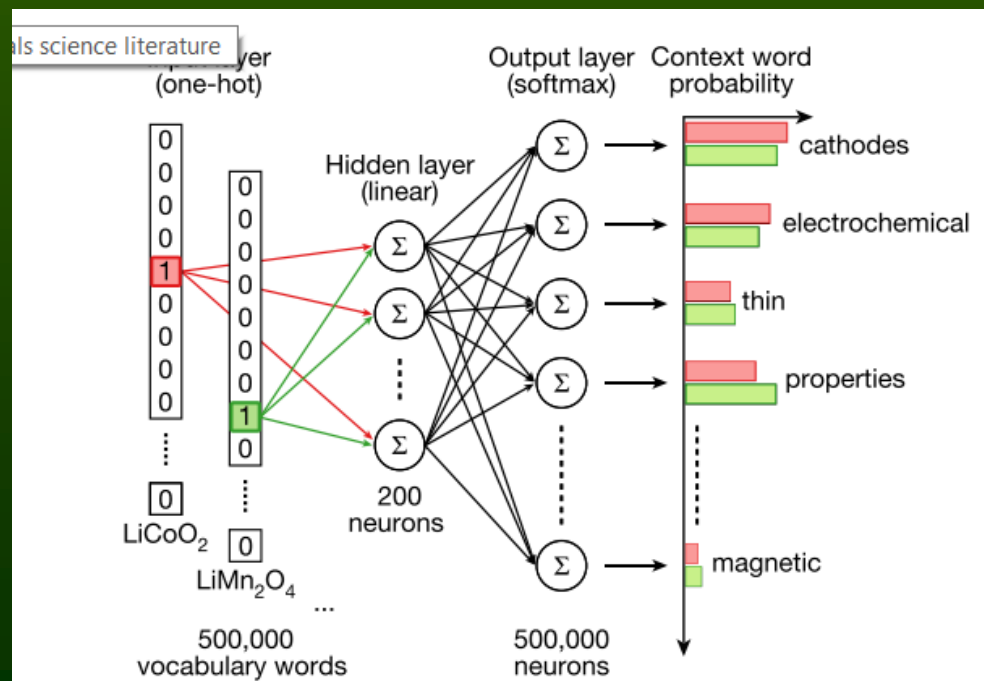
Odkrycia naukowe

Tshitoyan, V. ... Jain, A. (2019). Unsupervised word embeddings capture latent knowledge from materials science literature. [Nature, 571\(7763\), 95.](#)

Materials science knowledge present in the published literature can be efficiently encoded as information-dense word embeddings **without human supervision**. Without any explicit insertion of chemical knowledge, these embeddings capture complex materials science concepts such as the underlying structure of the periodic table and structure–property relationships in materials.

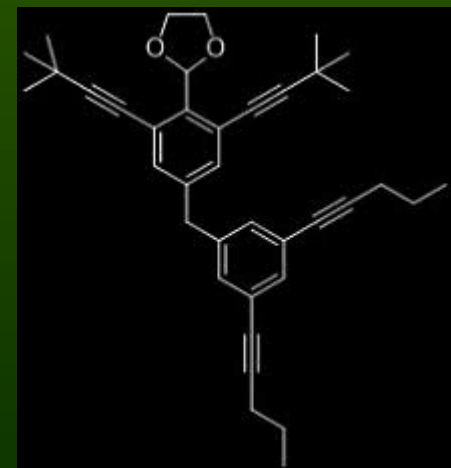
An unsupervised method can recommend materials for functional applications several years before their discovery.

GPT Crush: see applications in business, design, education, philosophy, research, creative writing and many other areas.



More chemistry/materials

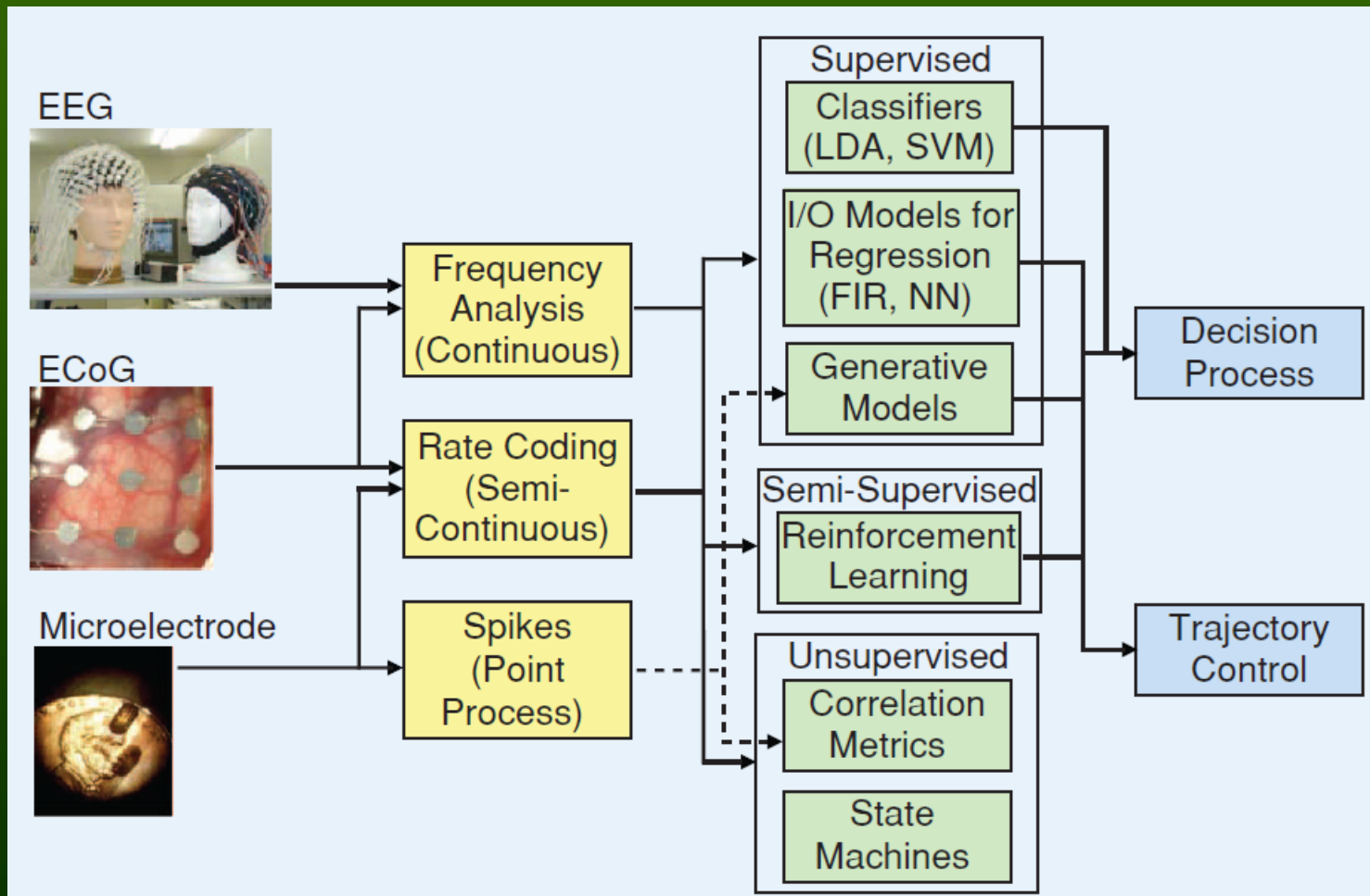
- N. Nosengo, “Can you teach old drugs new tricks?” *Nature*, 534, (2016), 314
- L. Himanen, A. Geurts, A. S. Foster, P. Rinke, Data-Driven Materials Science: Status, Challenges, and Perspectives. *Advanced Science*, 2019.
- D. C. Elton, Z. Boukouvalas, M. D. Fuge, P. W. Chung, “Deep learning for molecular design—a review of the state of the art,” *arXiv:1903.04388v3*, [cs. LG], 2019.
- P. Staar, M. Dolfi, C. Auer. Corpus Processing Service: A Knowledge Graph Platform to perform deep data exploration on corpora. *Authorea* 2020.
- S. Takeda, et al, Molecular Inverse-Design Platform for Material Industries. *Proc. ACM KDD-2020*.
- Ł. Maziarka, T. Danel, S. Mucha, K. Rataj, J. Tabor, S. Jastrzebski. Molecule Attention Transformer. *arXiv:2002.08264v1* [cs.LG], 2020.



Duch W and Diercksen GHF (1994) [Neural networks as tools to solve problems in physics and chemistry](#). CPC 82, 91-103.

BCI: wire your brain ...

Non-invasive, partially invasive and invasive signals carry progressively more information, but are also harder to implement. EEG is still the king!



On the threshold of a dream ...

Final goal: optimize brain processes!

Although whole brain is always active we are far from achieving full human potential. To repair damaged brains and increase efficiency of healthy brains we need to understand brain processes:

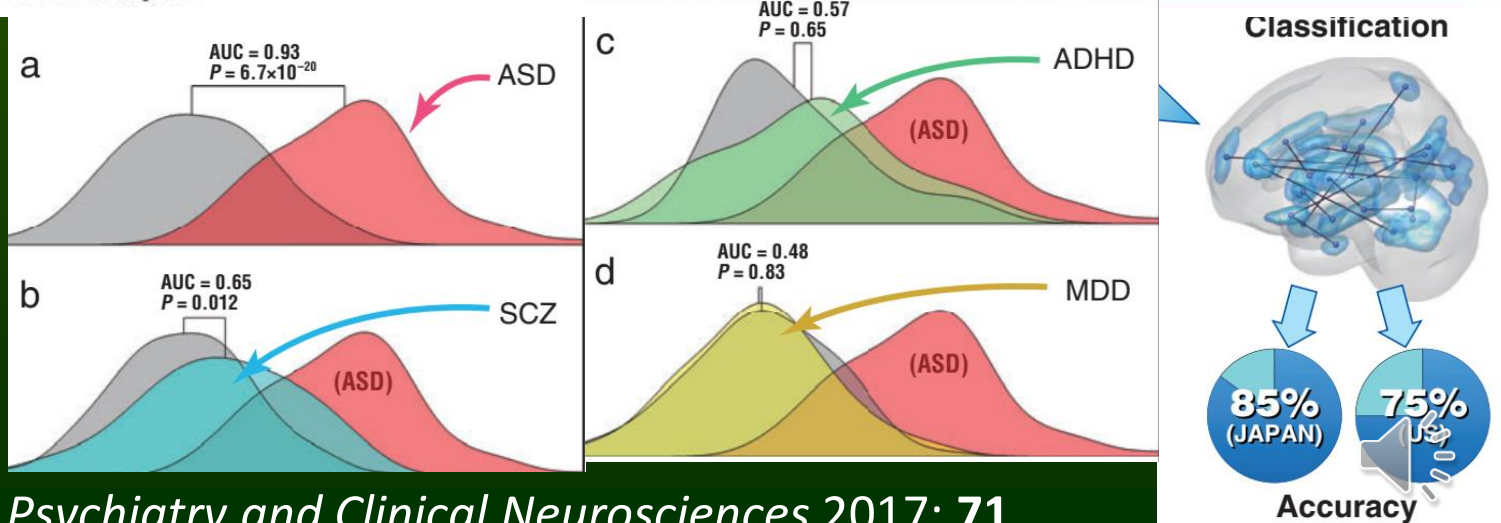
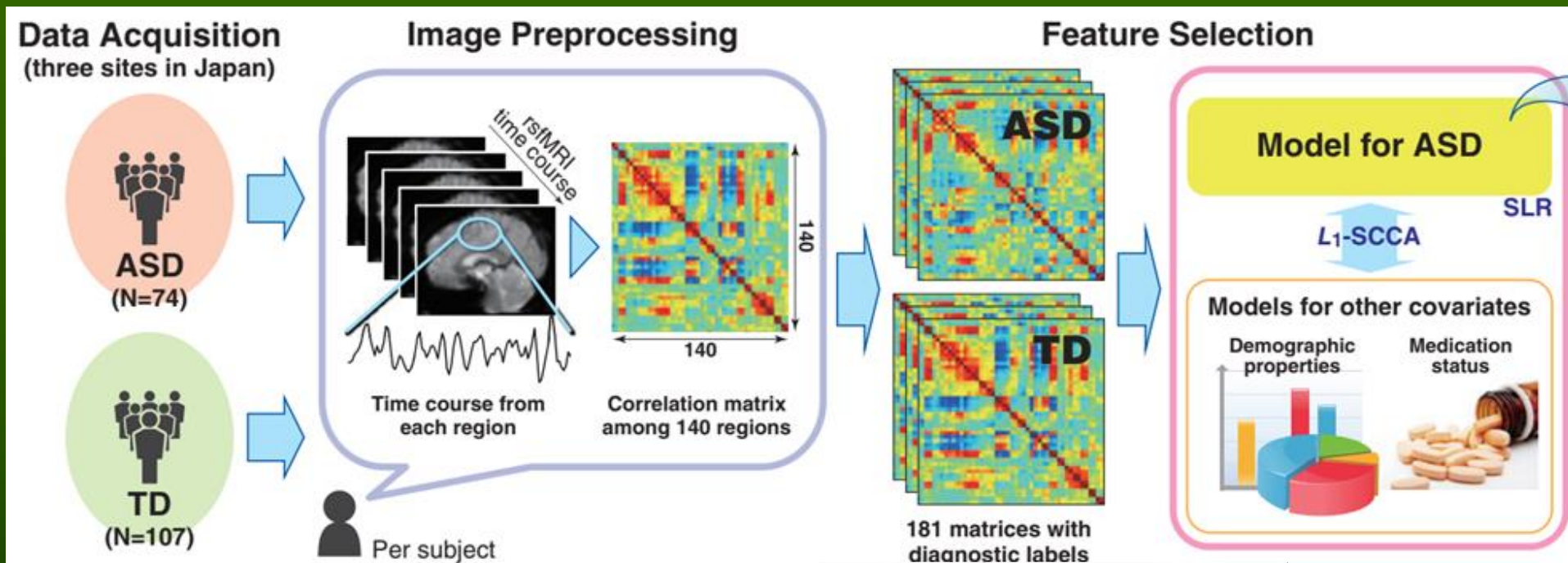
1. Find **fingerprints of specific activity** of brain structures (regions, networks) using neuroimaging technology (and new neurotechnologies).
2. Create **models of cognitive architectures** that help to understand information processing in the brain.
3. Create **new diagnostic and therapeutic procedures**.
4. Use **neurofeedback based on decoding and changes in connectivity** and close-loop system that directly **stimulate the brain**.



G-tec wireless NIRS/EEG on my head.

Duch W, *Brains and Education: Towards Neurocognitive Phenomics*. 2013

Biomarkers from neuroimaging

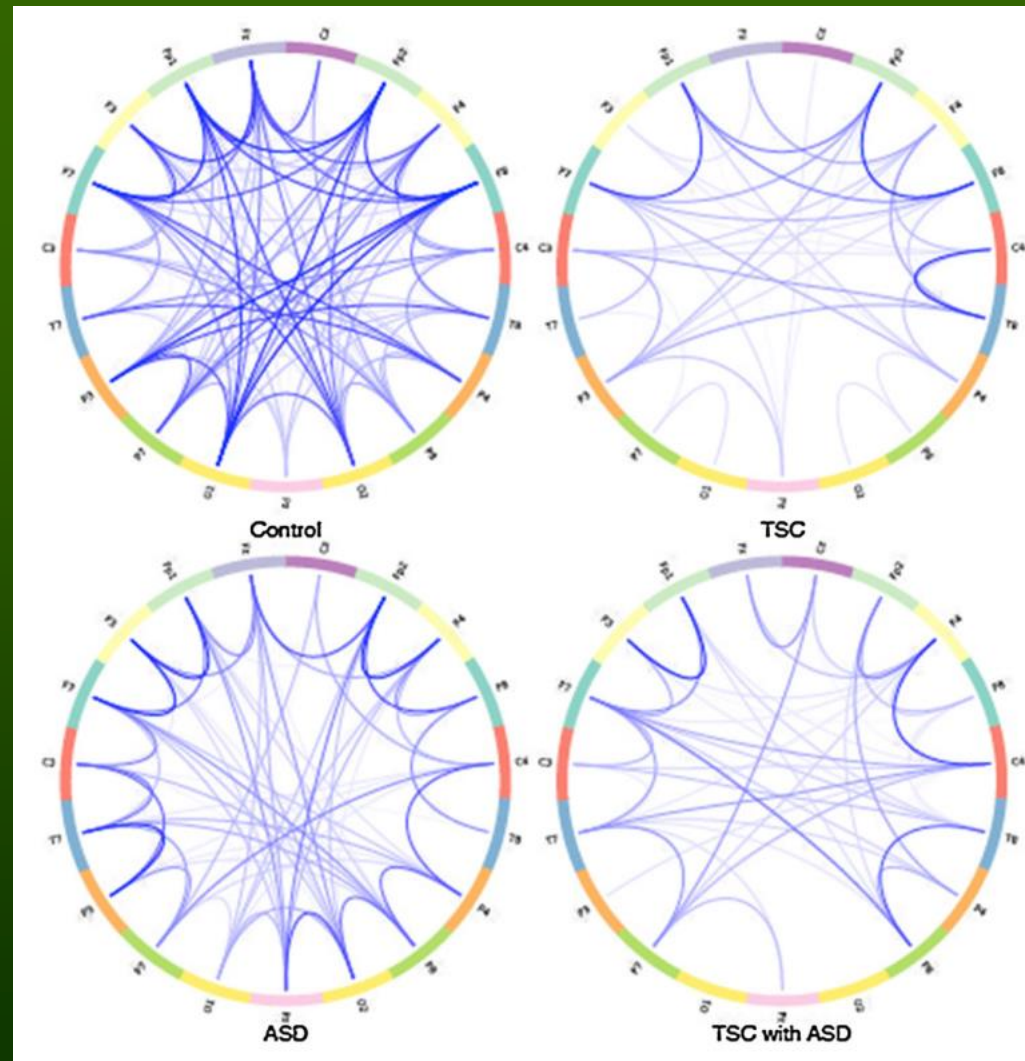


Pathological functional connections

Comparison of connections for patients with ASD (autism spectrum), TSC (Tuberous Sclerosis), and ASD+TSC.

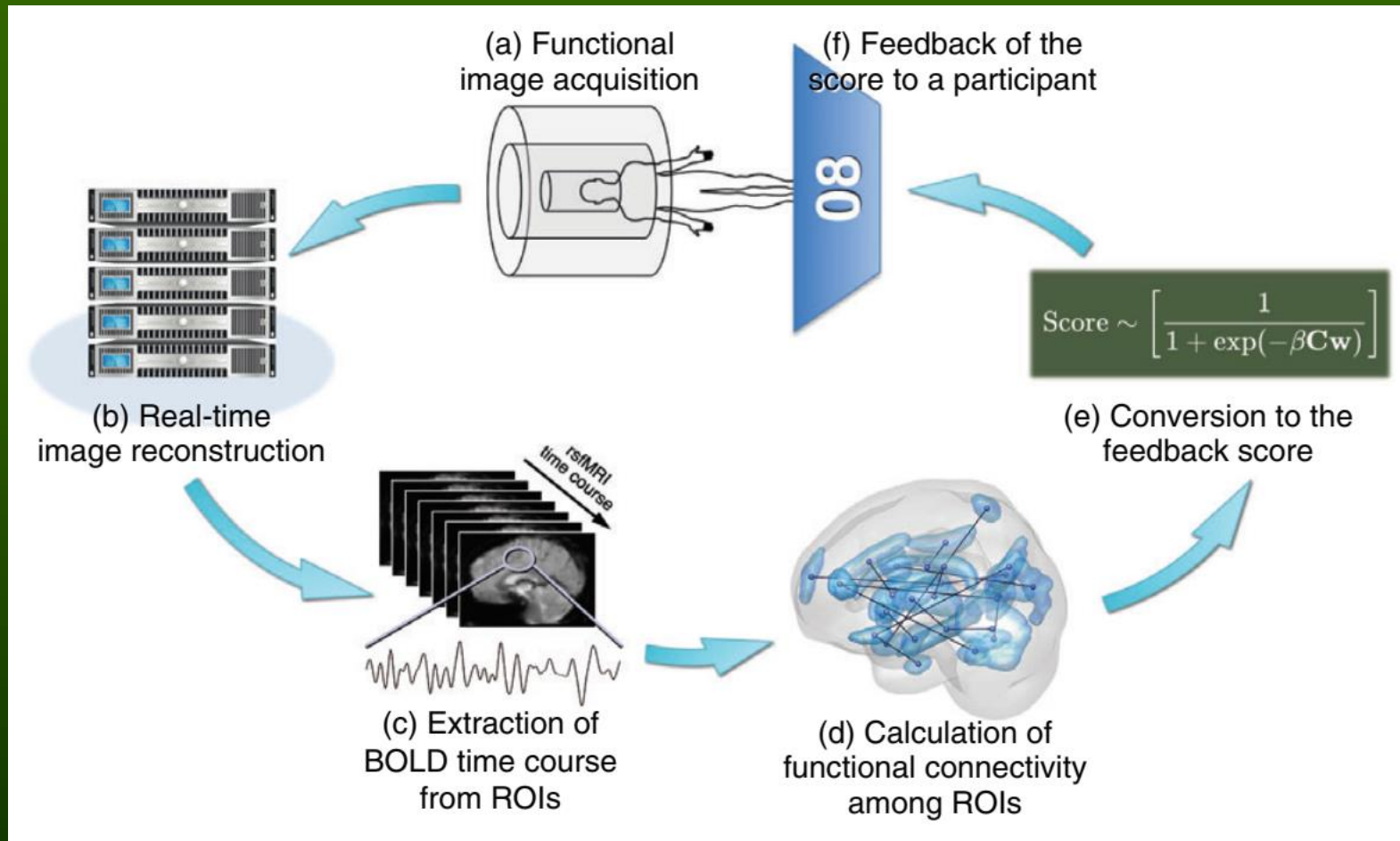
Weak or missing connections between distant regions prevent ASD/TSC patients from solving more demanding cognitive tasks.

Network analysis becomes very useful for diagnosis of changes due to the disease and learning.



J.F. Glazebrook, R. Wallace, Pathologies in functional connectivity, feedback control and robustness. *Cogn Process* (2015) 16:1–16

Neurofeedback may repair network?



Megumi F, Yamashita A, Kawato M, Imamizu H. Functional MRI neurofeedback training on connectivity between two regions induces long-lasting changes in intrinsic functional network. *Front. Hum. Neurosci.* 2015; 9: 160.

Milion nanodrutów w mózgu!

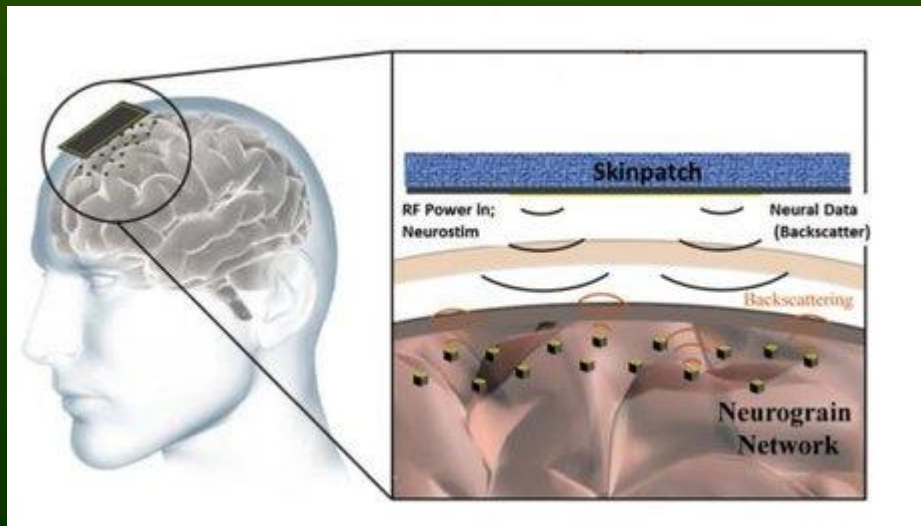
Głęboka stymulacja mózgu, kontrola padaczki, implanty pamięci już są. Implanty ślimakowe, sztuczna siatkówka i substytucja zmysłów naprawiają percepcję.

Projekty DARPA (od 2016): **Electrical Prescriptions (ElectRx)** “artificial modulation of peripheral nerves to restore healthy patterns of signaling in these neural circuits. ElectRx devices and therapeutic systems ... entering into clinical studies.”

DARPA Neural Engineering System Design (NESD)

Cel: odczyt impulsów z miliona neuronów, bezpośrednie pobudzenie 100.000 neuronów, jednoczesny odczyt/aktywacja 1000 neuronów.

Projekty stymulacji mózgu Elona Muska: neural lace i neural dust.



Perspektywy



- Sztuczna inteligencja zmienia wszystko: od zabawy do uprawiania nauki.
- To co wczoraj było niemożliwe jutro będzie codziennością, postrzeganie świata i rozumienie języka doprowadzi do autonomicznej formy AI.
- Nie da się uniknąć dominacji wielkich firm i globalnych konsorcjów.
- Automatyzacja wymusi wielkie zmiany społeczne.
- Ewolucja myśli przeniesie się w światy wielowymiarowe, artilekty będą uczyć się szybko od siebie, a nowa wiedza stanie się niezrozumiała dla ludzi.
- Maszyny będą twierdzić, że są świadome, a większość ludzi to zaakceptuje.
- Technologie neurokognitywne głęboko zmienią człowieka.
- Dzięki implantom wirtualna rzeczywistość nie będzie się różnić od wrażeń realnych; część osób może się w niej całkiem zagubić; sposób przeżywania swojego istnienia stanie się radykalnie odmienny od obecnego.
- Integracja mózgów z systemami sztucznymi stanie się stopniowo możliwa ... Staniemy się powoli cyborgami, ale czy to nam pomoże?

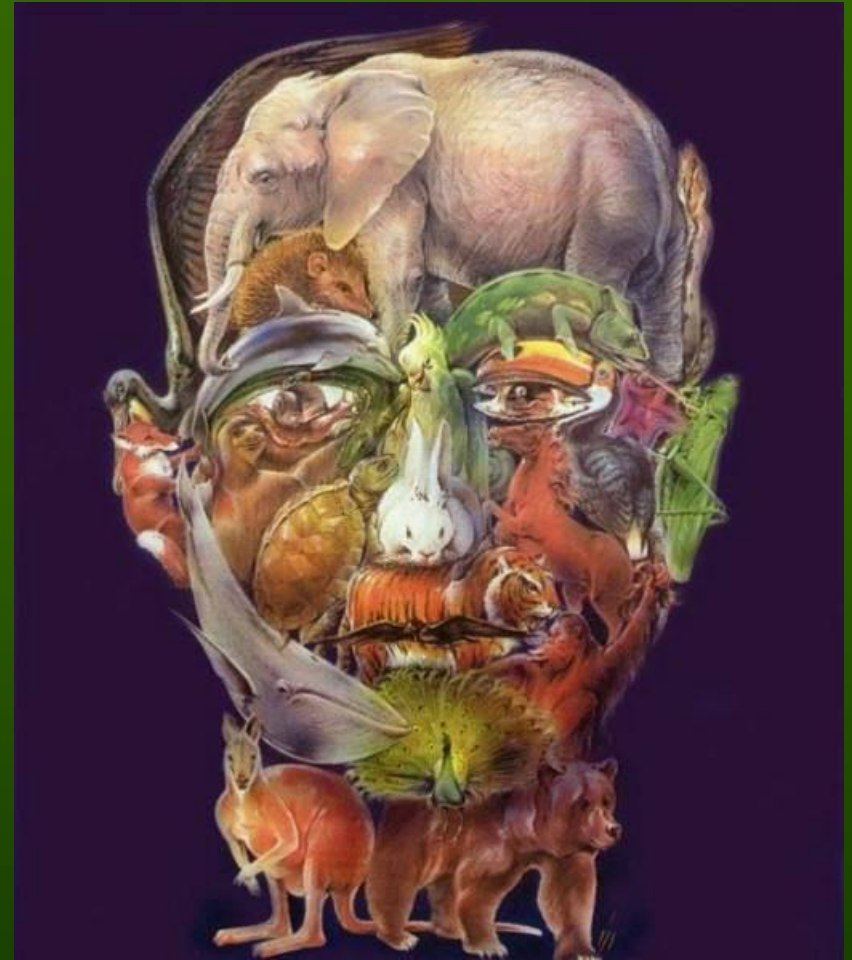
Centra doskonałości AI

Komunikat Komisji Europejskiej (4/2018): „Sposób w jaki podejmiemy do sztucznej inteligencji zdefiniuje rzeczywistość, w jakiej będziemy żyć.”

European Network of Artificial Intelligence (AI) Excellence Centers, €50m
Konsorcja (10/2020) – dobry wzór dla Polski?

- AI4Media: ethical and trustworthy AI, beneficial technology in the service of society and media.
- ELISE: invites all ways of reasoning, considering all types of data, striving for explainable and trustworthy outcomes.
- HumanE-AI-Net: supports technologies for human-level interaction, empower individuals with new abilities for creativity and experience.
- TAILOR: builds an academic-public-industrial research network for Trustworthy AI, combining learning, optimization and reasoning.
- VISION: to foster exchange between the selected projects and other relevant initiatives, ensuring synergy and overcoming fragmentation in EU.

Inteligencja?



Google: Wlodek Duch
=> referaty, prace, wykłady ...