

# Sztuczna Inteligencja

## Reprezentacja wiedzy III: Sieci Semantyczne

Włodzisław Duch

Katedra Informatyki Stosowanej UMK

Google: Wlodzislaw Duch

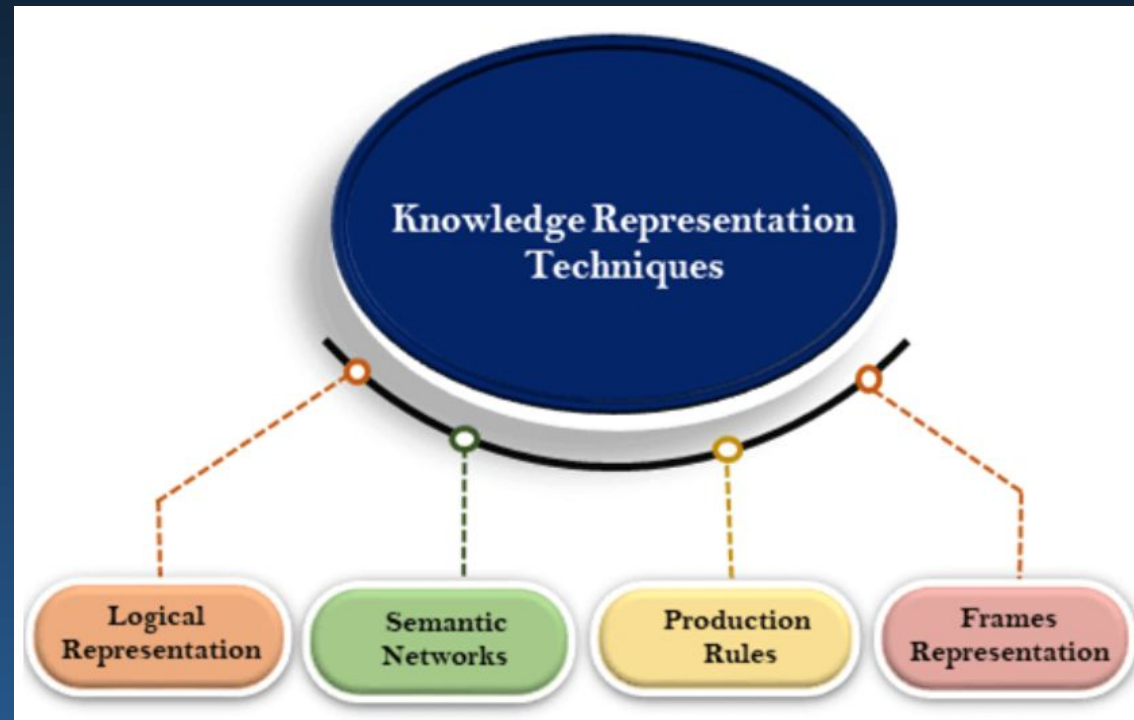
# Co było:



- Reprezentacja wiedzy - wstęp
- Logiczna reprezentacja wiedzy

# Co będzie

- Sieci semantyczne i informacja w mózгах
- Reprezentacje bezpośrednie
- Ramy
- Skrypty
- Mapy argumentów
- Agenci



# Sieci semantyczne

Główne idee:

- Sens symbolu wskazującego na pojęcie wynika z relacji z innymi symbolami i pojęciami; ludzka pamięć jest siecią skojarzeń (Arystoteles).
- Informacja zawarta jest w węzłach sieci i łukach, łączących te węzły (jeśli węzeł=pojęcie to w mózgu jest to wzorzec pobudzeń aktywności wielu neuronów).

Historia: Charles Peirce (1909) „existential graphs”;

Quillian (1966) użył sieci do reprezentacji wiedzy do analizy sensu zdań.

Logiczna reprezentacja własności obiektów:

Isa(wróbek, ptak)

Przykład:

Isa(ćwirik, wróbek), lub wróbek(ćwirik)

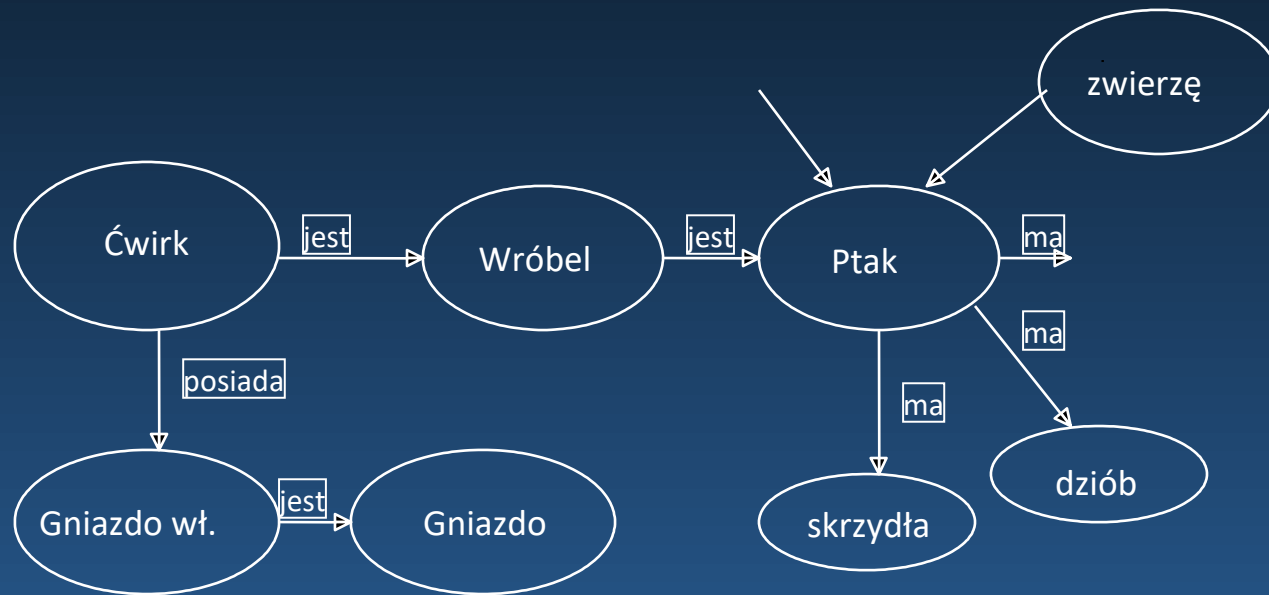
Posiada(wróbek, gniazdo)

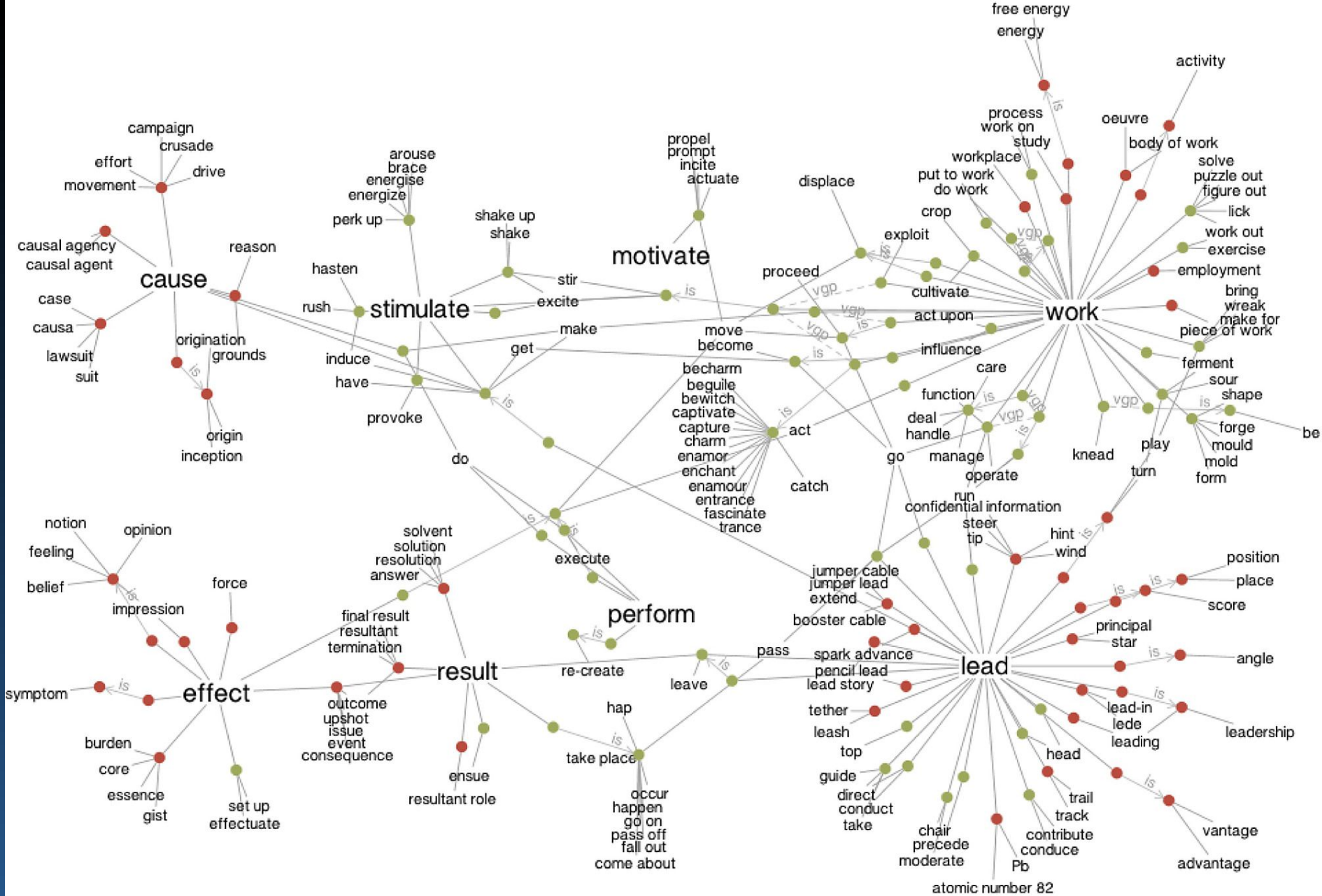
Jak to wygląda w postaci sieci?

# Wiedza zapisana w sieci

Każda pojęcie jest węzłem sieci, powiązanim z innymi.

- Powiązania pomiędzy węzłami są jawnie przedstawiane.
- Łuki mogą być różnych typów.
- Model pamięci epizodycznej, ale również semantycznej.





atomic number 82

Sieć semantyczna 8 pojęć w WordNet, z WordVis.

Inne wizualizacje: TouchGraph, ThinkMap, VisuWords, Visual Browser

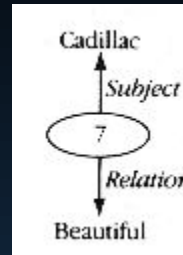
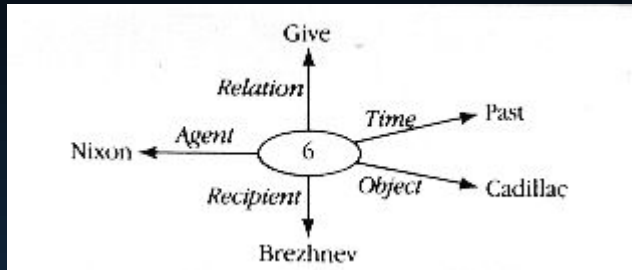
# Sieci i rozumowanie

- Węzły reprezentują: obiekty, typy lub klasy, zdarzenia, działania, epizody, miejsca, czasy ...
- Łuki reprezentują:
  - podanie przykładu, podklasę, relację ISA;
  - jest częścią czegoś;
  - logiczne spójniki i, lub;
  - działania.

Reprezentacja sieciowa wspomaga rozumowanie:

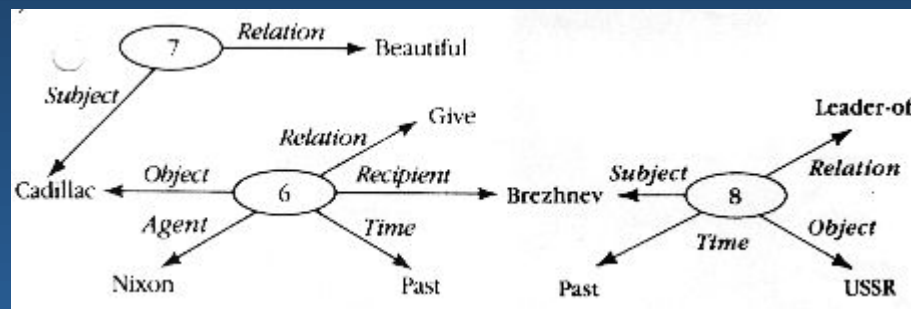
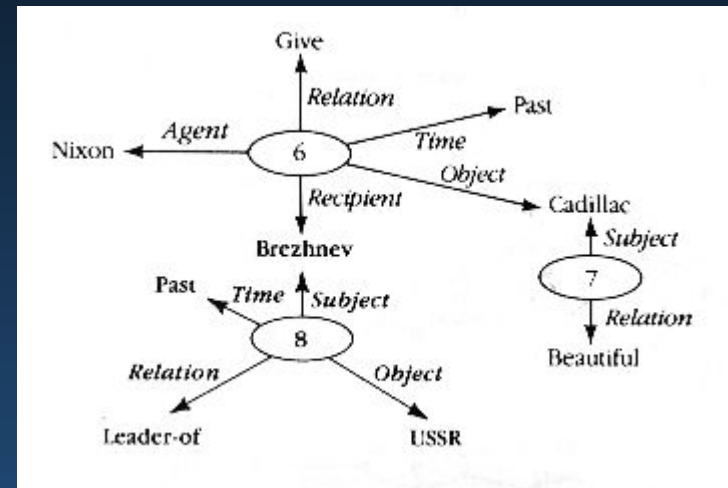
- Umożliwia łatwe dziedziczenie atrybutów pojęć.
- Pobudzenia pojęcia: aktywność rozszerza się od pobudzonego węzła na węzły z nim połączone, aż dojdzie do pożądanych własności.
- Podobnie do działania mózgu w czasie tworzenia skojarzeń i rozumowania; podobny model używany jest w psychologii do wyjaśniania czasów odpowiedzi.

# Analiza prostego zdania



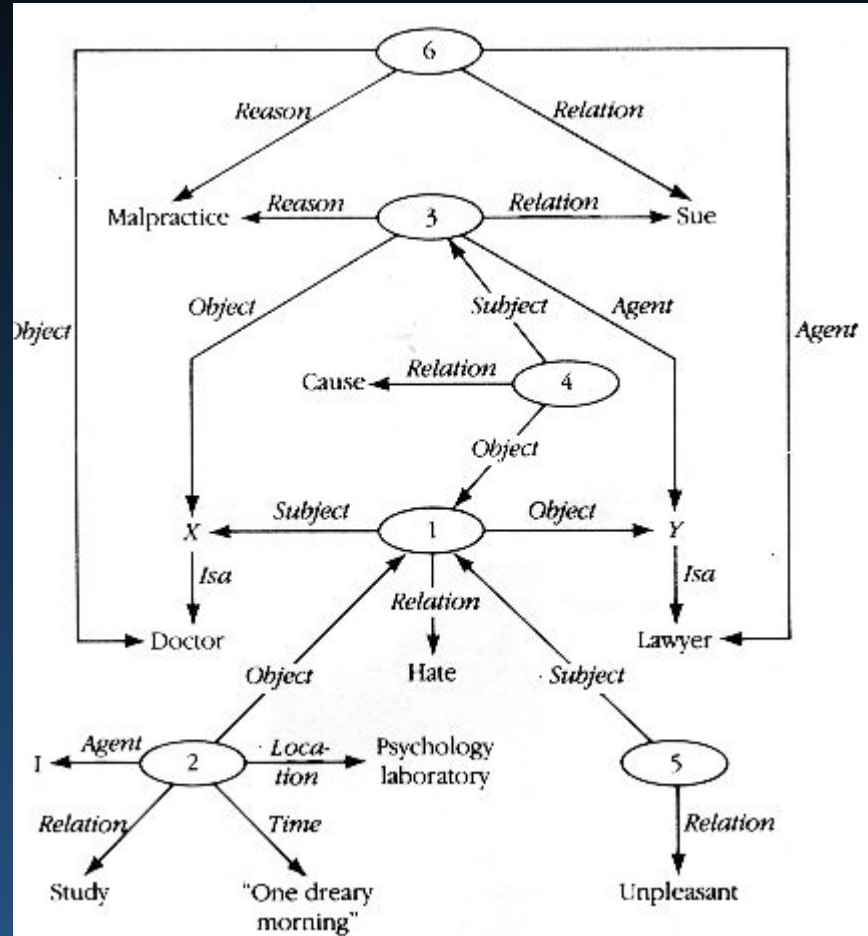
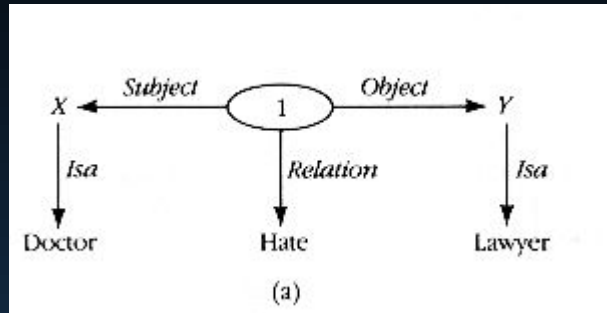
Reprezentacja zdania:

Przywódca ZSSR, Leonid Breżniew, otrzymał od prezydenta Nixona pięknego Cadillaca.





# Zdanie i kontekst



Reprezentacja zdania:

pewnego okropnego poranka  
 lekarz został oskarżony przez  
 prawnika o braniu łapówek.

Uwzględniony został kontekst  
 zdania.

# Analiza logiczna

- Brak formalnej semantyki dla sieci.
- Brak jednoznacznej interpretacji.
- Interpretacja łuku  $X \text{ ISA } Y$  może być:
  - $X$  podzbiorem  $Y$ ;
  - $X$  częścią  $Y$ ;
  - $X$  rodzajem  $Y$  ...

Ograniczone możliwości ekspresji, brak kwantyfikatorów.

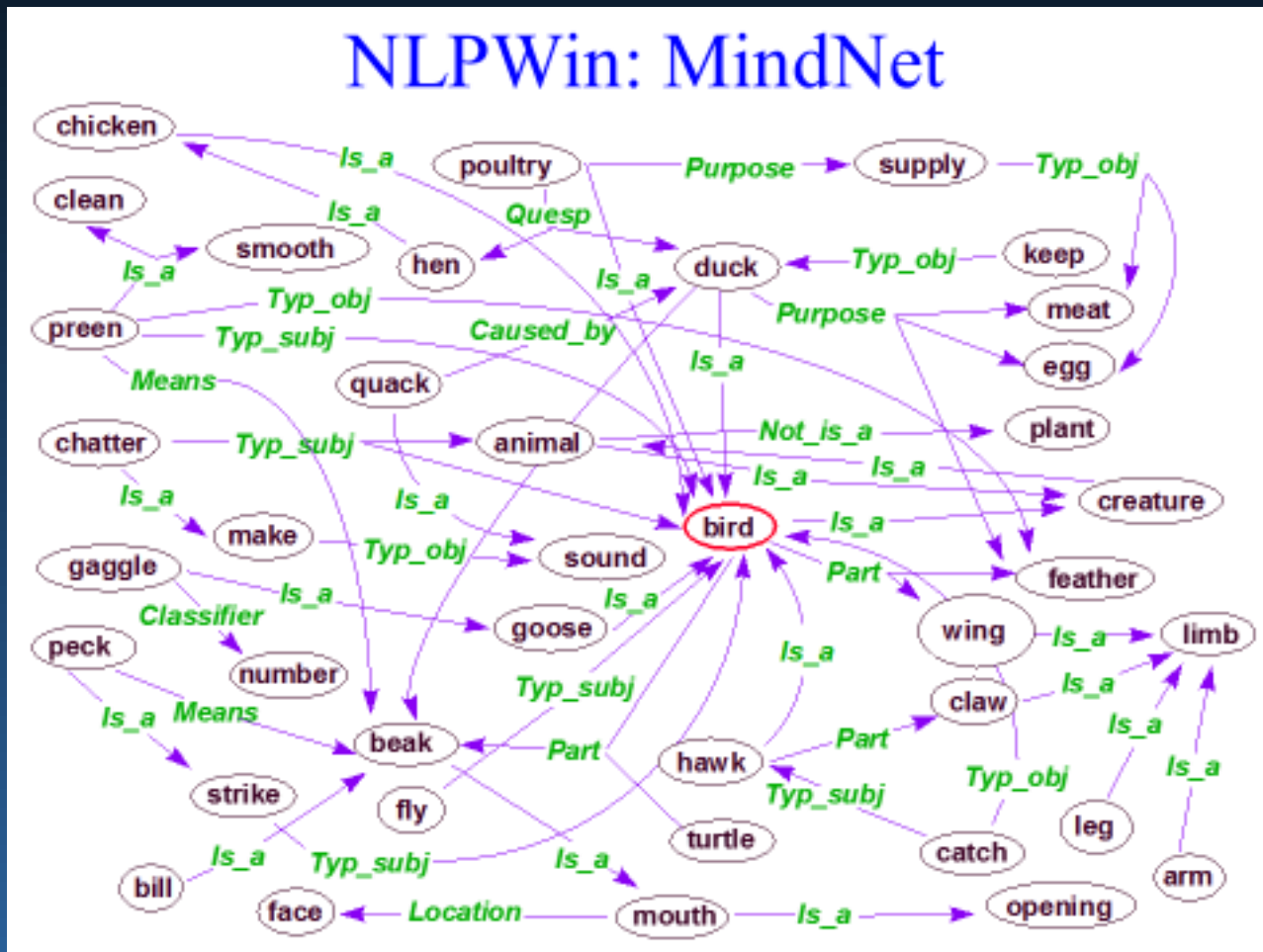
- Trudności w interpretacji wierzeń, nadawanie prawdziwości zdaniom, np.:

Jasiu wierzy, że Święty Mikołaj mieszka na biegunie.
- Rozszerzenie możliwości sieci: węzeł sam może być siecią (dopuszczenie rekursji) w sieciach RTN (recursive transition networks), rekursywnych sieciach przejść.
- Sieci semantyczne to obrazkowa notacja logiczna.



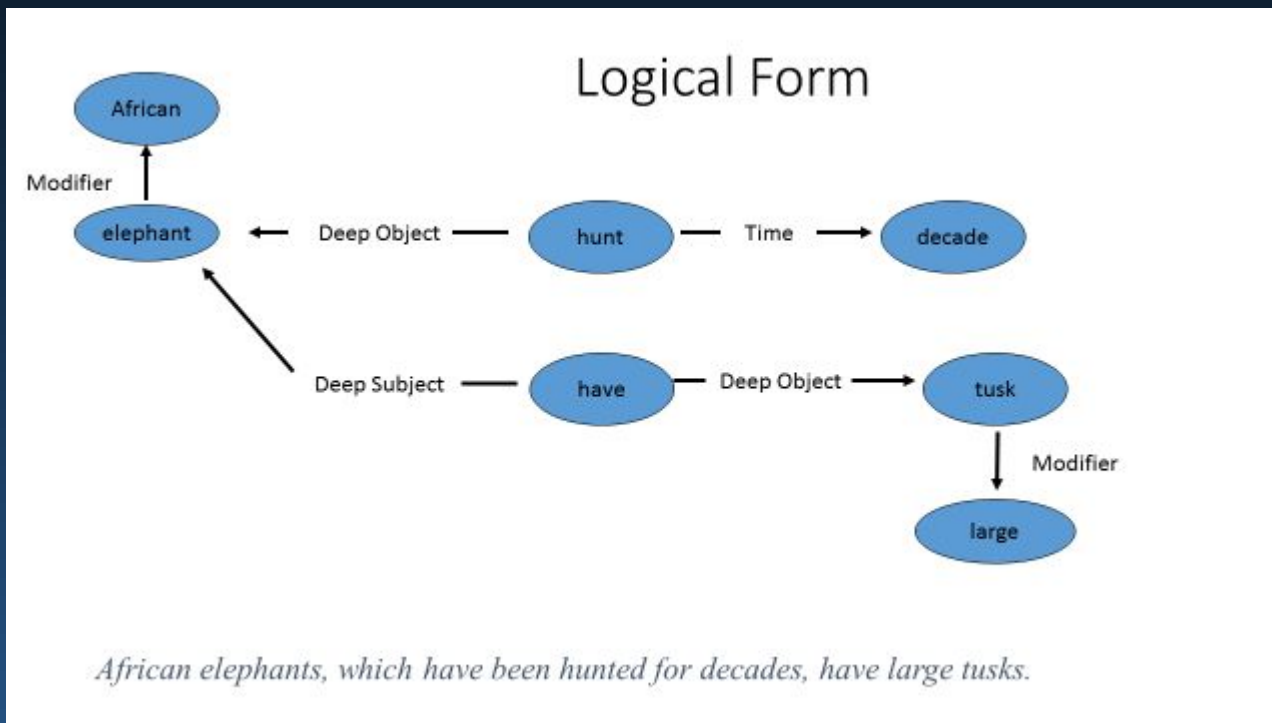
# NLPwin/MindNet

MindNet to zbiór połączonych grafów opisujących formy logiczne, tworzący sieć semantyczną. Podobieństwo słów oceniane jest na podstawie długości ścieżki w tym grafie, dzięki czemu możliwa jest generalizacja opisu pojęć. Oto fragment scentrowany na słowie „bird”.



# NLPwin/Forma logiczna

Zdania są rozkładane na rekordy z wieloma anotacjami części mowy i sposobami użycia, potem zamieniane na uproszczoną formę logiczną.



# Słownosieć

WordNet to baza leksykalna słów i ich opisu, budowana od ok. 1985 roku, istnieje dla 200 języków, polska wersja jest bardzo rozbudowana PLWordnet-Słownosieć i opis Słownosieć w Wiki (Pol. Wrocławska), oraz Polnet (UAM Poznań). Połączenie słownika i tezauryusa.

- Synonimy: wyrazy bliskoznaczne, zgrupowane w synsety z krótką definicją i przykładami.
- Synsety są ze sobą połączone relacjami semantycznymi, np.:
- Hiperonimy: kategoria nadrzędna. Y jest hiperonimem X jeśli każdy X to rodzaj Y.
- Dla czasowników czynność X jest rodzajem czynności Y
- Hiponimy: szczególne przypadki danego pojęcia. Y jest hiponimem X jeśli każdy Y to rodzaj X.
- Kolokacje: Y jest kolokacją X jeśli X i Y mają wspólny hiperonim (np. kot i tygrys).
- Meronimy: Y jest meronimem X jeśli Y jest częścią X.
- Holonimy: Y to holonim X jeśli X jest częścią Y.

Dla czasowników mamy też:

- Troponimy: Y to troponim X jeśli X to rodzaj czynności Y.
- Wynikanie (entailment): Y wynika z X jeśli czynność X oznacza również Y (spać/chrapać)

Liczne próby wizualnej reprezentacji sieci Wordnet, np. [Visual thesaurus](#).

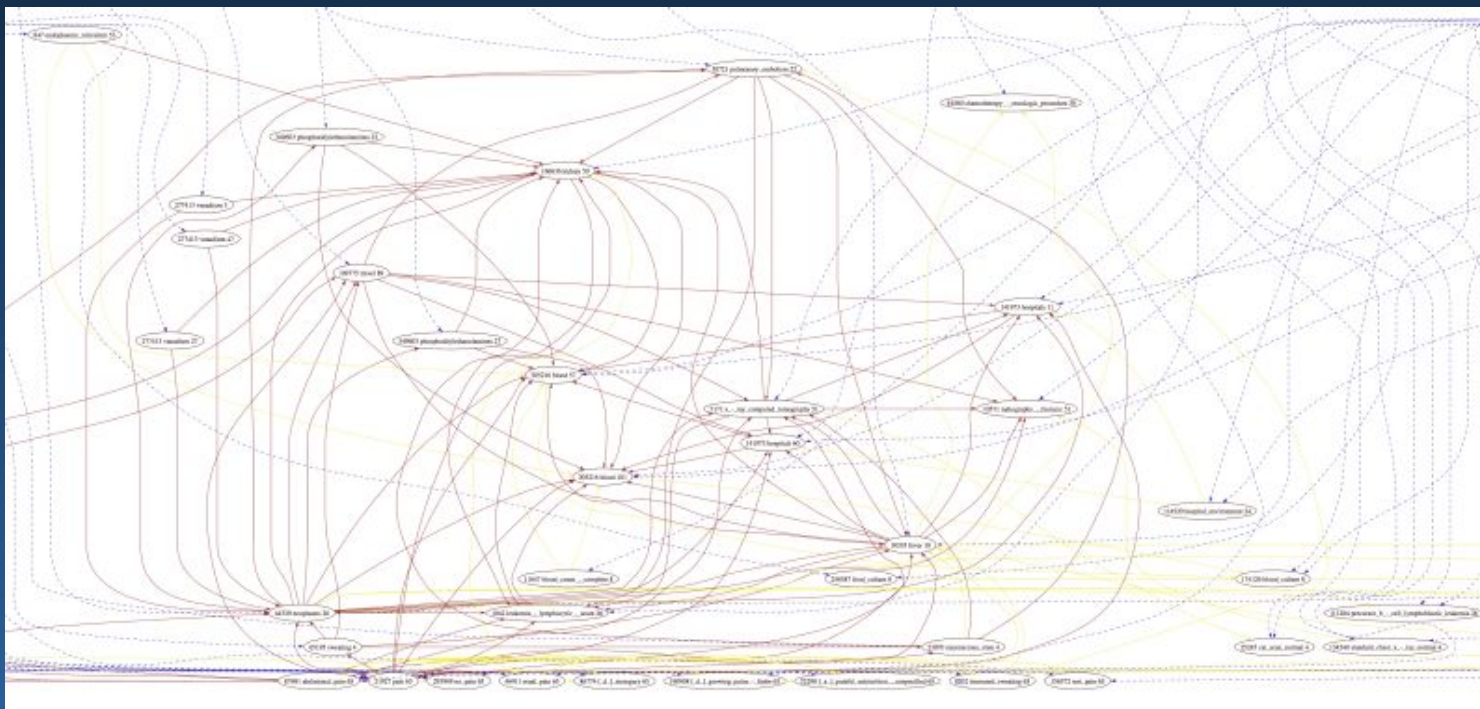
# Rozumienie tekstów

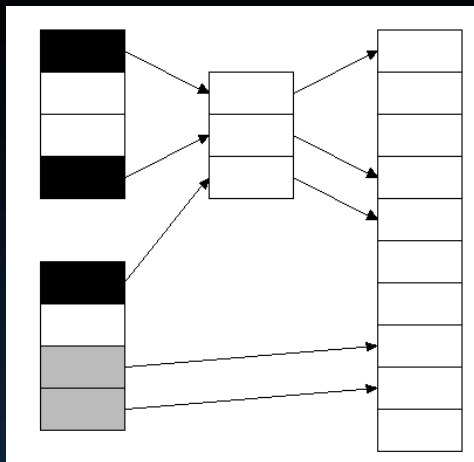
Neurokognitywne podejście do rozumienia języka:

słowa, pojęcia, pobudzają skojarzone z nimi pojęcia;  
ważne są prawdopodobieństwa rozkładu.

Pojęcia odnoszące się do tego samego tematu lepiej do siebie pasują,  
tworząc graf spójnych koncepcji  $\leftrightarrow$  aktywnej części pamięci semantycznej  
z hamowaniem i rozchodzeniem się aktywacji.

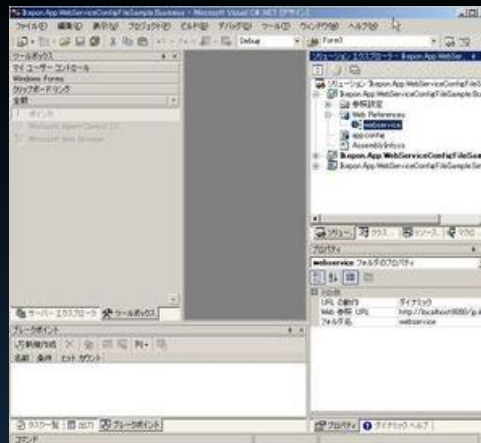
Dla tekstów medycznych mamy >2 mln koncepcji, 15 mln relacji ...





Pamięć semantyczna

Zapy-  
tanie

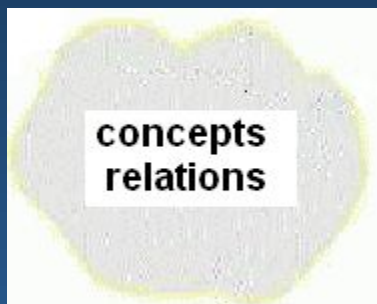


Zastosowania, np  
gra w 20 pytań.



Awatar, HIT:  
interfejs graficzny  
<http://diodor.eti.pg.gda.pl>

Magazynowanie

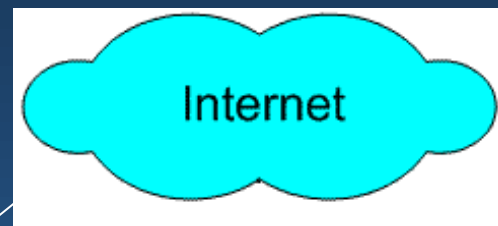


Oznaczanie części  
mowy i ekstrakcja fraz

weryfikacja

ręczne poprawki

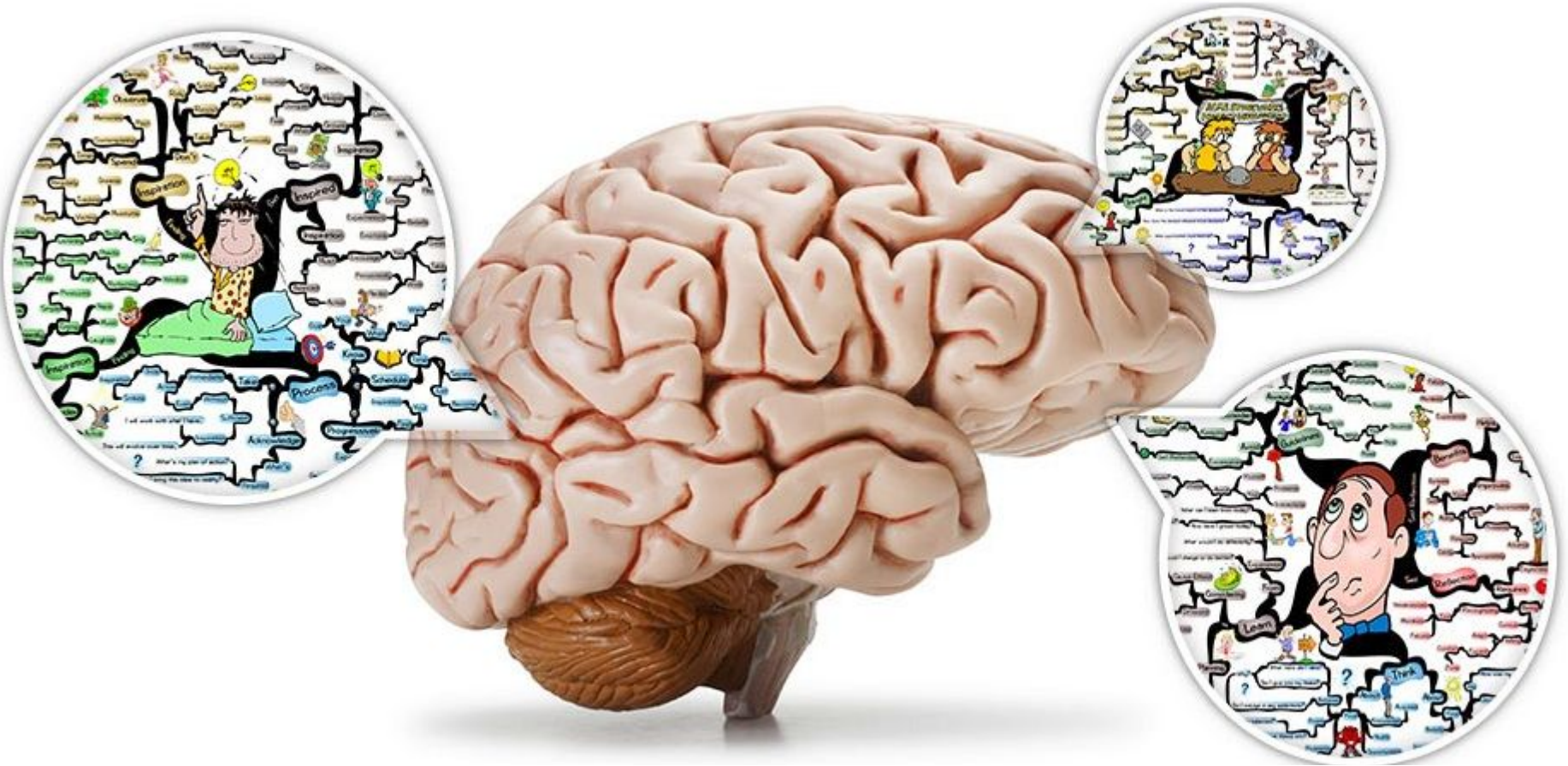
Parser



Słowniki, ontologie,  
informacja tekstowa



# Pamięć w mózgu



LIKE A NEURON NETWORK OF INTERCONNECTED THOUGHTS



# Sieci i mózgi

Jak wygląda reprezentacja wiedzy w mózgu?

- Od fonologii i grafemów słowa aż do jego znaczenia i modelu sytuacji, mamy różne wzorce rozkładów pobudzeń, i skojarzenia między nimi, nic więcej! Przetwarzanie informacji przez układ wzrokowy jest w pełni automatyczne, nieświadome aż do reprezentacji całego słowa.
- Prezentacja słowa krótsza niż 40ms pomiędzy dwoma maskującymi obrazami jest świadomie postrzegana chociaż aktywacja w mózgu dociera do obszarów reagujących na słowa, a nie tylko litery.
- Sieci semantyczne propagują aktywację; każdy węzeł reprezentuje podsieć aktywacji neuronów w mózgu. Sieci aktywacji w mózgu są zarówno pobudzające jak i hamujące.
- Powstawanie pobudzeń w czasie czytania czy dialogu uaktywnia pamięć semantyczną i sieci semantyczne pozwalające na właściwą interpretację – inna po prostu „nie przychodzi do głowy”.

# Neuroobrazowanie słów?



- Predicting Human Brain Activity Associated with the Meanings of Nouns," T. M. Mitchell et al, Science, 320, 1191, 2008
- Czy możemy zobaczyć reprezentacje pojęć w mózgu?  
Po raz pierwszy udało się zobaczyć w miarę stabilne obrazy fMRI ludzi, którzy widzą, słyszą lub myślą o jakimś pojęciu.
- Czytanie słów, jak i oglądanie obrazków, które przywodzą na myśl dany obiekt, wywołuje podobne aktywacje.
- Indywidualne różnice są spore, ale aktywacje pomiędzy różnymi ludźmi są na tyle podobne, że klasyfikator może się tego nauczyć.  
25 cech semantycznych, które odnoszą się do postrzegania/działania.

Sensory: fear, hear, listen, see, smell, taste, touch

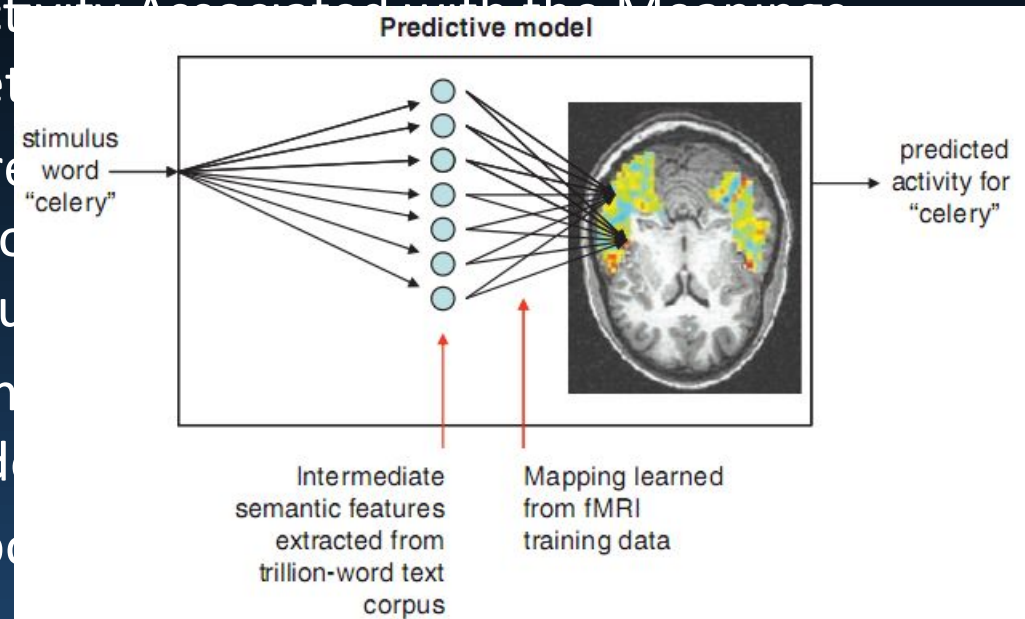
Motor: eat, lift, manipulate, move, push, rub, run, say

Abstract: approach, break, clean, drive, enter, fill, near, open, ride, wear

# Neuroobrazowanie słów?



- Predicting Human Brain Activity Associated with the Meaning of Nouns," T. M. Mitchell et al.
- Czy możemy zobaczyć reprezentację znaczenia? Po raz pierwszy udało się zobaczyć, jak jest aktywna część mózgu ludzi, którzy widzą, słyszą lub myślą o przedmiocie.
- Czytanie słów, jak i oglądanie zdjęć, wywołuje podobne reakcje w części mózgu odpowiedzialnej za rozumienie.
- Indywidualne różnice są spowodowane różnicami w sposobie, w jaki ludzie są na tyle podobne, że klasyfikator może się tego nauczyć.



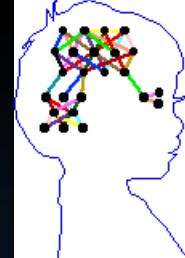
25 cech semantycznych, które odnoszą się do postrzegania/działania.

Sensory: fear, hear, listen, see, smell, taste, touch

Motor: eat, lift, manipulate, move, push, rub, run, say

Abstract: approach, break, clean, drive, enter, fill, near, open, ride, wear

# Semantyka fMRI



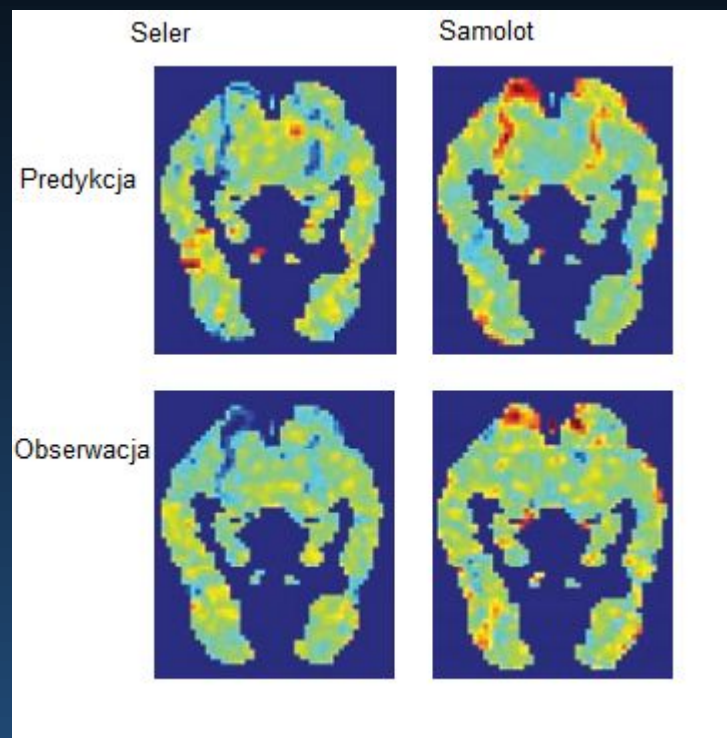
Model nauczony na ~10 skanach fMRI + korelacje z dużego korpusu słów ( $10^{12}$ ) przewiduje aktywność fMRI dla wielu rzeczowników.

Aktywacja mózgu obserwowana w fMRI dla danego pojęcia jest prototypem stanu mózgu związanego z sensem tego słowa.

Pozwala to za pomocą korelacji pomiędzy słowami przewidzieć aktywację dla nowych pojęć.

Pobudzenia mózgu to naturalna baza reprezentacji semantycznych.

2010 First Workshop on Computational Neurolinguistics.



# Słowa w mózgu



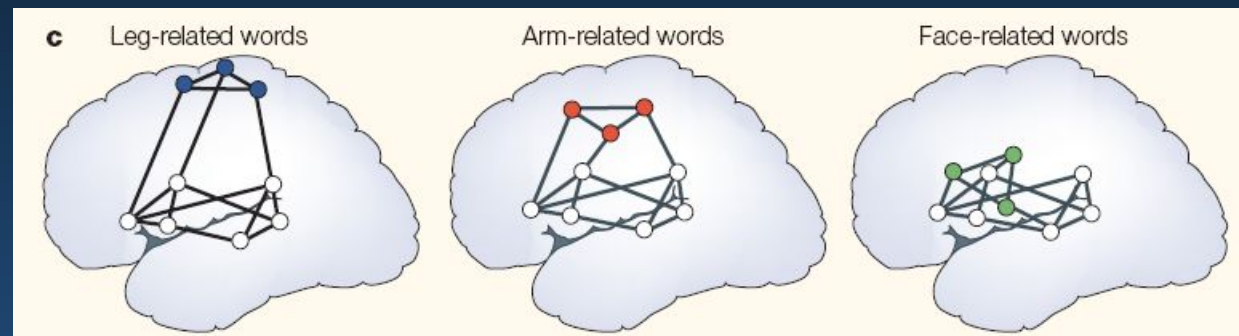
Eksperymenty psycholingwistyczne dotyczące mowy pokazują, że w mózgu mamy dyskretne reprezentacje fonologiczne, a nie akustyczne.

Sygnal akustyczny => fonemy => słowa => koncepcje semantyczne.

Aktywacje semantyczne następują 90 ms po fonologicznych (N200 ERPs).

F. Pulvermuller (2003) *The Neuroscience of Language. On Brain Circuits of Words and Serial Order*. Cambridge University Press.

Sieci działania –  
postrzegania,  
wnioski z badań  
ERP i fMRI.



Fonologiczna gęstość otoczenia słowa = liczba słów brzmiących podobnie jak dane słowo, czyli dająca podobne pobudzenia mózgu.

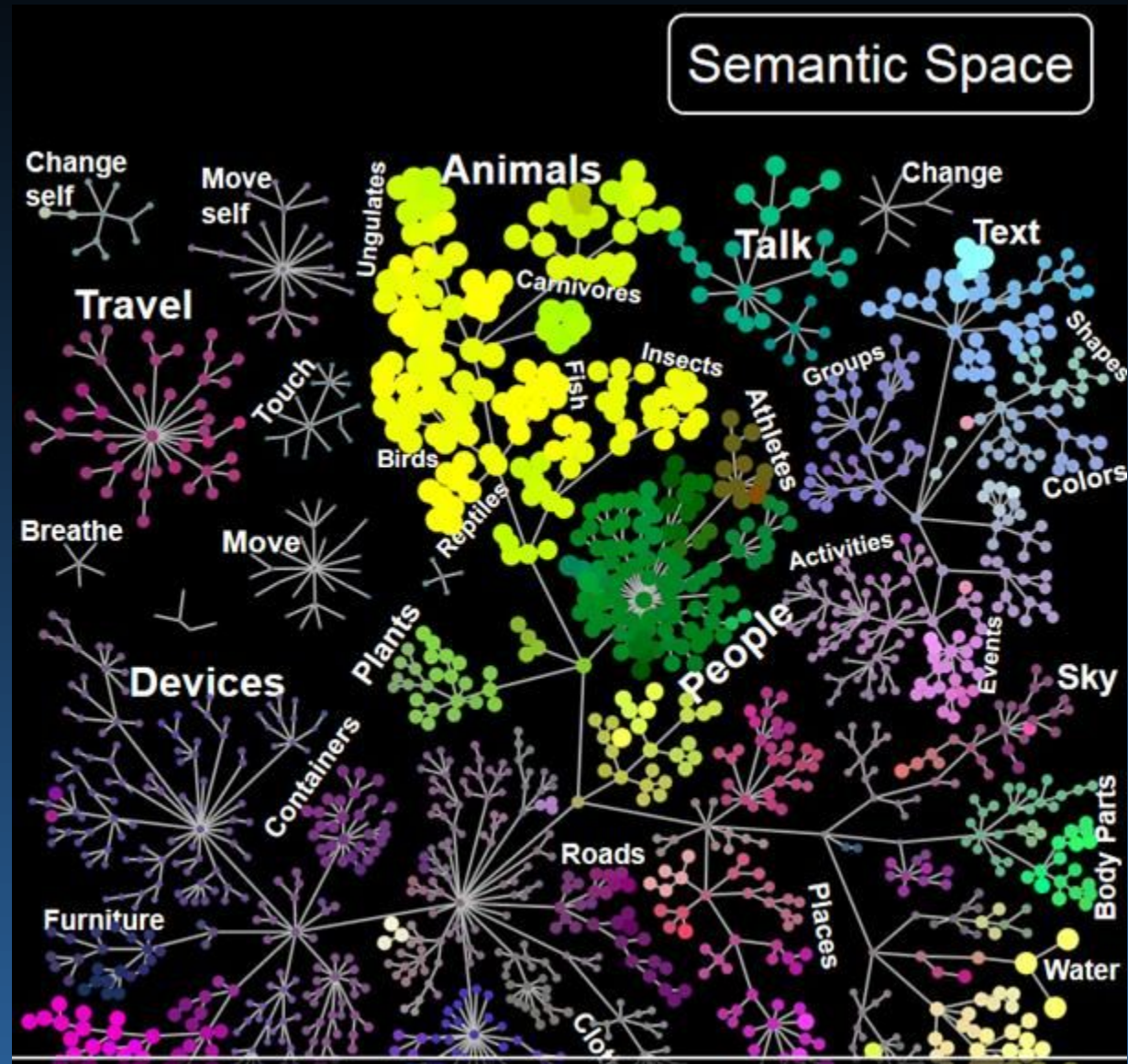
Semantyczna gęstość otoczenia słowa = liczba słów o podobnym znaczeniu (rozszerzona podsieć aktywacji).





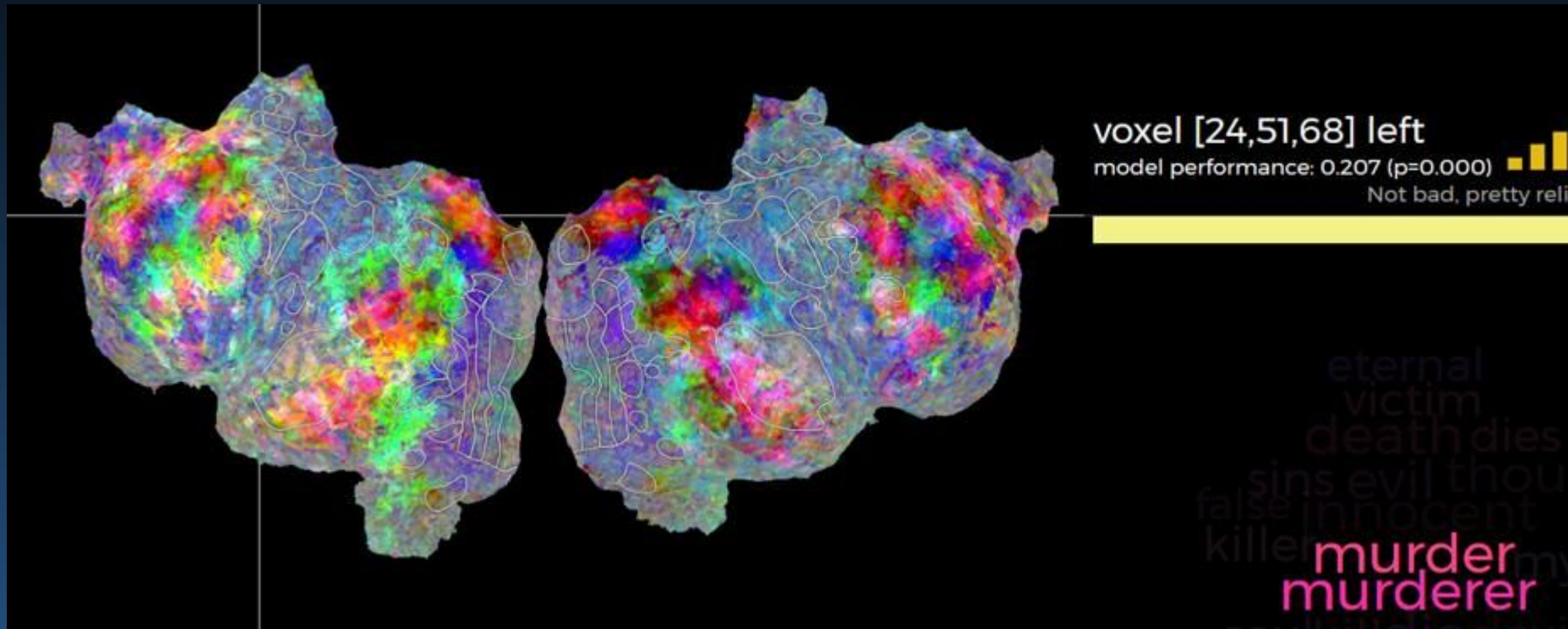
# Semantyczna przestrzeń neuronalna

Atlas semantyczny pokazuje aktywacje mózgu w czasie interpretacji sensu pojęć. Powstał dla 1700 pojęć z analizy aktywacji mózgu mierzonej za pomocą fMRI w czasie oglądania filmów, uśredniony dla 7 osób. Laboratorium Gallanta w Berkeley [Brain viewer](#), nawigacja w przestrzeni semantycznych aktywacji mózgu.



# Aktywacja kory

Większość wokseli bierze udział w kodowaniu wielu pojęć, ale niektóre mają silne preferencje, jak w tym przypadku.



# Atlas Semantyczny

## Atlas w wersji angielskiej

Przykład

**spirit**

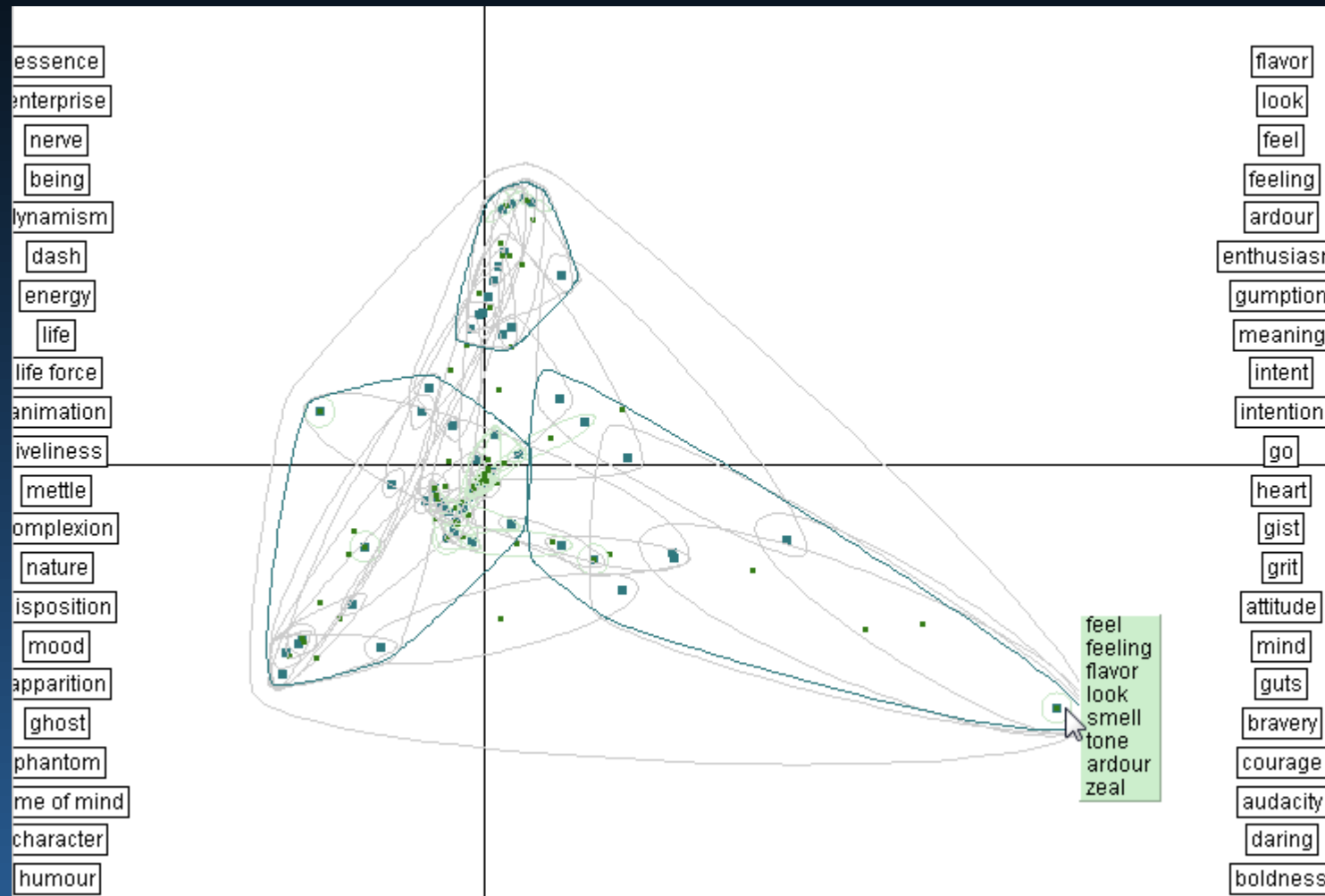
79 słów

69 klik =

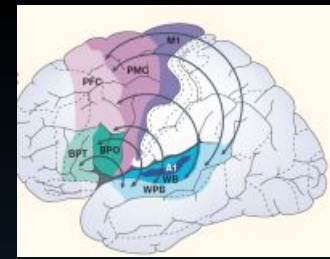
minimalnych  
jednostek  
mających  
znaczenie.

Synset

= zbiór  
synonimów w  
Wordnecie.



# Słowa i kreatywność



Cele:

- zrobić najprostszy model kreatywnego myślenia;
- tworzyć interesujące nowe nazwy, oddające cechy produktów;
- zrozumieć nowe słowa, których nie ma w słowniku.

Model zainspirowany przez procesy zachodzące w mózgu w czasie wymyślenia nowych słów. Dany jest zbiór słów kluczowych, które pobudzają korę słuchową.

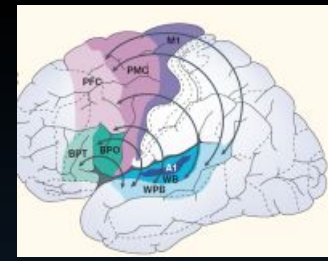
Fonemy (allofony) są rezonansami, uporządkowane pobudzenie fonemów aktywuje zarówno znane słowa jak i nowe kombinacje; kontekst + hamowanie w procesie „zwycięzca bierze wszystko” zostawia jedno słowo.

Kreatywność = wyobrażenia (fluktuacje) + filtrowanie (konkurencja)

**Wyobrażenia:** wiele chwilowych rezonansów powstaje równoległe, aktywując reprezentacje słów i nie-słów, zależnie od siły połączeń oscylatorów.

**Filtrowanie:** skojarzenia, emocje, gęstość fonologiczna/semantyczna.

# Słowa i kreatywność



Cele:

- zrobić najprostszy
- tworzyć interesują
- zrozumieć nowe sł

Model zainspirowany pr  
nowych słów. Dany jest z

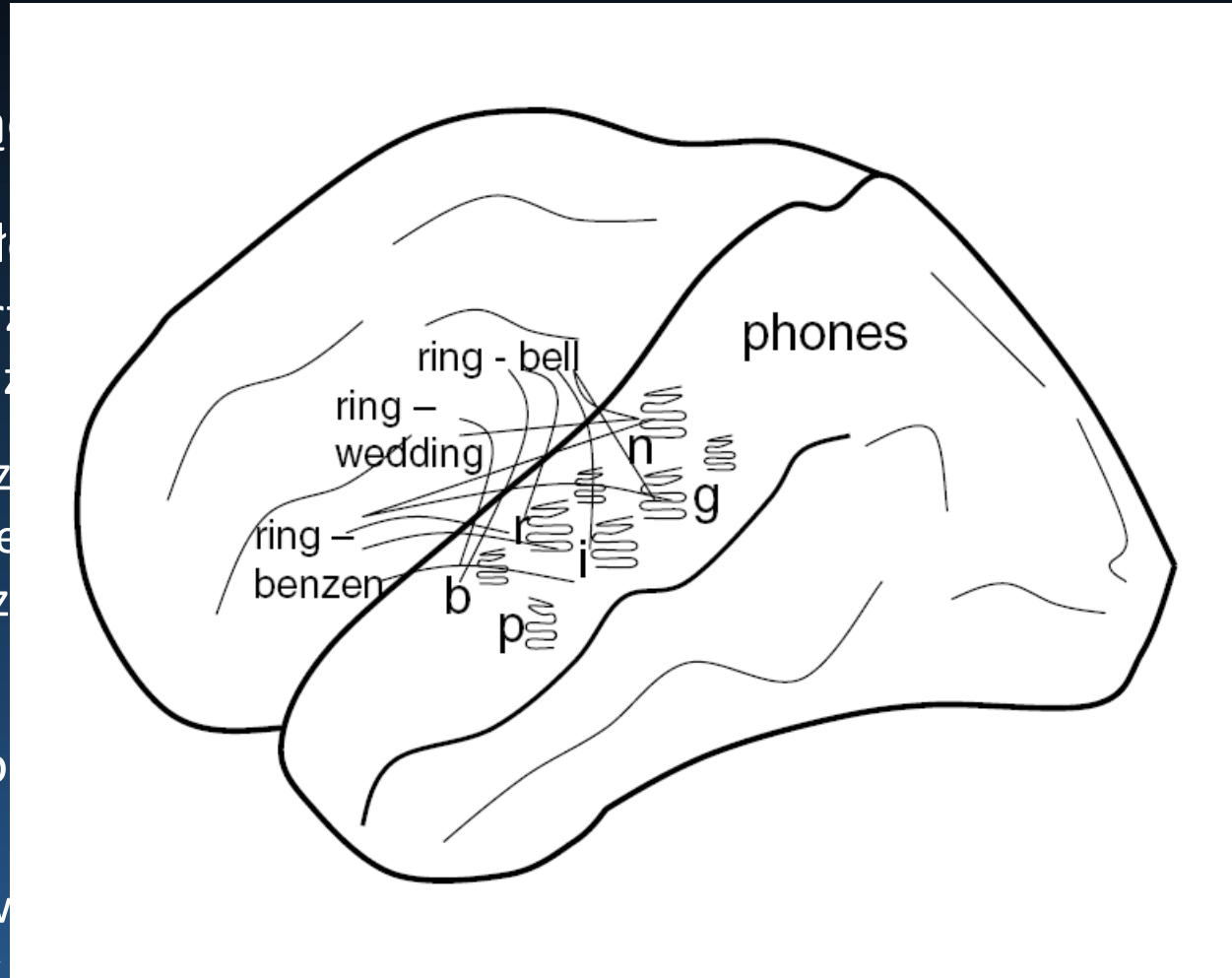
Fonemy (allofony) są rez  
aktywuje zarówno znane  
procesie zwycięzca bierz

Kreatywność = wyo

**Wyobrażenia:** wiele chw

reprezentacje słów i nie słów, zależnie od sily połączeń oscylatorów.

**Filtrowanie:** skojarzenia, emocje, gęstość fonologiczna/semantyczna.



# Słowa: eksperymenty

List od przyjaciela:

I am looking for a word that would capture the following qualities: portal to new worlds of imagination and creativity, a place where visitors embark on a journey discovering their inner selves, awakening the Peter Pan within.

A place where we can travel through time and space (from the origin to the future and back), so, its about time, about space, infinite possibilities.

FAST!!! I need it soooooooooooooooooooooon.

creativital, creatival (creativity, portal), używane creatival.com

creativity (creativity, discovery), creativity.com (strategy+creativity)

discoverity = {disc, disco, discover, verity} (discovery, creativity, verity)

digventure = {dig, digital, venture, adventure} , nowe!

imativity (imagination, creativity); infinitime (infinitive, time)

infinition (infinitive, imagination), nazwa firmy

journativity (journey, creativity)

learnativity (taken, see <http://www.learnativity.com>)

portravel (portal, travel); sportal (space, sport, portal), używane

timagination (time, imagination); timativity (time, creativity)

tivity (time, discovery); trime (travel, time)

# Filtr fonologiczny

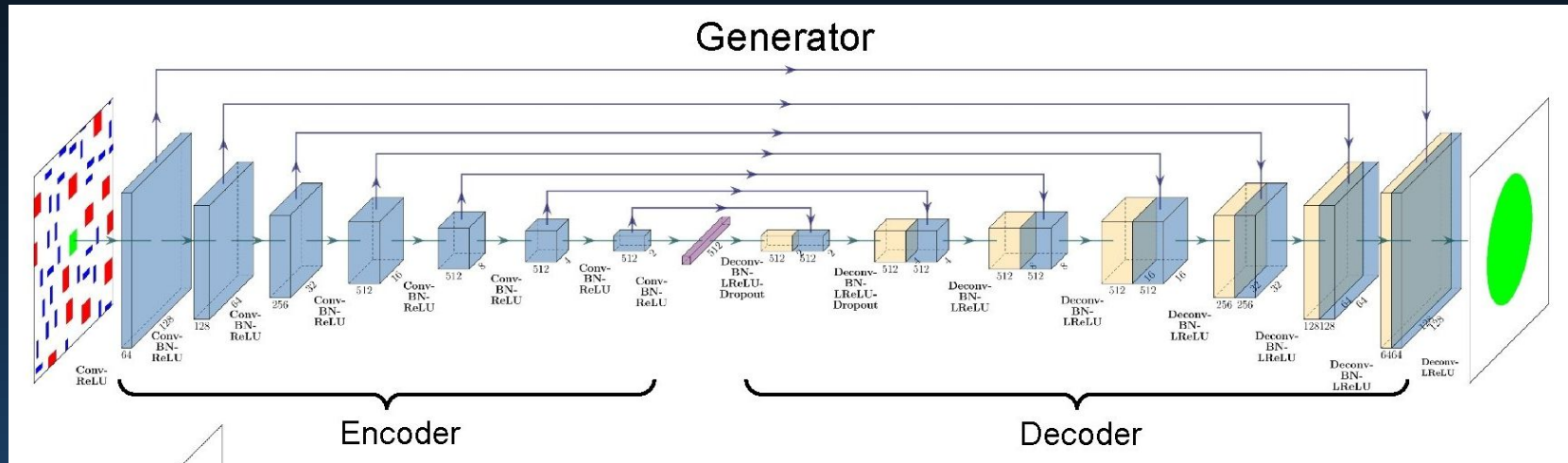
- Trenujemy sieć na słówkach z większego słownika.
- Tworzymy ciągi słów o “prawdopodobieństwie fonologicznym” > próg.
- Dostajemy poemat science fiction ... cybernetyczny poeta Kurzweila jest mniej zabawny.



Ardyczulił ardychstronnie  
ardywialiwił ardyklonnnie:  
ardywializować ardywianacje  
argadolić argadziancje  
arganiastość argastyczna  
arganialność arganiczna  
argasknie argasknika  
argaszczyny argasznika.  
Argulachny argawista  
argumowny argumofon  
argumiadał argumialenie.

# Obrazy i kreatywność

Autoenkodery – kompresja i dekompresja informacji, tworzy przestrzeń ukrytych parametrów.



Generative Adversarial Networks:  
Generuj obrazy (G), porównuj z rzeczywistymi (D), zmieniaj parametry by stawały się coraz bardziej realistyczne.

[Przykłady na Youtube](#), [Dall-e2](#)

