

Technologie Neurokognitywne

Włodzisław Duch

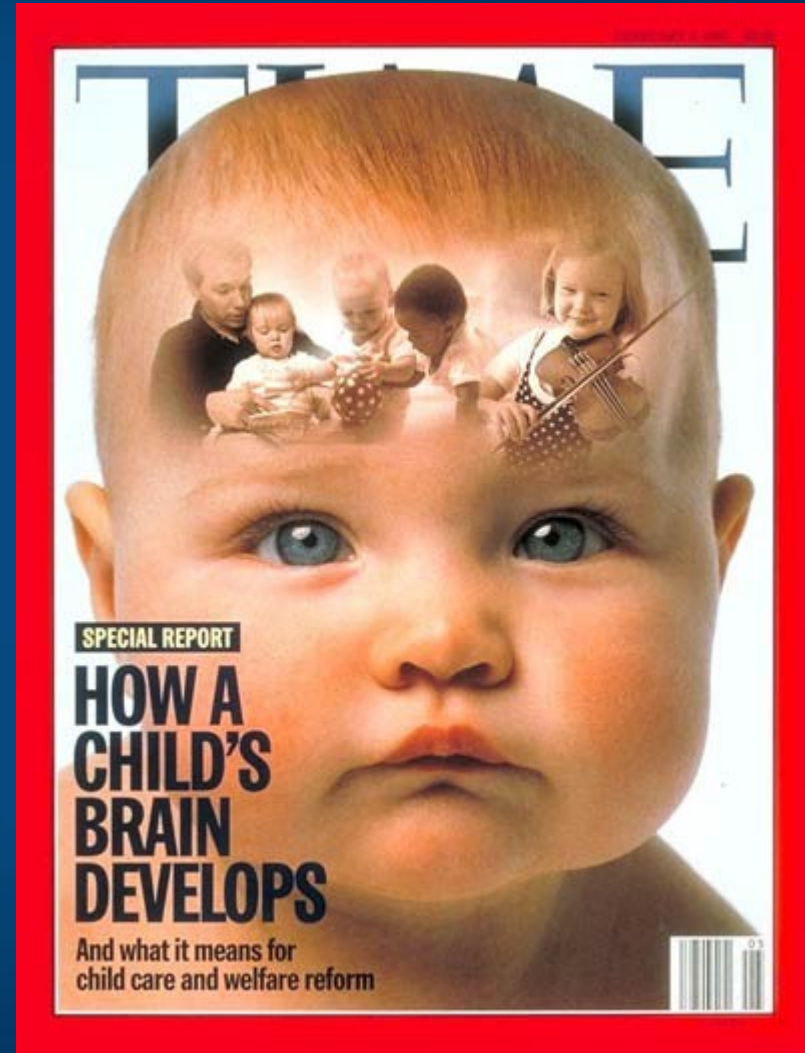


Laboratorium Neurokognitywne, ICNT UMK
Katedra Informatyki Stosowanej UMK

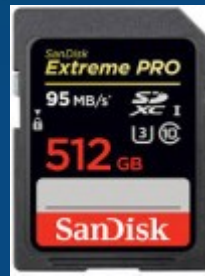
Google: W. Duch



- Technologie sztucznej inteligencji.
- Podglądanie mózgów.
- Mieszanie w mózgu.
- Nie tak daleka przyszłość.



Co mają wspólnego



Dwie rzeczy:

1. Kiedy obecni studenci się urodzili nie było ich w powszechnym użytku.
2. Powstały dzięki fizyce i informatyce. Informatyka nie działa w próżni.

Nauki kognitywne

Kogni

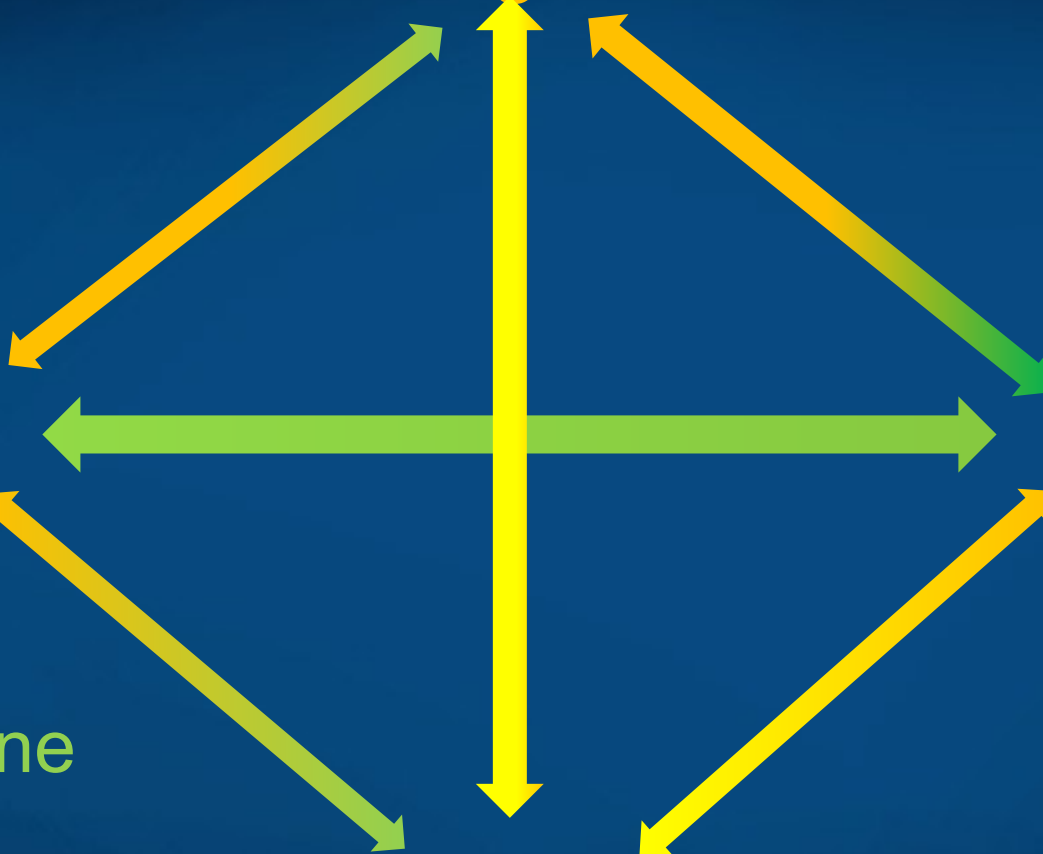
Bio

Nano
Fizyka
kwantowa

Lab
neuro-
kognitywne

Info

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



Technologie

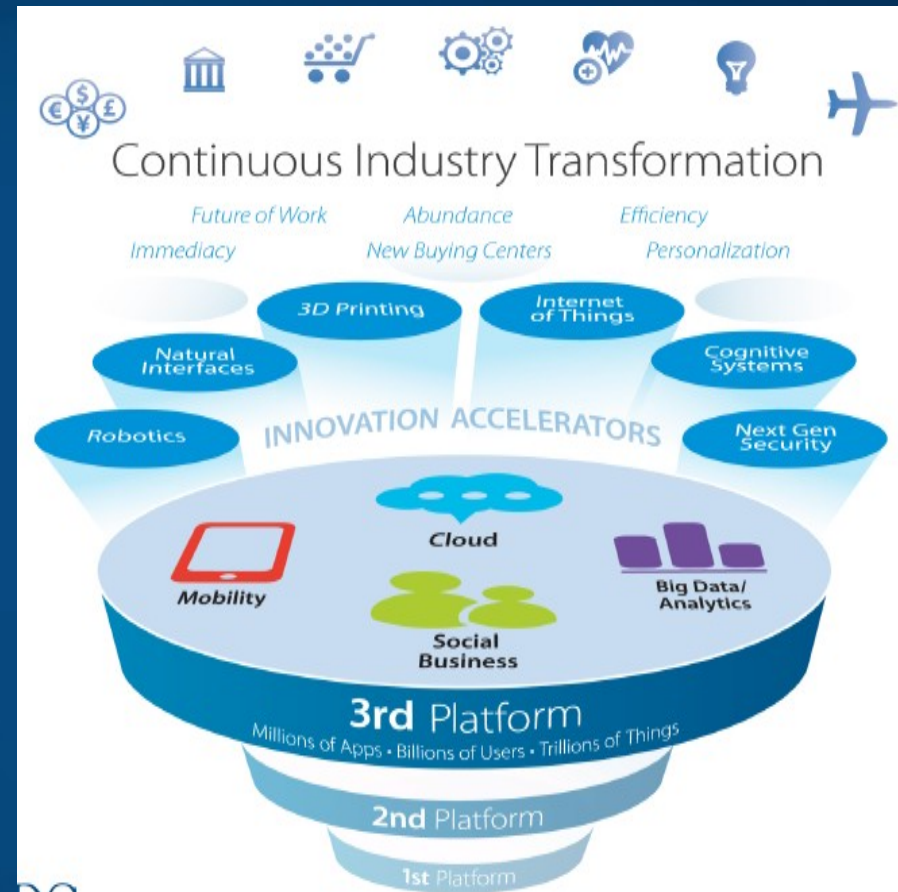


Ciągła transformacja

Na wszystkich poziomach widać tendencję do konwergencji różnych technologii z informatyką:

- Konwergencja samej technologii.
- Konwergencja całych ekosystemów.
- Konwergencja systemów zarządzania i procedur biznesowych.
- Konwergencja aplikacji, urzędzeń, gadżetów, inteligentnego ubioru, przepływu danych itd.

Miliony aplikacji,
miliardy użytkowników,
tryliony rzeczy ...



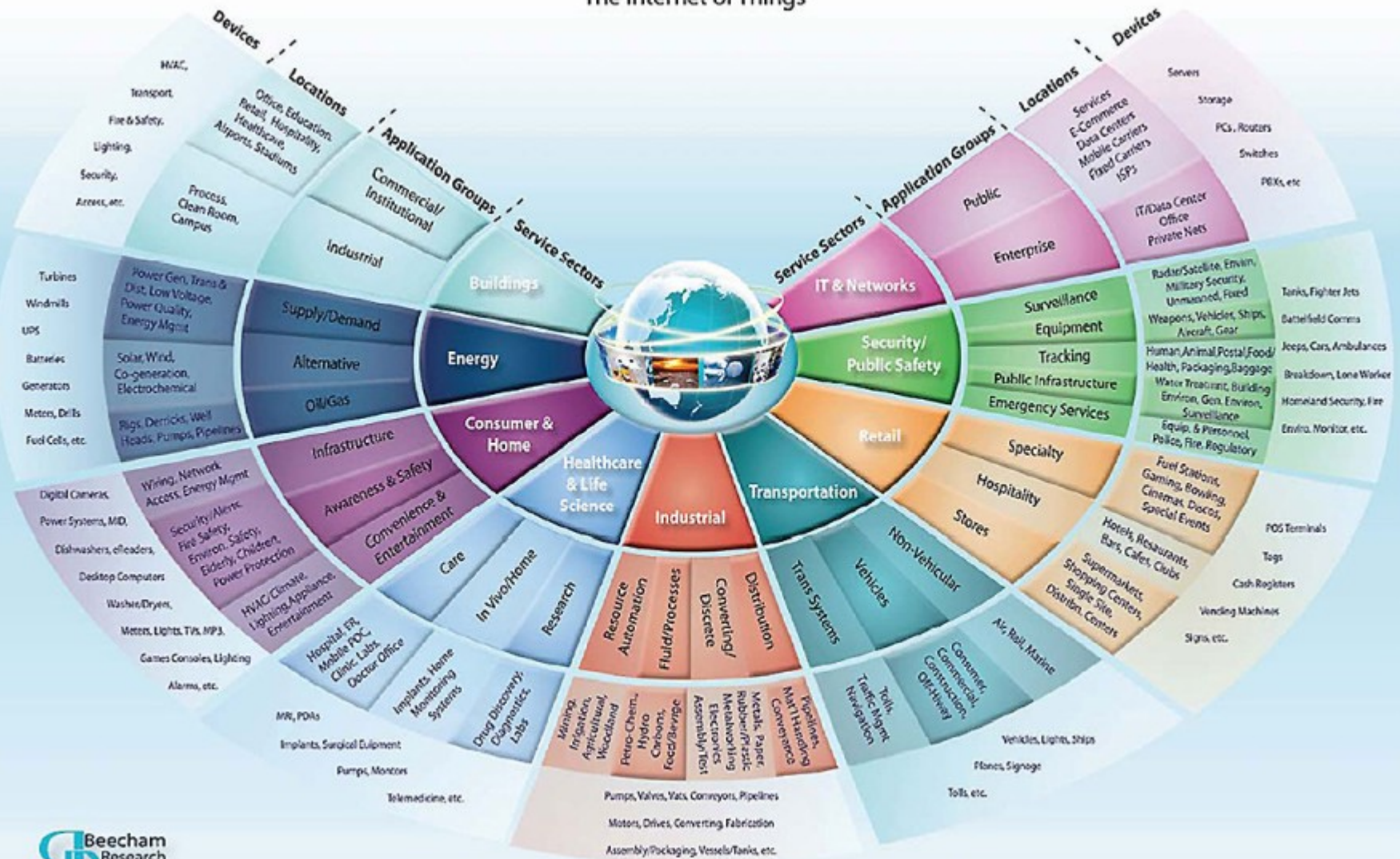
Źródło: IDC

Technologie za rogiem

- **Internet Rzeczy**, inteligencja tła (ambient), 150 mld połączonych urządzeń w chmurze w 2025 roku, inteligentne domy, miasta, państwa,
- **FuturICT Living Earth** Simulator: ko-ewolucja ICT i społeczeństw.
- Cobots, collaborative robots; autonomiczne drony i samochody ...
- Energia, (bio)materiały, nanotechnologie w elektronice, medycynie ...
- Biologia syntetyczna, hodowla organów, naprawa i transplantacja mózgow.
- Programowanie DNA, biotechnologie.
- Fenomika i spersonalizowana cyfrowa medycyna.
- Cyfrowy człowiek – symulacje całego układu krwionośnego.
- HBP, optogenetyka, magnetogenetyka, PET, fMRI, NIRS, MEG, EEG ...
- Neurotrackery - gałąź technologii ubieralnych.
- Kreatywność – raczej mentoring ... CAD Autodesk, Jeff Kowalski
- Informatyka afektywna (affective computing), Affectiva, czy Ellen.
- Transhumanistyczne cyberimplanty i homo sapiens digitalis.

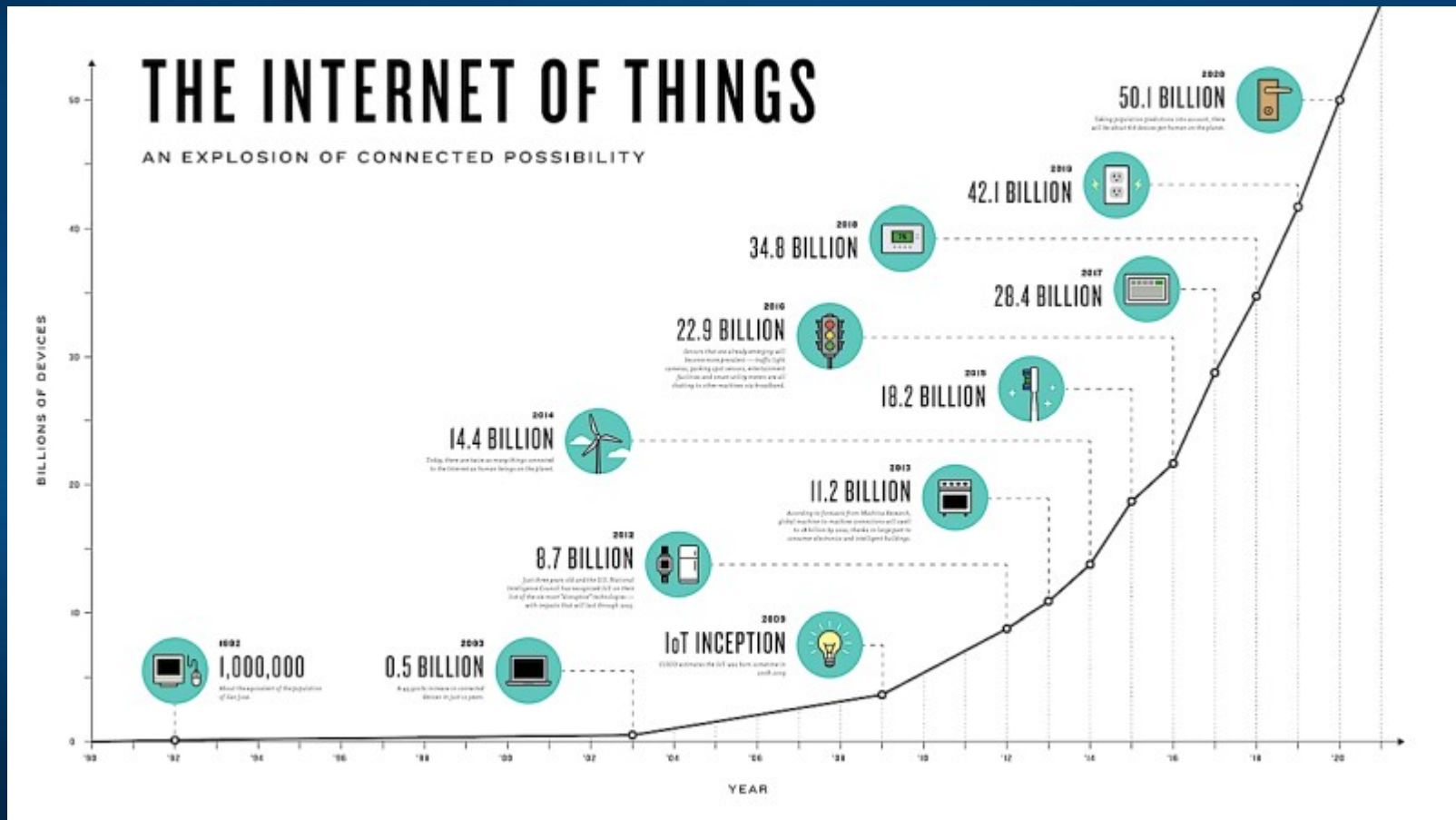
Internet Rzeczy przekrojowo

The Internet of Things



Internet Rzeczy

Jesteśmy w fazie ekspotencjalnego wzrostu.



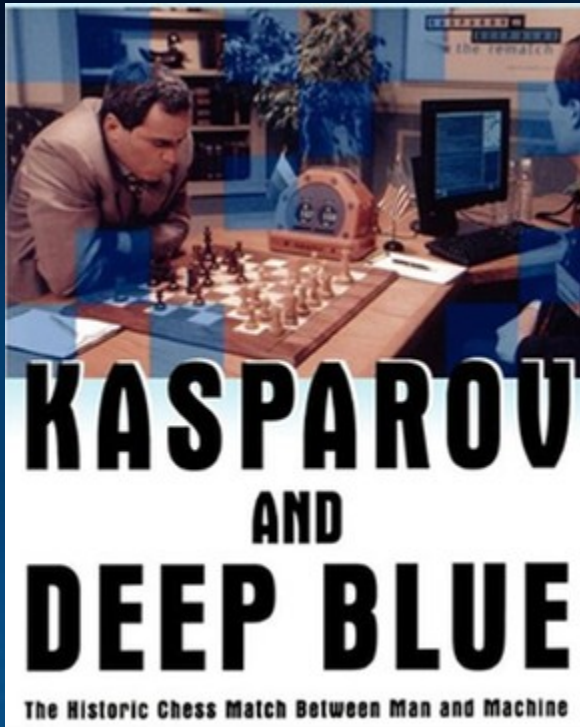
Aplikacje medyczne i gadżety zmieniają medycynę, nie ma odwrotu od prewencji opartej na bardzo wczesnym wykrywaniu problemów i odpowiedniej terapii.

FuturICT

Ambicje planetarne ... Jeden z kandydatów do FET Flagship



Postępy AI



1995 – warcaby, program Chinook wygrywa z mistrzem świata, dr Tinsleyem.

1997 – szachy, Deep Blue wygrywa z Kasparowem.

2011 – IBM Watson wygrywa z dwoma mistrzami teleturnieju Jeopardy (Va Banque)

2015 – zrobotyzowane laboratorium + AI odkrywa ścieżki genetyczne/sygnałowe regeneracji płazińców

2016 – Google AlphaGo wygrywa z Lee Sedolem



Informatyka kognitywna

Od wygranej Watsona w Jeopardy IBM przestawił się na informatykę kognitywną: od medycyny do kognitywnych ubrań ([IBM+Marchesa](#)) ...

Olli, autonomiczny pojazd na 11osób, z którym można porozmawiać, testowany obecnie w Waszyngtonie, Połączenie pojazdu + **IBM Watson Internet of Things.**

Watson - kluczowe API:
Speech to Text & Text to
Speech, Natural Language
Classifier, Entity Extraction.



Duch W, *[Neurocognitive Informatics Manifesto](#)*. In: Series of Information and Management Sciences, California Polytechnic State University 264-282 (2009)

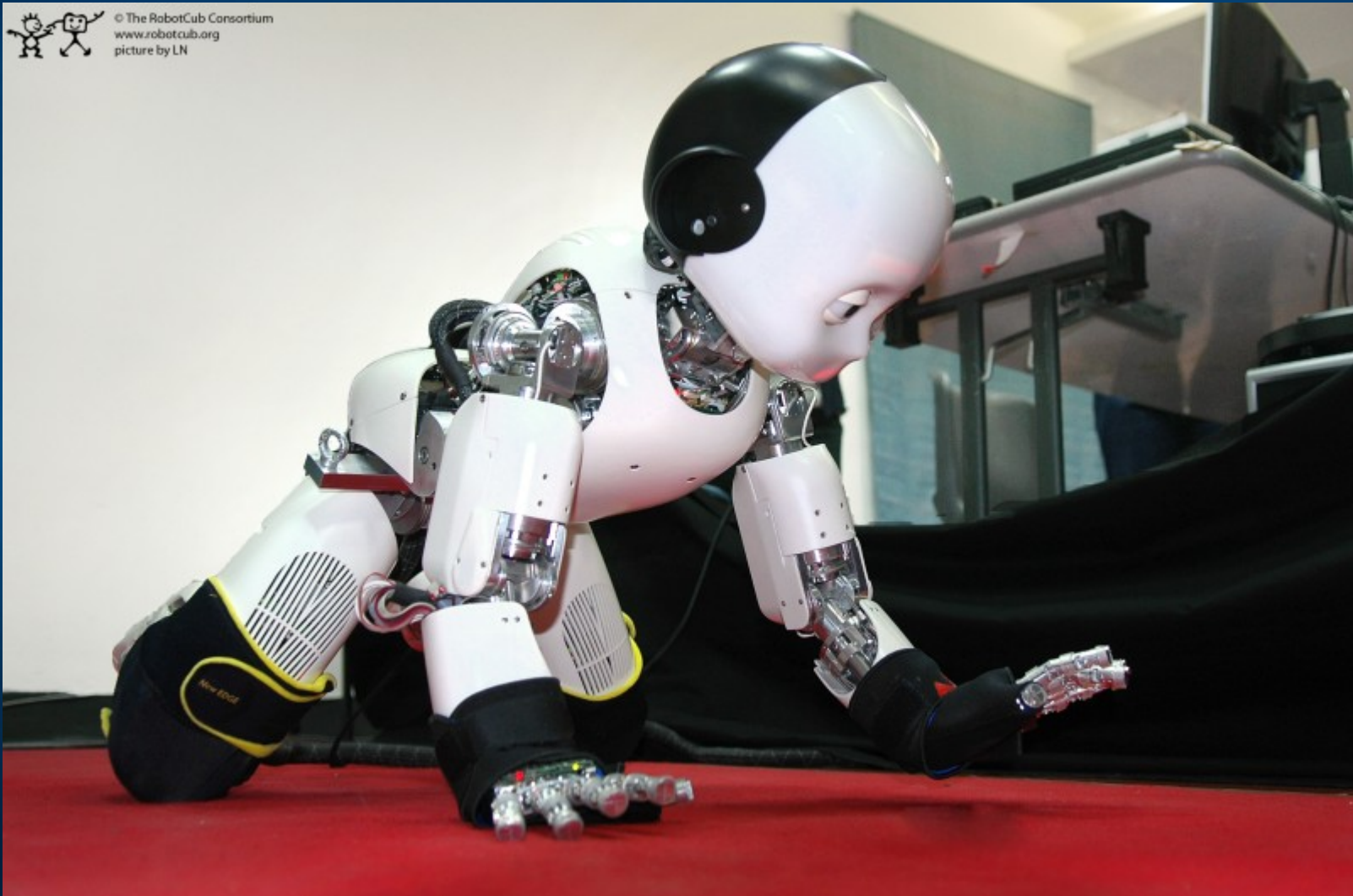
Technologie AI

Operacja chirurgiczna przeprowadzona całkowicie przez autonomicznego robota – Smart Tissue Autonomous Robot (STAR).



Roboty

- iCUB raczkuje ... open source, uczący się przez interakcję z światem.



Roboty

- NASA Valkyrie R5 to prototyp robota, który może polecieć na Marsa.



Osobowość Robota

Google otrzymał w 2015 roku **US Patent 8,996,429**:
„Methods and systems for robot personality development”.



Wyzwanie: zwyciężyć w ping-ponga, przetrwanie autonomicznego robota we wrogim środowisku (np. sztuczny szczur), zrobić drużynę piłki nożnej.



Sztuczne emocje

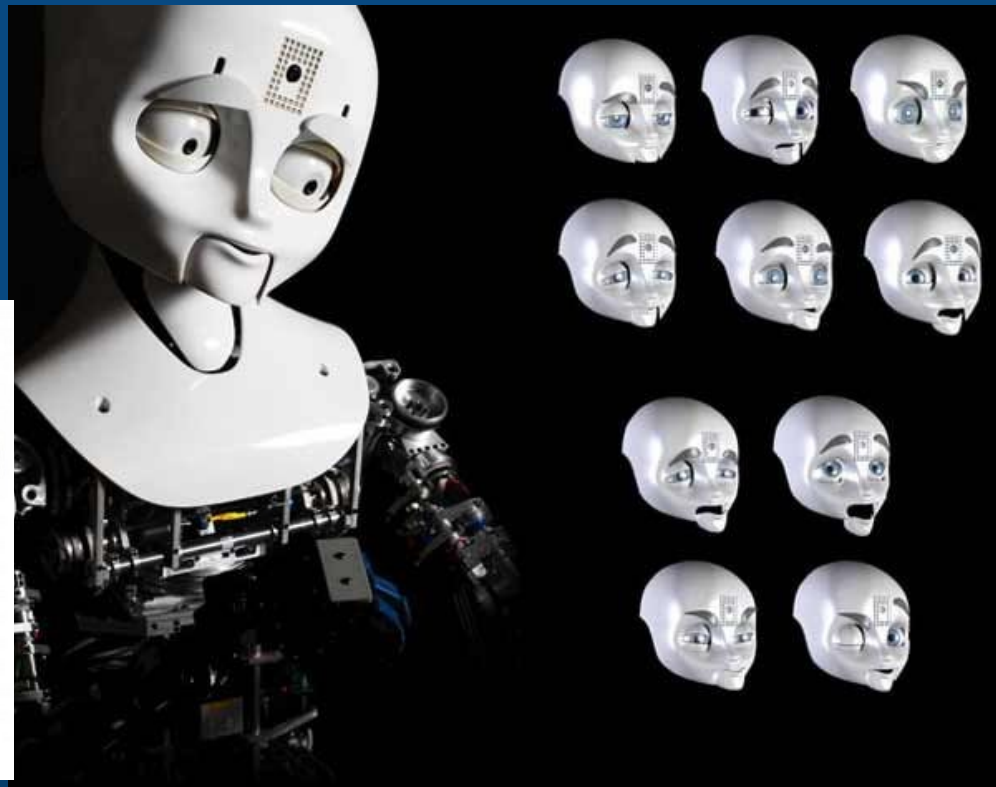


Język naturalny i myślenie symboliczne to najbardziej złożone funkcje, wbrew powszechnemu przekonaniu emocje są znacznie prostsze: np. roboty **Huggler**, **Cuddler**, **Paro** testowane w terapii osób z depresją, autyzmem, starszych.

Affective computing:
rozpoznawanie i reagowanie na
emocje. NEXI (MIT) i [EMYS](#)
(PWr) są takimi robotami.



EMYS (EMotive headY System) attempts to convey emotions via facial expressions much like we humans do



AI i język naturalny

Powierzchowne rozumienie wystarcza by pisać scenariusze seriali i podsumowanie wiadomości.

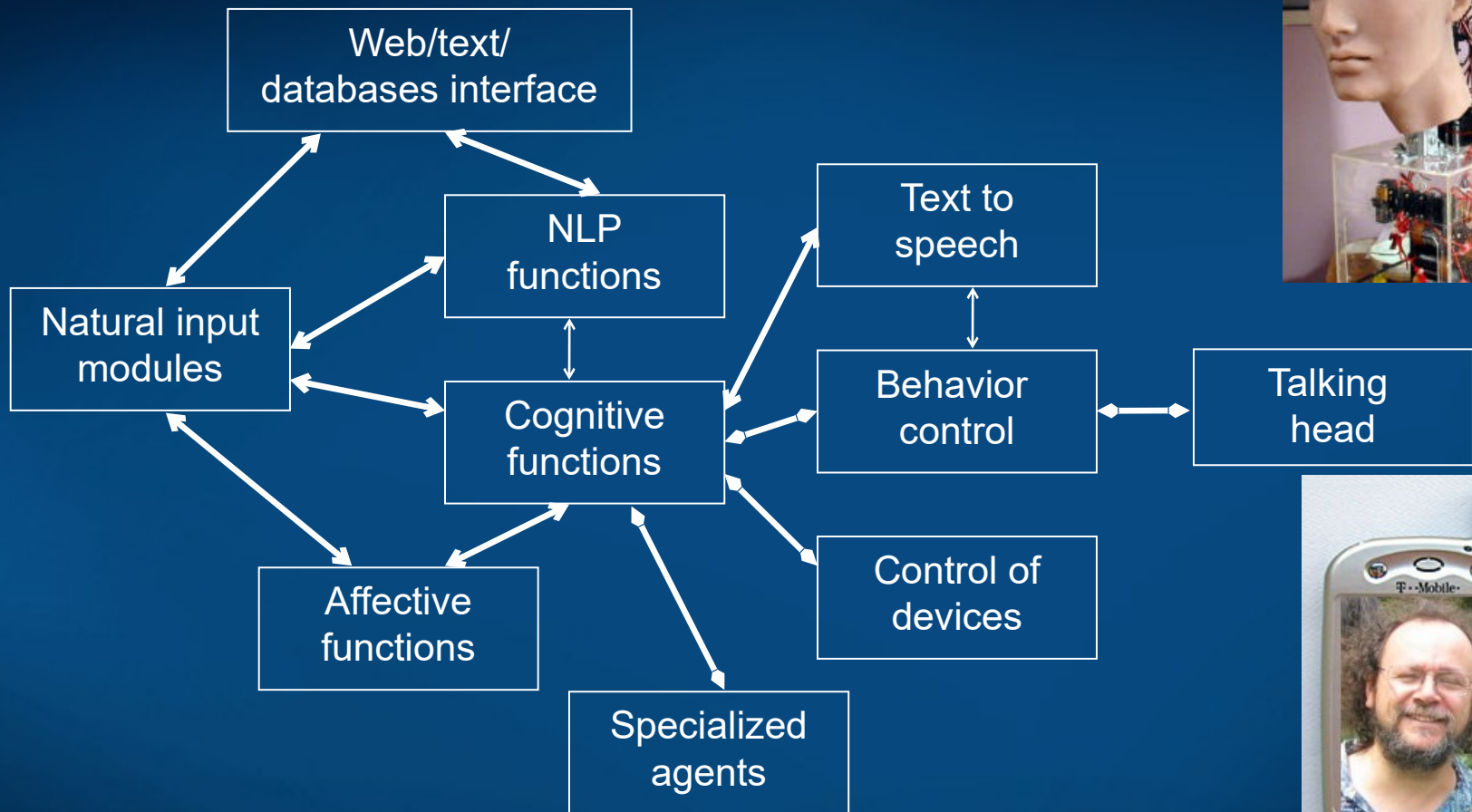
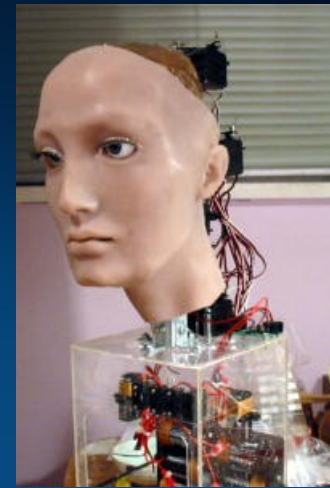


[AP, Automated Insights](#)

Test Turinga – jeszcze nie osiągalny, chociaż część osób łatwo jest oszukać.

- Uniwersytet Przyszłości w Hakodate: powieść „Dzień, w którym komputer napisał powieść” przeszła przez pierwszy etap japońskiego konkursu literackiego: Hoshi Shinichi Literary Award.
- **Narodowy Japoński Instytut Informatyki, Todai Robot Project,** Rozwiązuje zadania z egzaminów wstępnych, czytając je z kartki; to nie są testy wielokrotnego wyboru. Program ma 80% szansy na przyjęcie na uniwersytety, 511 punktów na 950 możliwych, jap. średnia to 411 punktów.
Cel: zdać bardzo trudne egzaminy na Uniwersytet Tokio.

DREAM: top-level architecture



DREAM: Developmental Robot-Embodied Artificial Mind. Perception (visual, auditory, text inputs), cognitive functions (reasoning based on perceptions), natural language in well defined contexts, real time control, simulated/physical head (2003).

Telefony i boty

Idea osobistych asystentów jest teraz popularna: Siri, S-Voice, Google Now, Vlingo, SpeakTolt ...

Apple kupił Siri za 200 M\$ w 2010.

Inteligentny asystent do wszystkiego:
Intelligence becomes utility, czyli viv.ai

Najprostszy sposób interakcji urządzeń z użytkownikami, usługami i innymi urządzeniami. Platforma sztucznej inteligencji, która oferuje inteligentny system dialogu w języku naturalnym, pozwalająca na instalację programów, które wymagane są dla spełnienia żądań użytkownika.

Viv jest systemem uczącym się analizując interakcję z użytkownikami, nie tylko lokalnie ale wszystkich używających tego oprogramowania.

Viv is coming soon to devices near you.





SCIENTIFIC AMERICAN

The **New Century** of the **Brain**

Revolutionary tools
will reveal how
thoughts and
emotions arise

BRAIN AWARENESS WEEK

GET CONNECTED!



Brain Awareness Week

Organizacja non-profit

Lubię to!

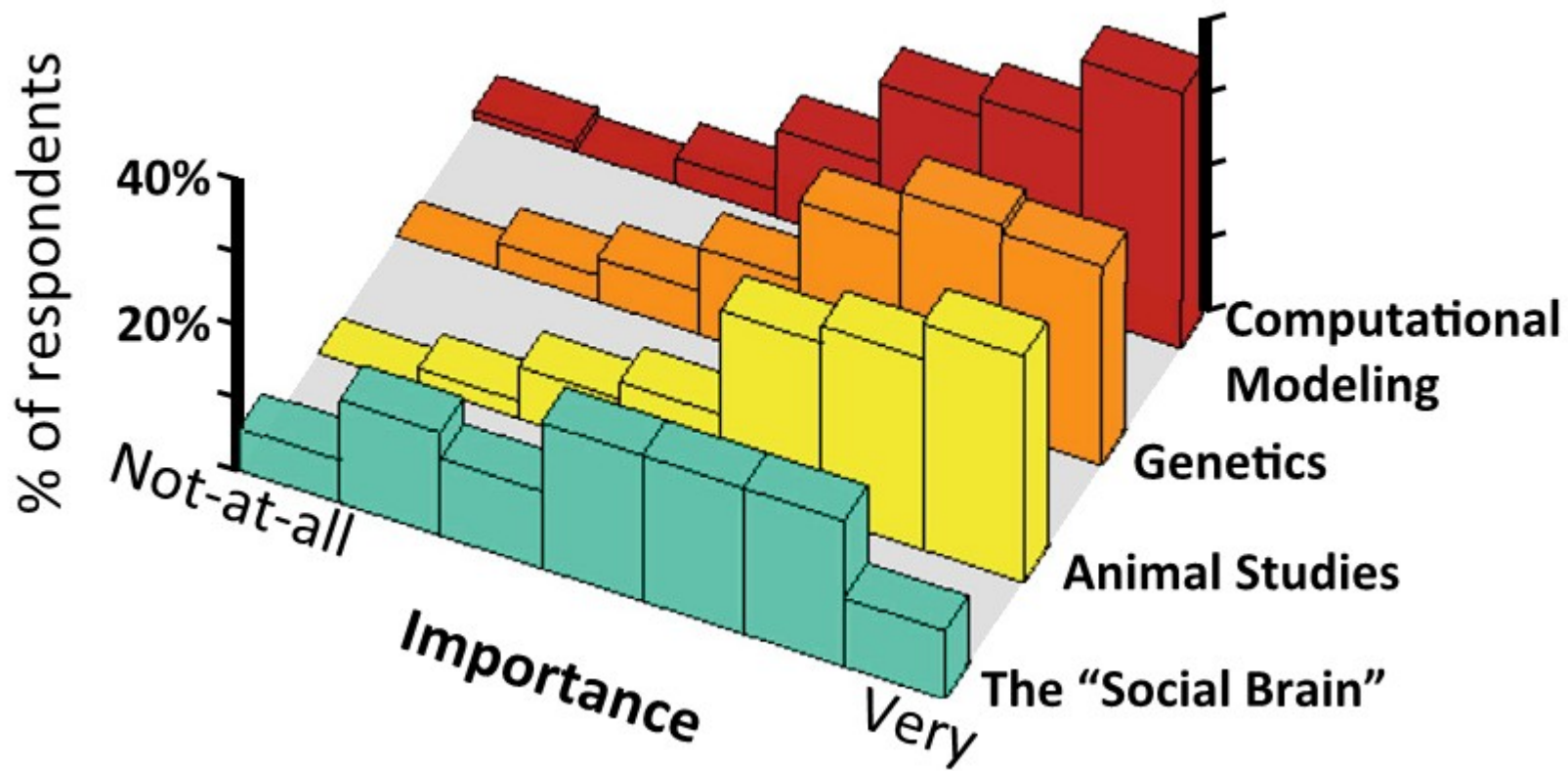
Wiadomość



Od 1995 roku lat w marcu organizowany jest **Tydzień Mózgu**, czyli **Brain Awareness Week (BAW)**. Głównymi organizatorami jest [Society for Neuroscience](#) oraz [Dana Alliance for Brain Brain Initiatives](#).

Celem jest uświadomienie globalnej opinii publicznej postępów i korzyści z badań nad mózgiem.

W 2019 roku było około 900 wydarzeń w 50 krajach.



Neuronauki społeczne badają neuronalne podstawy zachowań społecznych, komunikacji, zmysłów, podejmowania decyzji, są więc bardzo zróżnicowane (Stanley, Adolphs, Neuron 80, 2013), obejmują wszystkie poziomy analizy. To obecnie około 10% wszystkich publikacji w neuronaukach. Ankieta pokazuje, jaką wagę członkowie SANS przywiązują do różnych metod.



REGIONAL PROGRAMME
NATIONAL COHESION STRATEGY



KUJAWSKO-POMORSKIE
VOIVODESHIP

EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND



My region in Europe



ICNT

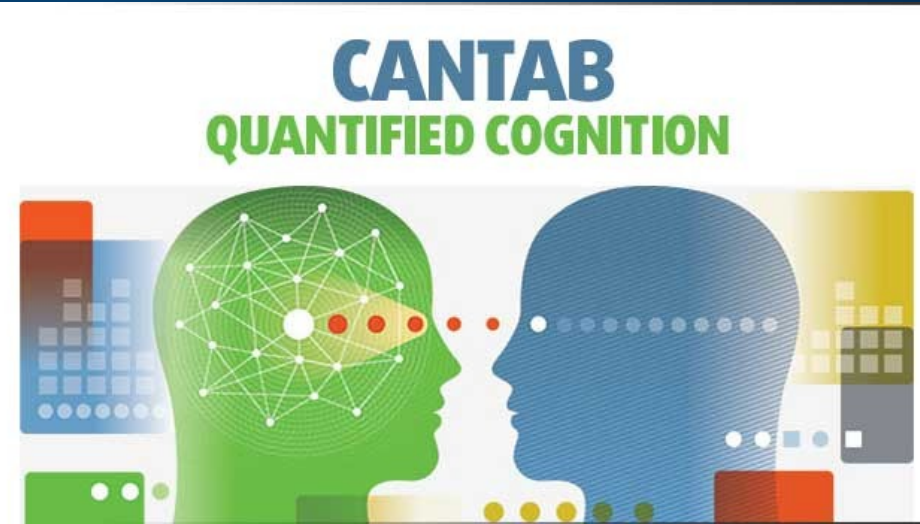


Laboratorium Neurokognitywne
Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika

Grupa entuzjastów ...

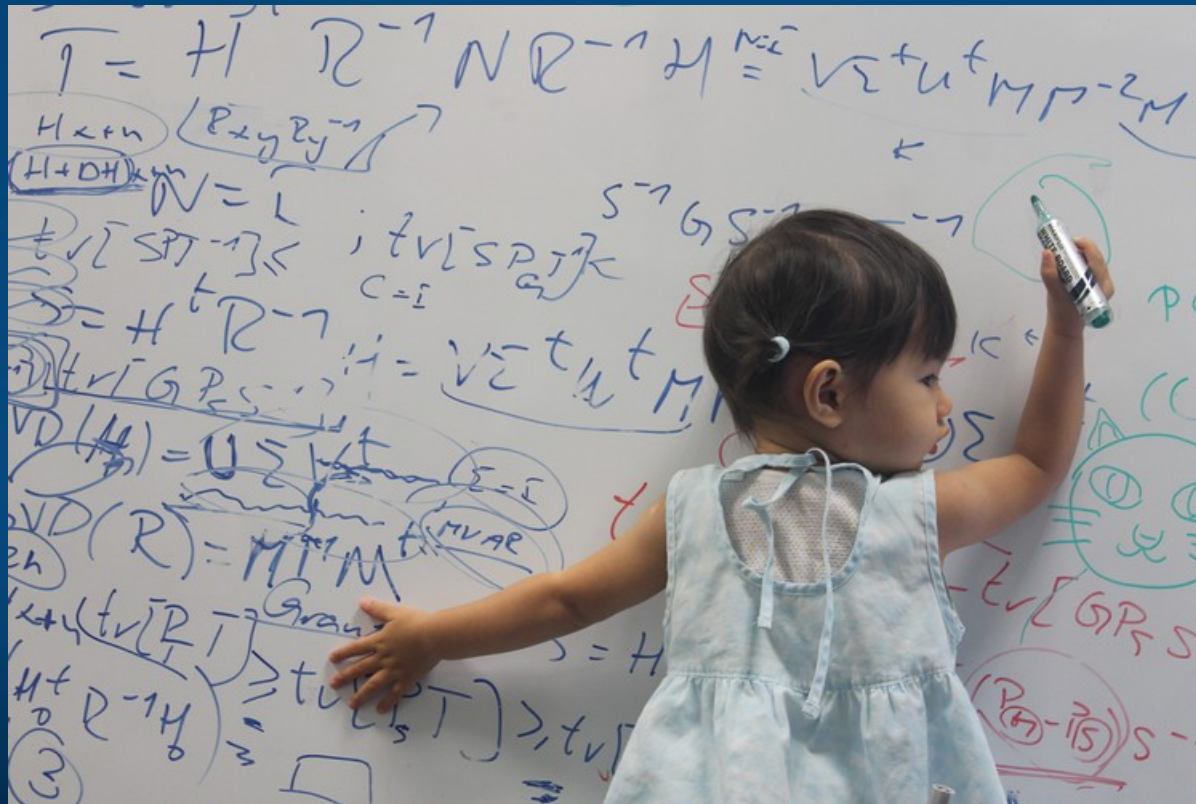


Nasze zabawki



Laboratorium NeuroKognitywne

ICNT UMK

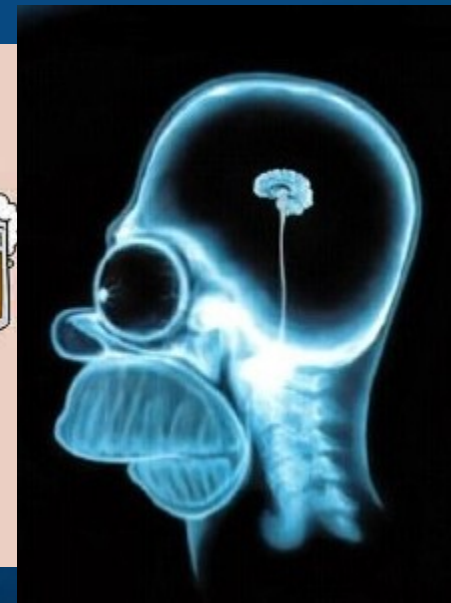


Człowiek

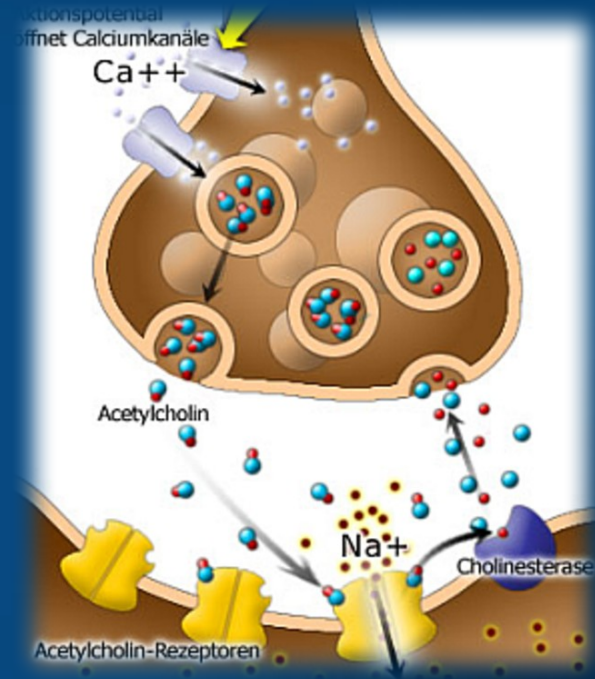
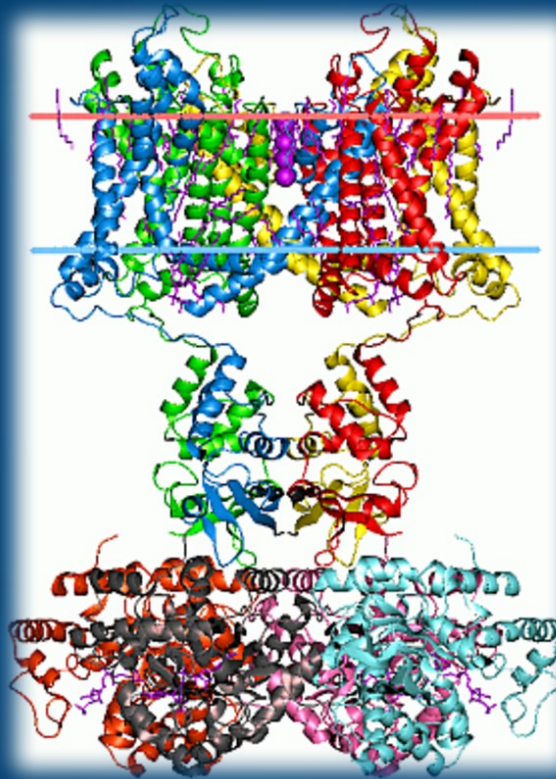
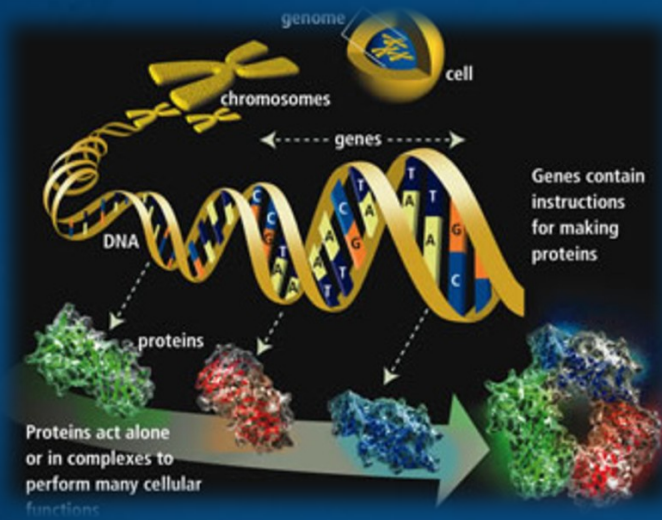


Jesteśmy niezwykle złożonym systemem komórkowo-bakteryjnym:

- $\sim 5 \times 10^{13} = 50$ bln komórek, każda ma 2m DNA.
 - $\sim 10^{14} \text{m} = 100$ mld km = całkowita długość nici DNA w naszym ciele! 666 x odległość do Słońca.
 - $\sim 5 \times 10^{14} = 500$ bln bakterii, ok 2 kg.
 - $\sim 10^{15} = 1$ biliard synaps; > 1 mln nowych s
 - ~ 100 mld neuronów (10^{11})
 - ~ 10 mld białek w każdej komórce
 - > 550.000 różnych struktur białek (Swiss-)
 - ~ 60.000 rodzin białek
 - ~ 20.000 genów
 - > 100.000 białek w komórce
 - Organizm to proces, czas życia komórek – od 4 dni (jelito) do > 100 lat.
- => Czy życie umysłowe jest równie złożone jak mózgi?

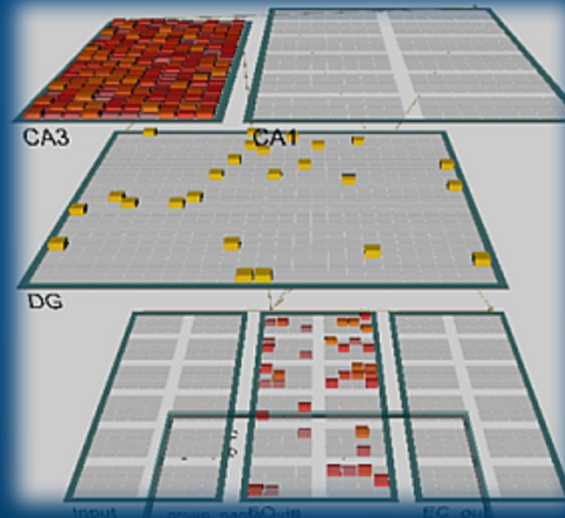
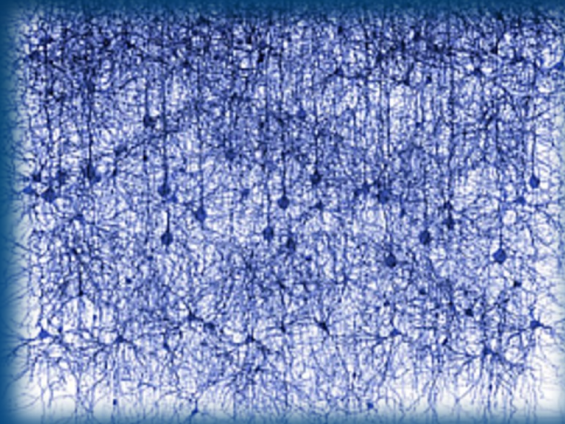
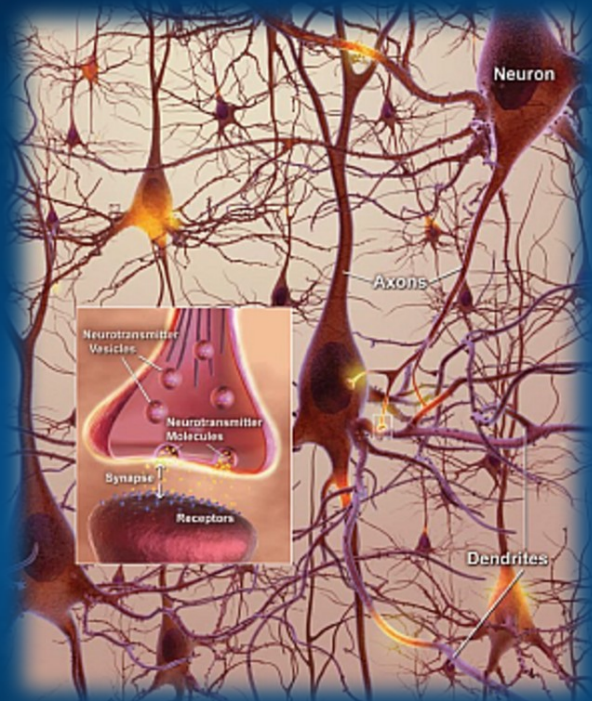


Od genów do neuronów



Geny => Białka => Receptory, kanały jonowe, synapsy
=> **własności neuronów, własności sieci** =>
neurodynamika => fenotyp kognitywny, zaburzenia zachowania!

Od neuronów do zachowania



Geny => Białka => Receptory, kanały jonowe, synapsy
=> własności neuronów, własności sieci
=> **neurodynamika** => fenotyp kognitywny, **możliwości rozwoju!**



Bez dużego mózgu nie ma miejsca na interesujące pytania!

MICrONS

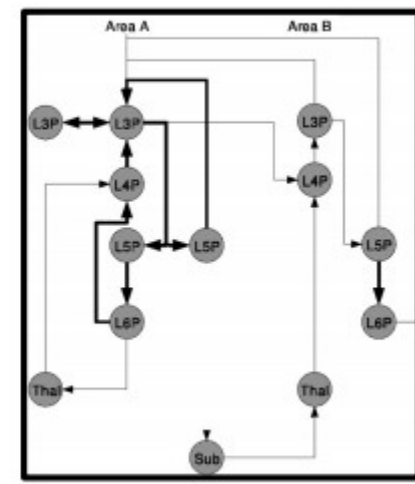
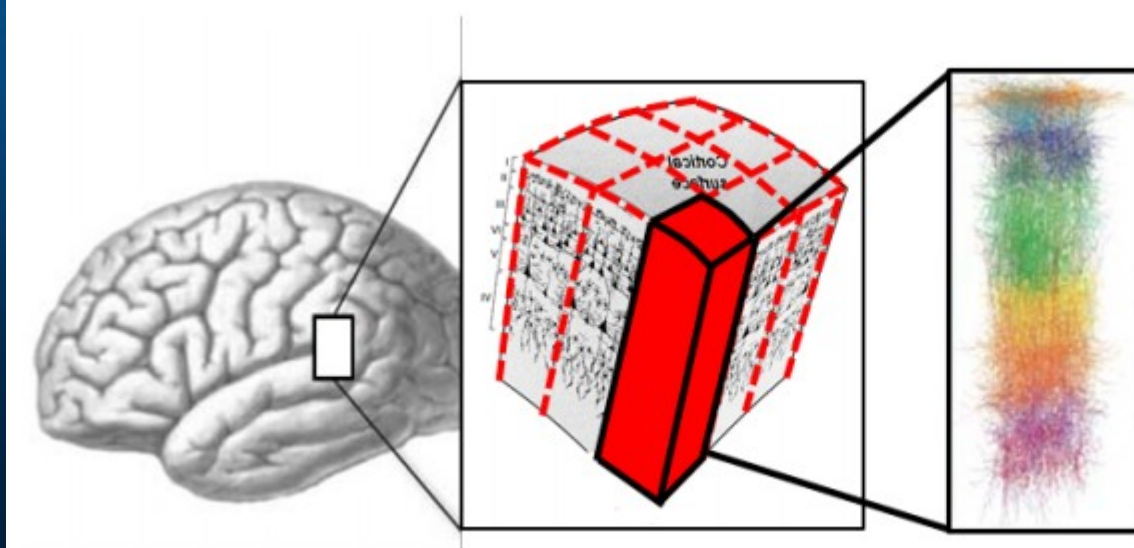
HBP FET Flagship, 1 mld Euro, symulacja całego mózgu.
Human Brain Initiative w USA, + ChRL, Korea, Japonia ...

MICrONS, Machine Intelligence from Cortical Networks.
Intelligence Advanced Research Projects Activity
Agencja Zaawansowanych Projektów Wywiadu.

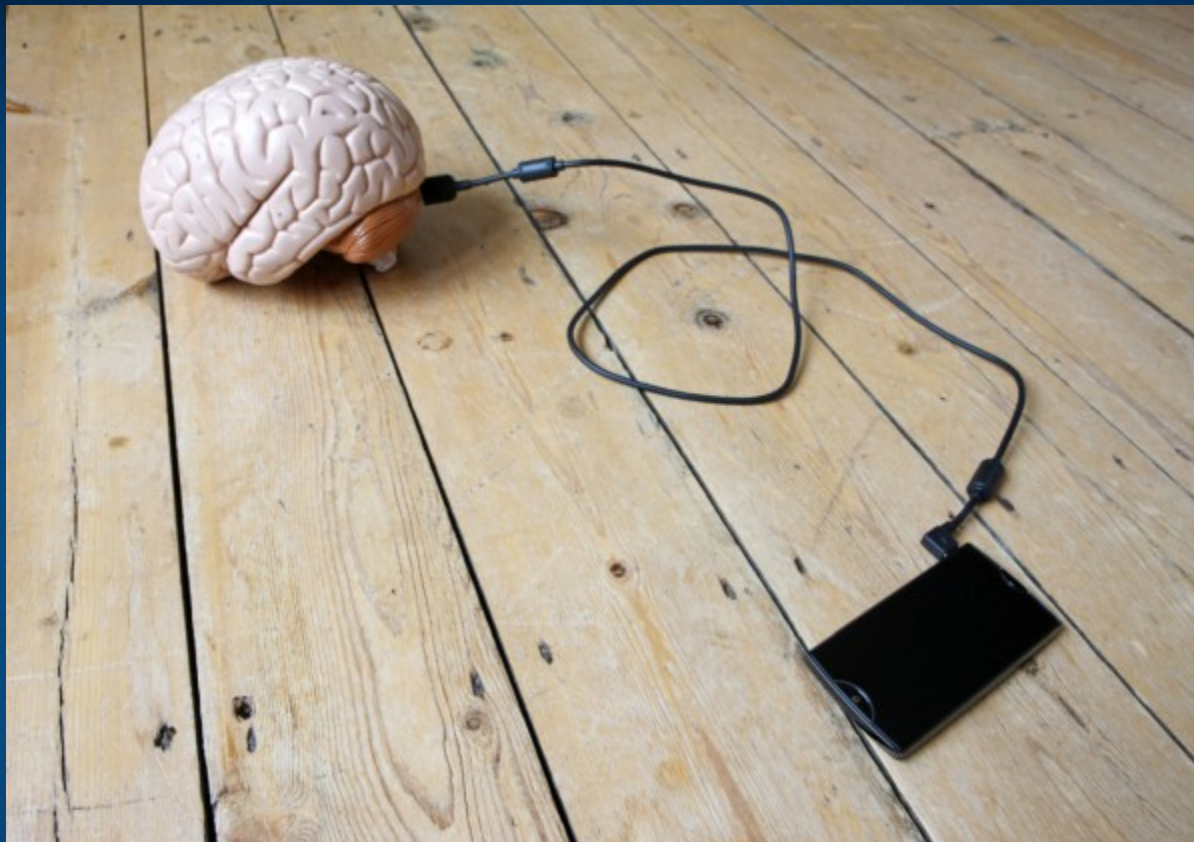
Cel: nowa generacja algorytmów uczenia
maszynowego osiągająca wyniki na poziomie
ekspertów, wzorowana na przetwarzania informacji
przez mózgi.



ARPA
BE THE FUTURE



Odwrotna inżynieria mózgu



Cel: naprawa uszkodzonych mózgów.

A przy okazji coraz więcej funkcji mózgu przeniesiemy do smartfona ...
pokieruje naszymi decyzjami, powiem nam gdzie pójść i co robić.

Sterowani przez algorytmy



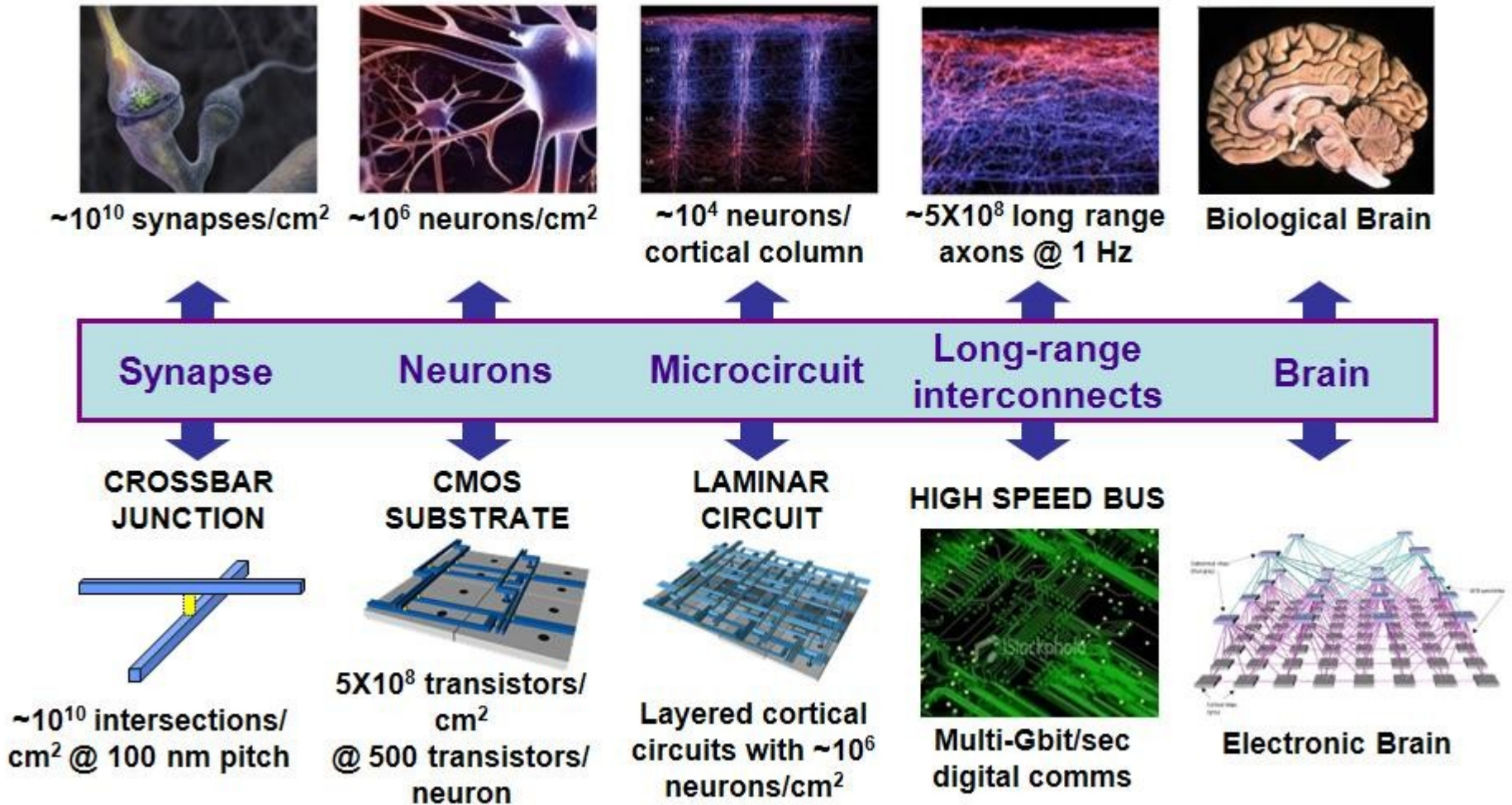
Na nasze zachowanie wpływa wszystko, z czym mamy do czynienia. Automatyczne filtrowanie informacji robi Google, Amazon, Netflix, banki, giełda, sieci społecznościowe ...

Immersja: Świat Wirtualny



Wzrok, słuch, dotyk, zapach, ruch ... świat rzeczywisty nie jest tak intersujący!

Mózgi: od bio do elektro



Source: DARPA Synapse, projekt koordynowany przez IBM (2008)

Neuromorficzne komputery

Projekt SyNAPSE 2015: IBM TrueNorth chip Scaling: 256 modules, ~4G neurons, ~1T = 10^{12} synapses ~4kW power!

1 chip ~1 mln neuronów i 1/4 mld synaps (5.4 mld tranzystorów),

1 moduł=16 chipów ~256 mln neuronów, 4 mld synaps, moc 2.5 wata!

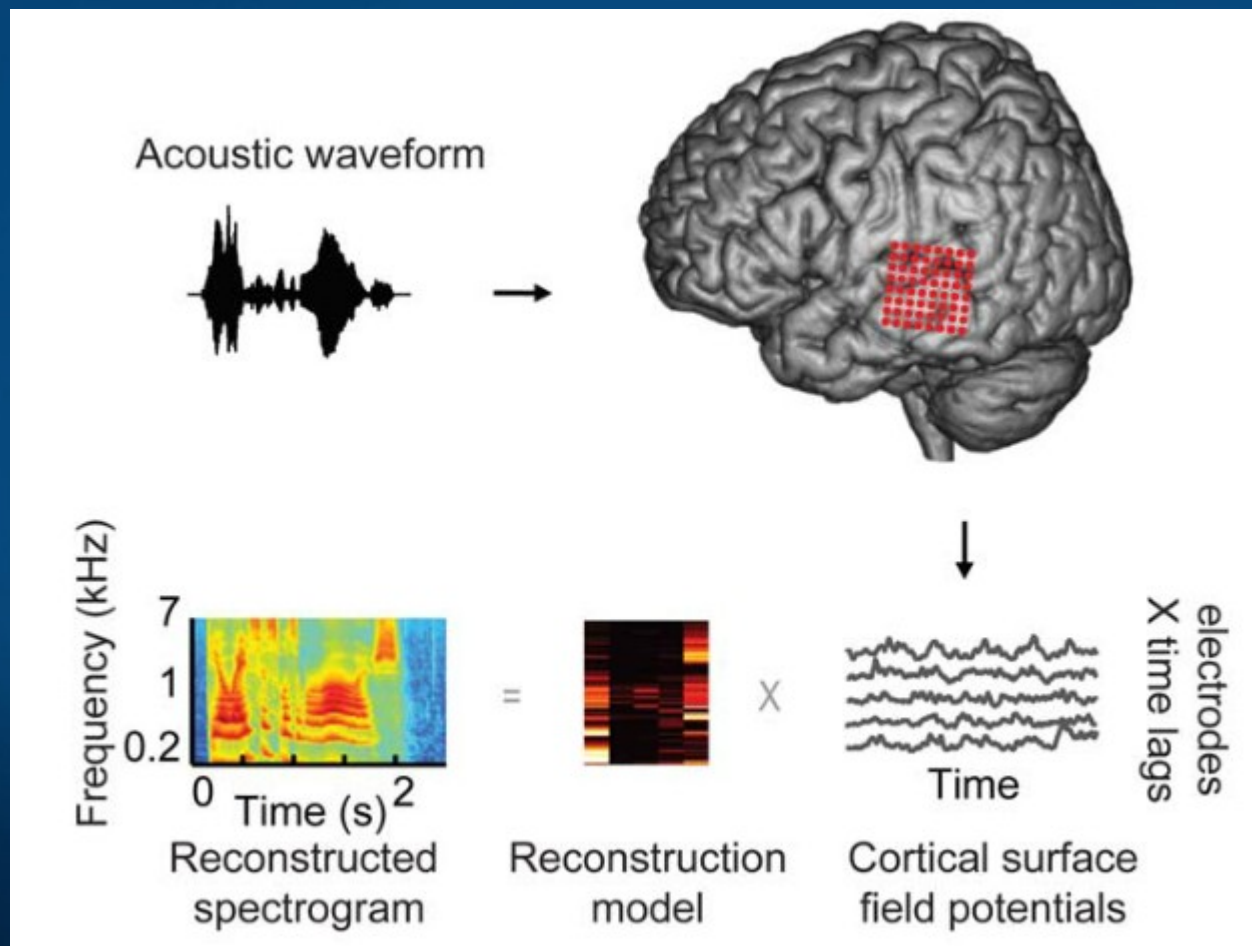
Skalowanie: 256 modułów ~4 mld neuronów, 1T = 10^{14} synaps, 4kW.

IBM Neuromorphic System osiąga więc złożoność ~ ludzkiego mózgu.



Podstuchiwanie myśli

- Kilkadziesiąt elektrod w mózgu pozwala na rekonstrukcję dźwięków i spektrogramów mowy z aktywności neuronalnej.



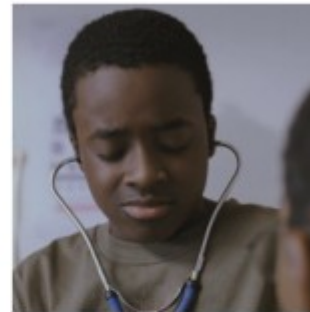
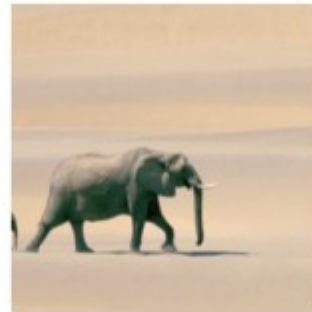
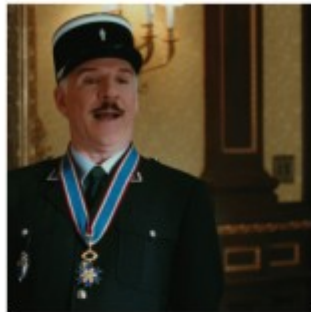
Nasze okulary

Skaner fMRI umożliwia rekonstrukcję widzianych obrazów.

S. Nishimoto et al. Current Biology 21, 1641-1646, 2011

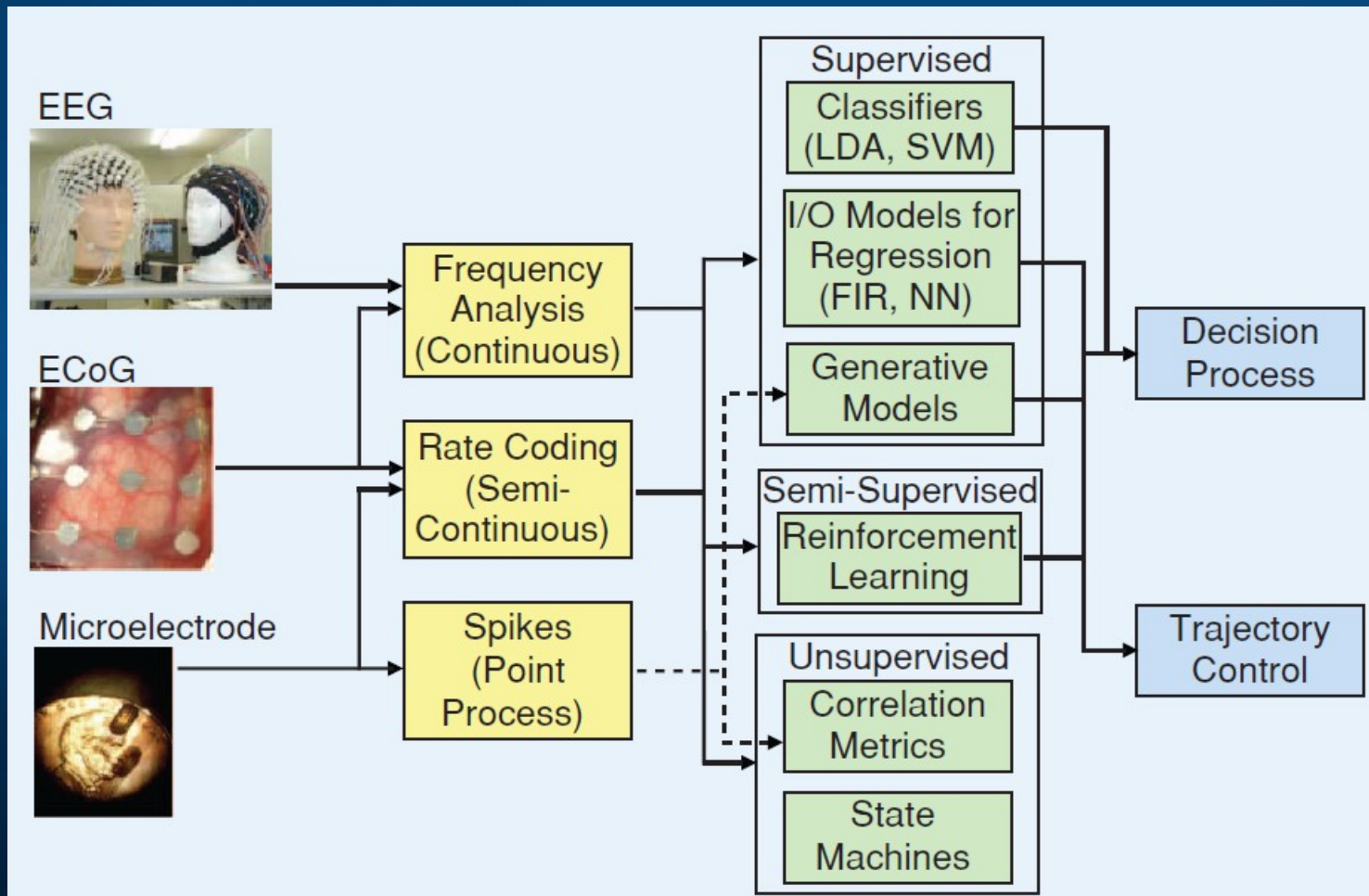
Y. Kamitani (ATR Kioto), Scientists read dreams. Nature 19.10.2012

[Filmy na Youtube](#)

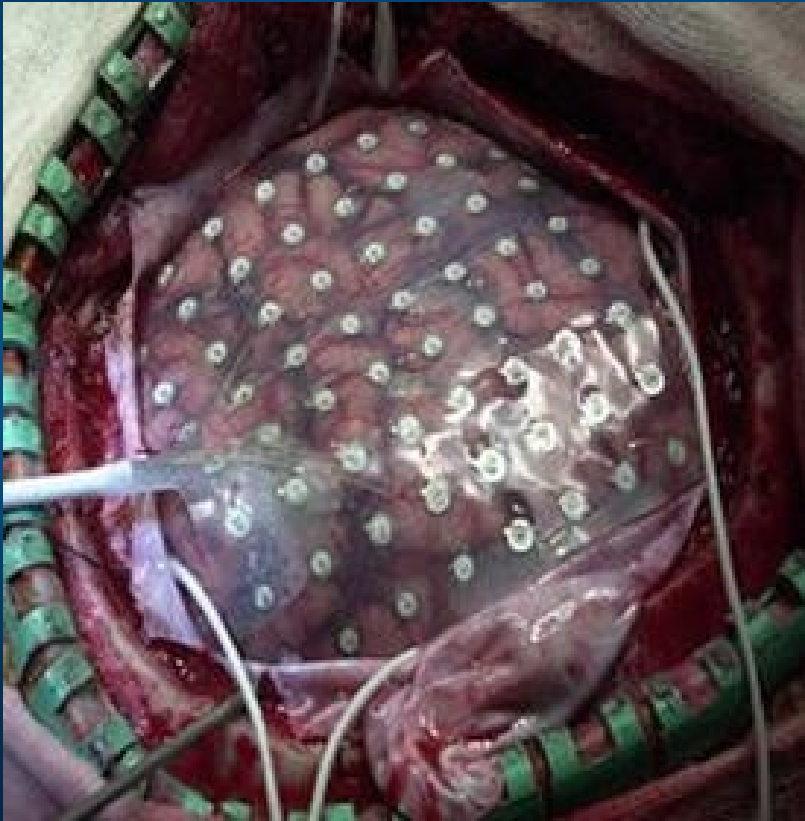


BCI

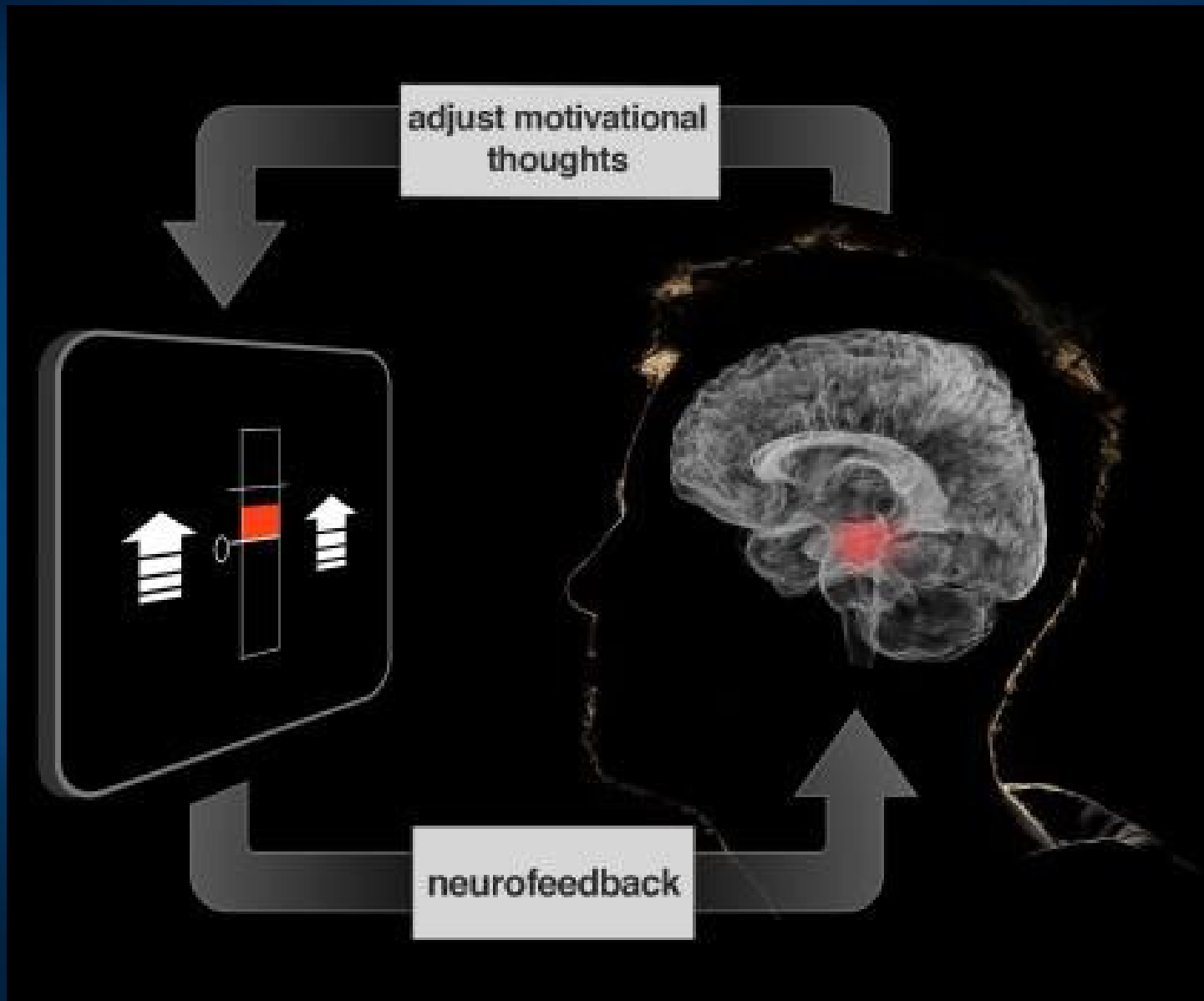
Wiesz co trzeba zrobić zanim to sobie uświadomisz ... ale tylko mając pomiary wewnątrz czaszki, lub badając obszary zajmujące się planowaniem ...



Interfejsy mózg-komputer



Neurofeedback



Neurofeedback i kreatywność

Złożone zadania wymagają współpracy wszystkich obszarów mózgu, jak można wzmocnić ich współpracę?

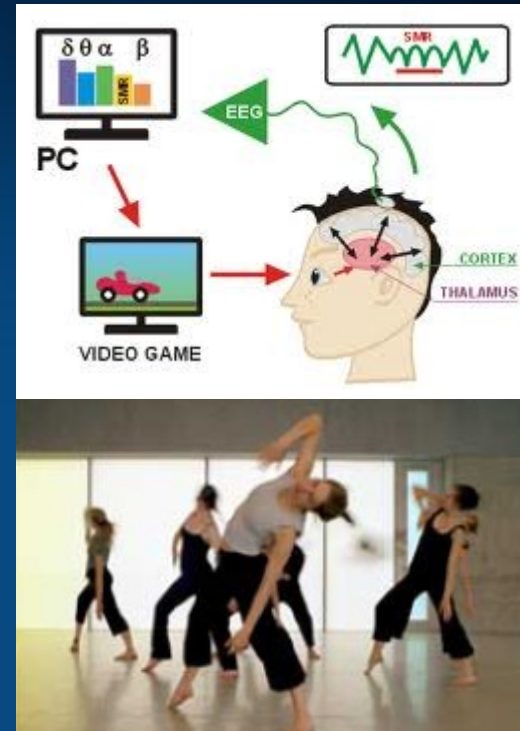
α - θ neurofeedback dało „znaczącą poprawę poziomu wykonania” przez studentów akademii muzycznej i akademii tańca w Londynie.

Neurofeedback i biofeedback oparty na zmienności rytmu serca (HRV) wpływa na poprawę wyników na różne sposoby.

Neurofeedback pomaga synchronizować rytmy i ruchy, HRV ma wpływ na ogólny poziom techniczny wykonania.

Zwiększyła się muzykalność i kreatywność śpiewaków i instrumentalistów już po 10 sesjach treningu θ/α w ciągu 2 miesięcy.

Society for Applied Neuroscience,
J. Gruzelier, Cognitive Processes 2008.



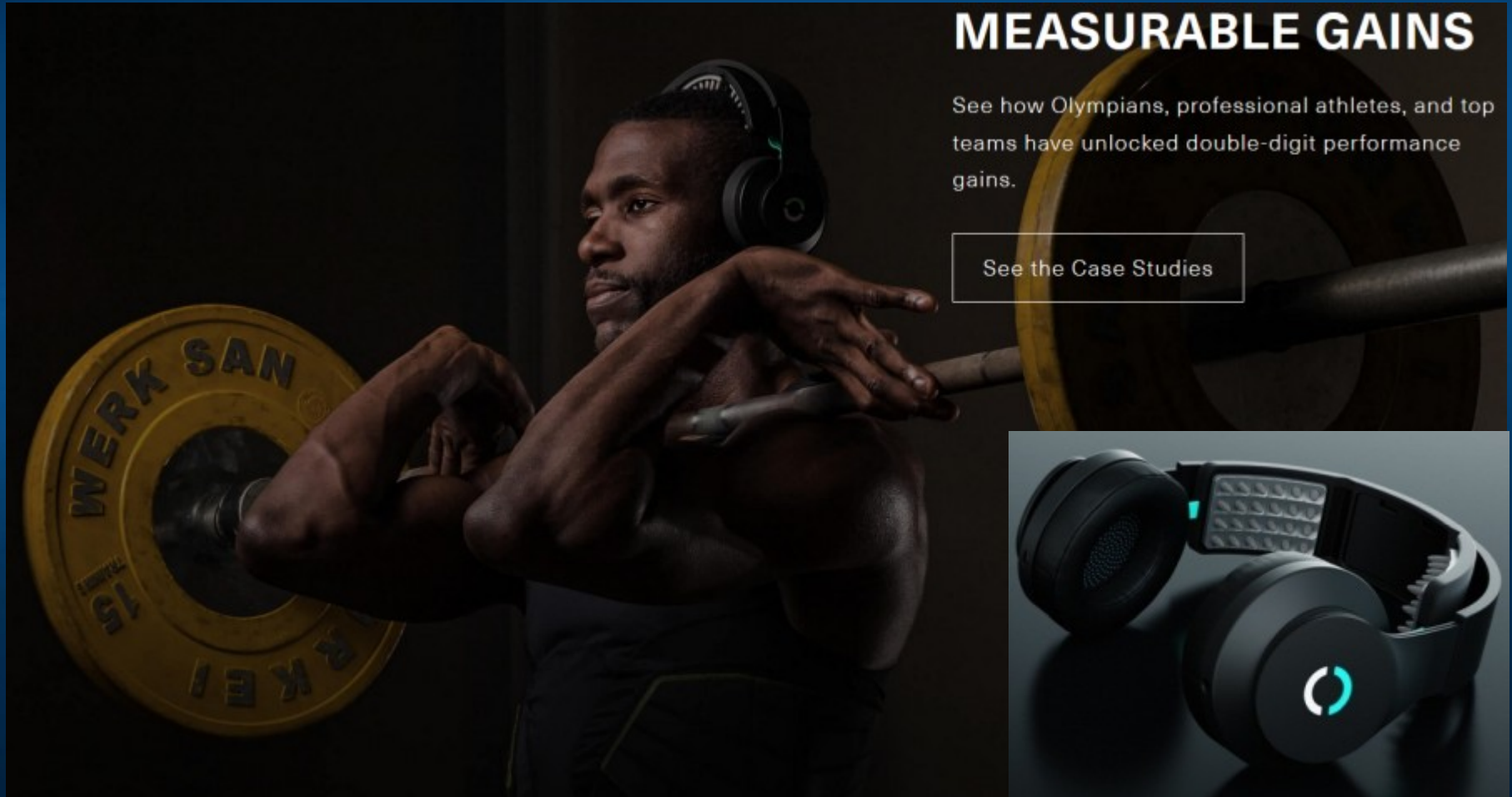
Neuro-relaks

Muzyka, dźwięki
mogą pobudzać
lub działać
relaksująco.

Melomind:
Proste EEG określa
poziom relaksu i
dobiera odpowiednio
dźwięki.

Neuropriming

Jak poprawić wyniki sportowców? Trzeba w odpowiednim momencie pobudzić ich korę ruchową!



MEASURABLE GAINS

See how Olympians, professional athletes, and top teams have unlocked double-digit performance gains.

[See the Case Studies](#)

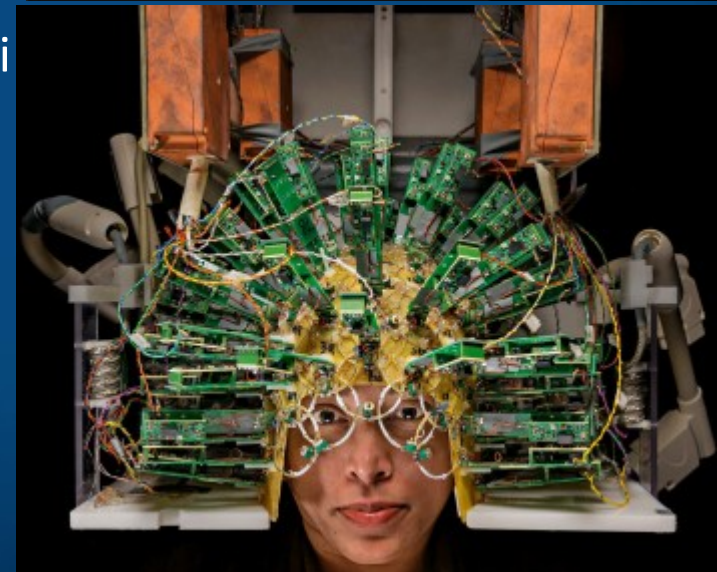
Neuroedukacja

Pedagogika działała metodą prób i błędów, obserwacje prowadzą do różnych teorii.

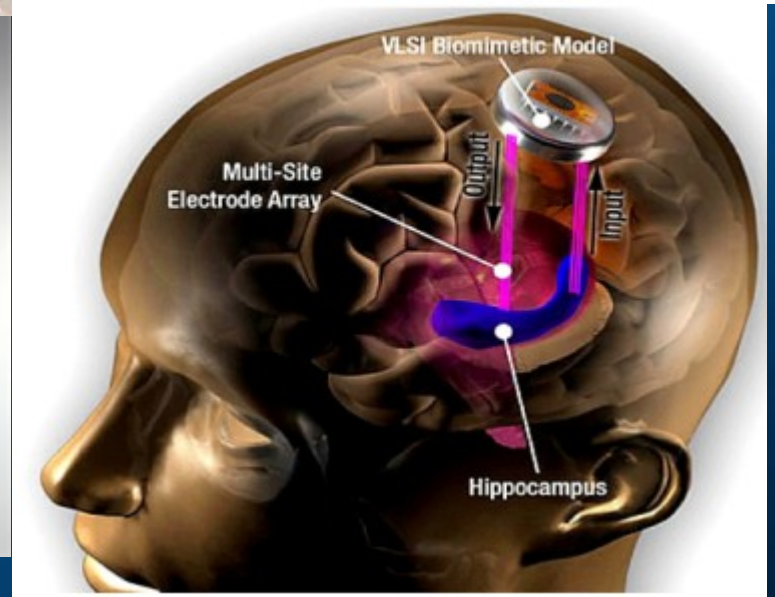
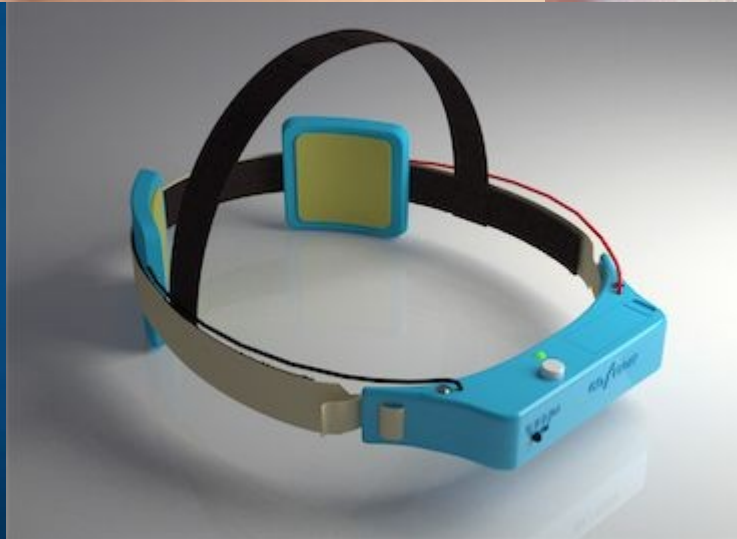
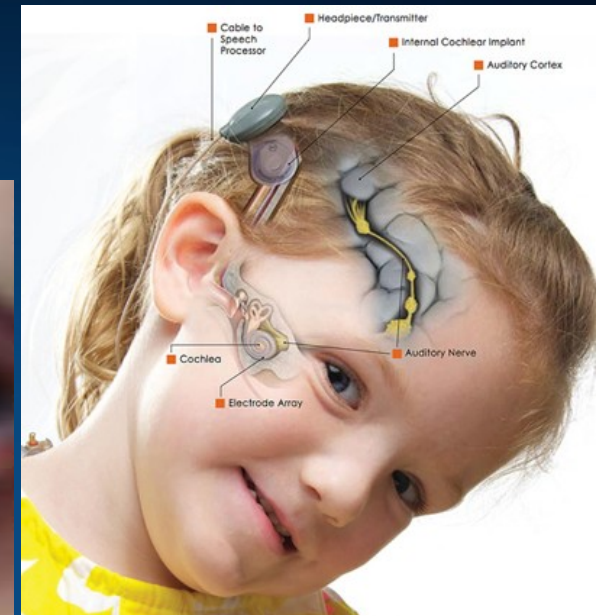
Edukacja to rzeźbienie mózgu! Uczenie zmienia fizyczne połączenia, procesy w mózgu przebiegają drogami wyłobionymi przez nauczyciela.

Neuroedukacja: interdyscyplinarna dziedzina łącząca wyniki neuronauk, psychologii i pedagogiki w celu opracowania bardziej efektywnych metod nauczania. Pomysł z końca 19 wieku ...

Czy można połączenia w mózgu „wyrzeźbić” w sposób bezpośredni, nie wymagający wysiłku?



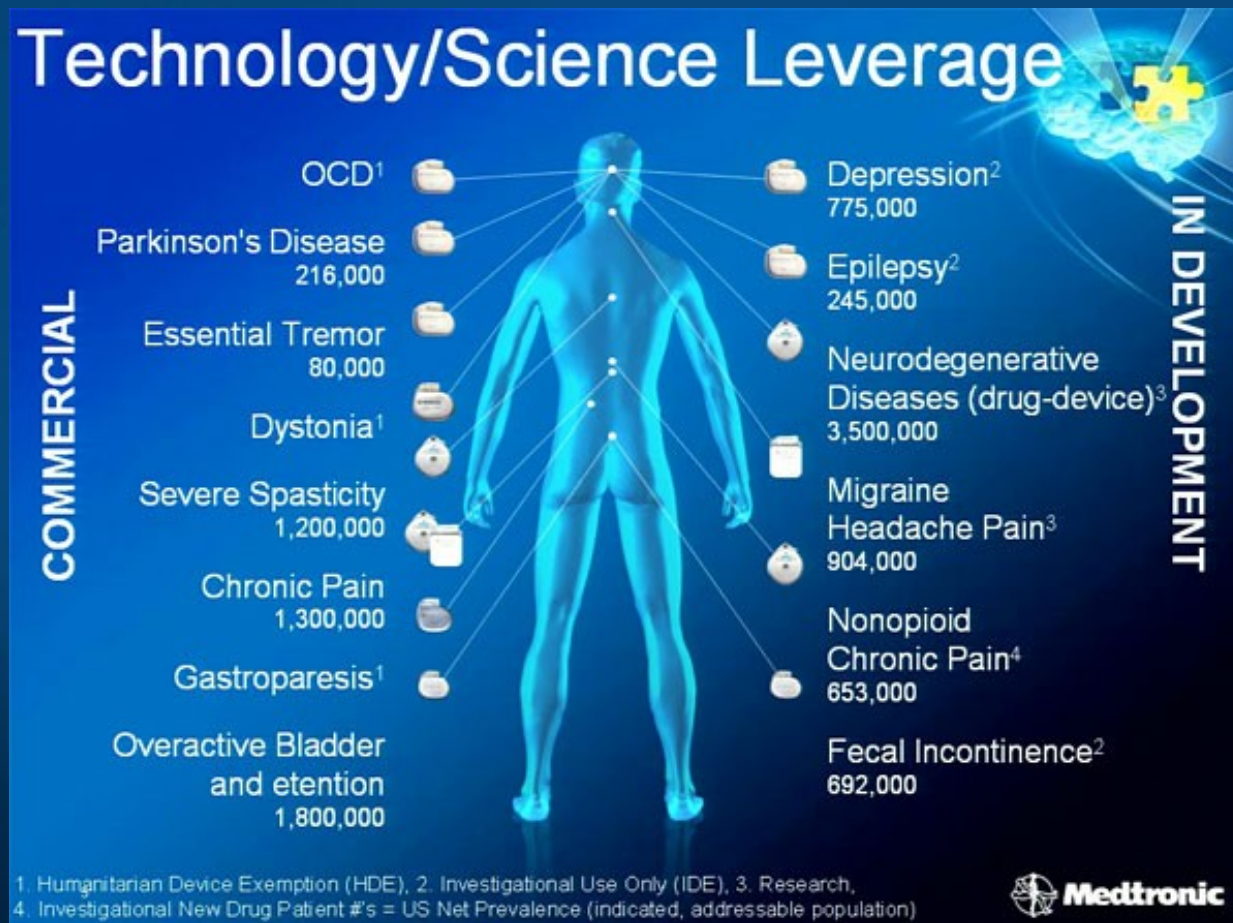
Wzmocnienie



Poszerzenie zmysłów: wzroku, słuchu, dotyku, pamięci, uwagi ...
Udoskonalanie mózgow przez implantację neuronów.

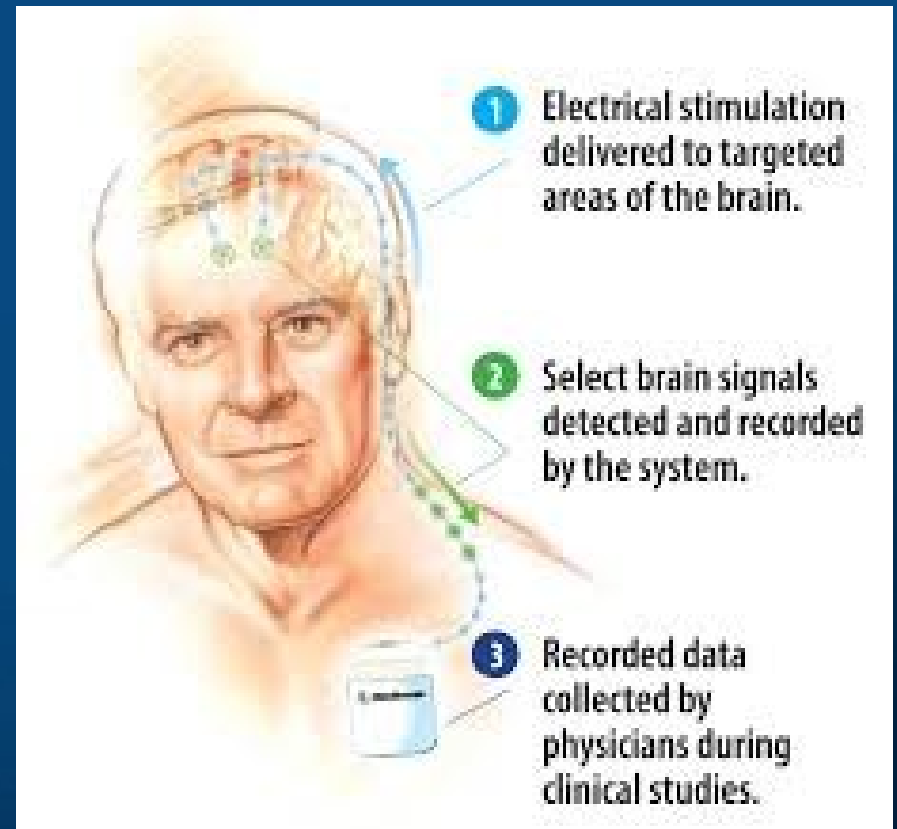
Cyborgizacja

Stymulacja pomaga w przypadku wielu chorób ale powoli narządy zmysłów a nawet obszary mózgu odpowiedzialne za pamięć mogą zostać zastąpione przez elektronikę.



Głęboka stymulacja mózgu

Osoby cierpiące na chorobę Parkinsona lub zaburzenia kompulsywno-obsesyjne, które mają wszczepione stymulatory w mózgu, mogą regulować swoje zachowanie za pomocą zewnętrznego kontrolera.



HOW IT WORKS



1. Cap containing a figure-of-eight shaped magnet connected to an electric current is placed on head. Magnet is made up of a bundle of intertwined wires and is near the left ear.

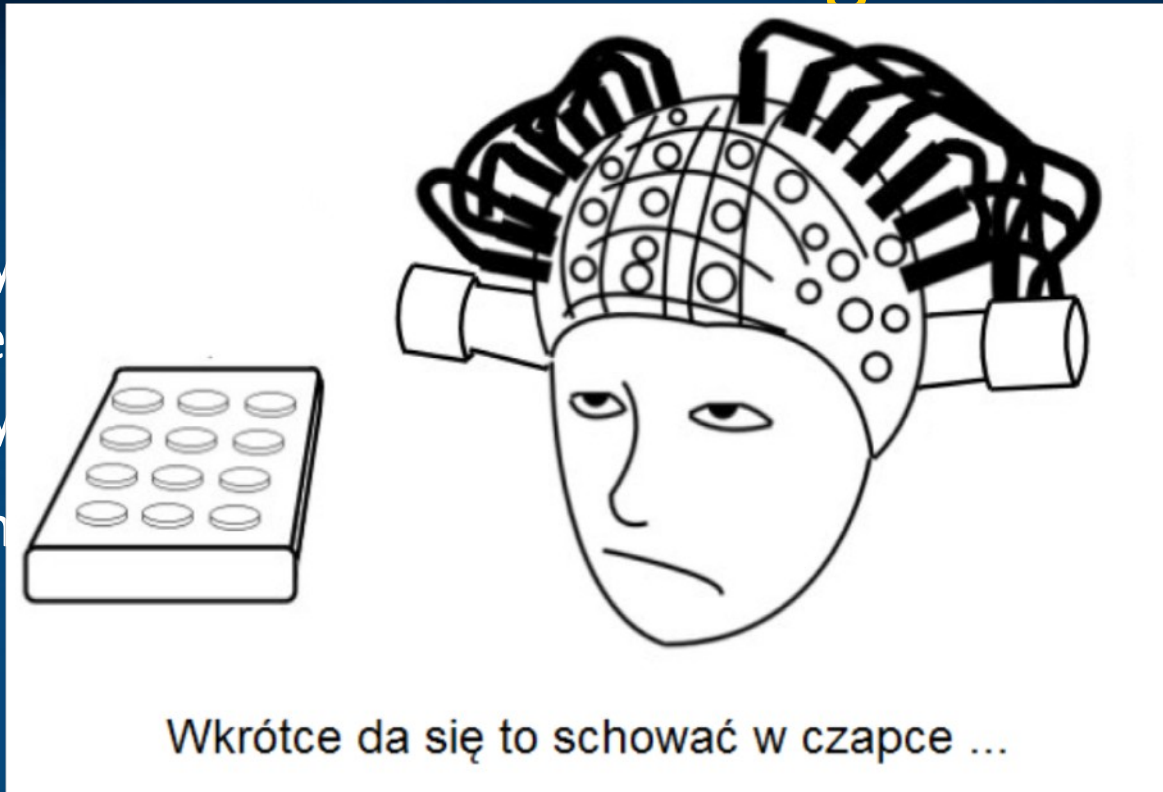
2. The tiny magnetic pulses disturb electric circuits on left side of the brain, which usually sees the 'bigger picture' and suppresses the detail-hoarding right side.

3. Details filed unconsciously come to the fore, creating a burst of creative, mathematical or other talent.

Sterowanie mózgami



Wegner
Możemy
w czasie
Możemy
Świadom
naszego



(2002)

chając talerz
onozy.
y
orzyczną
mózgu.

Stymulacja TMS : nawet jeśli wybory lewej lub prawej strony są w 80% po prawej wybór nadal uznawany jest za wolny... możemy być sterowani ! (Brasil-Neto i inn. J. Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 1992).

Wola: procesy związane z reprezentacją „ja” dostrzegają (tj. „zwracamy uwagę”) stan aktywacji kory przedruchowej – chęć!

DCS, Bezpośrednia Stymulacja Prądem



Stymulacja mózgu

Skupienie uwagi wymaga ciągłej koncentracji. Łatwiej do niej doprowadzić stymulując mózg prądem zmiennym (tDCS) lub polem magnetycznym (rTMS).

Robią to maniacy gier zręcznościowych, piloci, jak i żołnierze w czasie treningu strzelania. **Thync** dodaje energii rano czy przed treningiem i uspokaja wieczorem przed snem: steruj swój mózg smartfonem!



Trenowanie mózgu

Engagement Skills Trainer (EST) to procedury treningu amerykańskich żołnierzy.

Intific Neuro-EST to technologia wykorzystująca analizę EEG i wielokanałowy stymulator przezczaszkowy (MtCS) do transferu umiejętności pomiędzy mistrzem i uczniem.



Udoskonalenie mózgow



Ludzie mają problemy z emocjami i funkcjami poznawczymi:

- Samoregulacją, rozumieniem swoich prawdziwych potrzeb.
- Problemami z pamięcią: zapominaniem, fałszywymi wspomnieniami..
- Mylnych założeń dotyczących intencji i celów innych, braku zaufania.
- Racjonalnej oceny swoich reakcji emocjonalnych.
- Uleganiem złym nawykom, uzależnieniom.
- Radzeniem sobie i oceną złożonych sytuacji.
- Ograniczeniami naszych zmysłów.
- Podejmowaniem decyzji przy niepełnej informacji.
- Rozumieniem wielu odmiennych punktów widzenia.
- Przewidywaniem skutków swoich działań, scenariuszami co-by-byłoby.



W skrócie, **nie uczymy w szkole jak sobie radzić w życiu, jak kształtować swoje mózgi/umysły, jak być szczęśliwym w życiu.**

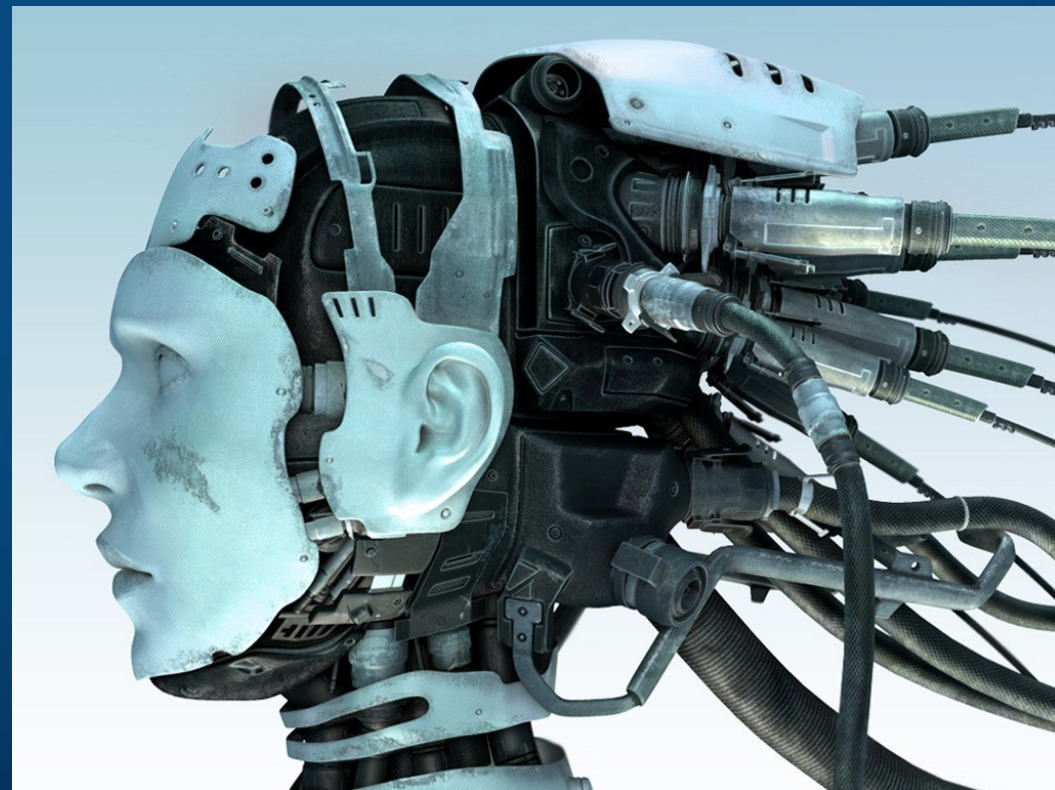
Cyfrowa mądrość – to wielka szansa i jeszcze większe zagrożenie.

Homo Sapiens Digital – transhuman?

Czy powstanie nowy gatunek **Homo Sapiens Digital (HSD)**, cyfrowy transhuman? Dla HSD cyfrowe wzmocnienie zmysłów i funkcji mózgu stanie się częścią naturalnego środowiska.

Mądrość to nie spryt, cyfrowe wzmocnienie powinno dopełniać wrodzone zdolności i pomagać w mądrym podejmowaniu decyzji korzystnych w dłuższym okresie czasu..

Stany umysłu zależą nie tylko od samego mózgu, ale i otoczenia, w którym działa: urządzeń mobilnych wspomagających pamięć i dostęp do informacji, implantów słuchu, wzroku i innych zmysłów, interfejsów BCI i stymulatorów mózgu.



rTMS i zespół savanta

Bezpośrednia stymulacja mózgu TMS/DCS jako stymulacja kreatywności?

Silne pole magnetyczne (3 T) o niskiej częstotliwości przyłożone do lewego płata skroniowo-czołowego pomogło lepiej rysować 4 z 11 osób.

Efekt utrzymuje się przez pewien czas po stymulacji.

TMS/DCS wpływa też na uwagę wzrokową i usprawnia inne funkcje – dlatego gracze kupują stymulatory.

Allan Snyder et al. (Sydney),
Savant-like skills exposed in normal
people by suppressing the left fronto-
temporal lobe.

J. of Integrative Neuroscience 2003

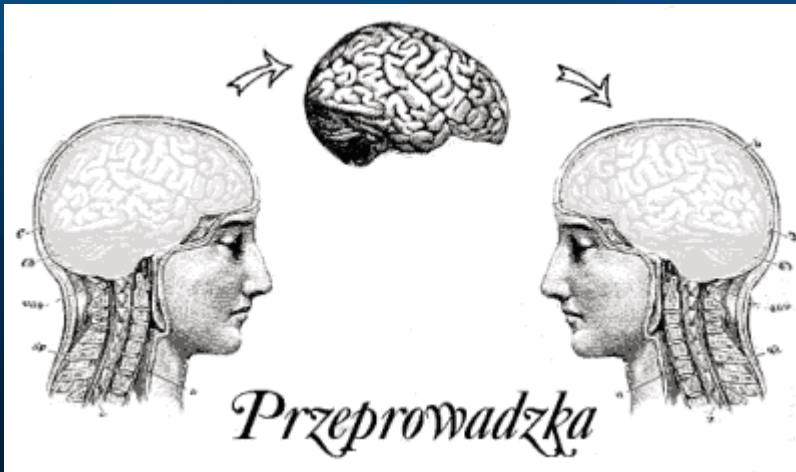
R.P. Chi, A. Snyder, Facilitate Insight
by Non-Invasive Brain Stimulation,
PLoS One 2011



Przekazywanie myśli?




Jeśli można odczytać stan mózgu za pomocą EEG i wywołać podobny stymulując drugi mózg TMS to bezpośrednia komunikacja jest możliwa.



Transfer umysł => Awatara?

2045 AVATAR PROJECT MILESTONES
STRATEGIC SOCIAL INITIATIVE




Avatar D 2040 - 2045
A hologram-like avatar

Avatar C 2030 - 2035
An Avatar with an artificial brain in which a human personality is transferred at the end of one's life

Avatar B 2020 - 2025
An Avatar in which a human brain is transplanted at the end of one's life

Avatar A 2015 - 2020
A robotic copy of a human body remotely controlled via BCI

2045.COM

 **Immortality Button**
Click this button to start the development of your personalized immortal avatar

Projekt 2045 D. Itskova (ros. miliarder) zamierza dokonać transferu umysłu z mózgu do neurokomputera około 2045 roku, oraz rozwijać *The Electronic Immortality Corporation*, rodzaj sieci społecznościowych.

Inżynieria mózgu?



Doskonalenie mózgów to wielkie wyzwanie
dla nauki i techniki!

Ostrożnie!

Wyzwanie: zapobieganie zaburzeniom,
optymalizacja normalnego rozwoju.

Ogólna zasada:
dorastanie to specjalizacja
= zmniejszają się możliwości.
Jak do tego nie dopuścić?

Bina48 i Projekt LifeNaut



Wierzchołek góry lodowej ...



Postęp przyspiesza, osobliwość (singularity) jest już blisko ...

Zaczyna się wiek neuro-kog-info-nano, cyborgów i sztucznego mózgu.

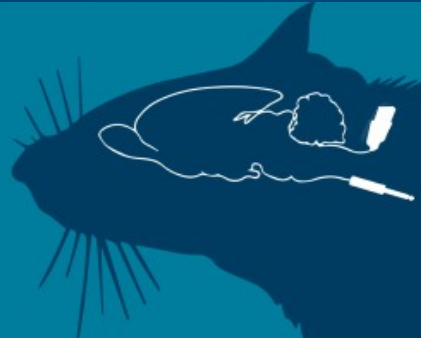
Stoimy przed wielkimi zagrożeniami ale i szansami.

- Jak rozwinąć pełny potencjał człowieka? Od niemowląt do seniorów?
- Jak możemy lepiej zrozumieć i kontrolować swoje zachowanie?
- Jak na rozwój mózgu wpływa kultura, literatura, muzyka?
- **Troska o pełny rozwój człowieka** byłaby piękną podstawą strategii rozwoju. **Musimy dbać o mózgi/umysły**, głęboko zmienić edukację.
- **Może też być całkiem inaczej: pranie mózgu**, manipulacja opinią publiczną, wychowywanie fanatyków ... brain hacking, czyli przejęcie zdalnej kontroli nad mózgiem osoby, która stała się cyborgiem.
- Już mamy **zalew neurobzdur**, od structogramu do kwantowej analizy ciała. Będzie jeszcze więcej bełkotu a może i przymusowe czepki z elektrodami ...

Soul or brain: what makes us human?
Interdisciplinary Workshop 19-21.10.2016
<http://www.tkk.umk.pl>



konferencja studencko-doktorancka
NeuroMania IV
28-29 maja 2016, Toruń

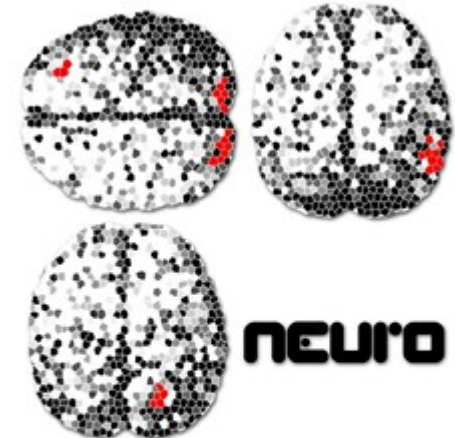


HOMO COMMUNICATIVUS
WSPÓŁCZESNE OBlicZA KOMUNIKACJI I INFORMACJI

Toruń, 24-25 VI 2013 r.



CSW Toruń, 20-21 czerwca 2012



NEURO

historia sztuki?

www.neurohistoriasztuki.umk.pl

Cognitivist Autumn in Toruń 2011

PHANTOMOLOGY:
the virtual reality of the body

2011 Torun, Poland



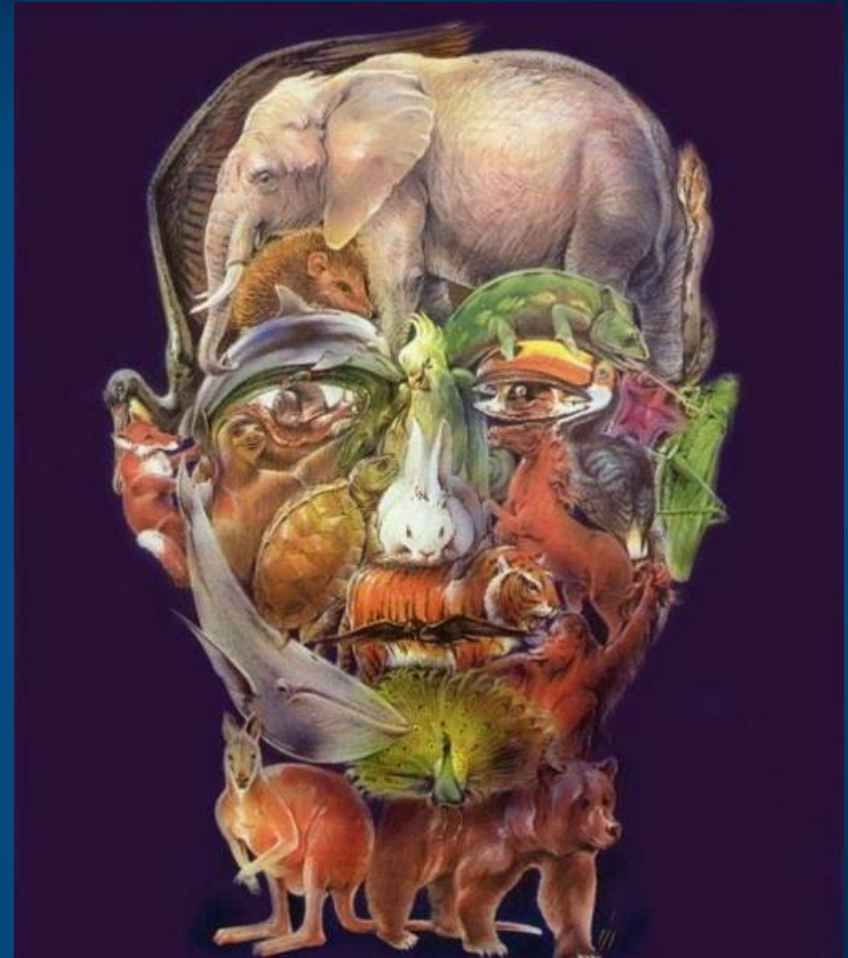
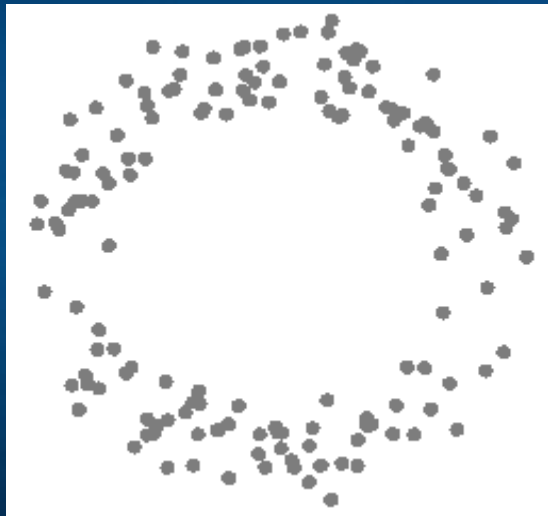
Cognitivist Autumn in Toruń 2010

MIRROR NEURONS:
from action to empathy

April, 14-16 2010 Torun, Poland



Dziękuję za
synchronizację
neuronów!



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

