

Komunikacja jako rezonans między mózgami.

Włodzisław Duch,
Katedra Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika,
ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń,
<http://www.is.umk.pl/~duch>

1. Czym są pojęcia?

A1. Komunikacja opiera się na wymianie symbolicznie rozumianej informacji. Pojęcia zwykle rozumiane są jako mentalne symbole niosące pewne znaczenie, odnoszące się do całej klasy rzeczywistych bądź abstrakcyjnych obiektów, lub jakiejś kategorii zdarzeń. Rozumienia natury pojęć nie można oddzielić od procesów poznawczych, a w szczególności od myślenia. Z psychologii rozwojowej wiemy (Gopnik, 2004), że zrozumienie podstawowych pojęć, takich jak ciągłość istnienia obiektów znikających i pojawiających się w polu widzenia, pojawia się zanim niemowlę potrafi je wyrazić w symbolicznej formie. Dziecko potrafi godzinami chować i wyciągać zabawkę, utrwalając sobie pojęcie ciągłości istnienia. Ontologia podstawowa, konieczna do komunikacji, obejmuje tysiące pojęć głęboko zinternalizowanych we wczesnym dzieciństwie.

A2. Autobiografia Hellen Keller, która w 19 miesiącu życia utraciła wzrok i słuch, pokazuje jak potężną siłą organizującą życie wewnętrzne i myślenie o świecie są symbole. Helena nie potrafiła kontrolować swojego zachowania, ani ocenić stan swojego umysłu. Zapamiętała wiele symboli dotykowych, nie wiążąc ich z dotykanymi obiektami ani swoimi działaniami. Przełomem okazał się moment, w którym udało się jej powiązać sygnały dotykowe *w-o-d-a* z wrażeniem wywołanym przez polewanie ręki wodą. Jak napisała w swojej autobiografii „Każda rzecz miała nazwę, a każda nazwa dawała życie nowej myśli.” Skojarzenie nowych symboli z wrażeniami odbyło się już szybko, nadając strukturę jej wewnętrznemu światu.

A3. Epistemologia konstruktywistyczna ma długą historię i pojawia się w różnych dziedzinach nauk społecznych, w filozofii, badaniach literackich, pedagogice, psychologii, socjologii, a także w architekturze i sztuce. W radykalnej wersji konstruktywizm jako pragmatyczne podejście promował Ernst Von Glasersfeld, definiując dziedzinę we wstępie do książki „Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning” (1995) w następujący sposób: „Radykalny Konstruktywizm to niekonwencjonalne podejście do problemu wiedzy i jej zdobywania. Jego podstawowym założeniem jest stwierdzenie że wiedza, niezależnie od sposobu jej definiowania, jest w głowach ludzi, a osoba myśląca nie ma innego wyboru jak tylko konstruować to co wie na podstawie swojego doświadczenia. [...] Doświadczenie i interpretacja języka nie jest tu wyjątkiem”.

Wiedza i pojęcia są „w głowie”, czyli w mózgu. Procesy zachodzące w mózgu przebiegają drogami wyżłobionymi przez doświadczenie. Zadaniem neurokognitywnej lingwistyki jest zrozumienie tych procesów, w tym procesie komunikacji, który wymaga wzbudzenia pożądanej aktywności w mózgu rozmówcy.

A4. To, co się spontanicznie przejawia w treści naszej świadomości mając decydujący wpływ na nasze zachowanie i wypowiedzi, jest wynikiem trzech zasadniczych czynników:

- **Determinizmu genetycznego**, uwarunkowań tworzących ogólne ramy naszych zdolności przeżywania faktu bycia w świecie, zdolności percepcyjnych, możliwości tworzenia i zapamiętywania skojarzeń, poziomu inteligencji dostępnemu człowiekowi.
- **Determinizmu neuronalnego**, wyniku doświadczeń życiowych, wdrukowania (imprintingu) i wychowania, tworzącego konkretne struktury funkcjonalnych podsieci, możliwości powstawania stanów umysłu w oparciu o substrat, jakim jest mózg.
- **Czynników stochastycznych**, wpływających na zachowanie, które do pewnego stopnia w przypadkowy sposób modyfikują dynamiczne procesy zachodzące w mózgu, wpływając na powstające skojarzenia, tok myślenia i podejmowane decyzje.

Nie możemy myśleć inaczej, niż pozwala nam na to aktywność neuronalna. Używania języka nie można oddzielić od ogólnych procesów myślenia i działania, w mózgu nie mamy wyodrębnionej podsieci reprezentującej pojęcia, wszystkie obszary są ze sobą silnie sprzężone. Chociaż często konfabulujemy, wymyślając pozornie racjonalne interpretacje swojego zachowania, prawdziwe przyczyny nie są nam często znane i mogą się okazać zbyt skomplikowane by je odkryć i zrozumieć.

A5. Determinizm neuronalny oznacza tylko tyle, że w danej chwili możliwości mózgu są ograniczone, dziecku nie przychodzi spontanicznie do głowy matematyczne formuły teorii superstrun, ale gdy dorośnie i zostanie ekspertem w tej dziedzinie fizyki będzie to prawdopodobne. Plastyczność mózgu jest duża ale możliwości zmian są ograniczone, genetyka nie pozwoli nam odczuwać wibracji pola elektrycznego, jak robią to niektóre ryby. Możliwości skojarzeniowe mózgu i pojemność pamięci roboczej nie pozwolą nam zrozumieć zbyt złożonych zależności.

A6. Nie opiszemy w pełni procesu komunikacji korzystając z pojęć, które nie są adekwatne do opisu zachodzących w mózgu zjawisk. Trzeba zrozumieć, jak kodowane są pojęcia, co ma wpływ na ich rozumienie, jak opisać naturę neurodynamicznych procesów jakie za tym stoją. Lingwiści specjalizują się w fonetyce, fonologii, morfologii, syntaktyce, leksykografii, ontologiach, semantyce, pragmatyce i innych dziedzinach, ale język zależy od integracji wielomodalnej informacji, łączy się z percepcją i myśleniem. Tylko neuronowe teorie języka mogą prawidłowo opisać wszystkie jego aspekty (Spivey, 2007).

Modele sztucznych sieci neuronowych opierają się na zbiorze elementów (nazywanych neuronami lub elementami przetwarzającymi) reprezentujących wybrane aspekty przetwarzania informacji przez biologiczne neurony. Pojęcia reprezentowane są przez rozkłady aktywności elementów w takich sieciach. Prostsze modele, nazywane sieciami koneksjonistycznymi opierają się na elementach reprezentujących całe pojęcia, a połączenia pomiędzy tymi elementami mają reprezentować relacje pomiędzy pojęciami. Z punktu widzenia psycholingwistyki analiza przetwarzania informacji nawet w tak uproszczonych sieciach daje interesujące rezultaty (Duch i inn. 2008)! Celem informatyki neurokognitywnej jest tworzenie i badanie uproszczonych modeli wyższych czynności poznawczych, myślenia, rozwiązywania problemów, uwagi, kontroli zachowania, świadomości, języka, pomagając w lepszym zrozumieniu procesów za nie odpowiedzialnych (Duch, 2009). Dotyczy to również komunikacji, postrzeganej jako przeniesienie aktywności reprezentowanej przez symbole pomiędzy mózgami dwóch lub więcej osób, co jest swojego rodzaju rezonansem.

Następnym rozdział zawiera ogólną dyskusję na temat reprezentacji pojęć w mózgu, rozdział trzeci przedstawia nieco wyników eksperymentalnych i modeli komputerowych, a rozdział czwarty omawia bardziej szczegółowo rezultaty naszych własnych eksperymentów. konsekwencje i zawiera nieco spekulacji.

2. Pojęcia i mózgi – rozważania ogólne

B1. Dobrym wprowadzeniem do zagadnień związanych z naturalizacją epistemologii, reprezentacją pojęć w mózgu i tworzeniem się przekonań i teorii są książki znanego filozofa Paula Churchlanda (1989, 1995), przedstawiające podstawowe idee dotyczące modeli neuronowych. Symboliczny, werbalny opis stanów umysłu napotyka na liczne trudności (Schwitzgabel, 2011), związane między innymi z tym, że rozkład aktywności grup neuronów w mózgu zmienia się w sposób ciągły, jest więc nieskończenie wiele stanów mózgu, ale tylko najczęściej powtarzającym się kategoriom tych stanów przypisujemy symboliczne nazwy. Anderson (2010) dokonał meta-analizy 165 eksperymentów z użyciem neuroobrazowania dotyczących różnych funkcji związanych z używaniem i rozumieniem mowy i tekstów czytanych. Prawie wszystkie pola Brodmanna (reprezentujące względnie duże, zlokalizowane obszary kory mózgu) były ze sobą w tych eksperymentach funkcjonalnie powiązane. Żadna inna funkcja nie angażuje tak rozległych funkcjonalnych sieci mózgu jak zadania językowe.

B2. Nie potrafimy przypisać nazw nietypowym pobudzeniom mózgu zachodzącym w czasie snu, halucynacji, czy narkozy. Brak pobudzenia kory wzrokowej V1, przy jednoczesnej aktywacji obszaru MT i zakrętu skroniowego dolnego (IT) może być interpretowane jako wrażenie ruchu rozpoznanej postaci bez wrażeń wzrokowych (Duch, 2011). Tylko niektóre konfiguracje jednocześnie pobudzonych obszarów mózgu mają na tyle jednoznaczną interpretację by przypisać im symboliczną nazwę, czyli reprezentację fonologiczną, związaną z aktywacją kory słuchowej w obszarze górnego zakrętu skroniowego (Okada, Hickok, 2006). Proces komunikacji symbolicznej nie może w pełni odtworzyć identycznego stanu w mózgu rozmówcy, ale może wywołać stan należący do podobnej kategorii, a więc mający z wewnętrznego punktu widzenia podobną interpretację, wywołujący predyspozycje do działania i skojarzenia z innymi stanami. Mózgi zachowują się podobnie jak nastrojone struny fortepianu: strojenie instrumentów pozwala na ich harmonijną współpracę kosztem pewnej utraty możliwości brzmieniowych, które dają inne rodzaje strojenia.

B3. Pojęcia w mózgu mają dwie podstawowe składowe: reprezentację formy, związanej z fonologią i ortografią, oraz reprezentację semantyki, związanej z rozkładem pobudzeń rozległych struktur mózgu. W rzeczywistości mamy do czynienia z jednym niepodzielnym stanem mózgu, ale skojarzenia na poziomie fonologicznym i na poziomie semantycznym można do pewnego stopnia rozpatrywać niezależne. Fonologiczne reprezentacje są funkcją zakrętu skroniowego górnego (Okada, Hickok, 2006). Czysto semantyczne skojarzenia mogą być różnorodne, w zależności od kontekstu aktywność różnych obszarów mózgu może otworzyć drogę prowadzącą do kolejnego stanu.

B4. Rozumienie pojęć na poziomie koncepcyjnym sprowadza się do próby zdefiniowania danego pojęcia za pomocą szeregu innych pojęć w nadziei, że pojęcia definiujące będą bardziej zrozumiałe. Steven Harnad (1990) zainicjował interesującą dyskusję na temat

nabierania znaczeń przez symbole (*the symbol grounding problem*) w systemach formalnych. Po 15 latach podsumowanie tej dyskusji (Taddeo i Floridi, 2005) doprowadziło do wniosków, że do pojawienia się sensu autonomiczny agent (program lub robot) musi przypisać symbole do sensomotorycznych interakcji ze środowiskiem, mieć zdolności do tworzenia reprezentacji stanów środowiska, rozróżniania kategorii tych stanów, oraz komunikacji z innymi agentami by skoordynować znaczenie używanych symboli. Symbole są intencjonalne, odnoszą się do świata zewnętrznego, do możliwości percepcji i działania w świecie, wiedzy o tym, czego można się spodziewać po zewnętrznym środowisku. Stany wewnętrzne robota czy zwierzęcia nie dadzą się w pełni opisać za pomocą skończonej liczby symboli. Każde pojęcie odnosi się do klasy dość zróżnicowanych stanów wewnętrznych, które mogą powstać na skutek rozpoznania obiektu, obserwacji zdarzenia lub skojarzeń myślowych.

B5. Świadomość, jak pisał już John Locke, jest postrzeganiem stanów swojego umysłu. Pojęcia odpowiadające fizycznym obiektom i zdarzeniom wydają się całkiem odmienne niż pojęcia abstrakcyjne, ale w każdym przypadku jest to kategoryzacja stanu mózgu skojarzona z symboliczną etykietą, wewnętrzne postrzeganie i komentowanie powstających stanów. Doświadczam w świadomy sposób perceptów powstałych z przetworzonych w bardzo skomplikowany sposób bodźców sensorycznych. Obraz padający na siatkówkę może się w dużych granicach zmieniać, ale wrażenie koloru pozostaje stałe. Podstawowe dźwięki mowy rozpoznawane są jednoznacznie pomimo różnic w szybkości mówienia czy wysokości głosu. Mózg w toku ewolucji nauczył się przetwarzać wiele często powtarzających się bodźców tak, by na poziomie świadomym wrażenia były stałe, związane z kategoriami postrzeżeń, co ułatwia rozumienie sytuacji i podejmowanie decyzji.

B6. Aktywacja różnych obszarów mojego mózgu w przypadku stojącej obok butelki soku wiśniowego jest inna, kształt i kolor całkiem odmienne od zielonej butelki, jednak obydwu wrażeniom przypisuję to samo pojęcie *butelka*. Pojęcie nie wskazuje na samo wrażenie, czyli jednoznacznie określony stan kory zmysłowej w mózgu, ale na całą klasę dość odmiennych stanów. Informacja, która pozwala mi klasyfikować wrażenia opisując je za pomocą pojęć, jest wynikiem automatycznego sposobu przetwarzania, tworząc w kolejnych etapach niezmiennicze reprezentacje i abstrakcyjne uogólnienia istotnych cech obiektów. Kategorie naturalne nie są ostro określone i powstają przez generalizację prototypów złożonych wrażeń. Reprezentacje wewnętrzne nie muszą odnosić się do cech obiektów, wystarczy informacja o podobieństwie powstałego stan aktywacji mózgu do poprzednio zapamiętanego stanu. Symbol związany z danym obiektem potrafi nie tylko przywołać jego wyobrażenie, odtwarzając z grubsza stan kory zmysłowej, ale przygotowuje mózg do określonego działania.

Tylko niewielka część pojęć nabiera sens przez ugruntowanie ich znaczenia w możliwości fizycznego działania w świecie. Większość to pojęcia oderwane od bezpośredniego doświadczania, kategorie odnoszące się do kategorii wyodrębnionych z doświadczenia bycia w świecie. W raporcie z 1994 roku nazwałem takie pojęcia „wtórnymi obiektami umysłu” (Duch, 1994), w odróżnieniu od obiektów pierwotnych, których wewnętrzne reprezentacje opierają się na aktywacji kory przetwarzającej informacje z różnych zmysłów oraz kory ruchowej.

B7. Mózg jest substratem, w którym powstaje świat umysłu, labirynt wzajemnych aktywacji dostatecznie silnych, by na tle innych procesów można je było rozpoznać, odróżnić od innych aktywacji, przypisać do jakiejś kategorii i związać z fonologiczną reprezentacją, która staje

się symbolem-etykietą danej kategorii. Reprezentacje fonologiczne wywołują aktywacje pomagające skonkretyzować myśli, bez fonologii byłyby to płynne aktywacje, myślenie symboliczne nie byłoby możliwe. Jak pisał Ludwig Wittgenstein (Tractatus 1922): „Język przesłania myśl. Myśli wskazują na obrazy tego jak wyglądają rzeczy w świecie, myśleć to mówić do siebie samego, zdania wskazują na obrazy.” Te obrazy to aktywacje mózgu, należące do tej samej kategorii co te, które powstawały w czasie realnego doświadczenia. Małpa sygnalizująca że widzi węża potrzebuje do tego prostego sygnału, prawdopodobnie wywołując w mózgach innych małp odpowiedni obraz i właściwą reakcję. To najprostszy sposób komunikacji, pozwalający na użycie symbolu (okrzyku) do wywołania rezonansu stanów mózgow.

B8. Relacje pomiędzy aktywnością mózgu a jej wewnętrzną mentalną interpretacją jako wyobrażenia wydają się niezrozumiałe. Geometryczny model procesów mentalnych powinien to ułatwić, bliższy perspektywie wewnętrznej, niż modele neuronowe (Duch 1997, 2002, 2002a). Umysł można w tym ujęciu metaforycznie określić jako cień neurodynamiki, która jest znacznie bogatsza. W lingwistyce teorię przestrzeni mentalnych rozwijał Fauconnier (1994,1997), a kognitywistyczny model przestrzeni konceptualnych opisał Gärdenfors (2000), jednakże modele te nie próbowano powiązać z neurodynamiką (Duch, 1996, 1996a). Nie potrafimy dobrze opisać swojego stanu wewnętrznego (Schwitzgabel, 2011), więc nie bardzo wiemy jakie wymiary należy użyć do precyzyjnego opisu zdarzeń w przestrzeni mentalnej. Teoria integracji lub mieszania pojęć (*conceptual blending*), rozwinięta przez Gillesa Fauconniera i Marka Turnera (2002), uznawana za ogólną teorię zjawisk poznawczych, zakłada aktywację fragmentów wcześniej zapamiętanych doświadczeń i relacji, z których tworzą się nowe wyobrażenia i opisujące je pojęcia. Geometryczny opis tego procesu musi wykorzystywać wymiary oparte na podobieństwie.

B9. Czy możemy zobaczyć reprezentacje pojęć w mózgu? Podglądanie intencji i rozpoznawanie stanów mentalnych za pomocą metod obrazowania jest już dość zaawansowane (Haynes i Rees, 2006; Haynes i inn. 2007). Coraz więcej eksperymentów używających metod neuroobrazowania pokazuje obrazy rozkładu aktywacji obszarów mózgu w czasie myślenia o jakimś pojęciu, inicjowanego przez obraz, usłyszaną nazwę, napisaną nazwę, wybór jednego z kilku pojęć w myślach. Pomimo indywidualnych różnic aktywacje u różnych ludzi są na tyle podobne, że prosty klasyfikator liniowy może się nauczyć je rozróżniać i przewidywać jak będą wyglądać dla nowych pojęć (Mitchell i inn. 2008).

B10. Synchronizacja neuronów zachodzi szybko i stany mózgu zmieniają się prawie skokowo, od jednego rozkładu do drugiego. Nie dotyczy to tylko procesów myślenia, automatyczna segmentacja to podstawa percepcji, ułatwiająca planowanie, zapamiętywanie i łączenie informacji ze sobą. Przejścia pomiędzy poszczególnymi segmentami wewnętrznych doświadczeń zachodzą w wyniku obserwacji istotnych zmian sytuacji, pojawienia się nowych postaci, nowych wątków w interakcji ze światem, nowego miejsca i możliwych celów działania. Do pewnego stopnia przypomina to sekwencje filmu, chociaż przejścia są częstsze i niezauważalne. Świat naszych przeżyć jest sekwencją scen, a stany przejściowe nie są postrzegane (Zacks i inn, 2010). Pomimo różnic szczegółów wynikających z kontekstu można w obrazowaniu za pomocą fMRI dostrzec w czasie słuchania czytanej historii aktywacje mózgu, który reaguje na zmiany sytuacji, umiejscowienie postaci względem siebie i elementów sceny, cele, przyczyny, zmiany czasu i miejsca (Speer i inn, 2009) . Te reakcje podobne są do tych, jakie pojawiają się przy samodzielnym wykonywaniu podobnych

czynności, lub przy obserwowaniu jak ktoś inny je wykonuje. Rozumienie sensu jest pewnego rodzaju symulacją sytuacji dokonywaną w wyobraźni. Ważną rolę pełni tu system neuronów lustrzanych.

B11. Pojęcia służą nam do komunikacji, symbole powinny w nas wzbudzać odpowiednie reprezentacje semantyczne. Nie można jednak wzbudzić czegoś, czego nie ma. Jeśli ktoś nie zna smaku duriana to nie da się mu wytłumaczyć, jak on smakuje, rezonans stanów mózgu nie jest w tym przypadku możliwy. Pojęcia mogą jedynie wskazać na znane doświadczenie. Dzielimy z innymi przedstawicielami naszego gatunku bardzo wiele wspólnych cech, chociaż kulturowe idiosynkrazje powodują czasami nieporozumienia.

Czy można werbalnie opisać znane obiekty tak, by je dobrze rozróżnić? Czy np. na podstawie werbalnego opisu można jednoznacznie zidentyfikować rasę psa pokazanego na obrazku? Pomimo wielu prób nie udało się automatycznie wygenerować informacji za pomocą analizy tekstów wystarczających do jednoznacznego rozpoznania rasy. Poprawianie i dopisywanie nowych informacji też wiele nie pomogło. Kategorie językowe i podobieństwo obrazów całkiem się rozmiągają. Ontologie są słabo związane z podobieństwem wizualnym. Identyfikacja rasy jest za to możliwa na podstawie sylwetek uszu, głowy, pyska, łap, ciała i ogona, na podobnej zasadzie jak tworzenie portretów pamięciowych. Werbalny opis może aktywizować odpowiednią reprezentację ikonograficzną, przywołując z pamięci odpowiedni stan mózgu jeśli stan ten jest potencjalnie osiągalny, a więc został wcześniej zapamiętany. Kilka ras psów jest szeroko znanych więc użycie nazwy „jamnik” przekazuje w Europie właściwe wyobrażenie, ale już w większości krajów Azji tak nie będzie. Obraz można też starać się stworzyć od podstaw i zapamiętać, konstruując go z istniejących elementów, odwołując się do podobieństwa do znanych obiektów. Durian ma kształt piłki rugby lub wielki zielony kasztan, ma ostre kolce. Modyfikacja znanych pojęć jest bardzo dobrym sposobem tworzenia nowych pojęć.

3. Symulacje komputerowe i czego się z nich możemy nauczyć

C1. Semantyka pojęć opiera się na aktywacji wielu obszarów mózgu. Nie wszystkim z nich potrafimy przypisać jednoznaczne funkcje. Aktywizacja części z nich, zwłaszcza obszarów znajdujących się w niedominującej (zwykle prawej) półkuli mózgu, nie da się opisać za pomocą pojęć mających sens, chociaż ich rola w ustalaniu tego sensu może być istotna. Rola ta może sprowadzać się do narzucania wielu ograniczeń na bieżącą interpretację tekstu lub obserwowanego zdarzenia, generowania antycypacji wynikających z przeżytych w przeszłości doświadczeń. Można więc mieć wątpliwości czy tak skomplikowane procesy da się obecnie modelować za pomocą sieci neuronowych. Jednakże nawet stosunkowo proste modele neurodynamiczne (czyli modele ilustrujące zmiany aktywności neuronów) pozwalają na pewne zrozumienie procesów neurobiologicznych związanych z językiem. Wizualizacja trajektorii zmian aktywności neuronów sieci pokazuje, jak zmienia się z upływem czasu aktywność wszystkich użytych w symulacji neuronów (Dobosz i Duch, 2010, 2011). Dość gwałtownie następuje całkowita resynchronizacja nowych podgrup neuronów, oznaczająca pojawienie się nowej kategorii, nowego pojęcia. Spontaniczny proces skojarzeniowy powoduje, że po krótkim czasie przechodzimy od jednej myśli do drugiej, od pojęcia do

pojęcia. Aktywność mózgu ciągle się zmienia, ale widać w niej chwilowe spowolnienie zmian aktywacji, przejście od jednego pojęcia do drugiego w procesie swobodnego skojarzenia.

C2. Dlaczego tak się dzieje, czy zawsze pojawia się reprezentacja znanego pojęcia i na jakiej zasadzie jest ono wybierane? W zależności od bieżącego stanu mózgu i historii ewolucji tego stanu trajektorie mogą się drastycznie zmienić, umożliwiając całkiem odmienne skojarzenia. Na stan neuronów wpływa wiele parametrów fizjologicznych: czasu ostatniego posiłku, przeżywane emocje, pobudzenie i zmęczenie, aktywność mózgu związana z bieżącymi czynnościami, percepcją i ruchem, skupianie uwagi, oraz efekty torowania wynikające z niedawnej aktywności (McNamara, 2005). Ma to wpływ zarówno na szybkość pojawiania się nowych skojarzeń jak to, jakie stany się uaktywnią. W danym momencie istnieje wiele potencjalnie osiągalnych stanów, które mogą stać się aktywne, ale mechanizmy konkurencji pomiędzy grupami neuronów, określane jako „zwycięzca bierze wszystko”, hamują aktywność neuronów, które nie wchodzą w skład spójnej grupy charakteryzującej jedno pojęcie. To samo słowo w różnych zdaniach tworzy odmienne aktywacje, a jego leksykograficzne znaczenie zmienia się w sposób niemal ciągły w zależności od kontekstu. Informacje zawarte w tezaurusach muszą więc z konieczności być przybliżone, ograniczając się do najczęstszych, prototypowych znaczeń.

Prześledzenie wszystkich czynników, które decydują o powstaniu kolejnego skojarzenia nie jest możliwe, ale efekty dynamiczne związane z aktywacją pojęć są ostatnio intensywnie badane przez psycholingwistów (Spivey, 2007). Wszystkie te procesy są jednak istotne z punktu widzenia komunikacji. Przekazanie i zrozumienie informacji oznacza umieszczenie jej w istniejącej siatce pojęciowej, a to zakłada podobną wiedzę i skojarzenia. Osoby bliskie sobie porozumiewają się z łatwością, osoby wychowane w tej samej kulturze również bez trudności, ale odmienny kod kulturowy oznacza dość istotne zmiany siatki pojęciowej. Zwierzęta mają drastycznie odmienne stany mózgu, więc mogą zrozumieć tylko nieliczne, bardzo ogólne kategorie pojęć.

C3. Podobieństwa aktywacji mózgu są podstawą do tworzenia kategorii naturalnych. Skupienie silnie ze sobą skojarzonych aktywacji, pomiędzy którymi jest duże prawdopodobieństwo przejść (skojarzeń), tworzy rozmytą kategorię naturalną, do której można przypisać tą samą etykietę fonologiczną, czyli związać z nią słowo. Kategorie naturalne nie muszą mieć jednego zestawu cech je definiujących czy też jednego prototypu. Skojarzone stany związane z naturalnymi kategoriami mogą dotyczyć wyglądu, zachowania (np. terierów, psów kopiących nory) lub funkcji, możliwości działania, ruchu (np. „narzędzie”). Nie ma zbioru definiujących cech dla pojęcia „krzesło”, ale różnorakie skojarzenia pozwalają nam rozpoznać dany obiekt jako krzesło. Pobudzenia neuronów odpowiedzialnych za semantykę kategorii naturalnych nie tworzą zbiorów wypukłych lecz mogą się składać z wielu rozłącznych reprezentacji (atraktorów), które należą do tej samej kategorii (mają wspólne reprezentacje fonologiczne).

C4. Dokładniejsza analiza reprezentacji pojęć semantycznych w modelu sieci neuronowej zachowującej pewne cechy biologiczne pokazuje (Dobosz i Duch, 2011), że mechanizm spontanicznego pojawiania się nowych myśli, widoczny w modelu jako przejście do kolejnego, odmiennego stanu rozkładu aktywności, związany jest ze „zmęczeniem” neuronów. Zbyt długi czas wysokiej aktywności uruchamia biologiczny mechanizm akomodacji, próg aktywacji potrzebny do ich pobudzenia wzrasta, neurony mają tendencję do

spontanicznej depolaryzacji i w efekcie przestają synchronizować swoją aktywność. Umożliwia to synchronizację innym neuronom, do tej pory hamowanych przez aktywność związaną z aktualnym stanem. Zaczynem ich synchronizacji stają się te neurony, które były słabo aktywne i jeszcze nie uległy zmęczeniu. Aktywność takich neuronów gwałtownie wzrasta i dołączają do nich inne neurony, dotychczas prawie nieaktywne. W danym momencie w mózgu wysoką aktywność (rzędu 40 impulsów na sekundę lub więcej) może wykazywać tylko około 1% neuronów, ale po chwili będzie to już inny 1% i w krótkim czasie prawie wszystkie neurony są silnie pobudzane.

C5. Mechanizm akomodacji neuronów powoduje, że po okresie wysiłku umysłowego, skupienia nad tymi samymi pojęciami, spontanicznie pojawiają się całkiem odmienne myśli lub marzenia na jawie, luźno skojarzone z wcześniejszymi. Dzieje się tak zwłaszcza w wyniku ogólnego zmęczenia i braku energii. „Siła woli” to coś więcej niż tylko metafora. Glukoza potrzebna jest do wytwarzania neurotransmiterów i odżywiania neuronów, jej niski poziom powoduje utratę woli działania (Gailliot i Baumeister, 2007). Mózg człowieka w czasie pracy w jego obszarze ekspertyzy męczy się wolniej, bo więcej neuronów zaangażowanych jest w reprezentację pojęć, o których myśli.

Nowe stany nie zawsze odpowiadają nauczonemu pojęciu, mogą być wynikiem synchronizacji fragmentów reprezentacji, tworząc nieistniejące pojęcia. Przypomina to mieszanie pojęć, stanowiące podstawę ogólnej teorii poznania Turnera i Fauconnier (2002). Pomimo niewielkiej liczby wyuczonych pojęć w naszej sieci zjawisko takie jest dość częste. Reprezentacje fonologiczne i ortograficzne pomagają ujednoznaczyć pojawiające się stany, redukują wariancję pozwalając na ściślejsze określenie kategorii semantycznych. Po przeskoku do kilku skojarzonych pojęć stany atraktorowe coraz bardziej oddalają się od stanów wyuczonych. System może powrócić w pobliże początkowego stanu, ale nie będzie on dokładnie taki jak na początku. Dokładniejsze wnioski będzie można wyciągnąć po zbadaniu bardziej złożonego modelu nauczonego na większej liczbie pojęć z pojedynczej dziedziny.

C6. Modele sieciowe służą do przewidywania wpływu różnych uszkodzeń przepływu informacji w mózgu na zaburzenia funkcji językowych. Różne rodzaje dysleksji są rezultatem uszkodzenia połączeń pomiędzy warstwą ortograficzną, fonologiczną i semantyczną (O'Reilly i Munakata, 2000). W procesach demencji (np. w chorobie Alzheimera) utrata wiedzy o konkretnych pojęciach leżących stosunkowo nisko w ontologii następuje wcześniej niż dla pojęć ogólnych. W języku procesów neurodynamicznych możemy powiedzieć, że obszar atrakcji dla tych pojęć się kurczy, trajektorie nie są do nich przyciągane, gdyż zanikanie słabych ale licznych połączeń pomiędzy neuronami pozwala uaktywnić się tylko tym obszarom, które brały udział w kodowaniu wielu kategorii pojęć. Widać wyraźną korelację pomiędzy rozległością uszkodzeń (lezji) mózgu i poziomem w ontologii, na którym są utracone pojęcia. Im silniej dana cecha jest skorelowana z innymi tym dłużej jest użyteczna pomimo narastających uszkodzeń. Najpierw mylą się ze sobą nazwy zwierząt, a dopiero później nazwy obiektów mieszają się pomiędzy różnymi kategoriami (Taylor i inn., 2011; Devereux i inn., 2010).

C7. Parametry biofizyczne neuronu (zależne od jego molekularnej budowy, która wynika z procesów genetycznych i epigenetycznych sterujących budową komórek) decydują o tym jak szybko neurony się męczą. Ta obserwacja prowadzi do następującej hipotezy (Duch i inn., 2011): zbyt szybkie zmęczenie neuronów może doprowadzić do przeskakiwania od jednego

stanu umysłu do drugiego, w efekcie nie pozwalając na dłuższe skupienie się i stwarzając problemy z hiperaktywnością i deficytem uwagi (to jest przypadek ADHD), a zbyt słaba akomodacja neuronów prowadzi do skupienia się na jednym bodźcu i trudności w oderwaniu się od niego (tak jak w autyzmie). Obydwie choroby mogą więc być na dwóch krańcach tego samego spektrum. Badania genetyczne pokazują jedynie korelacje pomiędzy zmianami genetycznymi a zachowaniem (są one bardzo słabe w przypadku autyzmu i ADHD), ale nie określają mechanizmów, które są odpowiedzialne za zmiany zachowania. Tysiące różnych problemów na poziomie molekularnym może przejawiać się w podobny sposób w aktywności sieci, zaburzając mechanizmy synchronizacji neuronów. Badanie sieciowych modeli reprezentacji pojęć pokazują, jak zmiany parametrów neuronów wpływają na spontaniczne procesy kojarzeniowe.

C8. Rozumienie zdań wymaga szybkiego płytkiego wnioskowania potrzebnego do segmentacji mowy, analizy morfo-syntaktycznej, analizy składni, ujednoznacznienia sensu słów i ogólnej analizy semantyki, zrozumienia skojarzeń i analizy dyskursu. Cały ten proces przebiega bez wysiłku bardzo sprawnie, aktywność neuronalna w mózgu prowadzi do automatycznej interpretacji sensu zdania. Złożoność tego procesu widać najlepiej gdy próbuje się go zrealizować za pomocą symulacji komputerowych.

Z drugiej strony pomimo zaangażowania większości obszarów mózgu w procesy interpretacji pojęć i sensu zdania nawet stosunkowo proste konkluzje wymagające nietypowych skojarzeń mogą stwarzać wielkie trudności. Rozważmy takie 3 zdania:

- Wszyscy członkowie Akademii Magii to magicy.
- Żaden czarodziej nie jest członkiem Akademii Magii.
- Co konkretnie możesz powiedzieć o relacji między czarodziejami i magikami.

Nawet członkowie Mensy mają problem z wyciągnięciem prawidłowych konkluzji z tych dwóch zdań, a studenci na egzaminie podają kilkanaście błędnych odpowiedzi (Duch, 2010), twierząc np. że bycie magikiem świadczy o tym, że nie jest się czarodziejem, lub że wszyscy magicy to czarodzieje. Wiele przykładów trudności w tworzeniu modeli mentalnych relacji logicznych pokazał Johnson-Laird rozwijając abstrakcyjną psychologiczną teorię modeli mentalnych (2006), ignorując procesy uczenia się i neurodynamikę mózgu. Jednakże bez komputerowych modeli tego procesu nasze rozumienie nie będzie pełne.

4. Memy i siatka pojęciowa

D1: Memy to granule informacji, które są łatwo przyswajalne i szybko się rozpowszechniają. Mogą to być idee, hasła, plotki, specyficzne zachowania (moda, gesty, obyczaje), zwroty językowe, frazy muzyczne. Wiele z nich tworzy swoisty kod kulturowy, ułatwiający komunikację. Pojęcie memów, wprowadzone przez Richarda Dawkinsa w książce „Samolubny Gen” (1976, tł. Polskie 2007) przez analogię do genów i biologicznych mechanizmów replikacji informacji, pochodzi od greckiego słowa *mimeme* czyli naśladownictwo. Dawkins próbował wyjaśnić transfer informacji kulturowej na poziomie ogólnych mechanizmów powielania informacji. Memetyka zrobiła początkowo wielką karierę (Biedrzycki, 1998; Blackmore, 2002). Okrzyknięta teorią wszelkich form zachowań ludzkich

miała dawać spójny paradygmat dla kulturoznawstwa, religioznawstwa, socjologii i innych nauk społecznych. Jej głównym zadaniem była identyfikacja memów, zbadanie sposobu ich powielania się (replikacji), rozprzestrzeniania i ewolucji. Replikacja na większą skalę wymaga medium (może to być telewizja radio, internet lub prasa), na mniejszą skalę wystarcza komunikacja bezpośrednia, jak ma to miejsce w przypadku rozpowszechniania się plotek. Liczy się tylko wierność kopiowania memu z umysłu do umysłu, szybkość tworzenia nowych kopii (płodność), oraz czas życia (trwałość) memu. W porównaniu z genami wierność kopiowania jest niewielka, szybkość bardzo duża, a czas życia dość krótki, chociaż zarówno w przypadku genów jak i memów jest on bardzo zróżnicowany. Niektóre geny nie zmieniły się od setek milionów lat, podobnie jak niektóre memy nie zmieniły się od tysięcy lat. W obu przypadkach wskazuje to na podstawowe mechanizmy służące przetrwaniu.

D2: Mutacje i rekombinacje memów walczą o miejsce w umysłach ich nosicieli, podobnie jak wirusy. Możliwe jest współdziałanie symbiotycznie pomiędzy niektórymi memami („jako człowiek inteligentny lubię to, co już znam”), ale również reakcje alergiczne. Takie reakcje prowadzą do zwalczania nosicieli wrogich memów, np. do walki politycznej lub walki na tle religijnym. Przeżywalność genu/memu określona jest przez stabilność cech czy form zachowania, oddziaływanie z innymi memami, ważna jest cała pula. Kompleks memetyczny to zespół działających symbiotycznie wielu memów, obejmuje szeroki zakres zagadnień, porządkuje obraz świata, np. tradycje, światopoglądy, style, ruchy społeczne i religijne. Kompleks silnie oddziałuje, ale jego ewolucja jest wolniejsza, memy należące do kompleksu wzajemnie się wzmacniają, tworząc dość stabilne struktury. Kompleksy memetyczne składają się na memotyp osoby, kompleksy społeczeństw na socjotyp. Memobot to nosiciel całkowicie oddany rozprzestrzenianiu kontrolującego go memu, fanatyk lub maniak jakiejś idei. Memoid to nosiciel kompleksu memetycznego, który wpływa na jego zachowanie w silniejszym stopniu niż instynkt samozachowawczy, ja to ma miejsce w przypadku terrorystów czy męczenników za wiarę. Memy egzotoksyczne zwalczają wszystkie inne (rasizm, nazizm, fundamentalizm, nacjonalizm). Taki człowiek ma poczucie oddania wielkiej idei, dającej mu poczucie głębokiego sensu życia.

Dobry mem jest łatwo przyswajalny, niezbyt skomplikowany, łatwo transmitowany, samolubny, usuwający konkurencję, zintegrowany z kompleksem, który opanował grupę. Początkowo rozpowszechniały się często memy przydatne do wyodrębnienia się grup społecznych (trybalizm, poczucie wspólnoty plemiennej, stowarzyszenia i sekty religijne), ale globalizacja kultury sprzyjała rozpowszechnieniu się memu tolerancji, nieco osłabiają tą tendencję. Memy krążą w Internecie, np. w postaci fałszywych ostrzeżeń (virus hoax): wczoraj Microsoft ogłosił ... jeśli nie ma dokładnej daty to prawie na pewno jest to fałszywa informacja, a nie prawdziwy wirus. Memy przyjmują też postać mitów miejskich (używamy 5% swojego mózgu). Dla nauk społecznych memy są użyteczną koncepcją, która pozwala wyjaśniać podobieństwo i różnice zachowań ludzi będących członkami różnych kultur i subkultur.

D3: Czy memetyka naprawdę coś wyjaśnia, czy tylko powierzchownie opisuje procesy komunikacji? Czasopismo „Journal of Memetics – Evolutionary Models of Information Transmission” przetrwało tylko 8 lat i w 2005 roku przestano je wydawać. Obecnie termin „memetyka” pojawia się w pracach naukowych dotyczących teorii optymalizacji, ale nie ma to wiele wspólnego z teorią memetyki wywodzącą się od Dawkinsa. Dlaczego pewne rzeczy łatwo zapamiętujemy i mamy skłonność do ich dalszego przekazywania? Mózgi ludzi są do

siebie podobne, różnice w obrębie danej populacji (p. mieszkańców Polski) nie są większe niż pomiędzy odległymi od siebie populacjami, np. Europejczyków i Aborygenów czy Eskimosów. Podobne mózgi oznaczają podobne potrzeby. Piramida ludzkich potrzeb, opracowana przez Abrahama Masłowa, opiera się na najbardziej istotnych potrzebach fizjologicznych, takich jak pożywienie, sen, oddychanie, potrzeby seksualne), które dominują nad innymi potrzebami: bezpieczeństwa fizycznego i psychicznego, oraz przynależności do grupy, bliskich stosunków intymnych, wsparcia, przyjaźni. Wyższe potrzeby, ujawniające się dopiero po spełnieniu potrzeb podstawowych, dotyczą potrzeby uznania, szacunku, poczucia własnej wartości, statusu społecznego, sławy, pragnienia potęgi i dominacji, oraz potrzeby samorealizacji, wyrażającej się w dążeniu człowieka do rozwoju swoich możliwości poznawczych (wiedzy, rozumienia, ciekawości) jak i zaspokojenia potrzeb estetycznych (harmonii i piękna). Potrzeby te nie są nigdy w pełni zaspokojone, a motywacją działania człowieka jest potrzeba ich zaspokojenia. Teoria Masłowa, oparta na jego hierarchii potrzeb ma całkiem praktyczne zastosowanie w zarządzaniu, szczególnie w gospodarce japońskiej: jak postępować by pracownicy byli szczęśliwi a firma rozkwitała?

D4. Podobieństwo mózgow i wynikających stąd potrzeb oznacza, że pewne wzorce aktywacji obszarów mózgu muszą być do siebie zbliżone, niezależnie od kultury. Takie podstawowe aktywacje, odpowiedzialne za ukryte motywacje do działania, mogą być bardzo trudne do uświadomienia, nawet w przypadku wyuczonych zachowań, takich jak łapanie piłki w grze w baseball (Gigerenzer 2009). Z ewolucyjnego punktu widzenia nie było powodu, by doszukiwać się racjonalnych wyjaśnień instynktownych zachowań. Próbowano to zrobić psychoanaliza, ale robiono to na poziomie spekulacji, posługujących się co prawda specjalistycznym językiem ale nie odbiegających zbytnio od potocznych wyjaśnień na poziomie relacji międzyludzkich. Dopiero w ostatnich dekadach psychologia eksperymentalna współpracując z neuronaukami pozwala w niewielkim stopniu na głębsze zrozumienie tych procesów. Również psychologia rozwojowa przyczyniła się do lepszego zrozumienia ukrytych motywacji i ich związku z teoriami wyrastającymi z psychoanalizy (Greenspan 2000). Mózgi są bardzo złożonymi substratami dla powstawania umysłów. Podstawowe struktury mózgow, uwarunkowane genetycznie, są wynikiem konieczności realizacji potrzeb fizjologicznych. Kultura modyfikuje te struktury przyczyniając się do rozwoju niezliczonych konfiguracji połączeń, warunkujących powstawanie aktywnych stanów mózgu, a więc reakcji, myśli, wspomnień. Słowa, pojęcia aktywujące mózg umożliwiają segmentację doświadczenia, bez nich byłby ciągły przepływ stanów, bardzo ograniczone możliwości planowania, przestrzeń neuronalna, w której zachodzą procesy skojarzeniowe, byłaby uboga.

D5: Aktywne pobudzenia mózgu istniejące tylko chwilowo, aktualizują potencjalne stany mózgu, w wyniku pobudzenia substratu, jakim jest mózg. Mózgi dają przestrzeń neuronalną, która umożliwia powstawanie takich kwazistabilnych dynamicznych stanów. Zmiana stanu neuronów w czasie, czyli neurodynamika, jest rezultatem zwiększenia aktywności wybranych podgrup neuronów, wzajemnie się pobudzających. Większość tych zmian to procesy wynikające z pobudzeń wewnętrznych, nawet jeśli dotyczy to percepcji. Widzenie, słyszenie, czy inne formy percepcji, wymagają daleko idących interpretacji sygnałów dochodzących ze zmysłów, odwołania się do podstawowej wiedzy o świecie, którą mózgi wchłonęły przez lata rozwoju od okresu niemowlęcego. Fragmenty przeżyć, które zostały wcześniej skategoryzowane przez mózgi, pozwalają na interpretację nowych doświadczeń. Stany

mózgu, które można opisać jako kombinację fragmentów podobnych do stanów związanych z wcześniej zapamiętanymi pozwalają na segmentację i interpretację doświadczeń. Takie zapamiętane stany są więc atraktorami, czymś co przyciąga do siebie, zbliżone stany mózgu. Można więc powiedzieć, że dobry mem łatwo utworzy atraktor neurodynamiki sieci neuronów mózgu. Dlaczego tak się dzieje?

D6: Teoria replikacji memów jak i genów to szczególne przypadki teorii procesów twórczych D.T. Campbella (1960). Procesy twórcze – ewolucyjne, kulturowe, bądź indywidualne – wymagają wyobraźni, opartej na ślepych (z punktu widzenia celu) kombinacjach elementów (blind-variation, stąd akronim BVSR), oraz selekcji interesujących kombinacji (selective-retention) przez eliminację złych rozwiązań (ewolucja), porównywanie z pożądanymi celami (funkcjonalność, wynalazki) lub z wrażeniami estetycznymi (twórczość artystyczna).

Istniejące atraktory tworzą siatkę pojęciową, zbiór predyspozycji do interpretacji nowych doświadczeń, zapamiętania tego co istotne. Skojarzenia pomiędzy tymi atraktorami decydują o sekwencji pojawiających się w naszej głowie myśli. Te skojarzenia możliwe są na wiele sposobów, zależnie od kontekstu, efektów torowania, przeszłych doświadczeń stwarzających tendencję do skojarzeń. Na poziomie mentalnym interpretujemy przyczyny tych skojarzeń doszukując się wspólnych cech, czasami w oparciu o samo brzmienie wyrazów, często przez odwołanie się do wspólnego źródła, miejsca, czasu, sekwencji zdarzeń. Czasami są to jednak wyjaśnienia pozorne, konfabulacje, które zaspakajają naszą potrzebę narracji. Na poziomie procesów zachodzących w mózgu możemy analizować siłę wzajemnych pobudzeń grup neuronów, czas ich aktywacji i wynikające stąd zmęczenie neuronów, procesy synchronizacji i desynchronizacji pozwalające na przejście do kolejnego atraktora. To daje komplementarny punkt widzenia, umożliwia zrozumienie prawdziwej natury ukrytych procesów, które są odpowiedzialne za nasze reakcje. Jeszcze tego w szczególności nie potrafimy zrozumieć, gdyż nasza neurofenomenologia, czyli rozumienie relacji pomiędzy stanami mentalnymi a stanami mózgu, jest słabo rozwinięta.

D7. Sens pojęć zmienia się w różnym tempie wraz ze zmianą warunków. Problem zmiany i stałości dyskutowany był od zarania filozofii. Kratylos w starożytnej Grecji głosił, że nawet znaczenie słów jest zmienne, dyskusja jest więc niemożliwa, bo zmienia się zarówno słuchacz jak i mówca. Na szczęście zmiany te są na tyle powolne, że dyskusja jest jednak możliwa, chociaż efektów związanych ze zmianą sensu pojęć nie można ignorować. Wiele memów przetrwało też od starożytnych czasów dzięki tradycyjnym obrzędom i doktrynom religijnym, pomimo zmiany warunków społecznych.

Wspólna przestrzeń pojęciowa jest konieczna do komunikacji, do zrozumienia, do czytania i pisanie ze zrozumieniem. Od 1986 roku w USA i w Wielkiej Brytanii działa Core Knowledge Foundation próbując zdefiniować ten wspólny kod kulturowy, od przedszkola do końca szkoły podstawowej. To pozwala na komunikację, ustala sposób, w jaki rozumiemy dane pojęcie, jakie mamy z nim skojarzenia, jaki powstaje łańcuch skojarzeń, jaki oddźwięk wywoła w innych mózgach. Jeśli jednak kod kulturowy się różni, lub siatka pojęciowa jest zniekształcona przez teorie spiskowe skojarzenia mogą być całkiem odmienne.

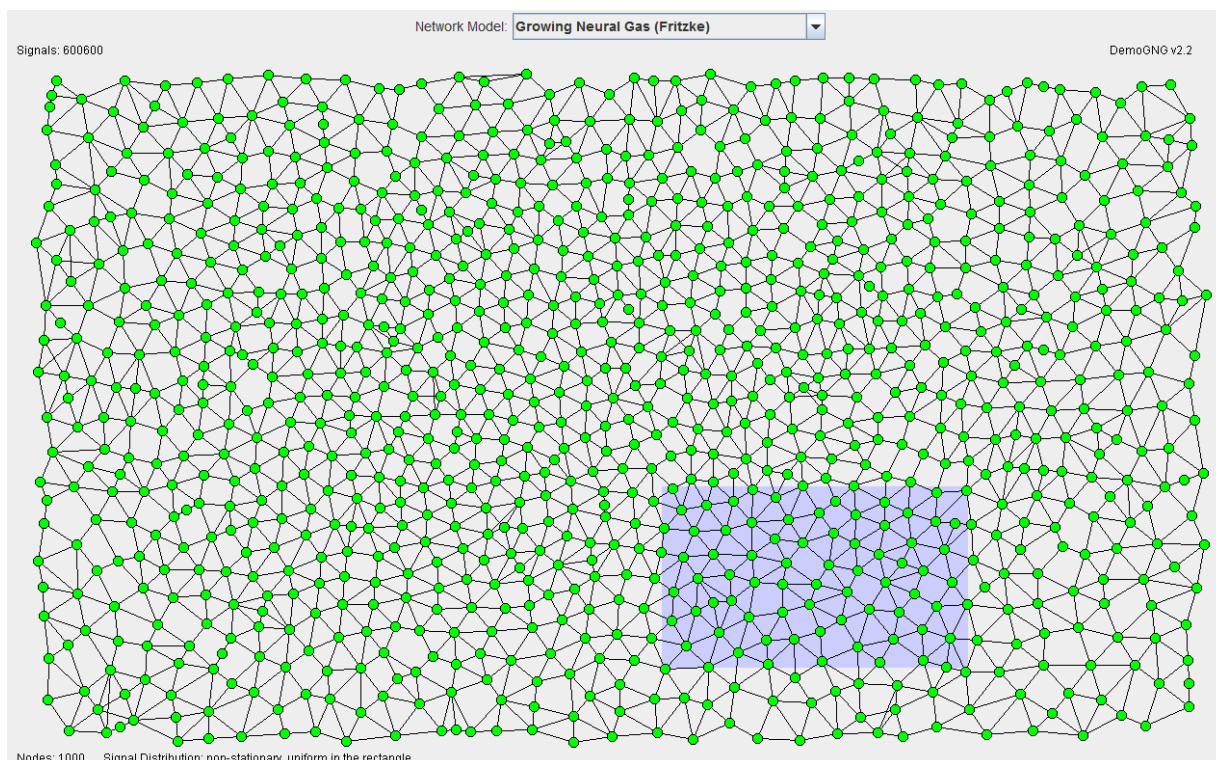
Kompromis pomiędzy stabilnością i plastycznością konieczny jest na wielu poziomach. Nasze możliwości poznawcze podlegają licznym ograniczeniom związanym z determinizmem genetycznym, neuronalnym i rolą czynników stochastycznych. Różnorodność kulturowa, wykształcenie i szeroki dostęp do informacji wpływają na plastyczność genetyczną i

neuronalną, osłabiając efekty wpajania informacji w dzieciństwie. Zamknięte społeczeństwa sprzyjały silnemu determinizmowi neuronalnemu, tworząc sieci skojarzeń nie dopuszczające alternatywnych interpretacji, konstruując obraz świata odporny na zmiany. Tak nadal dzieje się w licznych sektach religijnych i ortodoksyjnych środowiskach najbardziej popularnych religii, nie dopuszczających wielu kompromisów.

D8: W fascynującej książce “Czemu ludzie wierzą w dziwne rzeczy: pseudonauka, zabobony i inne głupoty naszych czasów” znany sceptyk Michel Shermer (2007) opisał 25 rozpowszechnionych przekonań, które przyczyniają się do wiary w teorie spiskowe i inne dziwaczne rzeczy. Mózgi usiłując znaleźć najprostsze wyjaśnienia, nadać sens obserwacjom by połączyć je w jak najlepszy sposób z istniejącą siatką pojęciową, tworzą kompleksy skojarzeń i w efekcie podatne są na iluzje poznawcze, podobnie jak odczuwamy różne iluzje wzrokowe. Nauka systematycznie próbuje weryfikować hipotezy, podważać interpretacje dzięki nowym eksperymentom, podczas gdy nasze mózgi zadawalają się spekulacjami, pasującymi do tego, co w nich już jest, w co wierzymy. Memy zagnieżdżają się w naszych umysłach bo odpowiadające im aktywacje mózgu odwołują się do pamięci emocjonalnej, epizodycznej, semantycznej, doczepiają się do istniejących kompleksów. Małe dzieci muszą ufać dorosłym, chociaż wiele z nich ma tendencję by do pewnego stopnia samodzielnie eksplorować świat. Edukacja szkolna nie zachęca do samodzielnej weryfikacji wiedzy, nie uczy postaw sceptycznych ani analizy wiarygodności źródeł informacji, ale głównie wpaja fakty, wzmacniając tendencje do ślepej wiary. Co więcej, wszystkie systemy religijne zniechęcają do sceptycyzmu, głosząc różne dziwne poglądy uznane za prawdziwe na podstawie wybranych starożytnych tekstów. Nikt nie błogosławi sceptyków, wiara w teorie spiskowe nie pociąga za sobą żadnej kary (oprócz tych przypadków, w których naiwne ofiary memów oddały całe swoje majątki religijnym sektom głoszącym koniec świata).

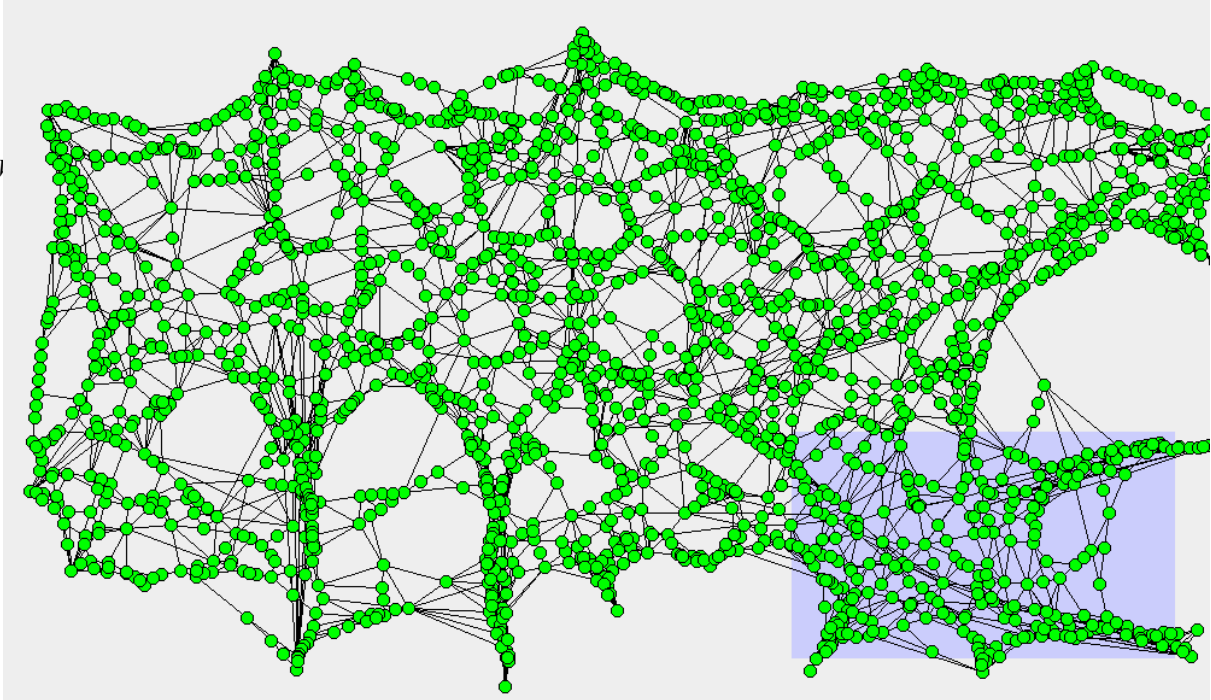
D9: Raz utrwalone w postaci kompleksu memy nie pozwalają uniknąć efektu obserwatora, dopasować obserwacje do oczekiwań (Sutherland 1996; Ariely 2008; Marcus 2009), bo tak właśnie będą się aktywować konfiguracje pobudzeń w mózgu. Różne znaki interpretowane są od 2000 lat jako zbliżający się sąd ostateczny (w krajach arabskich jednym ze znaków jest to, że poganiacze wielbłądów budują wysokie domy), co roku ogłaszanych jest kilka końców świata. To silny mem zagnieżdżony głęboko w kulturze zachodniej i bliskowschodniej, ale znacznie słabiej w kulturach azjatyckich.

Plastyczność mózgu, czyli zdolność do zmieniania swojej struktury, zapamiętywania i powstawania tendencji do nowych skojarzeń zależy od wielu czynników. Jednym najważniejszych jest pobudzenie emocjonalne, wiążące się z wydzielaniem dużych ilości neurotransmiterów. Mózg chętniej zapamiętuje to, co może być ważne, czyli emocjonalnie pobudzające lub też przydatne w sytuacji niepewności, w której pojawia się kilka różnych hipotez i w końcu jedna z nich zostaje uznana za prawdziwą. Dlatego zapamiętujemy epizody silnego emocjonalnego pobudzenia, wynikającego np. z informacji o katastrofie, w której mógł ucierpieć ktoś bliski lub dobrze znany. Jeśli do tego dodaje się jeszcze niepewność mózgu szuka wyjaśnień i skłonny jest przyjąć różne teorie spiskowe. Jeśli pojawia się jednoznaczna informacja, niepewność gwałtownie spada, poziom neurotransmiterów się obniża, nowe ścieżki w mózgu pozostają zamrożone, utrwalają się teorie spiskowe, siatka pojęciowa ulega zniekształceniu. Zapomina się szczegóły, ale dominujące W efekcie dominuje kilka memów przyciągających do siebie różne myśli, które mają niewiele ze sobą wspólnego.



Komunikacja jest trudna bo dominują proste wyjaśnienia, „zlewy” aktywności neuronalnej łączące niezwiązane ze sobą pojęcia i epizody. Przypominanie wzmacnia tylko powstałe wcześniej skojarzenia a nowe fakty interpretowane są w zniekształconej sieci pojęciowej. Każda przebudowa sieci (zmiana przekonań) jest fizycznym procesem, który wymaga energii. Dobra teoria spiskowa oszczędza dużo energii, wykorzystując już istniejące w mózgu przesady (memy) wymaga niewiele energii by powiązać ze sobą liczne atraktory. Nic innego niż spisek nie może wówczas przyjść do głowy i wszelkie wyjaśnienia racjonalne będą odrzucane, bo prowadzą do niewłaściwych skojarzeń a przy obniżonej plastyczności mózgu i tak nie będą zapamiętane. Jedynie ponowne „podgrzanie systemu”, wywołanie silnego pobudzenia emocjonalnego i następnie powolne opadanie emocji w czasie prezentacji racjonalnych argumentów ma szansę na stopniową zmianę utrwalonych poglądów, chociaż zależy to od stopnia zniekształcenia siatki pojęciowej.

D10: Istnieją różne matematyczne modele samoorganizacji pojęć, pozwalające ilustrować takie zjawiska. Załóżmy, że do obszarów kory skojarzeniowej dochodzą różne informacje o stanie aktywności wielu obszarów mózgu. Informacje te zostają zapamiętane w lokalnych sieciach, w których powstaną atraktory dla specyficznych konfiguracji pobudzonych obszarów. Pobudzenie tych atraktorów prowadzi do częściowego odtworzenia stanu mózgu w momencie przeżywania danego epizodu, a więc wyobrażenia lub myśli. Jeśli każda taka konfiguracja pobudzeń będzie reprezentowana przez węzeł sieci to konfiguracje podobne do siebie, skojarzone w różny sposób ze sobą, powinny być przedstawione blisko siebie, tworząc siatkę pojęciową.



W symulacji tutaj przedstawionej szary obszar przedstawia pole obserwacji, zmieniających się w czasie. Pole obserwacji ogarnia dużą przestrzeń, np. może to być zbiór faktów gdy uczymy się pojęć i ich relacji z jakiegoś podręcznika. W efekcie powstaje siatka powiązanych ze sobą atraktorów reprezentujących pojęcia zdefiniowane przez wzajemne relacje. Stoją za nimi konfiguracje aktywności współpracujących ze sobą obszarów mózgu. Jeśli obserwacje powtarzają się wielokrotnie relacje pomiędzy atraktorami, czyli skojarzenia myśli, zaczynają w coraz bardziej wierny sposób odwzorowywać rzeczywiste relacje pomiędzy zapamiętanymi stanami – część z tych stanów związana jest z zewnętrznymi obserwacjami, a część z wyobrażeniami i skojarzeniami przez nie wywołanymi.

W wykorzystanym tu modelu samoorganizujące się sieci użyto „gazu neuronalnego” (Fritzke 1995). Zakładamy, że na początku mamy przypadkowe reakcje sieci („gaz” przypadkowych konfiguracji pobudzeń), ale w miarę powtarzania obserwacji reakcje te zaczynają wykazywać podobieństwo. Efekty zbyt silnego pobudzenia plastyczności (silne emocje) po którym dość szybko dochodzi do jej obniżenia widoczne są na drugim rysunku. Powstają całe grupy silnie ze sobą skojarzonych stanów, rzeczywiste relacje są zupełnie zniekształcone i cały system jest odporny na próby modyfikacji.

Parafrazując chińskie przysłowie, świat jest wielki i nie ma na nim niczego takiego, w co by ludzie nie uwierzyli.

5 Zakończenie

E1. Przedstawione powyżej rozważania oparte są na przekonaniu, że jedynie przez zrozumienie i aproksymację fizycznych stanów mózgu, stojących za naszymi myślami i wyobrażeniami, można w pełni zrozumieć nasze stany mentalne, w tym próbę komunikacji pomiędzy dwiema osobami. Większość informacji analizowanej i przetwarzanej przez mózgi jest głęboko ukryta przed świadomym dostępem. Nie ma powodu by werbalny opis naszego własnego zachowania był poprawny, często jest to konfabulacja pozwalająca zachować iluzję zrozumienia. U podstaw myślenia i działania stoją bowiem procesy neurodynamiczne przebiegające w sposób ciągły. Tylko w grubym przybliżeniu można je opisać za pomocą skończonej liczby dyskretnych symboli (Spivey, 2007) służących komunikacji. Rezultaty

zależą od siatki pojęciowej rozmówców. Jeśli ich doświadczenia życiowe były mocno różne to w niektórych obszarach komunikacja zamiast wywołać rezonans, czyli podobne stany w mózgu rozmówcy, będzie interpretowana w całkiem inny sposób. Wizje natury ludzkiej zmieniały się w czasie i przestrzeni, a nawet na tym samym obszarze i w tym samym czasie powstają różne subkultury, których wyobrażenia o świecie są zróżnicowane. Pomimo tego globalizacja spowodowała rozszerzenie się pewnego wspólnego kodu kulturowego na podstawowym poziomie. Liczne normy i zachowania społeczne rozwinęły się po to by zwiększyć przewidywalność procesów komunikacji, wpłynąć na stabilizację zachowań społecznych, stworzyć wzorce postępowania i narzucić ludziom ostre ograniczenia w postaci normatywnych reguł postępowania. Neuronalny determinizm zapobiegał chaosowi ale też ograniczał kreatywność i możliwości adaptacji, zwiększając bezwładność myślową.

E2. Nie mogliśmy dotychczas bezpośrednio obserwować tego, co dzieje się w mózgach, nie mamy doświadczenia z tego typu systemami, zmiany w nich zachodzące są szybkie i zależą od wielu czynników. Aparat pojęciowy psychologii potocznej nie może być tu adekwatny. Aktywność sieci neuronowych zmienia się w sposób trudny do przewidzenia i werbalnego opisu, ale to właśnie od tej aktywności zależy, co komu przyjdzie do głowy i jakie skojarzenia stanowić będą podstawę do interpretacji komunikatów. Nie zadajemy sobie sprawy z wielu złudzeń poznawczych (Piattelli-Palmarini, 1996; Pohl 2005), irracjonalnego myślenia (Ariely, 2008), mamy trudności z tworzeniem i analizą nawet stosunkowo prostych modeli mentalnych, a zrozumienie wielu pojęć, np. abstrakcyjnego pojęcia liczby oderwanego od liczonych obiektów, zajęło setki lat. Opis procesu komunikacji za pomocą innych pojęć na tym samym lub wyższym poziomie abstrakcji nie odda w pełni natury tych procesów, przyczyn pojawienia się skojarzeń decydujących o rozumieniu docierających do człowieka informacji. Jedynie aproksymacja zachodzących w mózgu rzeczywistych procesów neurodynamicznych odpowiedzialnych za procesy poznawcze daje szansę na zrozumienie całości procesów odpowiedzialnych za używanie pojęć, myślenie, zachowanie i podejmowanie decyzji.

E3. Lingwistyka neurokognitywna próbuje wykorzystać wiedzę o mózgu do zrozumienia procesów poznawczych, reprezentacji pojęć, zaburzeń neuropsychologicznych związanych z używaniem języka. Informatyka neurokognitywna jest nową dziedziną (Duch 2009), mająca na celu tworzenie praktycznych algorytmów czerpiących inspiracje ze zrozumienia procesów zachodzących w mózgu. Jej zastosowania obejmują analizę języka naturalnego (Duch i inn. 2008), kategoryzację pojęć w psychologii (Duch 1996a, 1997) i nowe architektury kognitywne w sztucznej inteligencji (Duch, 2010a). Rozważania przedstawione w tym artykule można też rozszerzyć na zagadnienia dotyczące kreatywności (Duch i Pilichowski, 2007; Duch 2007a), oraz zrozumienie roli prawej półkuli mózgu w stanach Eureka, czyli nagłego wglądu pozwalającego na dostrzeżenie rozwiązania problemu (Bowden i inn. 2005; Jung-Beeman i inn. 2004; Duch, 2007).

E4. Zbudowanie matematycznego modelu umysłu, w którym można by rozpatrywać zdarzenia mentalne w powiązaniu z neurodynamiką jest nadal wielkim wyzwaniem. Z jednej strony mamy trudności z opisem doświadczenia wewnętrznego (Hurlburt i Schwitzgebel, 2007; Schwitzgebel, 2011). Z drugiej strony, chociaż idee dotyczące geometrycznego opisu stanów mentalnych można łączyć z neurodynamiką dokonując transformacji mózg-umysł (Duch, 2010), to droga do stworzenia dokładnego modelu takich relacji jest daleka. Są liczne trudności związane zarówno z badaniami eksperymentalnymi jak i brak jest dobrych metod

matematycznych do analizy sygnałów i procesów rozchodzenia się aktywacji w rzeczywistych sieciach neuronowych, a więc procesów przetwarzania informacji w oparciu o takie sieci. Próba stworzenia rzeczywistej mapy relacji pomiędzy atraktorami w mózgu (pojęciami na poziomie mentalnym) przekracza jeszcze nasze możliwości. Jednak widać już, że memetykę można powiązać z rozproszonym przetwarzaniem informacji w sieciach neuronowych. Zrozumienie przyczyn, dla których pewne memy szybko się rozpowszechniają interesuje zwłaszcza specjalistów od neuromarketingu i w tym ograniczonym zakresie spodziewać się można znacznego postępu.

E5. Reprezentacji pojęć nie da się oddzielić od innych zagadnień, nie tylko związanych z językiem ale ogólnie z procesami myślenia i wnioskowania. Podejście neurokognitywne wprowadza nowy styl rozumowania ze specyficznymi problemami i pytaniami, daje nowy język opisu nieredukowalny do języka używanego dotychczas w lingwistyce czy psychologii. Dzięki symulacjom komputerowym i metodom eksperymentalnym można mieć nadzieję na znaczne postępy w zrozumieniu złożonych czynności poznawczych.

Podziękowania: Praca powstała w ramach grantu MNiSW 189/N-USA/2008/0.

Literatura

- Anderson M, Neural reuse: A fundamental organizational principle of the brain. *Behavioral & Brain Sciences* 33, 245–313, 2010.
- Ariely D. (2008), *Predictably irrational, The Hidden Forces That Shape Our Decisions*. Harper-Collins.
- Biedrzycki M, *Genetyka kultury*, Prószyński 1998.
- Blackmore S, *Maszyna Memowa*. Rebis 2002
- Bowden, E.M., Jung-Beeman, M., Fleck, J. & Kounios, J. (2005). New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Science* 9, 322-328.
- Churchland, P.M, *A Neurocomputational Perspective: The Nature of Mind and the Structure of Science* (1989);
- Churchland, P.M, *The Engine of Reason, The Seat of the Soul: A Philosophical Journey into the Brain*, MIT Press, 1995.
- Dawkins R, *Samolubny gen*, Prószyński 2007
- Devereux, B., Pilkington, N., Poibeau, T., & Korhonen, A. (2010). Towards Unrestricted, Large-Scale Acquisition of Feature-Based Conceptual Representations from Corpus Data Research on Language and Computation, 7(2), 137-170
- Dobosz K, Duch W. Understanding Neurodynamical Systems via Fuzzy Symbolic Dynamics. *Neural Networks* Vol. 23 (2010) 487-496, 2010
- Dobosz K, Duch W, Visualization for Understanding of Neurodynamical Systems. *Cognitive Neurodynamics* 5(2), 145-160, 2011.
- Duch W (1994) A solution to the fundamental problems of cognitive sciences. UMK-KMK-TR 1/94, w *International Philosophical Preprint Exchange*.
- Duch W (1996) From cognitive models to neurofuzzy systems - the mind space approach. *Systems Analysis-Modelling-Simulation* 24 (1996) 53-65
- Duch W (1996a) Categorization, Prototype Theory and Neural Dynamics, 4th Int. Conference on SoftComputing'96, Iizuka, Japonia, str. 482-485.

W. Duch

- Duch W. (1997), Platonic model of mind as an approximation to neurodynamics. W: *Brain-like computing and intelligent information systems*, red. S-i. Amari, N. Kasabov (Springer, Singapore), rozdz. 20, s. 491-512
- Duch W. (2002), Geometryczny model umysłu. *Kognitywistyka i Media w Edukacji*, **6**, s. 199-230
- Duch W. (2002a), Fizyka umysłu. *Postępy Fizyki* **53D**, s. 92-103
- Duch, W. (2005). Brain-inspired conscious computing architecture. *Journal of Mind and Behavior* *26*(1-2), 1-22.
- Duch W. (2007), Intuition, Insight, Imagination and Creativity. *IEEE Computational Intelligence Magazine* **2**(3), pp. 40-52.
- Duch, W. (2007a) Creativity and the Brain. In: *A Handbook of Creativity for Teachers*. Ed. Ai-Girl Tan, Singapore: World Scientific Publishing, pp. 507-530.
- Duch W. (2009), Neurocognitive Informatics Manifesto. W: *Series of Information and Management Sciences*, California Polytechnic State University, str. 264-282.
- Duch W. (2010) Reprezentacje umysłowe jako aproksymacje stanów mózgu. *Studia z Kognitywistyki i Filozofii Umysłu* **3**: 5-28, 2009
- Duch W. (2010a), Architektury kognitywne. W: *Neurocybernetyka teoretyczna*, red. R. Tadeusiewicz, Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego.
- Duch W, Dobosz K, Attractors in Neurodynamical Systems. *Advances in Cognitive Neurodynamics II* (eds. R. Wang, F. Gu), pp. 157-161, 2011
- Duch W, Pilichowski M. (2007). Experiments with computational creativity. *Neural Information Processing - Letters and Reviews* *11*, 123-133.
- Duch W, Matykiewicz P, Pestian J. (2008), Neurolinguistic Approach to Natural Language Processing with Applications to Medical Text Analysis. *Neural Networks* *21*(10), 1500-1510.
- Duch W, Nowak W, Meller J, Osinski G, Dobosz K, Mikołajewski D, and Wójcik G.M, Consciousness and attention in autism spectrum disorders. *Proc. of Cracow Grid Workshop 2010*, pp. 202-211, 2011.
- Fauconnier G, *Mental Spaces*. Cambridge Uni. Press 1994
- Fauconnier G, *Mappings in Thought and Language* Cambridge Uni Press, 1997.
- Fritzke B, A growing Neural Gas Network learns topologies, *NIPS* *7*, 625-632, 1995, MIT Press
- Gailliot, M. T., Baumeister, R. F. The physiology of willpower: Linking blood glucose to self-control. *Personality and Social Psychology Review*, *11*, 303-327, 2007.
- Gärdenfors P, *Conceptual Spaces: The Geometry of Thought*. MIT Press, 2000
- Gigerenzer G. (2009), *Intuicja. Inteligencja nieświadomości*. Prószyński i Ska, Warszawa.
- Gopnik A, Meltzoff A.N, Kuhl P.K, *Naukowiec w kołysce*. Wyd. Media Rodzina, 2004
- Greenspan S.I, *Rozwój umysłu. Emocjonalne podstawy inteligencji*. Rebis, Nowe Horyzonty, Poznań 2000
- Harnad, S. (1990) The Symbol Grounding Problem. *Physica D* *42*: 335-346.
- Haynes, J.-D. & Rees, G. (2006) Decoding mental states from brain activity in humans. *Nature Reviews Neuroscience* *7*, 523-534
- Haynes, J.-D., Sakai, K., Rees, G., Gilbert, S., Frith, C. & Passingham, D. (2007). Reading hidden intentions in the human brain. *Current Biology* *17*, 323-328.
- Hurlburt R.T. Schwitzgebel E. (2007), *Describing Inner Experience? Proponent Meets Skeptic*. Cambridge, MA: MIT Press
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.

W. Duch

- Jung-Beeman, M., Bowden, E.M., Haberman, J., Frymiare, J.L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., Reber, P.J., & Kounios, J. Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLoS Biology* 2, 500-510, 2004.
- Marcus G, Prowizorka w mózgu. O niedoskonałościach ludzkiego umysłu. Wyd. Smak Słowa, Sopot 2009
- McNamara T.P, Semantic Priming. Perspectives from Memory and Word Recognition, Psychology Press 2005
- Mitchell TM, Shinkareva SV, Carlson A, Chang KM, Malave VL, Mason RA, Just MA. (2008), Predicting human brain activity associated with the meanings of nouns. *Science*. 30;320(5880), s. 1191-95.
- Okada, K, Hickok, G. (2006), Identification of lexical-phonological networks in the superior temporal sulcus using fMRI. *Neuroreport*, 17, 1293-1296
- O'Reilly R.C, Munakata Y. (2000), Computational Explorations in Cognitive Neuroscience Understanding the Mind by Simulating the Brain. Cambridge, MA: MIT Press
- Piattelli-Palmarini M., Inevitable Illusions: How Mistakes of Reason Rule Our Minds (1996)
- Pohl R., Cognitive Illusions: A Handbook on Fallacies and Biases in Thinking, Judgement and Memory (2005)
- Schwitzgebel E. Perplexities of Consciousness. MIT Press, 2011
- Shermer, M. (2002), Why People Believe Weird Things: Pseudoscience, Superstition, and Other Confusions of Our Time. Souvenir Press.
- Speer N.K, Reynolds J.R, Swallow K.M, Zacks J.M. Reading Stories Activates Neural Representations of Visual and Motor Experiences. *Psychological Science* 20(8): 989-999, 2009.
- Spivey, M, The Continuity of Mind. Oxford University Press 2007
- Sutherland S, Rozum na manowcach. Dlaczego postępujemy irracjonalnie. KiW, Warszawa 1996.
- Taddeo, M., Floridi, L. (2005) The symbol grounding problem: A critical review of fifteen years of research. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 17(4), 419-445.
- Taylor, K.I., Devereux, B.J. & Tyler, L.K. Conceptual structure: Towards an integrated neuro-cognitive account. *Cognitive Neuroscience of Language*. W druku, 2011
- Turner M, Fauconnier G: The Way We Think. Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities. New York: Basic Books 2002
- Von Glasersfeld E, Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning. London: Falmer Press 1995.
- Zacks J.M, Speer N.K, Swallow K.M, Maley C.J. The brain's cutting-room floor: segmentation of narrative cinema. *Frontiers in human neuroscience* 4, 2010, 10.3389/fnhum.2010.00168.

Ten artykuł, za zgodą wydawcy, zawiera fragmenty z dłuższego rozdziału mojej pracy „Jak reprezentowane są pojęcia w mózgu i co z tego wynika”, opublikowanego w książce „Pojęcia. Jak reprezentujemy i kategoryzujemy świat”, red. J. Bremer, A. Chuderski, Wyd. TAIWPN, Kraków 2011, pp. 459-494. Dokładniejsze omówienie natury pojęć można znaleźć właśnie w tej książce.

W. Duch, Komunikacja jako rezonans między mózgami. W: Homo communicativus, Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowa "Homo communicativus. Współczesne oblicza komunikacji i informacji", Toruń, 24-25.06.2013, str. xxx-yyy