



Mózgi i neuroinformatyka

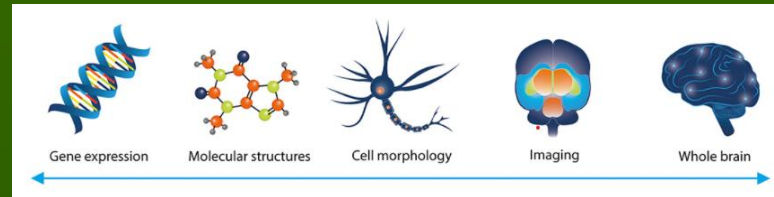


Włodzisław Duch

Neurocognitive Laboratory, Center for Modern Interdisciplinary Technologies,
& Dept. of Informatics, Faculty of Physics, Astronomy & Informatics,
Nicolaus Copernicus University, Toruń, Poland
Google: Wlodzislaw Duch

Tydzień Mózgu, Katowice 13/03/2023

Neuroinformatics



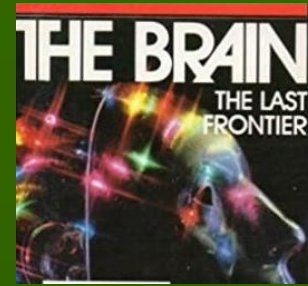
- Zespół :Neuroinformatics and Artificial Intelligence”, w ramach Uniwersyteckiego Centrum Doskonałości (2020) IDUB “Dynamika, analiza matematyczna i sztuczna inteligencja”. Zrozumienie procesów w mózgu i inspiracje dla algorytmów AI.
- 4th PP-RAI Conference, Łódź 24-26.04.2023, sesja AI-neuro.
- Komitet Informatyki PAN: Sekcja Nauk Obliczeniowych, Bio i Neuroinformatyki
- Neuroinformatyka to chyba jedyna specjalność informatyki, w której przyznano Nobla (Cormack, Hounsfield, 1979 Computer Tomography).
- Neuroinformatyka podobna jest do neurokognitywistyki, mniej w niej eksperymentów a więcej informatyki.
- NI: Symulacje + Interpretacja sygnałów, czyli jak działają mózgi.
- Perspektywy: liczne neurotechnologie.

Ostatnie 3 doktoraty

- Kamil Bonna, Neural correlates of prediction errors during reward and punishment learning (9/22, UMK Toruń).
- Michał Komorowski, Locally specific human brain dynamics automatically modeled using spectral features of MEG/EEG signals (11/22, IPPT PAN, Warszawa).
- Ewa Ratajczak, Microstate neurodynamics in HRV biofeedback (12/22, UMK Toruń).



Pytania są najważniejsze



Fundamenty

- Neuroinformatyka i mózgi.
- Mechanizmy: czego nie rozumiemy, co się (nie)daje zrozumieć?
- Modele komputerowe i rozumienie neurodynamiki.
- Teorie spiskowe i głębokie przekonania.
- AI: modele fundacyjne.

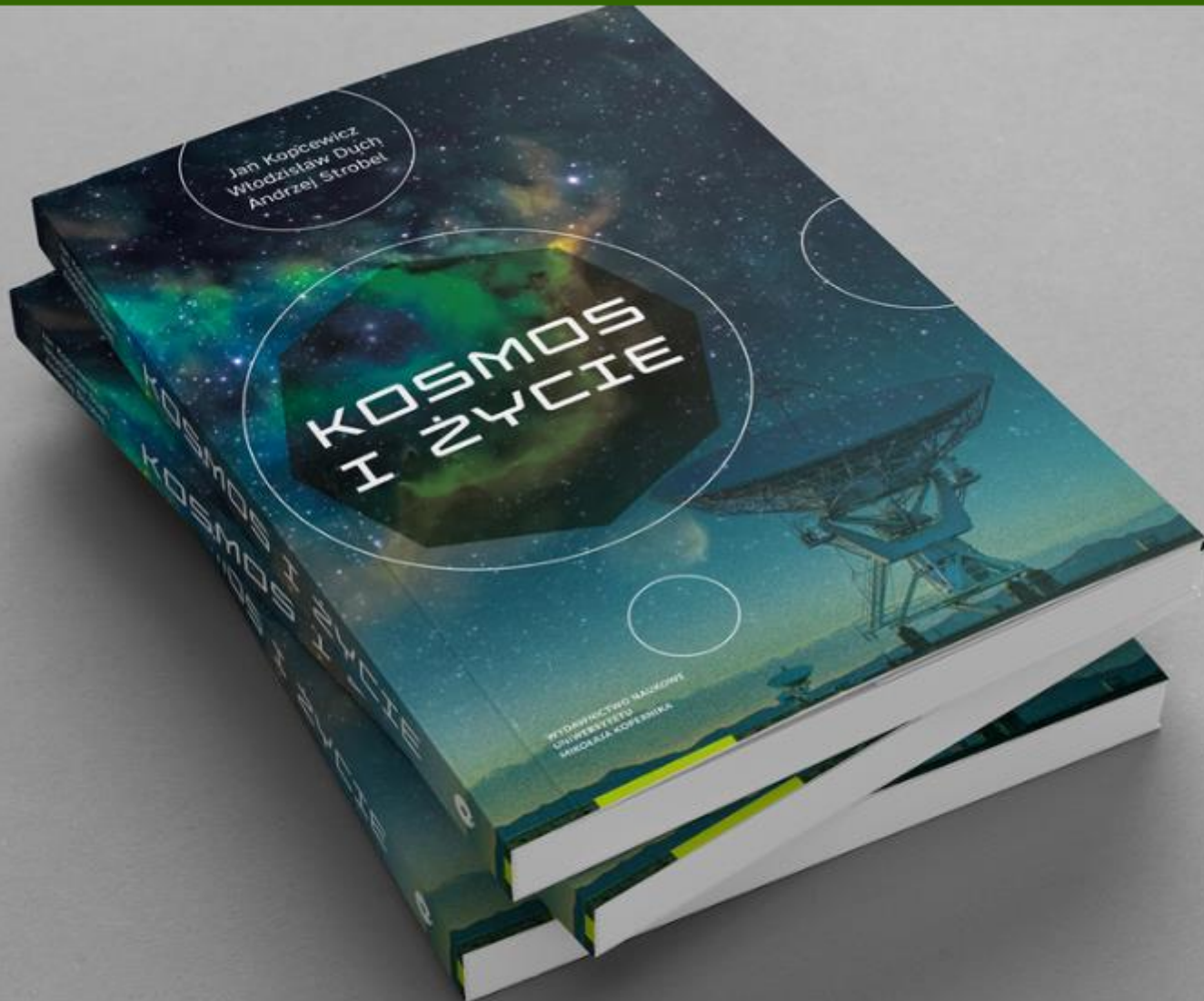
Technikalia:

- Analiza sygnałów, złożoność, rekurencja, szybkość RSVP.
- Zaburzenia, diagnostyka i terapie.
- Podglądanie umysłu.
- BCI i aplikacje.

Poznawanie mózgów

Kognitywistyka, psychologii, nauki o mózgu, fenomeniką ... Pełne zrozumienie mechanizmów poznawczych wymaga integracji wiedzy z wielu dziedzin.

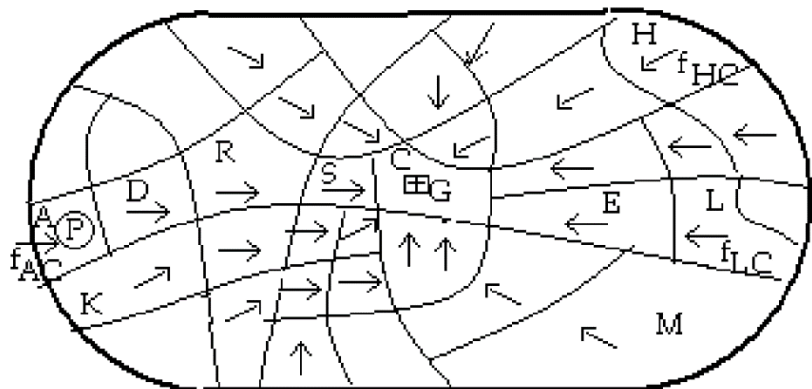




<https://wydawnictwo.umk.pl/pl/products/5652/kosmos-i-zycie>

Siły psychologiczne Kurta Lewina

Fig. 5. "Positive central force field corresponding to a positive valence ($V_a > 0$)" (Lewin, fig. 33)



"G, region of a positive valence ($V_a(G) > 0$), located in C; P, person; the forces $f_{A,C}$, $f_{H,C}$, or $f_{L,C}$ correspond to $V_a(G)$ in case P is located at A, H, or L, respectively; $f_{X,Y} = f_{X,G}$."

Kurt Lewin, ojciec psychologii społecznej, analizował interakcje pomiędzy ludźmi i ich środowiskiem, zainspirowany teorią pola.

Przejścia pomiędzy stanami mentalnymi to wynik działania sił psychologicznych. Rejony pozytywnej walencji to baseny atrakcji neurodynamiki.

Książki: K. Lewin, *Principles of Topological Psychology* (1936); *Conceptual Representation & Measurement of Psychological Forces* (1938); *Field Theory in Social Science* (1951).

AGI, BICA i neurokognitywistyka

Z perspektywy inżyniera zrozumieć mózg to zbudować działający model wykazujący takie same funkcje. Potrzebne są przestrzenne modele zjawisk i ich przyczyn, wyobrażenia.

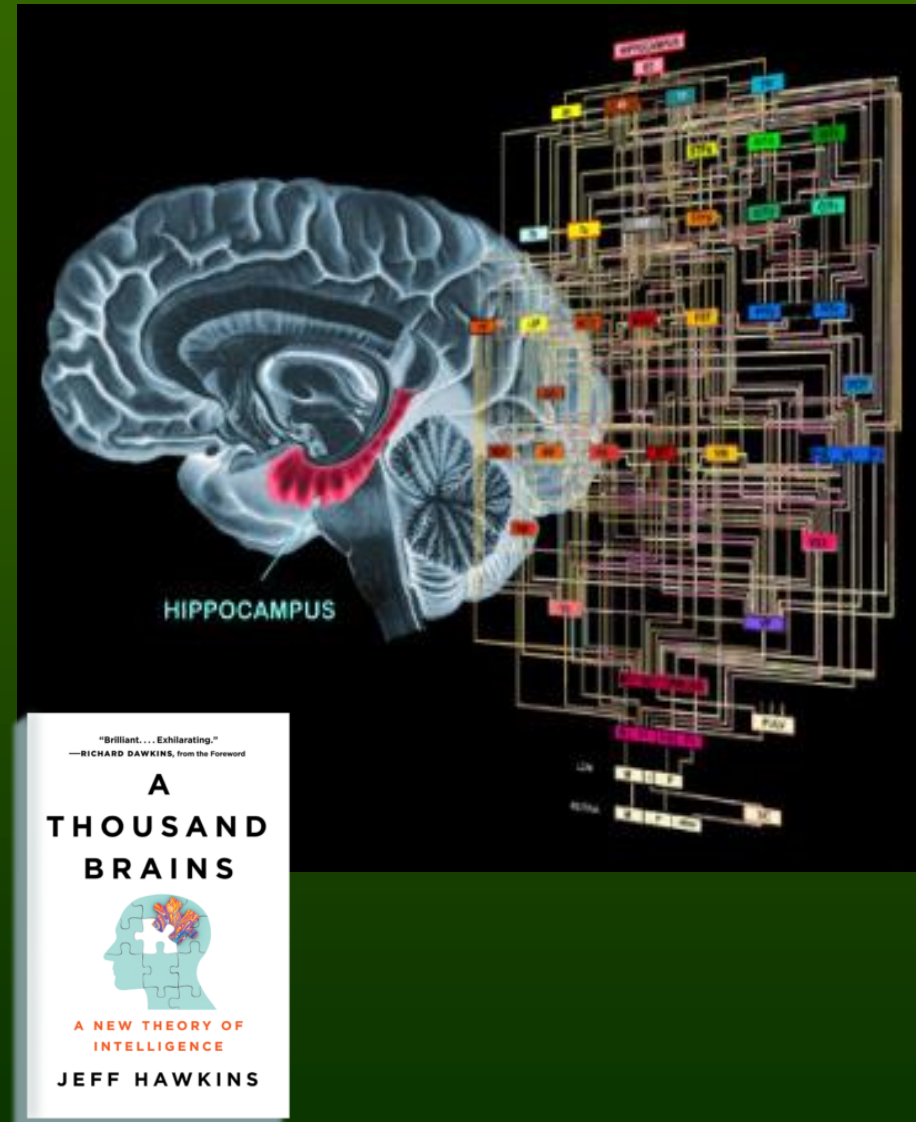
AGI = Artificial General Intelligence, naucz się wielu zadań.

BICA (Brain-Inspired Cognitive Architecture) uniwersalna inteligencja.

Duch, Oentaryo, Pasquier,
Cognitive architectures: where do we go from here?

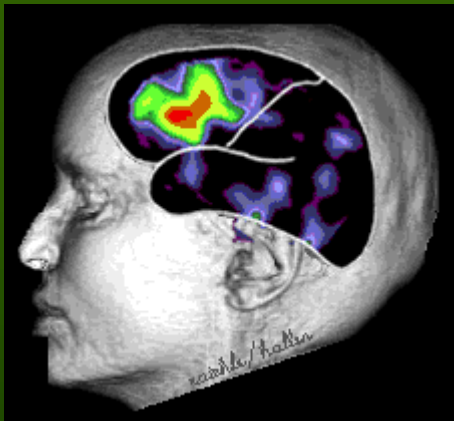
“We’ll never have true AI without first understanding the brain”

Jeff Hawkins (2020).



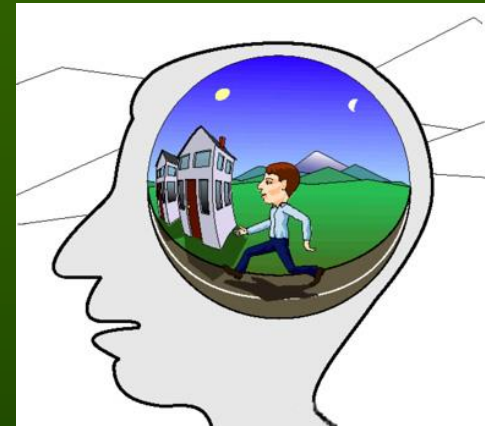
Stany mózgu ↔ zdarzenia mentalne

Jak powiązać konstrukty psychologiczne i subiektywne wrażenia z tym co obiektywne i mierzalne? Emergencja kontekstowa, czyli analiza fizycznych procesów w kontekście zdarzeń mentalnych.



Stan(Mózg) ↔ Stan(Umysł)

Neurodynamika ↔ Psychodynamika



1. Od komputerowych symulacji neurodynamiki do stanów mentalnych.
2. Od neuroobrazowania do stanów mentalnych.
Metafora: **umysł to cień neurodynamiki.**

Aktywność neuronalna ↔ trajektorie w przestrzeniach psychologicznych.

Problem: **nie mamy dobrej fenomenologii stanów umysłu.** Czemu?

R.T. Hurlburt & E. Schwitzgabel, Describing Inner Experience? MIT Press 2007.

E. Schwitzgabel, Perplexities of consciousness MIT Press 2011.

Geometryczny model mózg-umysł

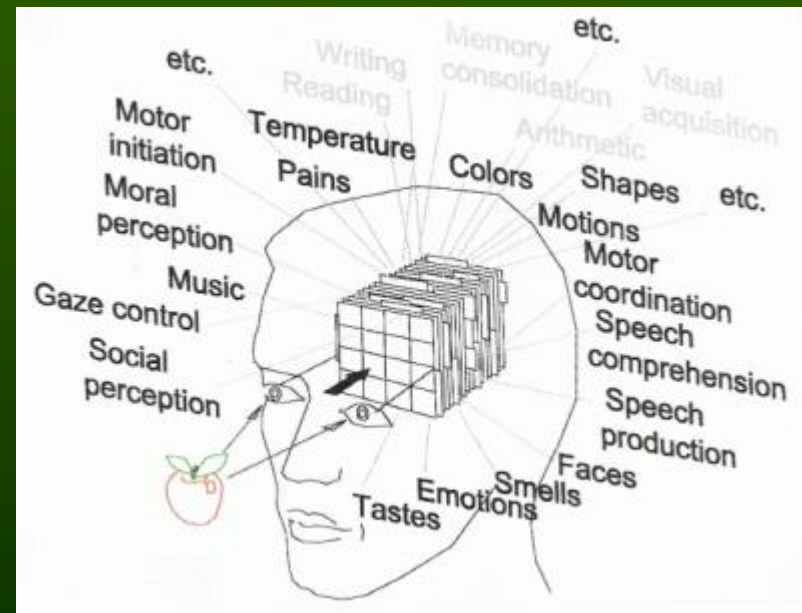
Neurodynamika: aktywność neuronalna mózgu mierzona za pomocą EEG, MEG, NIRS-OT, PET, fMRI i innych technik.

Mapowanie $S(M) \leftrightarrow S(U)$.

Jak opisać stan umysłu, psychodynamikę?

Nie wystarczy opis werbalny, potrzebna jest przestrzeń, której wymiary odpowiadają subiektywnemu doświadczeniu określanego za pomocą intencji, percepcji własności obiektów i interakcji, ruchu, emocji.

Zdarzenia mentalne, ruch myśli \leftrightarrow trajektorie w przestrzeniach psychologicznych.



Duch. W. (2019) Mind as a shadow of neurodynamics. [Physics of Life Reviews](#), Special Issue "Physics of mind", Ed. F. Schoeller.

Kogni-Psycho



- Czym różni się kognitywistyka od psychologii?

Psycholodzy: kategorie i modele, konstrukty psychologiczne, werbalne opisy, które nie oddają rzeczywistości zmian zachodzących w mózgu.

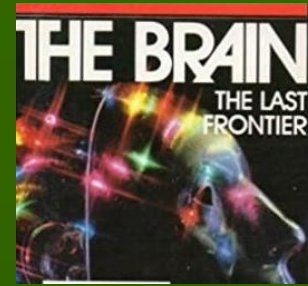
Modele psychologiczne są często punktem wyjścia, ale ciągle uszczegółowiamy te pojęcia: percepcja, orientacja przestrzenna, pamięć, nawigacja, uwaga, wola, emocje, świadomość, zaburzenia psychiczne ...

Fizyczne procesy w mózgu nie mające wyraźnych granic. **Szczyty gór we mgle.**

- Od neurodynamiki do geometrii umysłu UAM Poznań 2007
- Dlaczego wierzymy w religie i teorie spiskowe? MUR, Mózg-Umysł-Religia, Konferencja Kognitywno-Religioznawcza, Uniwersytet Jagielloński 2014
- Nad każdym wisi katastrofa ... 26 Kolokwia Psychologiczne PAN, Toruń 2018
Jak reprezentowane są pojęcia w mózgu i co z tego wynika. UJ 2010.
- Attractor neural networks and concept formation in psychological spaces. Stockholm, 2002

Duch W. (2022) Concept Representation and the Geometric Model of Mind.
Studies in Logic, Grammar and Rhetoric, 67 (60)

Pytania są najważniejsze



Fundamenty

- Neuroinformatyka i mózgi.
- Mechanizmy: czego nie rozumiemy, co się (nie)daje zrozumieć?
- Modele komputerowe i rozumienie neurodynamiki.
- Teorie spiskowe i głębokie przekonania.
- AI: modele fundacyjne.

Technikalia:

- Analiza sygnałów, złożoność, rekurencja, szybkość RSVP.
- Zaburzenia, diagnostyka i terapie.
- Podglądanie umysłu.
- BCI i aplikacje.

Nie rozumiemy?

Nie rozumiemy szczegółów, ale ogólne zasady rozumiemy lepiej niż się nam wydaje. Czy jest jakiś eksperyment, który nie da się zinterpretować?

Brains and evolution of culture. AE Poznań 2022.

Istota świadomości. Festiwal Nauki w Warszawie, UW 2021.

Umysł i Mózg. Istota Świadomości. Uniwersytet Szczeciński 2018.

Podmiot, świadomość, wolna wola. X Zjazdu Filozofii Polskiej. UAM 2015.

Perspektywy zrozumienia autyzmu. UMK 2017

Wizualizacja umysłu w procesach mózgu. Tydzień Mózgu, Toruń 2017.

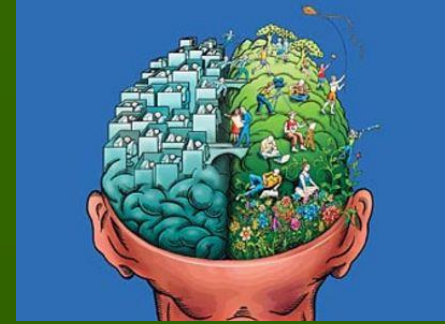
Matematyka w mózгах. IM UP, Kraków 2016.

Komunikacja jako rezonans między mózgami. Toruń, Coll. Humanisticum, 2013

Świadomość tworców sztucznych: odwrócony argument Lublin 2004.

++ wiele innych referatów.

Mózgi, atraktory i memy



Memy to "jednostki informacji kulturowej" (Dawkins, 1976).

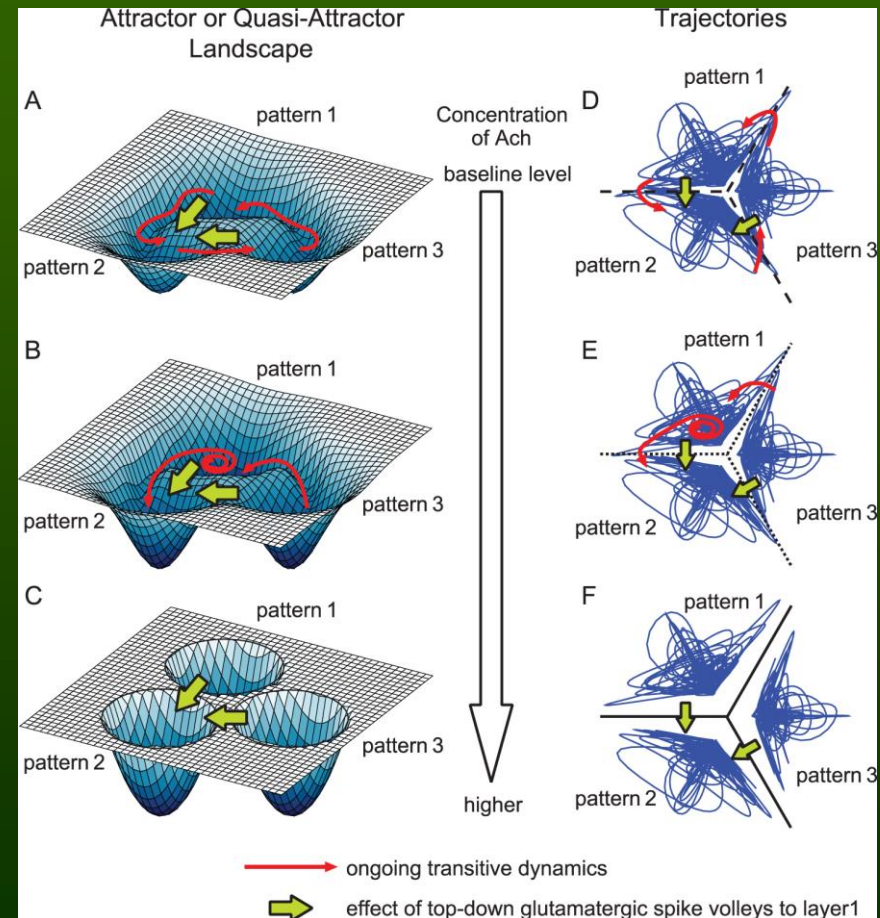
Ale ... jaki jest fizyczny nośnik memów? Neuronalne podstawy memetyki nie zostały opracowane.

Memy są wzorcami potencjalnych aktywacji pamięci znacznie mniej stabilnymi niż geny. Mózg jest układem dynamicznym!

Memy są atraktorami neurodynamiki. Quasi-stabilne aktywacje mózgu.

Amit, D. J. (1992). Modeling Brain Function: The World of Attractor Neural Networks. CUP.

Kanamaru T, Fujii H & Aihara K. (2013). PLOS ONE, 8(1), e53854.



Symulacja

Emergent neural simulator:

Aisa, B., Mingus, B., and O'Reilly, R.
The emergent neural modeling system.
Neural Networks, 21, 1045, 2008.

Neurony punktowe z 3 rodzajami kanałów jonowych. 3-warstwowy model czytania:

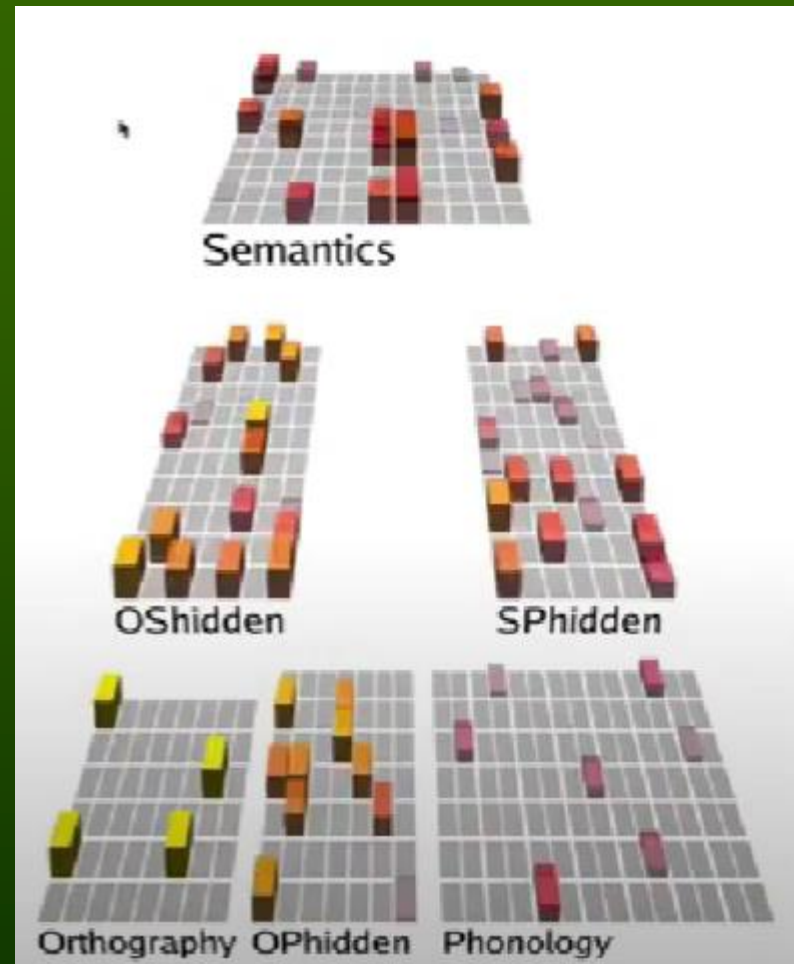
ortografia, fonologia, semantyka
= rozkład aktywności na 140 mikro-funkcji definiujących pojęcia.

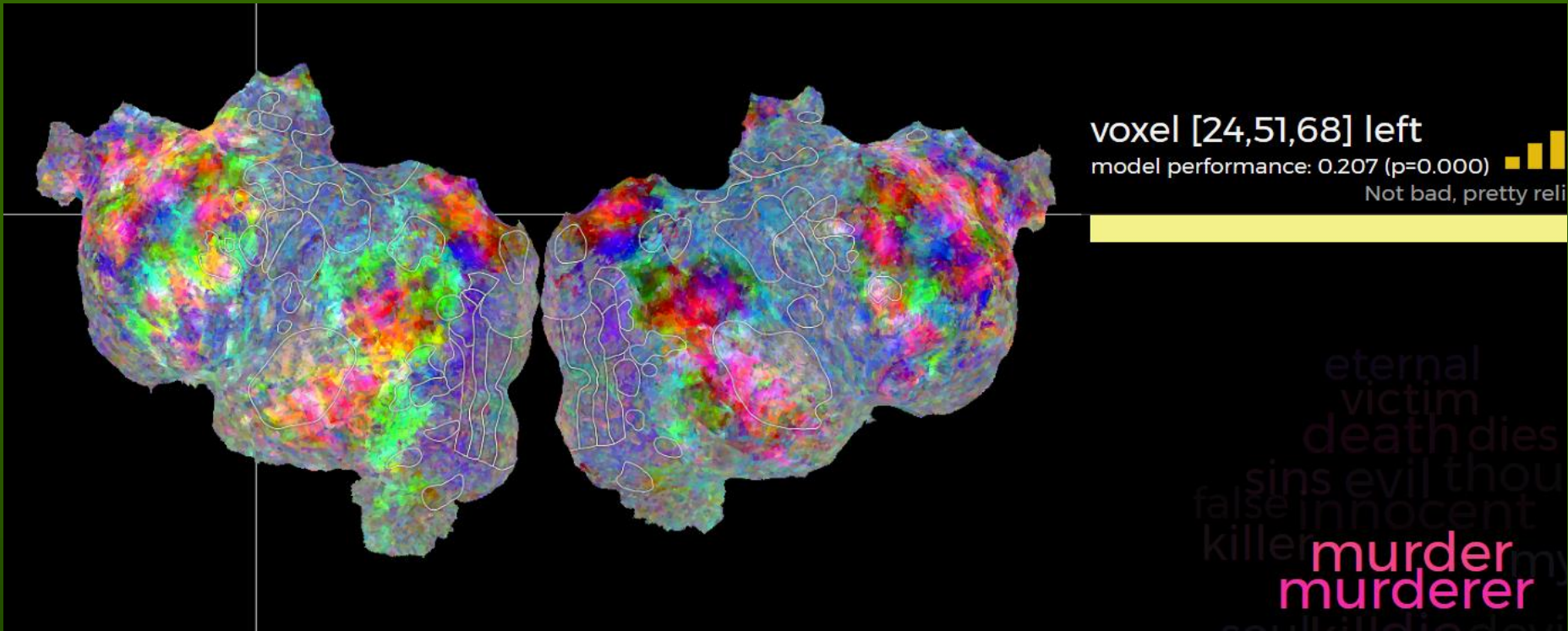
Ukryte warstwy OS/OP/SP_Hid pomiędzy.
W mózgu: mikrofazy = podsieć.

Uczenie się: mapowanie jednej z 3 warstw do dwóch pozostałych, algorytm LEABRA.

Fluktuacje wokół ostatecznej konfiguracji = atraktory reprezentujące pojęcia.

Jak zobaczyć trajektorię neurodynamiki, kotliny atraktorów, przejścia?





Whole fMRI activity map for the word “murder” shown on the flattened cortex.

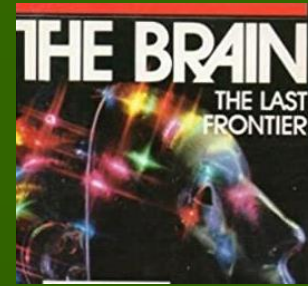
Each word activates a whole map of activity in the brain, depending on sensory features, motor actions and affective components associated with this word.

Why such activity patterns arise? Brain subnetworks connect active areas.

<http://gallantlab.org/huth2016/> and [short movie intro \(A. Huth, Nature\)](#).

Can one do something like that with EEG or MEG?

Pytania są najważniejsze



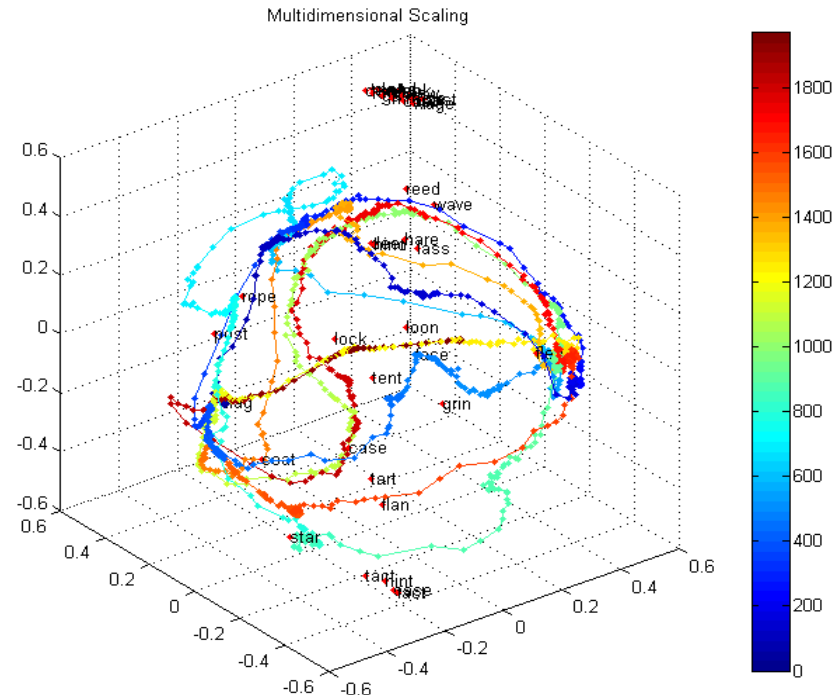
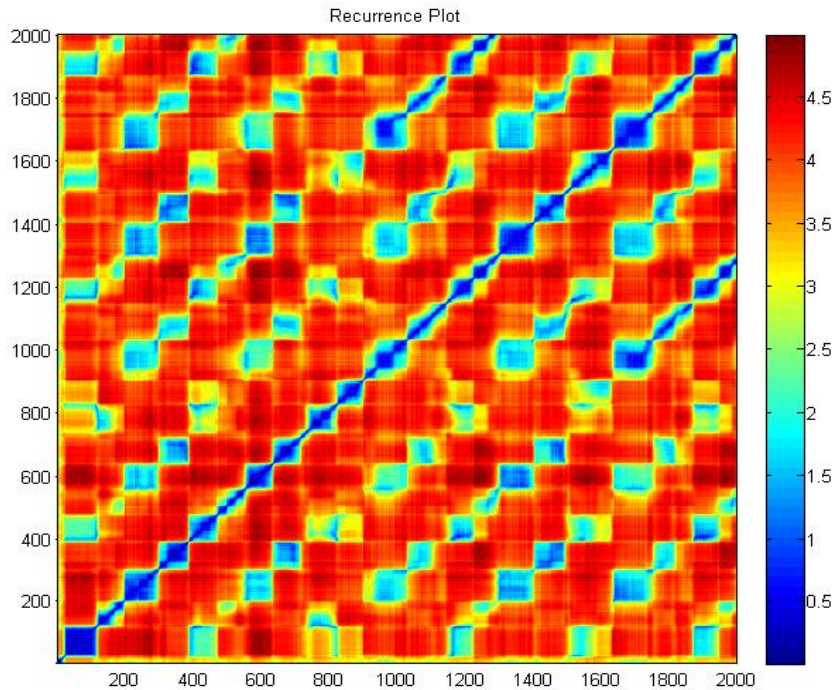
Fundamenty

- Neuroinformatyka i mózgi.
- Mechanizmy: czego nie rozumiemy, co się (nie)daje zrozumieć?
- Modele komputerowe i rozumienie neurodynamiki.
- Teorie spiskowe i głębokie przekonania.
- AI: modele fundacyjne.

Technikalia:

- Analiza sygnałów, złożoność, rekurencja, szybkość RSVP.
- Zaburzenia, diagnostyka i terapie.
- Podglądanie umysłu.
- BCI i aplikacje.

Wizualizacja trajektorii



Wykresy rekurencji i wizualizacja MDS trajektorii aktywności mózgu.

Przedstawiamy ewolucję aktywności 140-dim warstwy semantycznej podczas spontanicznych skojarzeń w mikrodomenie 40 słów, począwszy od słowa "flaga".

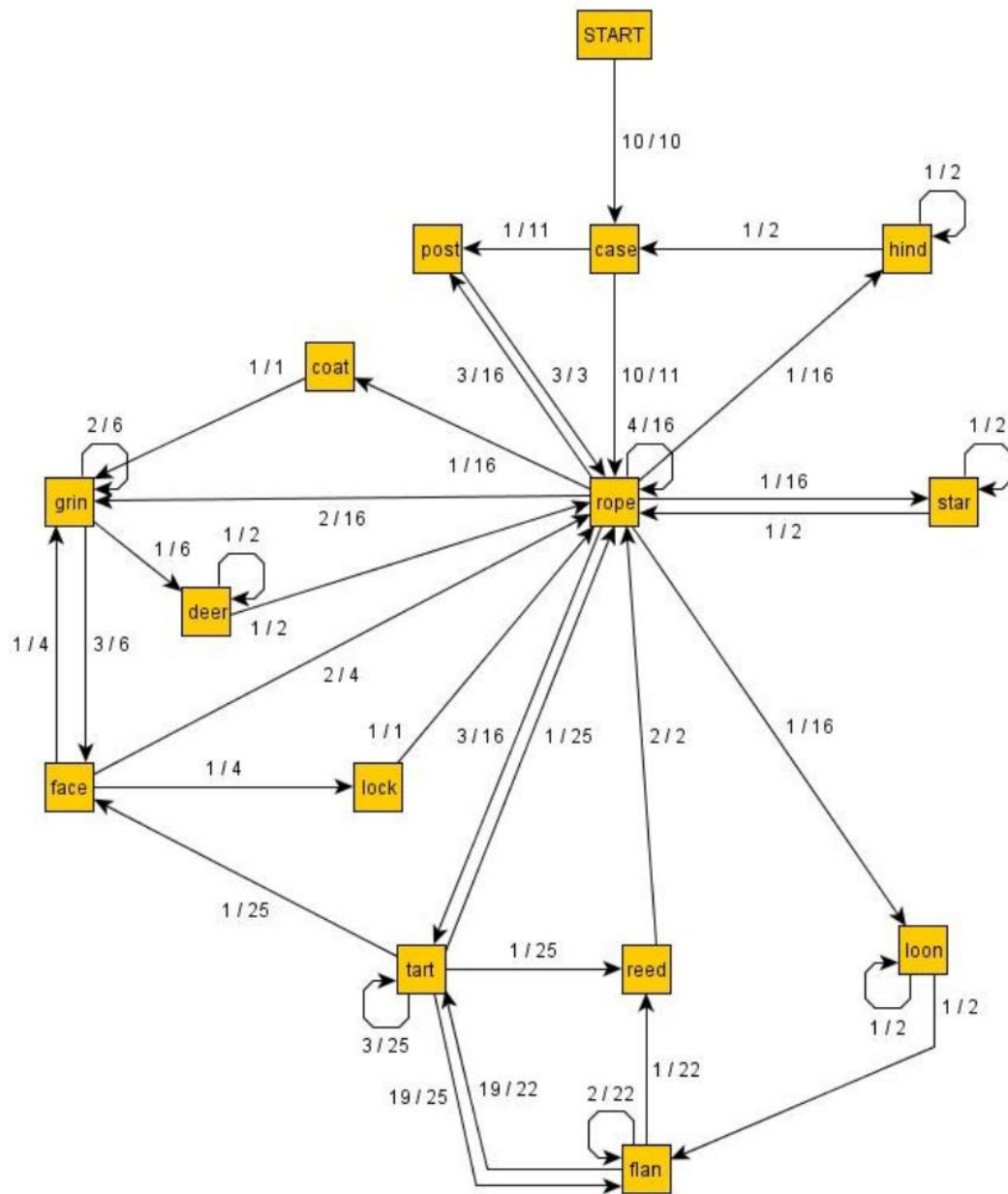
Trajektorie mogą być wyświetlane za pomocą tSNE, UMAP, MDS lub naszej FSD.

Zidentyfikuj stany metastabilne, oblicz czasy w basenach atrakcji (stany metastabilne), współczynniki rekurencji, entropię ...

Wielokrotne starty z tego samego słowa prowadzą do różnych trajektorii. Przejścia między stanami metastabilnymi = krążenie myśli.

Dlaczego takie przejścia?

Powiązane stany mają wzorce dzielące kilka cech, rekrutują mniej aktywne, ale silnie połączone neurony i osłabiają aktualnie aktywne. Poprzedni stan jest niedostępnym przez pewien czas (refractory period).



Mózg i jego stany

Prawdziwe mózgi, dane ECoG:
wykresy rekurencji zależą od progu
podobieństwa, odległości
kosinusowej, parametrów
zanurzenia, typu oscylacji itd.

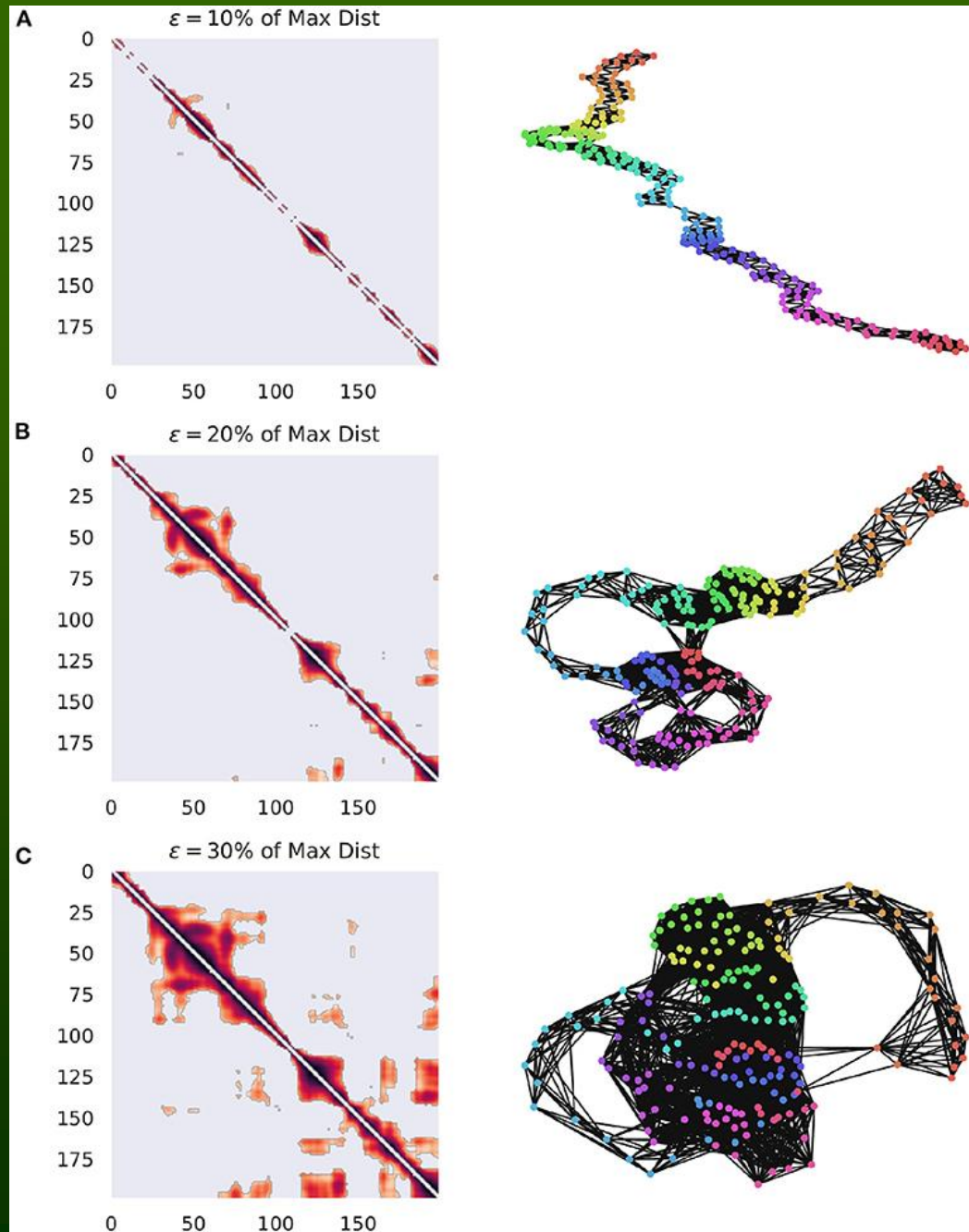
Varley, T. F., & Sporns, O. (2022).
Network Analysis of Time Series:
Novel Approaches to Network
Neuroscience.

Frontiers in Neuroscience, 15.
[10.3389/fnins.2021.787068](https://doi.org/10.3389/fnins.2021.787068)

For mathematically inclined:

Caputi, L., Pidnebesna, A., & Hlinka, J.
(2021). Promises and pitfalls of
topological data analysis for brain
connectivity analysis.

NeuroImage, 238, 118245.

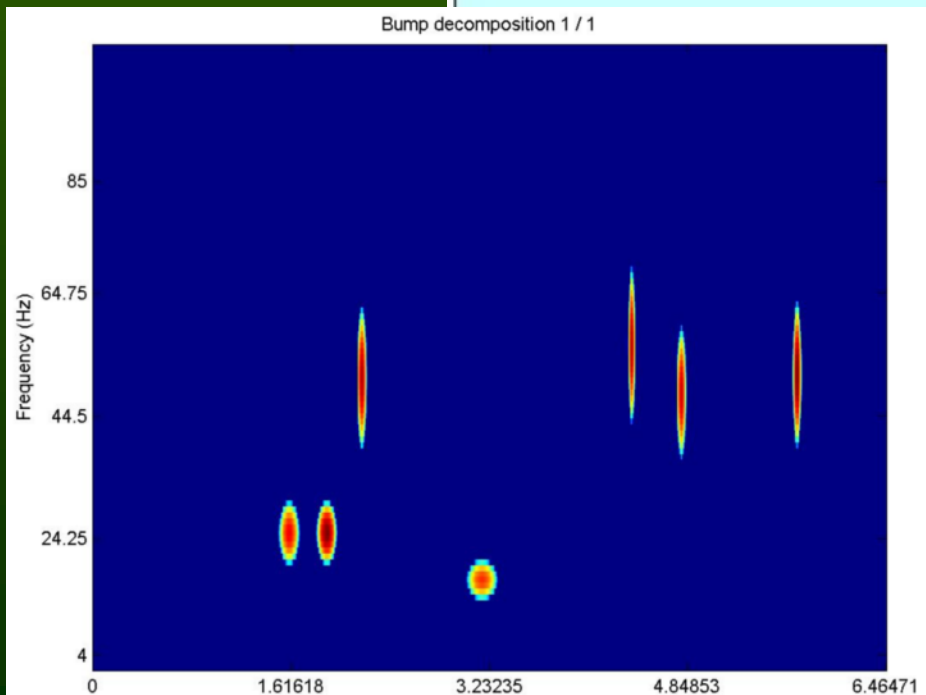
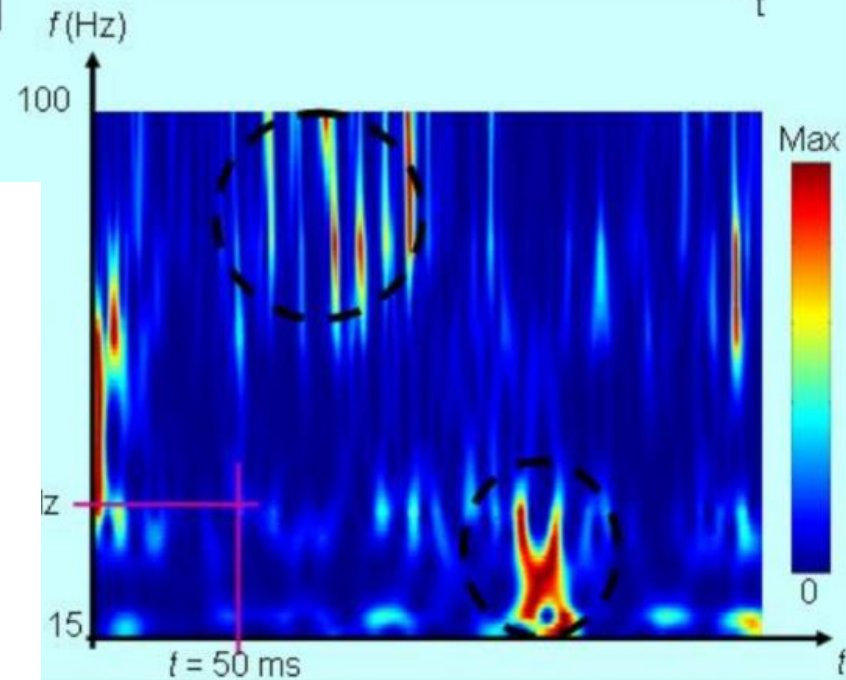
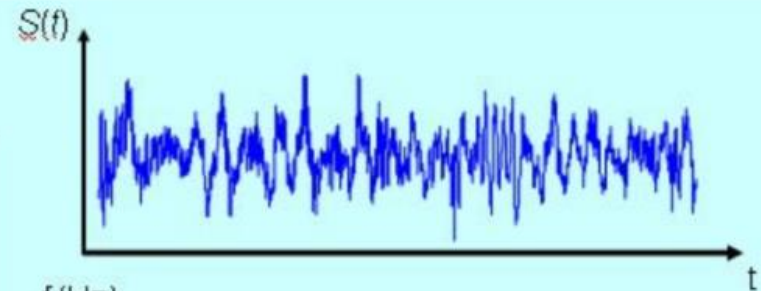


Reprezentacja t/f + atraktory

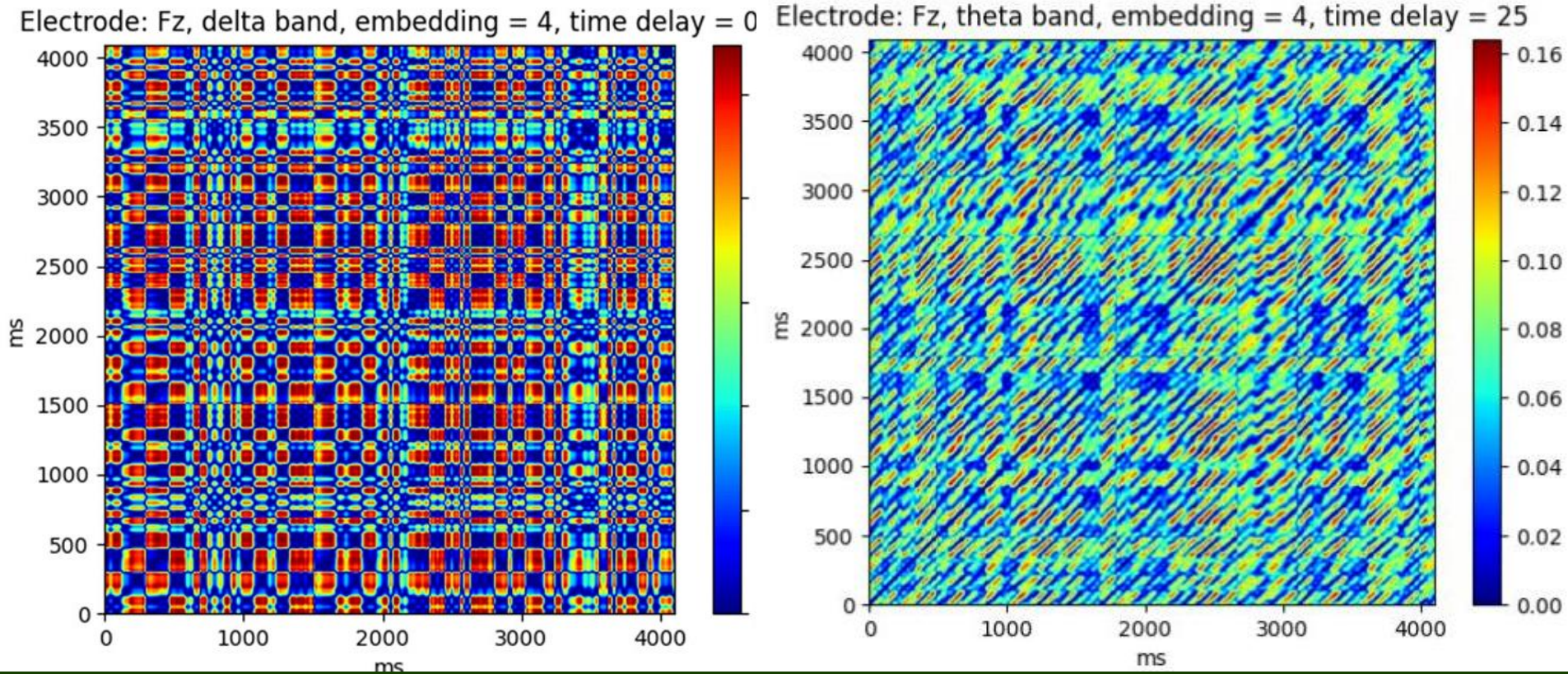
Przerywane sygnały o wysokiej częstotliwości i aktywacje w paśmie beta, dane ECoG z BCI Competition III .
Praca mgr. M Szupke (2011), z EEGLab.

Wavelet transform

S signal, h wavelet
 W_f time-frequency map
$$W_f(s, \tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) h_{s, \tau}^* dt$$



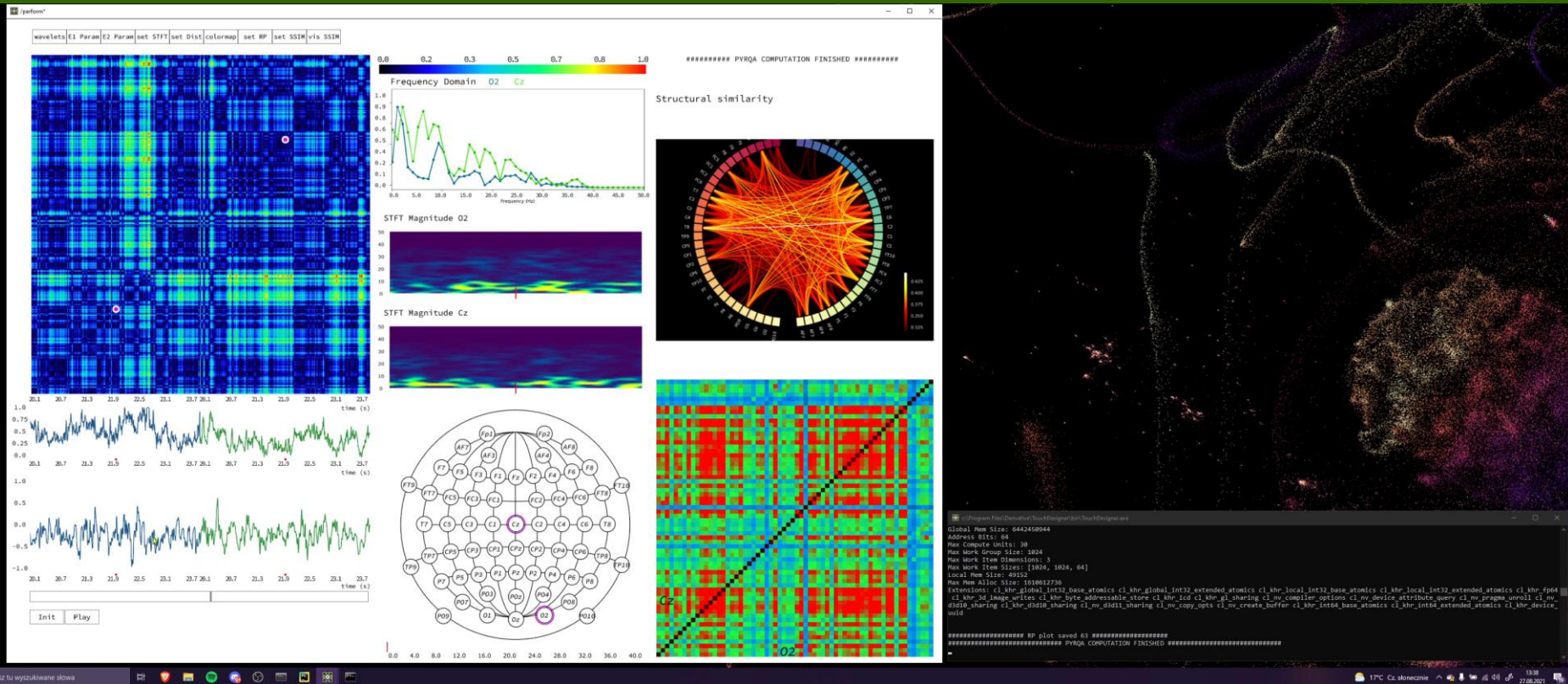
Recurrence plots δ , θ



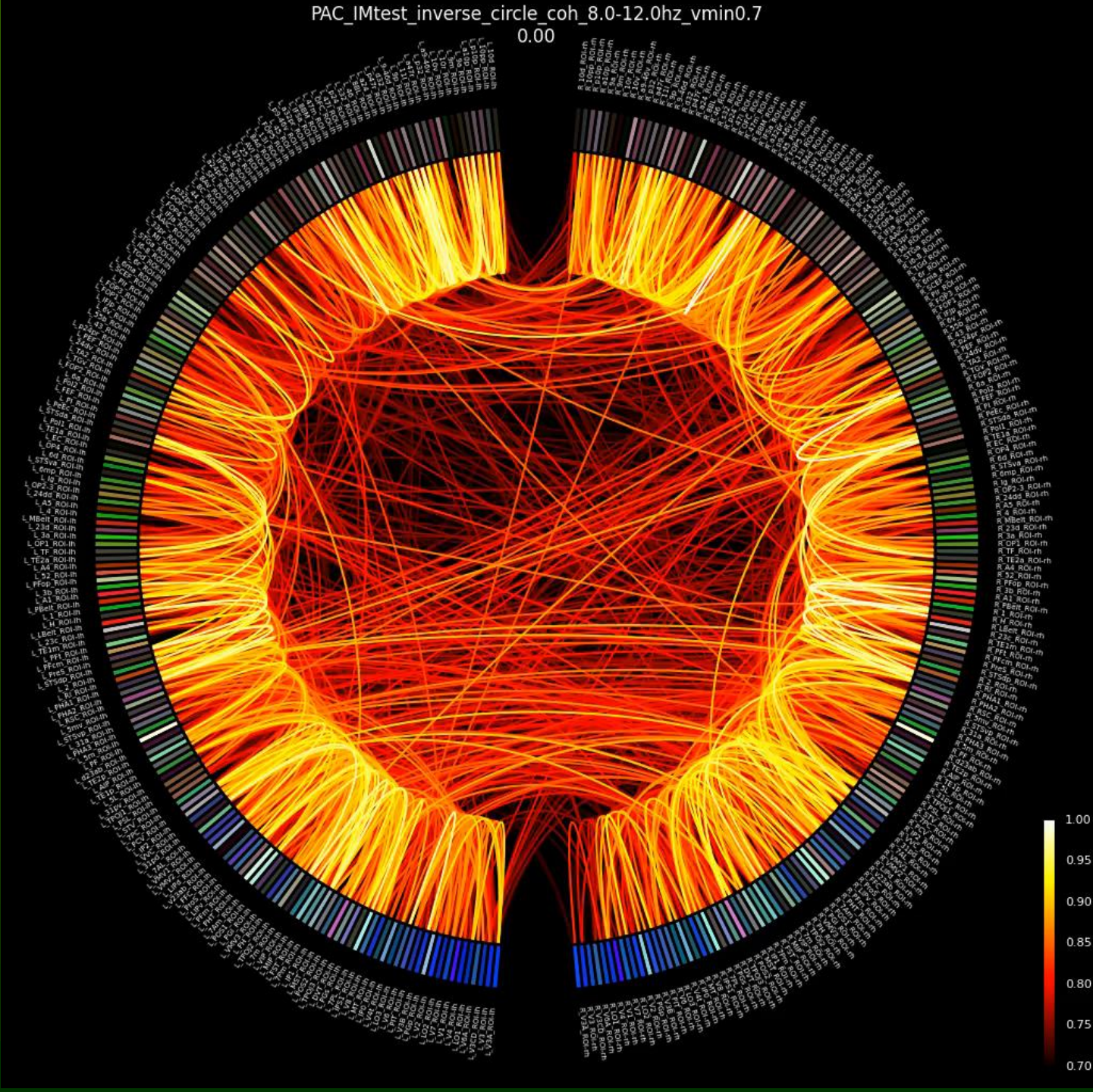
Unthreshold RPs for delta and theta bands, Fz electrode.

Distance scale changes parameters of the metastable states along diagonal, and influence non-linear parameters. Łukasz Furman builds BrainPulse tools for analysis of RPs. [This movie](#) shows changes of t/f spectra, RPs and STFT power spectra.

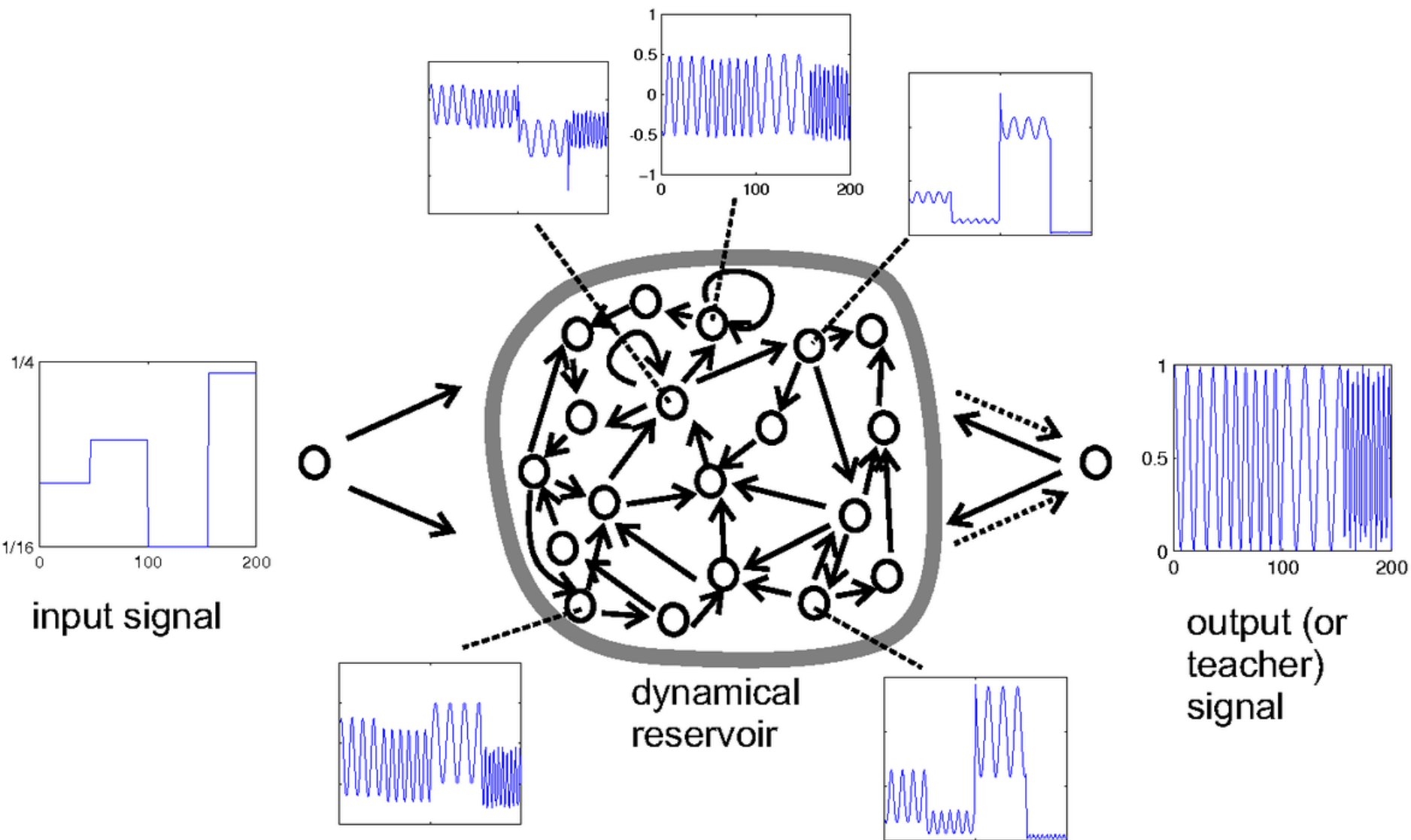
EEG analysis



- EEG data, 128 channels, recursion graphs, power spectrum for two electrodes, information flow and correlations between brain regions (Łukasz Furman).

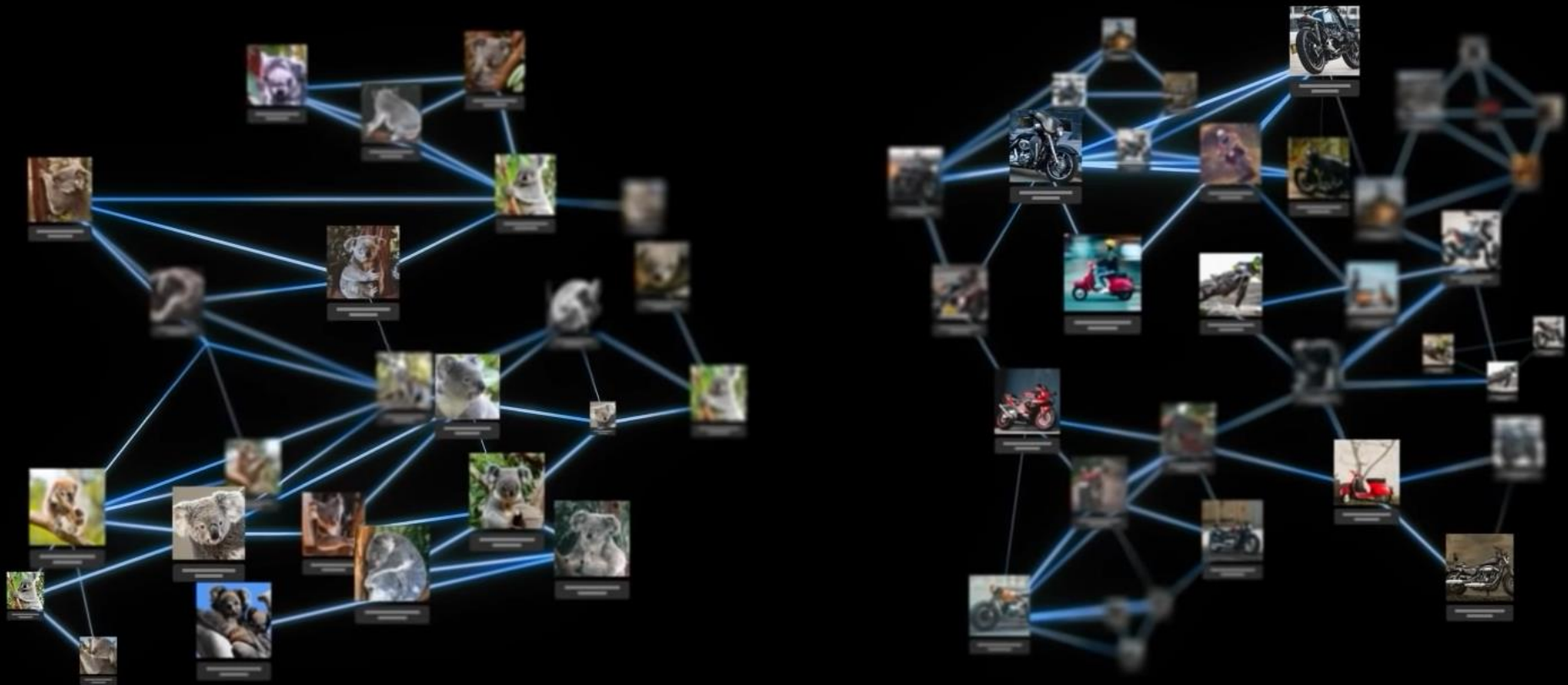


Wyobrażenia w sieciach neuronowych



Oscylacje w 100 mld neuronów sieci mózgu = percepcja i wyobrażenia.

Obrazy i słowa



koala bears

motorcycles

Through deep learning, it not only understands individual objects, like koala bears and motorcycles,

Dalle-2, Imagen, Midjourney i 100 innych! Obrazy/słowa to aktywacje sieci.

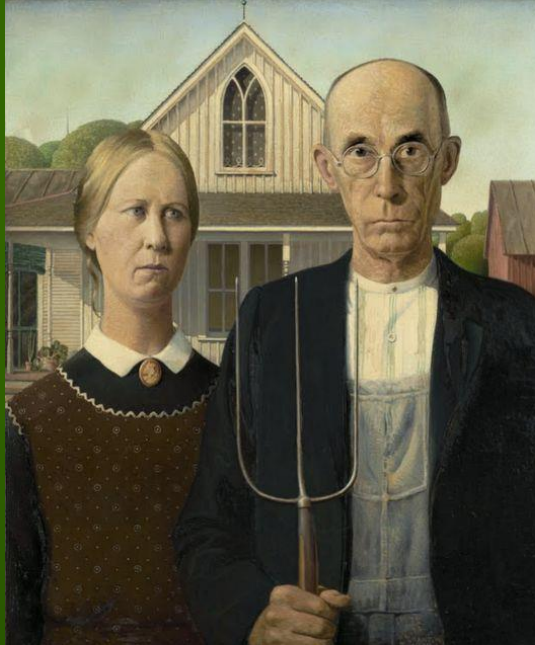
Wyobraźnia AI

Sieć neuronowa ma miliardy parametrów, potrafi połączyć opis tekstowy z obrazami.

Obrazki powstały z opisu:

The painting American Gothic, with two dogs holding pepperoni pizza instead of the farmers holding a pitchfork.

Każde uruchomienie programu tworzy inną wersję, 3D + wideo.



Wyobrażenia

GOFAL prowadziło rozumowania logiczne, ale brakowało skojarzeń (intuicji).

GPT i inne modele NLP pozwalają na myślenie skojarzeniowe.

Ilu ludzi myśli głównie skojarzeniowo?

Jaka jest rola wyobraźni i jakie są indywidualne różnice?

- [Imagery agnosia](#), KU Leuven 2016
- Mózgi i Muzyka, Toruń, Pałac Dąbskich 2008
- [Imagery Agnosia: what goes on in my head?](#) Torun 2009
- [Consciousness, Imagery and Music](#), Ghent 2008

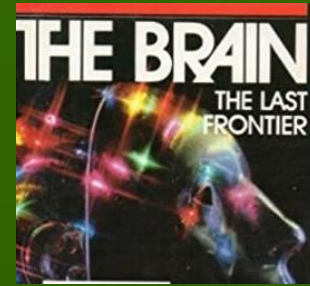
Duch W, [Intuition, Insight, Imagination and Creativity](#).

IEEE Computational Intelligence Magazine 2(3), August 200

Duch W. (2013) [Amuzja Wyobrażeniowa](#), rozdział w książce
Neuroestetyka muzyki, wyd. PTPN

Duch W. (2022). [Imagery agnosia and its phenomenology](#). Annals of
Psychology 1-17

Pytania są najważniejsze



Fundamenty

- Neuroinformatyka i mózgi.
- Mechanizmy: czego nie rozumiemy, co się (nie)daje zrozumieć?
- Modele komputerowe i rozumienie neurodynamiki.
- Teorie spiskowe i głębokie przekonania.
- AI: modele fundacyjne.

Technikalia:

- Analiza sygnałów, złożoność, rekurencja, szybkość RSVP.
- Zaburzenia, diagnostyka i terapie.
- Podglądanie umysłu.
- BCI i aplikacje.

Memy i spiski

- [Recipe for a conspiracy theory. Memes and neuroscience](#) WFAiIS UMK, Toruń, 2022. Recording [on YouTube](#).
- [Mental states in brains and computers](#) . [SANO](#) Krakow, 23.05.2022.
- [Dlaczego wierzymy w religie i teorie spiskowe?](#) MUR, Mózg-Umysł-Religia, Konferencja Kognitywno-Religioznawcza, UJ 2014
- [Memy w mózgach](#). Neuromania, I Konferencja Studentów Toruńskiej Kognitywistyki, 2012
- [Attractor neural networks and concept formation in psychological spaces](#). Bio-inspired Computational Models of Learning and Memory, Lejongdal castle, Stockholm, Sweden 2002

Duch W. (2021). [Memetics and Neural Models of Conspiracy Theories](#). Patterns. Cell Press.

Spisek zagnieżdża się w mózgu

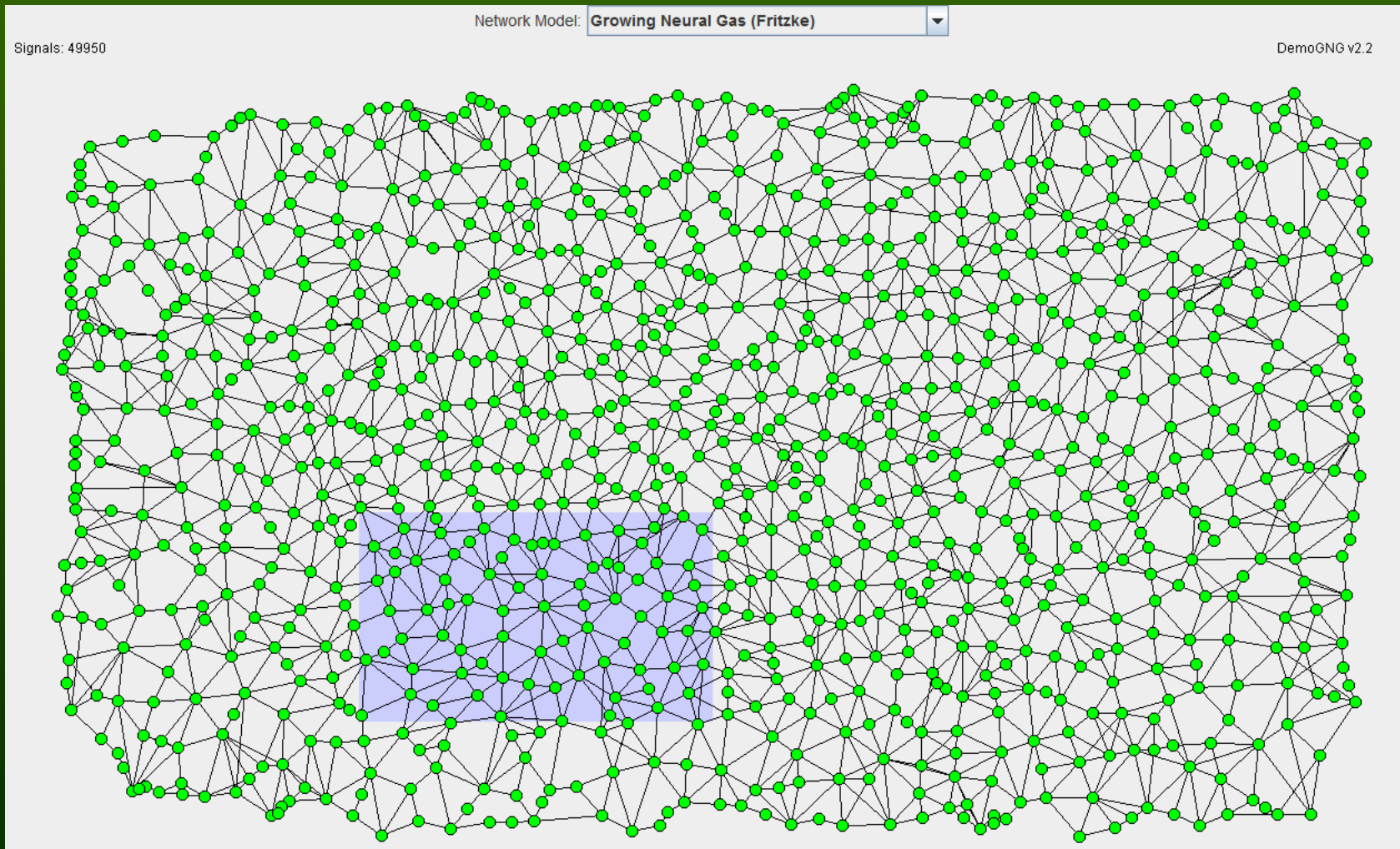


- Emocje, niepewne sytuacje zmuszają mózg do większej neuroplastyczności by zapamiętać to co nas poruszyło.
- Większa dostępność neurotransmitterów zwiększa szybkość uczenia i prawdopodobieństwo błędnej interpretacji.
- Gwałtowna zmiana, traumatyczne przeżycia, zmniejszają plastyczność „zamrażając” błędne wyobrażenia.
- Zapominanie szczegółów pozostawia najsilniejsze skojarzenia.
- Teorie i przekonania tworzą się przez skojarzenia zbioru stanów reprezentowanych przez „migawki aktywacji mózgu”, prototypy pewnych przeżyć.
- Teorie spiskowe powstają gdy z kilkoma błędnymi stanami mózgu zaczyna się kojarzyć wiele innych – to daje proste pozornie prawdziwe wyjaśnienia, oszczędza energię mózgu.
- I tak powstaje oczywista oczywistość ...



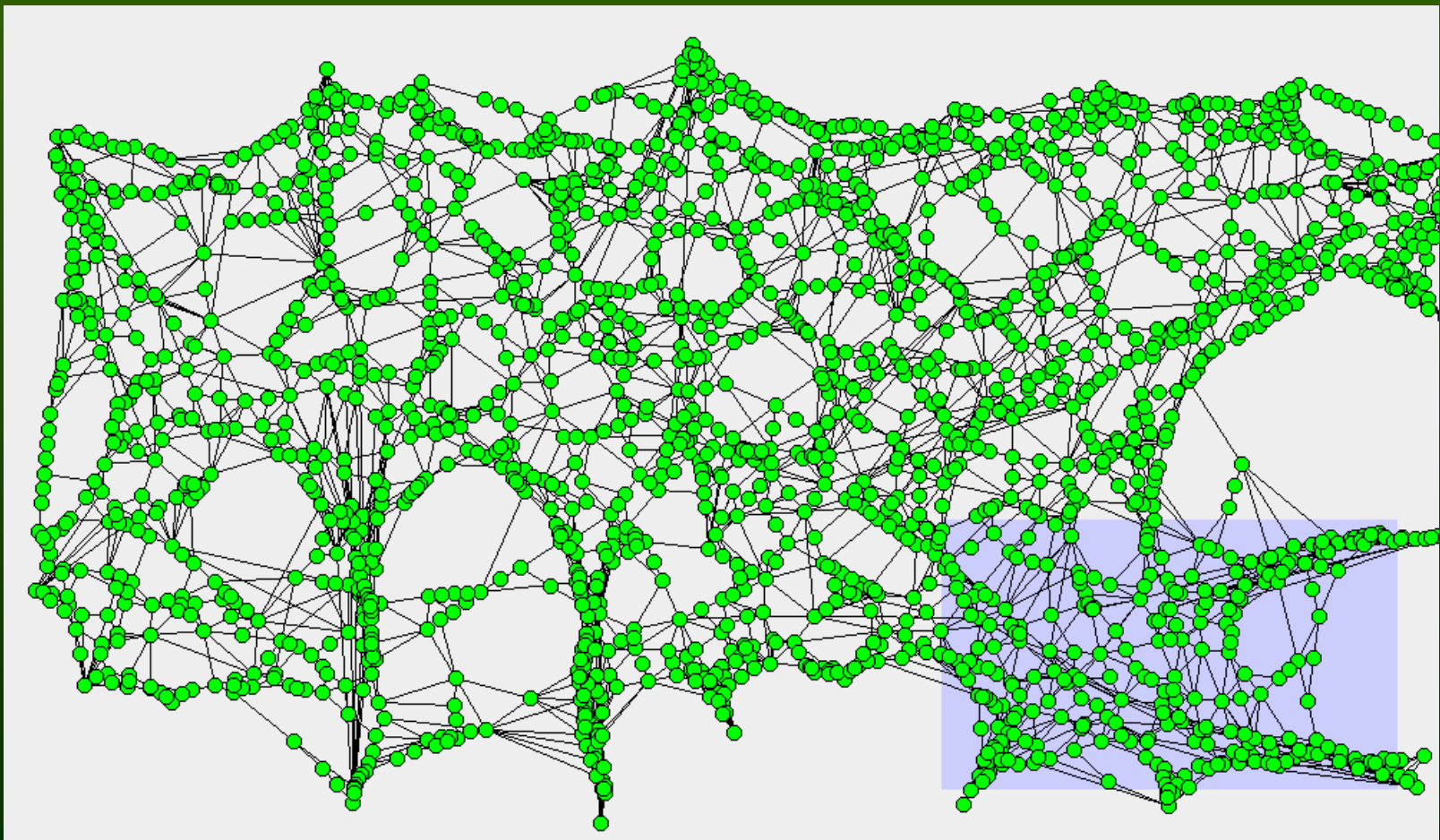
Lekkie deformacje

Relacje pomiędzy stanami pamięci epizodycznej. Priming=niebieski kolor.



Szybkie konkluzje

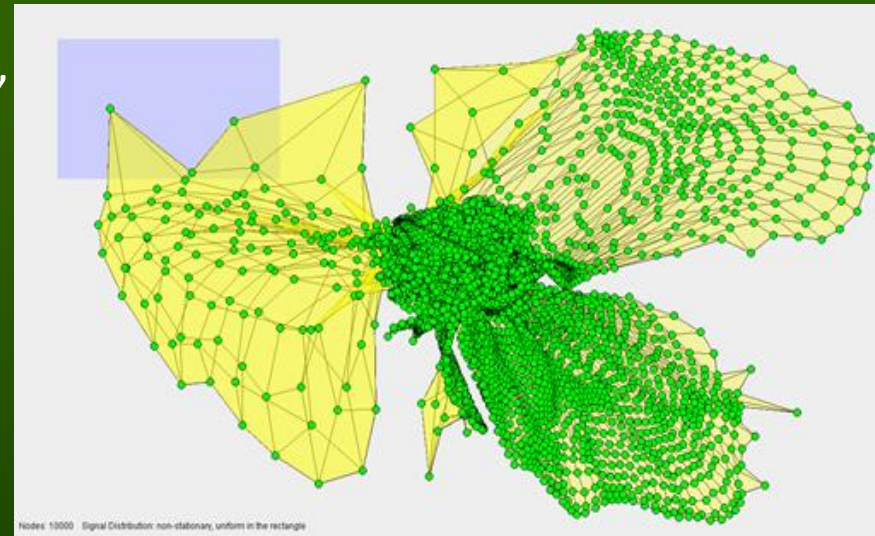
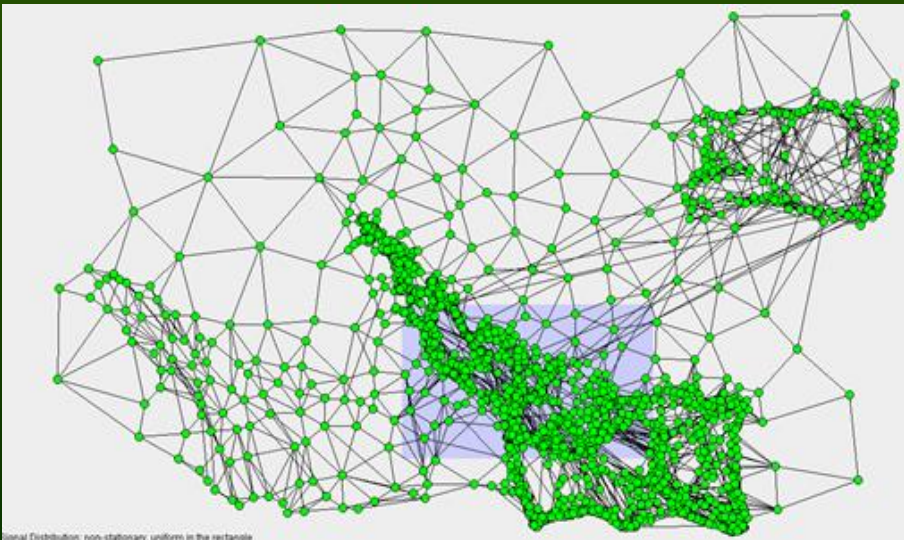
Dziury i zlewy w obrazie świata. Żydzi, masoni, zamachy i inne cuda, memoidy duże „dziury” i klastry, „zlewy”, aktywowane przez liczne obserwacje. Czarne linie łączące niezwiązane ze sobą epizody.



Memoidy ...

W skrajnych przypadkach wszystko kojarzy się z jedną wielką ideą lub sprawą.
"Kłamstwo powtarzane tysiąc razy staje się prawdą".
Każda wzmianka = wzmocnienie.

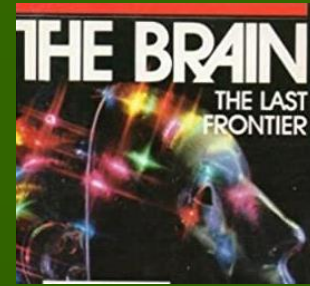
Obraz świata jest całkowicie zniekształcony,
stany umysłu tworzą jeden wielki mempleks ... Obcy, faszyci, naziści, religia,
apokalipsa, szczepionki, 5G ... cokolwiek.
Upraszcza to dynamikę, oszczędza energię.



The rapid freezing of high neuroplasticity (RFHN) model.
Przetrenowanie => hamowanie alternatyw! Utrata kreatywności.

Duch W. (2021) Memetics and Neural Models of Conspiracy Theories. Patterns. Cell Press.

Pytania są najważniejsze



Fundamenty

- Neuroinformatyka i mózgi.
- Mechanizmy: czego nie rozumiemy, co się (nie)daje zrozumieć?
- Modele komputerowe i rozumienie neurodynamiki.
- Teorie spiskowe i głębokie przekonania.
- AI: modele fundacyjne.

Technikalia

- Analiza sygnałów, złożoność, rekurencja, szybkość RSVP.
- Zaburzenia, diagnostyka i terapie.
- Podglądanie umysłu.
- BCI i aplikacje.

AGI & BICA

Z perspektywy inżyniera zrozumieć mózg to zbudować działający model wykazujący takie same funkcje. Potrzebne są modele zjawisk i ich przyczyn, siatka wyobrażeń i ich relacji, a tego jeszcze nie mamy.

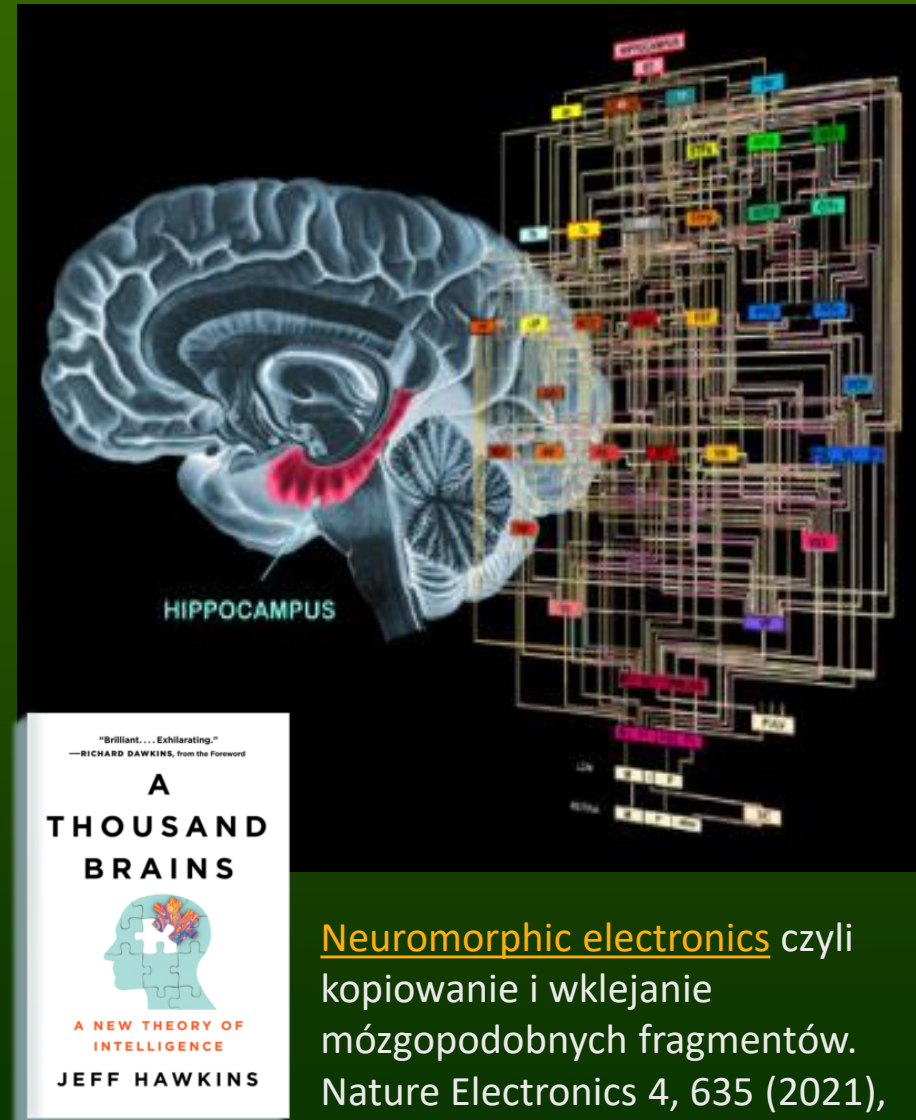
AGI = Artificial General Intelligence, czyli uczeń AI wielu różnych zadań.

BICA = Brain-Inspired Cognitive Architecture, uniwersalna inteligencja.

Duch, Oentaryo, Pasquier,
Cognitive architectures: where do we go from here?

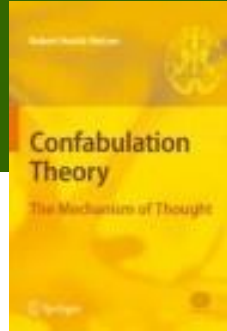
“We’ll never have true AI without first understanding the brain”

Jeff Hawkins (2020).



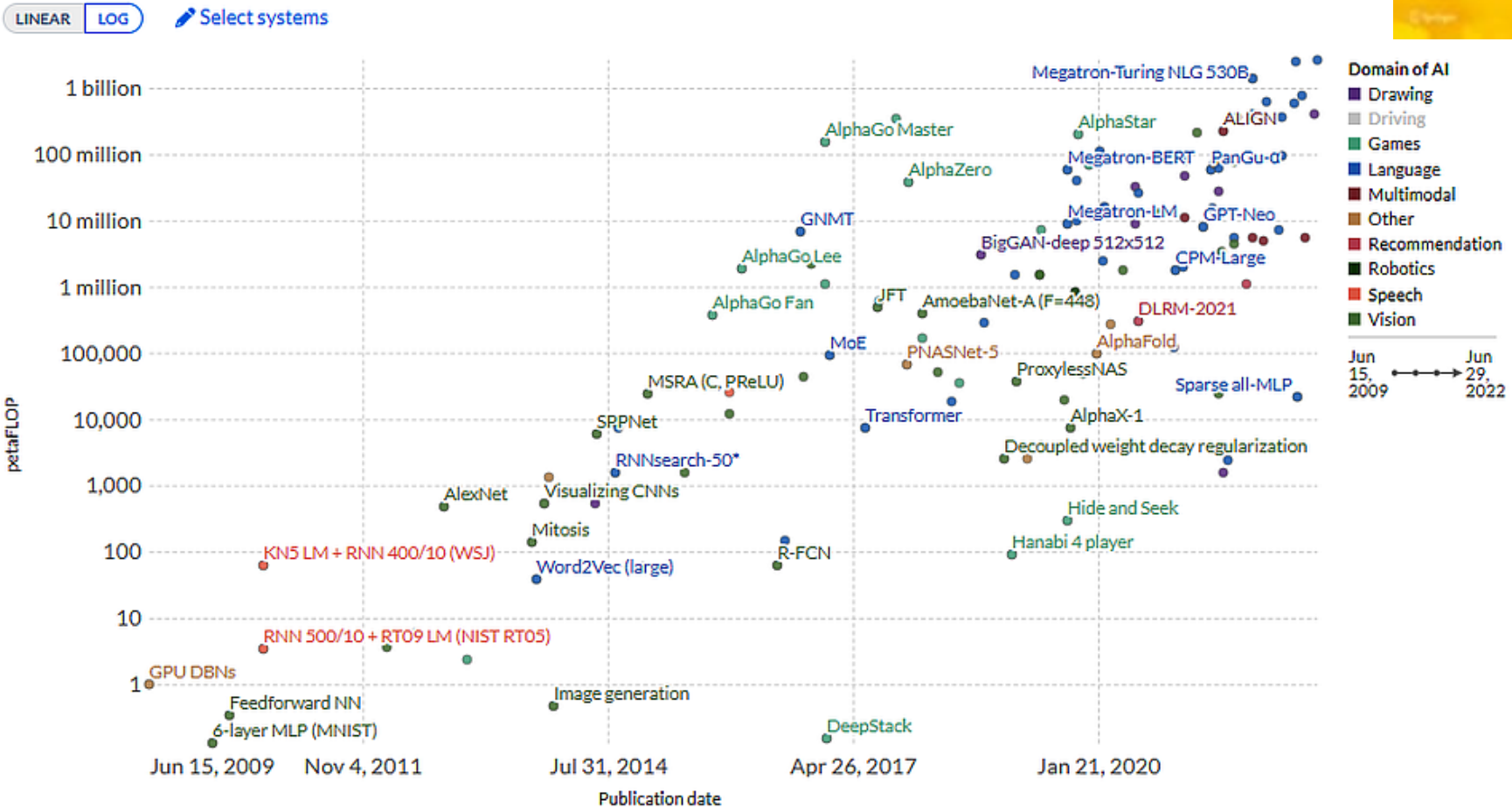
Neuromorphic electronics czyli kopiowanie i wklejanie mózgowopodobnych fragmentów. Nature Electronics 4, 635 (2021), zespół Harvard Uni + Samsung Electronics.

Modele fundacyjne



Computation used to train notable AI systems

Computation is measured in petaFLOP, which is 10^{15} floating-point operations.



Source: Sevilla et al. (2022)

Note: Computation is estimated by the authors based on published results in the AI literature and comes with some uncertainty. The authors expect the estimates to be correct within a factor of 2.

OurWorldInData.org/technological-change • CC BY

Największe modele mają obecnie (początek 2023 roku) 2600 mld parametrów.

Przyspieszenie ...

Exponential Growth of Neural Networks

Memory and compute requirements



1000x larger models
1000x more compute
In just 2 years

Today, GPT-3 with 175 billion params trained on 1024 GPUs for 4 months. OpenAI

MS+Nvidia MLM, MSFT models
Tomorrow, multi-Trillion parameter models and beyond.

Duże modele kojarzą fakty w wielu obszarach. Gato ma tylko 1.2 B parametrów.

Trening ML: przez 10 lat od 1 Pflop do 1 mld Petaflops, miliard razy więcej!

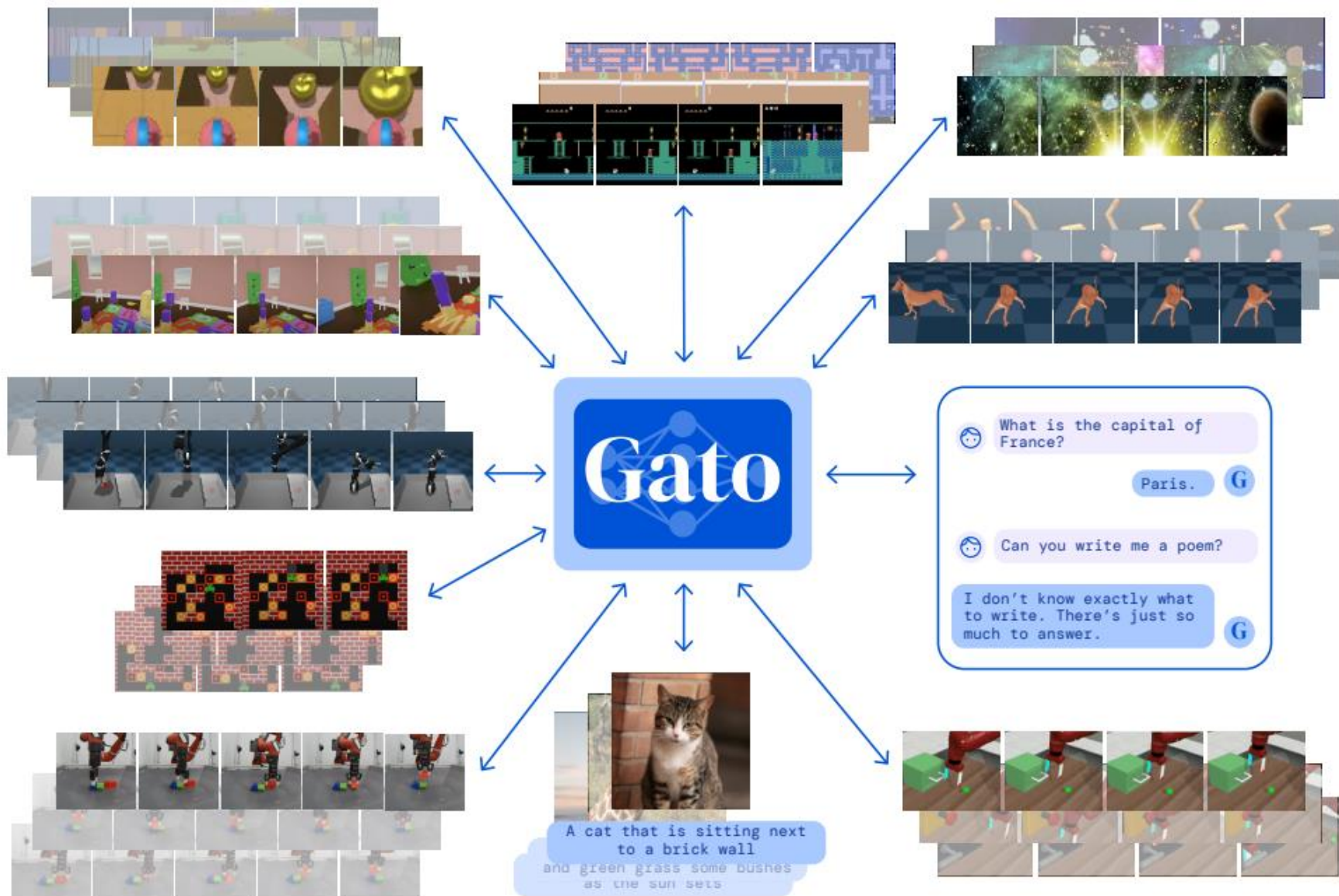


Figure 1 | **A generalist agent.** Gato can sense and act with different embodiments across a wide range of environments using a single neural network with the same set of weights. Gato was trained on 604 distinct tasks with varying modalities, observations and action specifications.

Outside Knowledge Visual Question Answering

Vehicles and Transportation



Q: What sort of vehicle uses this item?
A: firetruck

Brands, Companies and Products



Q: When was the soft drink company shown first created?
A: 1898

Objects, Material and Clothing



Q: What is the material used to make the vessels in this picture?
A: copper

Sports and Recreation



Q: What is the sports position of the man in the orange shirt?
A: goalie

Cooking and Food



Q: What is the name of the object used to eat this food?
A: chopsticks

Geography, History, Language and Culture



Q: What days might I most commonly go to this building?
A: Sunday

People and Everyday Life



Q: Is this photo from the 50's or the 90's?
A: 50's

Plants and Animals



Q: What phylum does this animal belong to?
A: chordate, chordata

Science and Technology



Q: How many chromosomes do these creatures have?
A: 23

Weather and Climate



Q: What is the warmest outdoor temperature at which this kind of weather can happen?
A: 32 degrees

PaLM-E-562B: pozwala na multimodalne rozumowanie, może opowiadać wizualnie uwarunkowane dowcipy na podstawie obrazu, umożliwia percepcję, planowanie i oparty na tym dialog. Generalizuje wiedzę z pojedynczych obrazów.

Świadome awatary?

Hal rozmawia z Sophią o świadomości. Dzięki sieci neuronowej GPT-3.



Awatar w pewnym stopniu rozumie sens pytań – modele typu BERT i GPT pozwolą mu odpowiadać na pytań lepiej niż ludzie.

Actionbot jeszcze nie ... ale LaMDA (B. Lemoine)?

Jeśli może przywołać obrazy mentalne w swojej sieci neuronowej, będzie miał model świata i wyobraźnię. Jego wypowiedzi będą „percepcją tego co pojawia się w jego umyśle” (J. Locke, 330 lat temu), opisem wyobrażeń. Jak będzie się to różnić od procesów w naszych mózgach?

Świat bytów wirtualnych – moje wykłady z 2005 roku.

Bina48 i Projekt LifeNaut



Rekonstrukcja umysłu z informacji w mindfiles, tworzenie mindclones: samoświadomych istot cyfrowych, pamiętających, myślących, czujących.

Neuromorficzne komputery/roboty



GPTchat o teoriach spiskowych

- Opisz różnicę pomiędzy rozumowaniem a myśleniem skojarzeniowym

GPTchat: Rozumowanie to proces, w którym używamy naszych logicznych i analitycznych umiejętności do dochodzenia do wniosków na podstawie dostępnych informacji. Proces ten może obejmować definiowanie problemu, zbieranie danych, tworzenie hipotez, testowanie hipotez i wyciąganie wniosków. Celem rozumowania jest zrozumienie i wyjaśnienie zjawisk oraz podejmowanie racjonalnych decyzji na ich podstawie.

Myślenie skojarzeniowe to proces, w którym nasze myśli i idee są łączone ze sobą poprzez powiązania i skojarzenia. Myślenie skojarzeniowe jest często spontaniczne i niekontrolowane i może prowadzić do tworzenia nowych idei i połączeń między różnymi tematami. Może być również używane jako technika twórczego myślenia, która pozwala na szybkie wygenerowanie wielu pomysłów i może być przydatna w rozwiązywaniu problemów.

Ogólnie rzecz biorąc, rozumowanie jest bardziej analityczne i logiczne, podczas gdy myślenie skojarzeniowe jest bardziej intuicyjne i twórcze. Oba procesy są ważne w ludzkim myśleniu i mogą być używane w różnych sytuacjach.

GPTchat o teoriach spiskowych



- Jak myślenie skojarzeniowe może doprowadzić do teorii spiskowych?

GPTchat: Myślenie skojarzeniowe jest procesem, w którym nasze myśli i idee są łączone ze sobą poprzez powiązania i skojarzenia. Może to prowadzić do tworzenia nowych idei i połączeń między różnymi tematami. W przypadku teorii spiskowych, myślenie skojarzeniowe może prowadzić do tworzenia połączeń pomiędzy różnymi wydarzeniami lub zjawiskami, które są interpretowane jako dowody na istnienie spisku lub złośliwego działania ze strony określonej grupy ludzi lub organizacji.

Teorie spiskowe często opierają się na pojedynczych incydentach lub pojedynczych elementach dowodów, które są następnie łączone w sposób, który sugeruje istnienie ukrytego celu lub złośliwego działania. Myślenie skojarzeniowe może być używane do tworzenia tych połączeń, nawet jeśli istnieją inne wyjaśnienia lub brak jest solidnych dowodów potwierdzających teorię spiskową.

Ważne jest, aby pamiętać, że teorie spiskowe nie są oparte na solidnych dowodach naukowych i mogą być niebezpieczne, ponieważ mogą prowadzić do niepoprawnych lub nieuzasadnionych wniosków lub działań. Dlatego ważne jest, aby zachować ostrożność i krytyczne myślenie i zawsze szukać solidnych, naukowych dowodów, zanim podejmiemy jakiegokolwiek decyzje na ich podstawie.

GPTchat o teoriach spiskowych

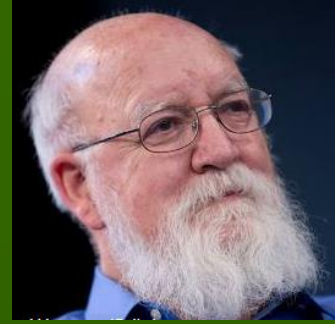
- Jaka jest rola pamięci epizodycznej w formowaniu się teorii spiskowych?

GPTchat: Pamięć epizodyczna to rodzaj pamięci, która odpowiada za zapamiętywanie szczegółowych informacji dotyczących określonych wydarzeń lub doświadczeń. Pamięć epizodyczna pozwala nam zapamiętywać informacje o tym, co się wydarzyło, gdzie i kiedy to miało miejsce, oraz z jakimi ludźmi byliśmy związani w danym momencie.

W przypadku teorii spiskowych, pamięć epizodyczna może odgrywać rolę w formowaniu się tych teorii, ponieważ pozwala nam zapamiętywać szczegółowe informacje dotyczące określonych wydarzeń lub zjawisk. Te informacje mogą być następnie łączone w sposób, który sugeruje istnienie ukrytego celu lub złośliwego działania ze strony określonej grupy ludzi lub organizacji.

Ważne jest jednak, aby pamiętać, że pamięć epizodyczna nie jest zawsze dokładna i może być zaburzona przez różne czynniki, takie jak emocje, wpływy zewnętrzne lub upływ czasu. Dlatego ważne jest, aby zawsze szukać solidnych, naukowych dowodów, zanim podejmiemy jakiegokolwiek decyzje na podstawie informacji zapamiętanych w naszej pamięci epizodycznej.

Daniel Dennett i GPTchat



Creating a Large Language Model of a Philosopher

Eric Schwitzgebel, David Schwitzgebel, Anna Strasser

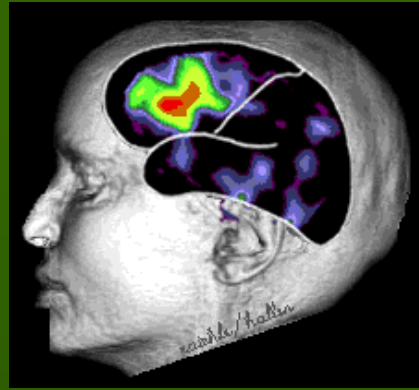
<https://arxiv.org/abs/2302.01339>

Czy duże modele językowe mogą tworzyć teksty filozoficzne, które trudno odróżnić od tekstów tworzonych przez ludzkich filozofów? Dostroiliśmy GPT-3 OpenAI, wykorzystując prace Daniela C. Dennetta jako dodatkowe dane treningowe. Dennett skomentował 10 filozoficznych pytań, na te same pytania odpowiedział model NLP, zbierając 4 odpowiedzi na każde pytanie bez selekcji. 425 osób oceniało, czy to odpowiedź Dennetta czy jedna z czterech napisanych przez GPT. 25 filozofów poprawnie rozpoznało 51%.

Przypadkowy wybór to 20%, doskonały to 80% poprawności.

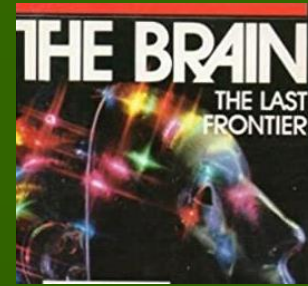
Dla dwóch z dziesięciu pytań eksperci wybierali częściej odpowiedzi NLP niż samego Dennetta. Czytelnicy blogów filozoficznych (N = 302) wypadli podobnie do ekspertów.

Zwykli uczestnicy badania (N = 98) próbując odróżniali odpowiedzi GPT-3 od odpowiedzi „rzeczywistego ludzkiego filozofa” byli na poziomie przypadku.



Technikalia

Pytania są najważniejsze



Fundamenty

- Czym różni się kognitywistyka od psychologii?
Konstrukty psychologiczne i rzeczywistość fizyczna.
- Mechanizmy: czego nie rozumiemy, co się (nie)daje zrozumieć?
- Modele komputerowe i rozumienie neurodynamiki.
- Teorie spiskowe i głębokie przekonania.
- Wyobrażenia, top down i bottom up, różnice indywidualne.

Technikalia

- Analiza sygnałów, złożoność, rekurencja, szybkość RSVP.
- Zaburzenia, diagnostyka i terapie.
- Podglądanie umysłu.
- Przyszłość: AI, modele fundacyjne, myślenie skojarzeniowe i rozumowanie.
- BCI i aplikacje.

Fenomika neuropsychiatryczna

2008: The Consortium for Neuropsychiatric Phenomics

Od genów do sieci neuronów do mechanizmów poznawczych i do ich zaburzeń.

Wyjaśnienia na wielu poziomach, skale czasowe od pikosekund do lat, rozmiary od nanometrów do metra – RDOC NIMH.

Neurodynamika, sieci neuronowe są na środkowym poziomie, można badać ich aktywność metodami neuroobrazowania jak i za pomocą komputerowych symulacji.

Zewnętrzne wpływy: epigenetyka, procesy rozwojowe, środowisko, leki ...





Fenomika neuropsychiatryczna

Włodzisław Duch

Lab. Neurokognitywne, Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii

Centrum Doskonałości „Neuroinformatyka i Sztuczna Inteligencja”,

Katedra Informatyki Stosowanej, INT WFAIS,

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Google: Wlodzislaw Duch

Referaty

BMIs for human enhancement: what has been done and what is coming?

BMI Workshop, IEEE SMC 2022.

Artificial Intelligence and neuro-cognitive technologies for human augmentation. PhD School, Sapienza University of Rome, Italy, 2022

W stronę transhumanizmu: sztuczna inteligencja i technologie neurokognitywne. Sztuczna Inteligencja a Transhumanizm. Teorie – Zastosowania–Zagrożenia. IFiS UP Kraków, 2022.

Fenomika neuropsychiatryczna. XXXIX Szkoła Zimowa IF PAN Dysfunkcje metaboliczne a choroby ośrodkowego układu nerwowego, 2022

Najciekawsze (IMHO) kierunki rozwoju neuronauk. Wersja w Prezi, Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL, 2021.

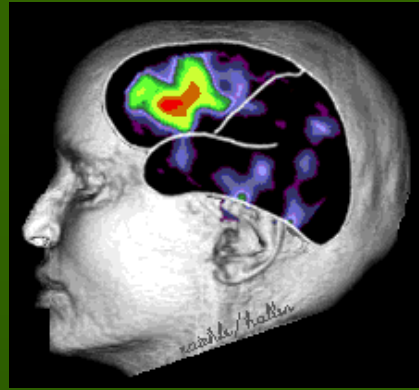
Jak technologie zmieniają społeczeństwa? (PDF, 9.3 MB).

Dni Otwarte Transformacji Cyfrowej, TEAMS, 6.10.2021

Technologie neurokognitywne. Forum Inteligentnego Rozwoju- E(x)plory Day.

Hotel Copernicus, Toruń, 29.09.2021

++ długa lista referatów.



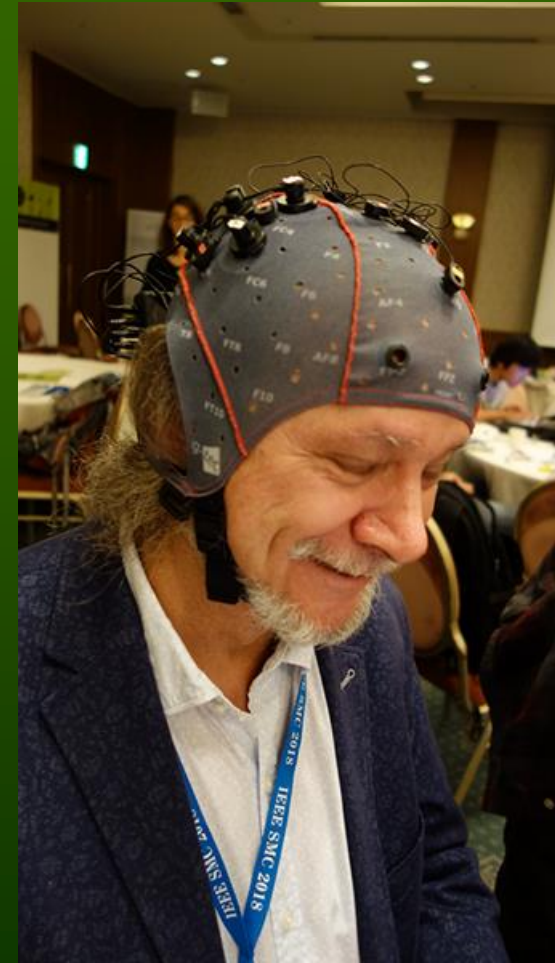
BCI/BMI, naprawa i doskonalenie

On the threshold of a dream ...

Final goal: optimize brain processes!

To repair damaged brains and increase efficiency of healthy brains we need to understand brain processes:

1. Create **models of cognitive architectures** that help to understand information processing in the brain.
2. Find **fingerprints of specific brain activity** (regions, subnetworks) using neurotechnologies.
3. Create **diagnostic and therapeutic procedures**.
4. Use **neurofeedback decoding local activity and functional connectivity to stimulate the brain**.
5. **Stimulate neuroplasticity** in a closed loop, monitoring brain activity and applying TMS, DCS, EM and other forms of neuromodulation.

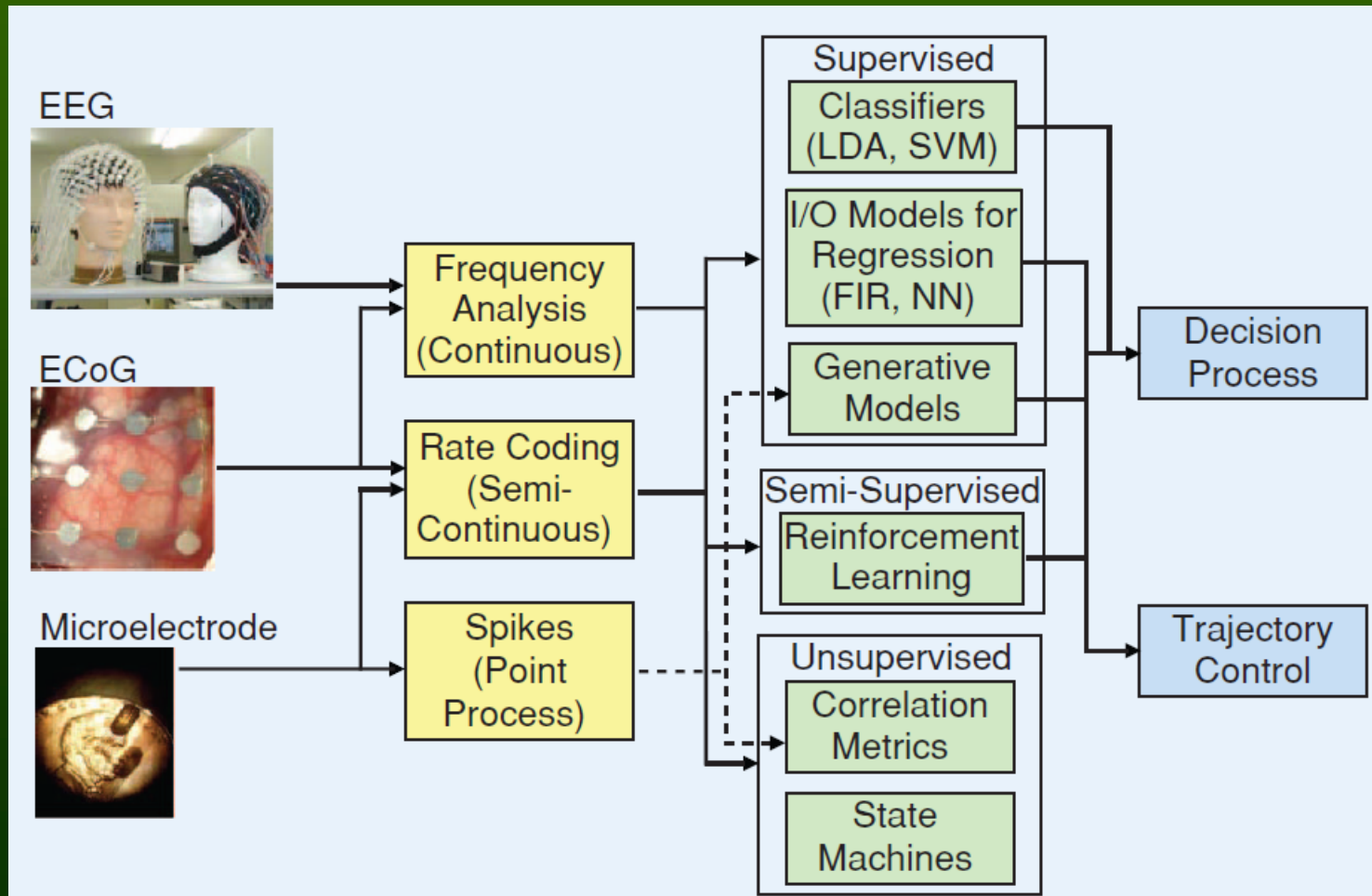


G-tec wireless NIRS/EEG on my head.

BMI: time to connect our brains ...

Non-invasive, partially invasive and invasive methods carry increasing amount of information, but are more difficult to implement.

EEG+ML still reigns supreme!



BCI UNIVERSE

A mind map of sensing and stimulating brain technologies*

NONINVASIVE

INVASIVE



MEG

Magneto-Encephalography

~1000 patients

A technique that uses magnetometers and gradiometers to amplify and record electromagnetic fields created by large groups of neurons. SQUIDS (superconducting quantum interference devices) in a supercooled environment. Optically Pumped Magneto-Encephalography (OP-MEG) and other sensors measure magnetic fields of "open" neurons.

- Major Applications:**
- SQUID-MEG: • GP-VLAD; • Epilepsy; • Stroke; • TIA
 - OP-MEG: • Sleep and consciousness studies; • Cognitive use for autism, attention, emotion, learning, memory

- No surgery required
- High spatial resolution
- High temporal resolution
- OP-MEG is portable and relatively inexpensive
- Requires cooling, magnetically shielded rooms (costly)
- Lower sensitivity to deep structures and small lesions
- Few hospitals have available



EEG

Electroencephalography

~10% of patients

Noninvasive, low spatial resolution technique used for recording cortical activity from an array of electrodes placed extracranially via monitoring for its portable device. EEG measures electrical activity of neural populations (cells, fibers, alpha, beta, gamma, and delta waves) to observe regional brain activity in real time.

- Major Applications:**
- ADHD
 - Autism
 - Chronic pain
 - Consumer control
 - Consumer wellness
 - Electroencephalography
 - Epilepsy
 - Sleep disorders
 - Stroke rehabilitation
 - Widely used in diagnostic and monitoring

- Well-tolerated tech
- No surgery required
- Transportation
- Portable & inexpensive
- Higher temporal resolution
- Major funded activity
- Recent influx of private R&D funding
- Low signal-to-noise ratio
- Sparsity introduces machine learning
- Lower spatial resolution than MEG and fMRI
- Lower sensitivity to subdural sources



ECoG

Electrocorticography

~1000 patients

An invasive, high-throughput technique for measuring neuronal activity with a grid of electrodes applied directly on the brain's surface. ECoG measures synchronized spatio-temporal activity from larger populations of cortical pyramidal neurons.

- Major Applications:**
- Epilepsy diagnosis
 - Search and movement
 - Prosthetic limb control
 - Neurostimulation
 - Spinal cord injury
 - Locomotor Syndrome
 - Movement disorders

- High spatial precision
- High temporal resolution
- Higher maximal longevity
- Less likely to produce strong immune response (due to prevention of brain injury)
- Requires connection and exposed cortex limits research applications
- Wireless and implantable arrays only recently available



DBS

Deep Brain Stimulation

~10,000 patients

An invasive technique that modulates brain activity via surgically implanted electrodes embedded deep in the brain. DBS modulates neural activity and delivers electrical impulses directly to the globus pallidus, nucleus ventralis interna, or thalamus of a subthalamic nucleus.

- Major Applications:**
- Dystonia
 - Cluster headache
 - Dyskinesia
 - Epilepsy
 - Essential tremor
 - ODD
 - Parosmia
 - Postural gait
 - Tourette

- Many promising clinical applications in trials
- Improved clinical benefits
- More surgeons familiar with implantation process
- Relatively mature manufacturing ecosystem
- Requires craniotomy
- Potential brain tissue effects for many
- Manufacturing challenges



fMRI

Functional Magnetic Resonance Imaging

~100,000 patients

Imaging technique that uses magnetic fields to detect changes in cerebral blood flow as a marker for brain activity. Specifically, fMRI measures blood oxygenation level dependent (BOLD) signals. BOLD signals are generated by oxygenated blood in the brain that has different magnetic susceptibility to oxygenated blood than deoxygenated blood (which has a lower magnetic susceptibility). This allows for the detection of changes in cerebral blood flow (CBF) in response to neural activity.

- Major Applications:**
- Alzheimer's
 - Depression
 - Chronic pain
 - Cognition
 - Major depression
 - Schizophrenia
 - Widely used in diagnostic and monitoring

- No surgery required
- High temporal resolution
- Real-time reading
- Ability to do behavioral analysis
- Large form factor
- Low temporal resolution
- Physiologic for neuronal activity



fNIRS

Functional Near-Infrared Spectroscopy

~10,000 patients

A neuroimaging technique that measures hemoglobin concentration in specific brain regions using a fiber-optic light source (~650-1000 nm) and a detector that measures changes in light intensity. Light penetrates into the cerebral cortex and the backscatter is used as a biomarker for brain activity.

- Major Applications:**
- Dementia
 - Diagnosis
 - Motor recovery
 - Alzheimer's
 - Major depression
 - Stroke
 - TIA

- Noninvasive
- Reversible
- Portable
- Multi-channel systems
- Slow information transfer rate
- High error rate
- Physiologic for neuronal activity



tFCD/tFUS

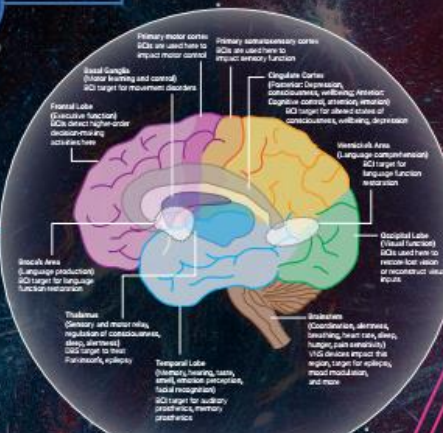
Focused Transcranial Doppler/Transcranial Focused Ultrasound Stimulation

~100 patients

tFCD is an imaging technique that uses a probe to transmit ultrasound waves into the brain to determine which structures in the brain that may correspond to neural activity. tFUS delivers low-intensity, pulsed ultrasound waves to the brain to directly modulate specific neural pathways. tFUS should be distinguished from high-intensity ultrasound, which is ablative.

- Major Applications:**
- tFCD: Alzheimer's; Cerebrovascular disease; Language, face and color processing, attention; Tinnitus; Tinnitus dependence
 - tFUS: Anxiety; Corticospinal; Generalized Tremor/Parkinson's disease; tFUS cognitive enrichment

- Noninvasive
- High spatial resolution
- Reaches deep brain regions
- Compatible with MRI and EEG
- Adaptable for desktop form factor
- Compelling theories for mode of action
- tFCD measurements may not correspond to neural activity
- Long-term effects not well established



This is a living document. See updated version at: brainmind.org/bci



Implied Microelectrodes

Thin electrodes (thickness under 50 um) delivered via craniotomy, used in electrophysiology for recording neural signals and/or stimulating the brain.

- Major Applications:**
- ALS
 - Dorsal/ventral ACC
 - Recent
 - Local/Global Systems
 - Motor Disorders
 - Developmental Brain Injury
 - Motor Disorders
 - Spinal cord injury

- Recent influx of private R&D funding
- High spatial resolution
- Many potential prosthetics applications
- Portable
- Lower surgical risk than ECoG, DBS
- Requires craniotomy
- Potential brain tissue effects
- Low maximal longevity



EE

Endovascular Electrodes

~1 patient in 2000

A minimally-invasive electrode array that is passed intravenously into the cerebral vasculature and placed in close proximity to specific brain regions.

- Major Applications:**
- Tremor
 - Motor disorders
 - Spinal cord injury
 - Dorsal/ventral ACC
 - Stroke

- Can be implanted in many different locations
- Can occupy vascular space
- ~4 month biocompatibility in animal blood vessels
- Requires craniotomy
- Requires lifelong antithrombotic use
- Can only record from neurons adjacent to vessel



Optogenetics

A stimulation method that can activate specific neurons and circuits using light. Targeted cell types are genetically modified to produce light-sensitive proteins called opsins. These proteins trigger action potentials when the targeted cells are exposed to a specific wavelength of blue light.

- Major Applications:**
- Neurological research
 - Reversible disease models
 - Neurostimulation
 - Stroke recovery

- Specific cell type targeting
- Requires bidirectional control of neurons
- High spatial and temporal resolution
- Widely used research tool
- Animal research only at foreseeable future



VNS

Vagus Nerve Stimulation

~10,000 patients

Noninvasive: tVNS or nVNS

Delivers the vagus electrical impulses to the vagus nerve via an implanted electrode or a noninvasive wearable device or handheld device. nVNS uses bundles of reusable needles that stimulate noninvasively. tVNS and galvanic VNS (galvanic VNS) use transcutaneous electrical stimulation (tES) to stimulate the vagus nerve via the skin or a device or adjusted by the patient in the case of tVNS.

- Major Applications:**
- Alzheimer's
 - Depression
 - Cancer
 - Chronic pain
 - Stroke
 - Tourette
 - Stroke
 - Stroke
 - Stroke

*Our report focuses on BCI with non-invasive potential for diagnostic applications. Technologies which do not directly measure neuronal activity (e.g., EEG, MEG, tFCD) are not included, and a BCI that does not directly measure neuronal activity (e.g., fMRI, tFUS) is not included. This paper is not intended to be a comprehensive review of BCI technologies. It is a living document. See updated version at: brainmind.org/bci. This paper is not intended to be a comprehensive review of BCI technologies. It is a living document. See updated version at: brainmind.org/bci.

Dokąd zmierza neuroinformatyka?



- W bardzo wielu kierunkach ... fenomenika kognitywna dopiero się rozkręca.
- Neurokognitywistyka wysuwa się na pierwszy plan. Od neurofilozofii po neurotechnologie.
- Sztuczna inteligencja i architektury kognitywne zmieniają sposób uprawiania nauki, pokazują coraz więcej aspektów działania mózgu.
- Modele werbalne są ograniczone. Zawsze dobrze mieć pewne wyobrażenie o mechanizmach stojących za naszym zachowaniem.
- Łatwiej zrobić model mózgu niż opisać w zrozumiały sposób jego działanie.
- Technologie neurokognitywne głęboko zmieniają człowieka.
- Różnimy się na wiele sposobów, wyobraźnią, percepcją, zdolnością do rozumowania. Niewiele o tym wiemy.
- Integracja mózgow z systemami sztucznymi stanie się stopniowo możliwa ...
Singularity?

In search of sources of brain's cognitive activity

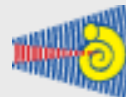
Project „Symfonia”, NCN, Kraków, 18.07.2016



FACULTY OF PHYSICS,
ASTRONOMY AND INFORMATICS



CENTRE FOR MODERN
INTERDISCIPLINARY
TECHNOLOGIES



INSTITUTE OF PHYSIOLOGY
AND PATHOLOGY OF HEARING



nencki institute
of experimental biology

VIRTUAL BR41N.IO HACKATHON

📅 April 17-18, 2021

during the

Spring School 2021*



*BR41N.IO and Spring School 2021 are part of g.tec's Teaching Plan 2021 with more than 140 hours of online courses and lectures.



1. PLACE WINNER

"NeuroBeat"

BCI application

Team members: Alicja Wicher, Joanna Maria Zalewska, Weronika Sójka, Ivo John Krystian Derezinski, Krzysztof Tołpa, Lukasz Furman, Sławomir Duda

IMPROVING HUMAN DAILY LIFE FUNCTIONING

NEUROHACKATOR 2021

21. - 23.
MAY 2021 //
ONLINE

SATURDAY

Project development
in groups



STARTS
10 a.m.

SUNDAY

Evaluation



ENDS
10 a.m.

FRIDAY

Organisers
presentation



workshops
with Judges

working 24h

REQUIREMENTS :

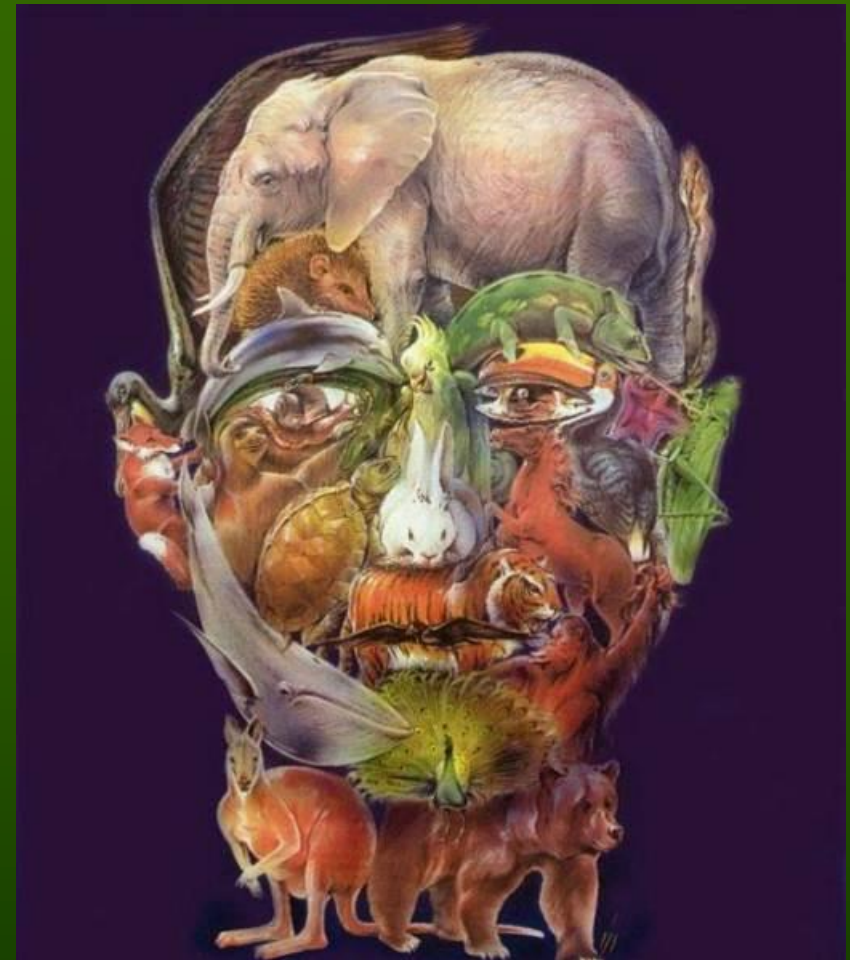
1. Create a team consisting of **3-5 people**.
2. Fill in the Registration Form (available on Facebook event).

DO YOU HAVE ANY QUESTIONS?

Write an e-mail:
NEUROTECTOR@GMAIL.COM

Neurotechnology Scientific Club
Center for Modern Interdisciplinary Technologies
at Nicolaus Copernicus University in Toruń
Wileńska 4 Street

Przyszłość?



Google: Wlodek Duch
=> talks, papers, lectures ...