

Fizyka i Metafizyka Świadomości



Włodzisław Duch

Katedra Metod Komputerowych
Uniwersytet Mikołaja Kopernika,
ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń, Poland.

Strona WWW <https://www.is.umk.pl/~duch/>

Plan

- 1. Nauki o poznaniu - czy można zrozumieć umysł?**
- 2. Badania nad świadomością. Czym jest świadomość?**
- 3. Mózg dla modelarzy.**
- 4. Percepcja i recepcja.**
- 5. Empiryczna teoria świadomości.**
- 6. Implikacje filozoficzne.**

1. Nauki o poznaniu: czy można zrozumieć umysł?

Nauki kognitywne lub nauki o poznaniu (cognitive sciences):

filozofia kognitywna (filozofia umysłu), neuronauki kognitywne, psychologia poznawcza, psycholingwistyka, lingwistyka komputerowa, sztuczna inteligencja, sztuczne życie, sieci neuronowe, komputerowa analiza obrazu, algorytmy ewolucyjne ...

Problemy leżące u podstaw nauk kognitywnych:

1. Problem ciała i umysłu: jaki jest stosunek materii do świata ducha?
2. Centralny Paradoks Poznania: w jaki sposób symbole, idee, znaczenie, cały świat umysłu wyłonić się może z procesów obliczeniowych wykonywanych przez mózg ?
3. Problem „jakości” wrażeń: kolor czerwony i zielony są czymś innym, nie tylko inną długością fali świetlnej.
4. Problem nabierania znaczenia przez symbole w systemach formalnych: symbole definiowane są przez inne symbole, skąd się bierze prawdziwe rozumienie?
5. Czym jest świadomość? Jak ją zdefiniować?
6. W mózgu nie ma określonego miejsca, które można uznać za siedzisko umysłu, świadoma percepcja jest jednak spójna (the binding problem).
7. Trudności techniczne: klasyczne modele rozumowania w sztucznej inteligencji operują symbolami, nie mają nic wspólnego z neurobiologią i nie nadają się do rozpoznawania wzorców (np. obrazów), asocjacji, generalizacji wiedzy. Sieci neuronowe trudno natomiast zmusić do logicznego działania.

Czy teoria umysłu jest możliwa ?

Empiryczna Teoria Umysłu powinna wyjaśnić:

- Fakty dotyczące **percepcji**, np. widzenie stereoskopowe, zależności psychofizyczne; **dynamiczne złudzenia optyczne**: maskowanie bodźców, metakontrast, interferencję Stroop'a ...
- Tysiące obserwacji z **psychologii poznawczej**, np. dotyczących pisania na maszynie czy praw uczenia się.
- Różne rodzaje **pamięci**: krótkotrwałą, semantyczną, epizodyczną
- **Stadia rozwoju**, od niemowlęcego do dorosłego: nauka chodzenia, podstawowych kategorii i struktur wiedzy.
- **Stany świadomości**: sen, marzenia na jawie, stan hipnotyczny i inne stany umysłu
- **Postrzeganie świadome i nieświadoma recepcja**, ewolucyjne zalety świadomego postrzegania, jak się to wiąże z procesami w mózgu; znaczenie symboli, jakość wrażeń, subiektywność świadomości.
- **Powstanie ego**, osobowości, rozczepienie jaźni.
- **Intuicja** i zachowania impulsywne.
- **Zdolności lingwistyczne**, myślenie i rozumowanie.
- Czym jest **humor**?
- **Zjawiska psychiatryczne**: od dysleksji, stanów lękowych, ślepoty histerycznej, do schizofrenii.
- Zagadnienie „**wolnej woli**”, **percepcji estetycznej** muzyki i sztuki.
- **Wyjątkowe zdolności**, np: „idiot savants”; zdolności parapsychiczne ?

Niewiele było dotychczas ambitnych projektów

A. Newell - zunifikowana teoria poznania (SOAR)

G. Edelman - Teoria Selekcji Grup Neuronalnych (TNGS)

2. Badania nad świadomością.

Interdyscyplinarna konferencja w Tucson (Az), 4/94
 "Toward A Scientific Basis for Consciousness"

Academy of Consciousness, Princeton (6-7/94)

World Congress on Neural Networks, San Diego (6/94)
 "Mind, Brain and Consciousness"

Crick, F. & Koch, C. Towards a neurobiological theory of consciousness. Seminars in the Neurosciences, 2 (1991) 263-275.

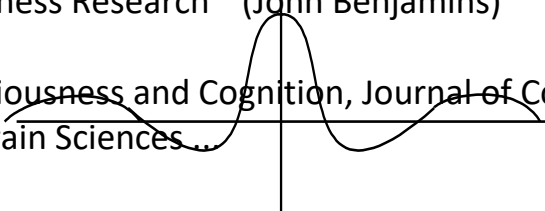
Daniel Dennett, Consciousness Explained. (Little Brown, Boston 1991)

Owen Flanagan, Consciousness Reconsidered. (Cambridge, MIT Press 1992)

Francis Crick, The Astonishing Hypothesis (C. Scribner's Sons, NY 1994)

Seria księzek "Advances in Consciousness Research" (John Benjamins)

Pisma: PSYCHE, PSYCOLOQUY, Consciousness and Cognition, Journal of Consciousness Studies, Behavioral and Brain Sciences.



- **Kiedy mamy poczucie, że rozumiemy?**

Fizyka klasyczna - tak. Pojęcia czasu, przestrzeni, cząstki, masy, siły.

Fizyka kwantowa - nie. Pojęcia funkcji falowej, amplitudy prawdopodob, pozwala na przewidywania, ale nie daje poczucia zrozumienia.

Umysł, świadomość refleksyjna: zewnętrzny opis nie wystarczy.

Równanie świadomości niczego nam nie wyjaśni. Poczucie zrozumienia wymaga osobistego doświadczenia.

- **Świadomość = doświadczenie, stan ciała i umysłu.**

3. Mózg dla modelarzy

**Computation is the essence of brain function.
(Knudsen et.al, Ann. Rev. of Neuroscience 1987)**

- v **Skala:** od molekularnej $\sim 10^{-10}$ m do makroskopowej ~ 1 m
- v **Złożoność:** 10^{10} - 10^{11} neuronów, 10^{14} - 10^{15} synaps, $\sim 10^3$ - 10^5 Tflops
- v **Struktury:** kilkaset anatomicznie odróżnialnych struktur
- v **Mapy topograficzne:** tonotopoczne, wizualne, motoryczne ...
- v **Połączenia** zwykle dwukierunkowe, pętle sprzężenia zwrotnego.
- v Brak **centralnej kontroli** ale są neurony integrujące różne wrażenia zmysłowe
- v Aktywacja neuronów: lokalnie pobudzająca, dalej hamująca, jeszcze dalej pobudzająca.
- v **Grupy neuronów (NCA)**, wprowadzone przez D. Hebb'a (1949), transkoryne TNCA
- v **Sześć warstw kory mózgu** 2-4 mm grubości.
- v **Mikrokolumny:** około 0.1 - 1 mm², 10^3 - 10^5 neuronów, kilka % połączeń, komunikacja pomiędzy kolumnami ~ 8 mm
- v **Oscylacje** ~ 2 - 40 Hz widoczne w EEG, synchronizacja NCA prowadzi do połączenia grup neuronów w „supergrupy” TNCA.
- v **Techniki eksperymentalne** badania TNCA: korelacje zapisu EEG w żywych mózgach i wycinkach tkanki mózgowej, zapis sygnałów z pojedynczych neuronów lub z kilku jednocześnie.

v 4. Percepcja i recepcja.

Przetwarzanie sygnałów sensorycznych: mapy topograficzne

Wizualne: orientacja linii, oko lewe-prawe, kierunek ruchu, kolor

Słuchowe: względne opóźnienie, różnica intensywności, widmo częstotliwości i amplitudy.

Motoryczne: kierunek ruchu oczu, głowy, ciała

Somatotopowe: skóra ciała.

Struktura map topograficznych: częściowo uwarunkowana genetycznie

v Pamięć krótkotrwała: około 7 sekund, zawartość do 7 ± 2 jednostek.

v Percepcja jest procesem dynamicznym - globalne struktury wzbudzeń transkorynych grup neuronów (TNCAs) można modelować jako atraktory w układach dynamicznych.

Od mózgu do umysłu

Procesy w mózgu - modelowane przy pomocy układów dynamicznych.

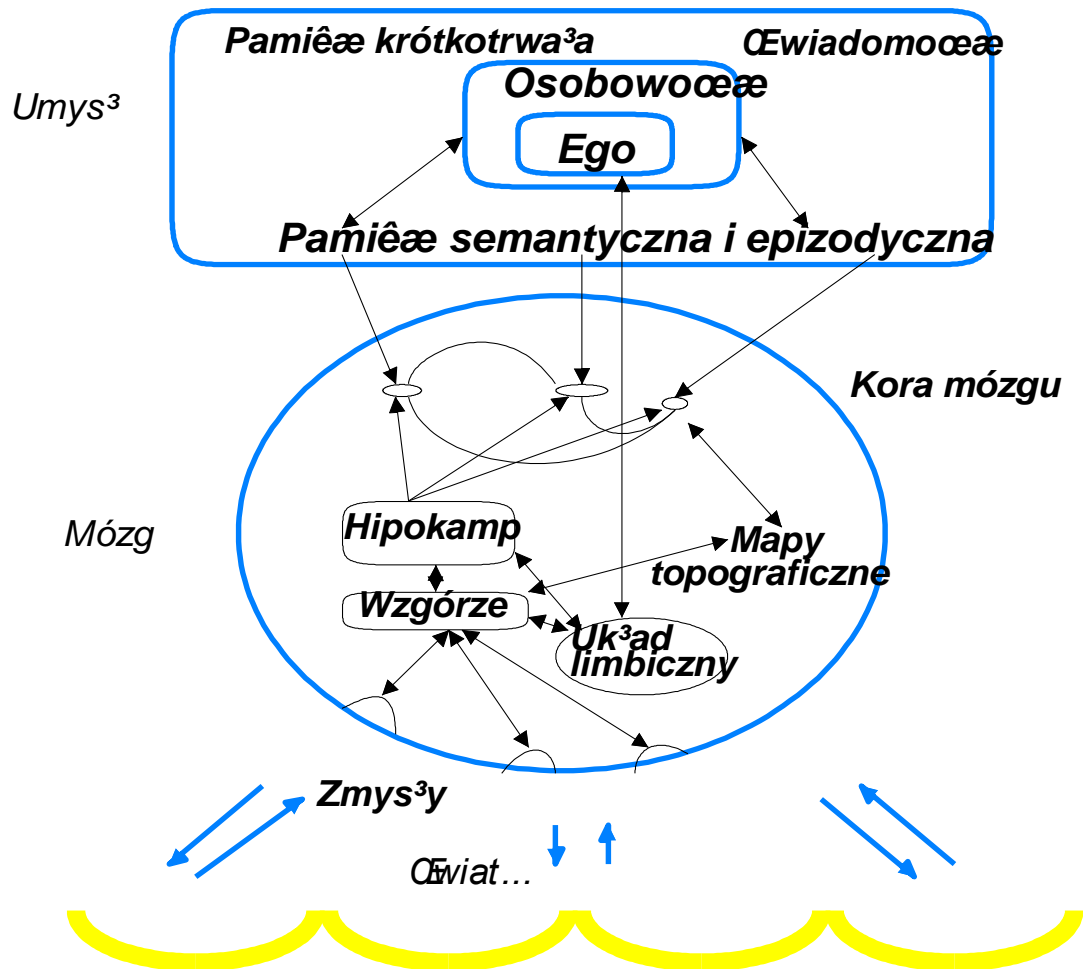
Uproszczony opis układów dynamicznych - **symboliczny** (np. HMM).

Zamiast dynamiki TNCA w przestrzeni fazowej o wielkiej liczbie wymiarów atraktory (stabilne stany) tej dynamiki reprezentowane są w przestrzeń cech reprezentacji (przestrzeni umysłu).

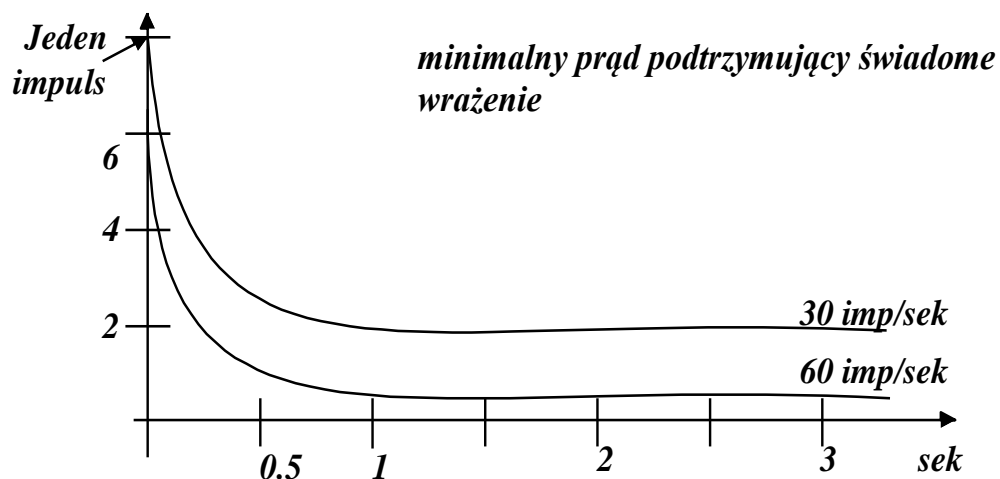
Formalizm matematyczny do modelowania umysłu - **przestrzenie umysłu (mind spaces)**.

5. Empiryczna teoria świadomości.

- v **Umysł** nie jest redukowalny do pracy mózgu lecz jest odbiciem świata. Na początku umysłu było słowo, czyli dyskretna kategoria, obiekt w przestrzeni umysłu. Umysł kontroluje ciało.
- v **Intuicja** opiera się na topografii przestrzeni umysłu.
- v **Pamięć** długotrwała pozwala odtworzyć stany mózgu i umysłu, jest „zamrożoną teraźniejszością”.
- v **Świadomość** nie jest rzeczą lecz doświadczeniem.
- v **Doświadczenie** jest określonym stanem umysłu/mózgu/ciała.
- v Subtelność reakcji organizmu wzrastała w procesie **ewolucji** wraz ze wzrostem stopnia komplikacji mózgow stwarzając większe możliwości adaptacji.
- v Procesy świadome wymagają **globalnej metastabilnej dynamiki** mózgu (TNCA) i są treścią pamięci krótkotrwałej, wszystkie pozostałe procesy są nieświadome.
- v **Samoświadomość** - wymaga złożonego mózgu zdolnego do reprezentacji „ja”, z którą związane są silne wrażenia emocjonalne.
- v Przetwarzanie informacji nie zachodzi w sposób świadomy, decyzje podjęte przez mózg prowadzą do reakcji organizmu określanej jako świadoma. Czas potrzebny na wywołanie tej reakcji wynosi 0.5 sek.
- v **Jakości wrażeń**: wyobraźmy sobie szczura, którego nauczono kojarzenia koloru czerwonego z bólem a zielonego z przyjemnością. Stabilne stany dynamiki jego mózgu w układzie (ból-przyjemność, kolor, inne parametry) przedstawić można na rysunku. Wartości na osi ból-przyjemność zdefiniowane są przez średnie pobudzenia struktur układu limbicznego. Jakość wrażenia koloru jest wyraźnie widoczna a jej przejawem jest silna reakcja emocjonalna. U człowieka przy naturalnej dynamice mózgu jakości wrażeń zależą od przebytych doświadczeń i skojarzeń.



Stymulacja skóry ręki wymaga 0.2 sec by sygnał dotarł do kory mózgu. Jednoczesna bezpośrednia stymulacja kory sensorycznej impulsem elektrycznym do 0.5 sek. **wywołuje świadome wrażenie** subiektywnie odbierane jako późniejsze!



Elektryczne impulsy 0.2 msec. o częstotliwości $\nu=8$ do 240 Hz, do 60 impulsów w ciągu sekundy, w obszarze kory sensorycznej, Minimalny prąd zauważalny jako wrażenie dotykowe $I \sim 1/\sqrt{\nu}$; $I^2 \nu \sim \text{moc} = \text{const}$

Świadome wrażenie wymaga **dostatecznej energii** by wzbudzić grupę neuronów (TNCA) i dostatecznej energii by podtrzymać jej działanie.

Czas potrzebny na wzbudzenie TNCA - zależny od struktury wzbudzeń sygnału; naturalne sygnały - krótki czas, sztuczne - długi.

6. Implikacje Filozoficzne

v D. Hume (1740): umysł to nic innego jak różne percepcje związane z sobą przez pewne relacje. Umysł to system kontroli, materialny aspekt jest tu wtórny, najważniejsza jest informacja i relacje. Dużo wcześniej - Abhidharma, szkoły Mahajany w Indiach i Chinach.

v **Naturalna realizacja umysłu = modułarne sieci neuronowe.**

v **Problem ciała i umysłu** powstaje wtedy, gdy obiekty umysłu rozbija się sztucznie na nazwy i inne cechy.

v **Stany umysłu** prowadzą do intencjonalnych działań ponieważ obiekty umysłu są ze sobą powiązane (**entrainment**).

v **Znaczenie:** stany umysłu nabierają znaczeń poprzez sensoro - motoryczne schematy działań. Umysł związany jest z ciałem i w sposób twórczy reprezentuje rzeczywistość mu dostępną.

v **Doświadczenia subiektywne:** stany umysłu są związane z odczuciami rzeczywistości, gdyż obiekty umysłu są pewną całością złożoną z wielu cech reprezentacji wewnętrznych.

v **Obiekty umysłu** można zaktywizować podając kilka cech charakterystycznych. **Jakości wrażeń** mają **obserwowalne** konsekwencje gdyż prawdopodobieństwo kolejnych zdarzeń zależy od tych jakości.

v **Słowa** są szczególnie efektywne przy aktywizacji obiektów umysłu gdyż definiują je zwykle jednoznacznie.

v **Umysł** rozwija się w wyniku kontaktów z otoczeniem, jego **nie-algorytmiczna** natura jest odbiciem natury środowiska.

**Sztuczna inteligencja jest jedynie
cieniem sztucznego umysłu.**