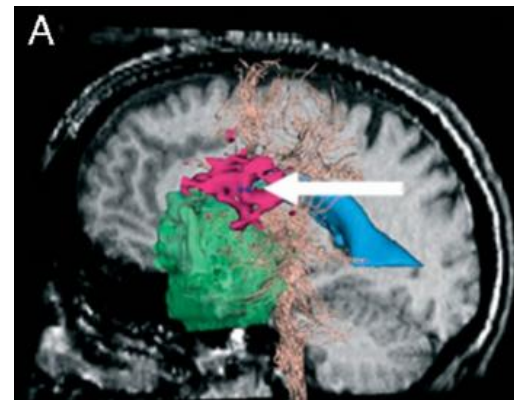
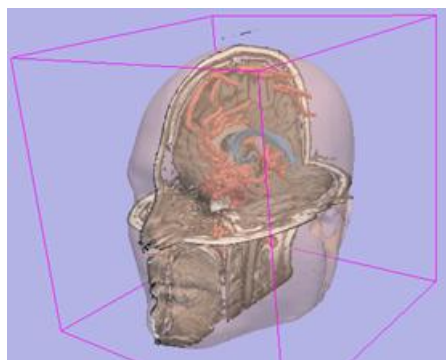


Może to?

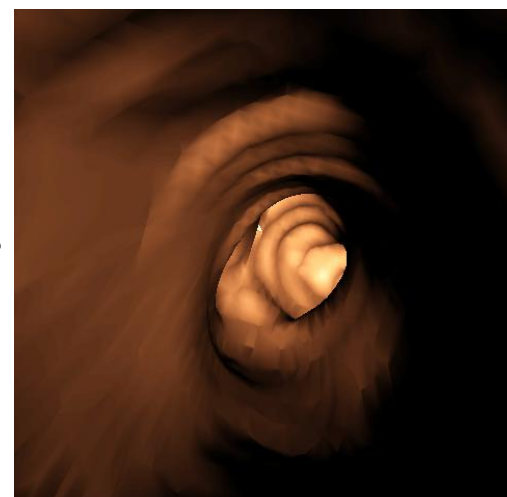


SZTUCZNA INTELIGENCJA

przygotował ze źródeł własnych i internetowych
Artur Przelaskowski



Może tam?



WPROWADZENIE

Sztuczna inteligencja

- wykonywanie przez komputer zadań, które były przypisane człowiekowi
- nauka o maszynach wykonujących zadania, które wymagają inteligencji, gdy są rozwiązywane przez człowieka
- maszyna myśląca, czyli metody, algorytmy, urządzenia posiadające (naśladujące) funkcje ludzkiego umysłu
- dział informatyki, którego przedmiotem jest
 - badanie reguł rządzących tzw. inteligentnymi zachowaniami człowieka,
 - tworzenie modeli formalnych tych zachowań
 - realizacja narzędzi komputerowych symulujących, naśladujących lub wspomagających te zachowania
- SI ma powiązania (czerpie i ubogaca) z psychologią, medycyną, fizjologią, bioniką, cybernetyką, teorią gier, modelowaniem matematycznym i in.
 - czerpie pojęcia, metody i wyniki do konstrukcji programów i urządzeń symulujących zachowania inteligentne
 - ubogaca poprzez oferowanie własnych pojęć i aparatu badawczego, metod obiektywizacji i formalizacji wiedzy

Zachowania inteligentne

- myślenie
- postrzeganie
- rozpoznawanie
- uczenie się
- operowanie symbolami
- posługiwanie się językiem
- rozwiązywanie problemów
- twórczość, kreatywność
- wnioskowanie
- zdolność oceny i interpretacji
- podejmowanie decyzji
-

Inteligencja

- F. Galton (1883): inteligencja to podstawowa zdolność umysłu, decydująca o sukcesie jednostki w „walce o byt”
- A. Binet (1905) inteligencja to przede wszystkim zdolność do wydawania trafnych sądów, zwł. w odniesieniu do problemów i sytuacji dnia codziennego
- Z psychologii - cecha umysłu odpowiadająca za sprawność w zakresie
 - myślenia
 - rozwiązywania problemów
 - innych czynności poznawczych
- Od poziomu inteligencji zależy
 - poprawność rozumienia złożonych problemów
 - skuteczność poszukiwania trafnych rozwiązań
 - a także sprawność (skuteczność) działania, szczególnie w sytuacjach nowych i trudnych

7 pierwotnych zdolności umysłowych

- Umysł: ogół aktywności mózgu ludzkiego, przede wszystkim takich, których posiadania człowiek jest świadomy:
 - myślenie
 - spostrzeganie
 - zapamiętywanie
 - rozumowanie przez indukcję
 - uczenie się
 - regulowanie uwagi
 - rozumienie i używanie słów („płynność słowna”)
 - posługiwanie się liczbami
 - wyobraźnia przestrzenna
 - odczuwanie emocji

Rozum i intuicja

- Rozum - zdolność do
 - operowania pojęciami abstrakcyjnymi
 - analitycznego myślenia i wyciągania wniosków (na podstawie dostępnych danych, informacji, wiedzy, eksperymentów)
 - uczenia się
 - używania zdobytych doświadczeń i posiadanej wiedzy do radzenia sobie w sytuacjach życiowych
- Rozum jest bardziej kojarzony z myśleniem logicznym
- Intuicja – zdolność do
 - nagłego przebłysku myślowego, w którym dostrzega się rozwiązanie problemu lub znajduje odpowiedź na nurtujące pytanie
 - szybkiego dopasowania rozwiązania problemu do zaistniałych uwarunkowań
- Intuicja to nie są emocje, a proces podświadomy, którego nie można kontrolować - przewidywanie, domyślanie się nie do końca oparte na wnioskowaniu
 - można jedynie dopuszczać lub odrzucać podawane przez intuicję rozwiązania
 - jest procesem bardziej kreatywnym i działającym na wyższym poziomie abstrakcji w porównaniu do myślenia logicznego

Intuicja jest trudno definiowalna

- z łac. *intuitio* – wejrzenie; wewnętrzne przekonanie, że mamy rację
- zdolność bezpośredniego pojmowania, dotarcia do bezpośredniej wiedzy bez udziału obserwacji czy rozumu - myślenie intuicyjne jest podobne do percepcji, czyli błyskawiczne i bez wysiłku
- wgląd, olśnienie pojawiające się w trakcie rozwiązywania problemu
- przeczucie, zdolność przewidywania, szybkie rozpoznanie
- przekonanie, którego nie można w pełni uzasadnić
- *o rozum, który się śpieszy*
- poznanie docierające do istoty rzeczy operuje intuicją
- działaniu inteligencji często nie towarzyszy świadoma myśl
- myślenie intuicyjne wykorzystuje 3 zjawiska:
 - mimowolne uczenie się, automatyczne, nieuświadomione zdobywanie wiedzy
 - automatyzm zachowania, sztywne sposoby reagowania wynikające z doświadczenia życiowego (twórcze wykorzystanie doświadczenia)
 - markery somatyczne ostrzegające organizm

Test Turinga

- celem jest stwierdzenie, czy maszyna jest inteligentna
- badacz zadaje pytania, na które odpowiadają maszyna oraz człowiek
 - badacz nie widzi swoich respondentów, a jego zadaniem jest określenie, z kim ma do czynienia
- jeśli maszyna w opinii badacza zostanie uznana za człowieka, to można o niej powiedzieć, że jest inteligentna
- chiński pokój
- *Penrose, Hawkins – relatywne znaczenie testu*

Świadomość

- Inteligencja to uczenie się, adaptacja do bieżącej sytuacji, podejmowanie decyzji, myślenie abstrakcyjne, świadomość
- Świadomość - stan psychiczny, w którym jednostka zdaje sobie sprawę ze zjawisk wewnętrznych (własne procesy myślowe, psychika) oraz zjawisk zachodzących w środowisku zewnętrznym (świadomość otoczenia, możliwość reakcji)
 - stan przytomności, czuwania, odbierania bodźców
 - zdolność do celowej orientacji i odczuwania (przeżywania doznań i stanów emocjonalnych)
 - stanowi podstawę tworzenia wiedzy i zapamiętywania
 - jako samoświadomość jest specyficzną gatunkową cechą człowieka
 - jest zawsze intencjonalna, nakierowana na jakiś przedmiot materialny lub abstrakcyjny i powiązana z odczuciem własnego "ja"

Systemy świadome

- Spór o możliwość wytworzenia **świadomych systemów sztucznej inteligencji**
 - zwolennicy - przedstawiciele *cognitive science* (np. M. Minsky, nauka o procesach poznawczych)
 - sceptycy (np. J.R. Searle) twierdzą, że świadomość jest jedyną w swoim rodzaju właściwością ludzkiego mózgu, której w żadnym wypadku nie przypomina działający komputer
 - ludzki mózg – przetwarzanie rozproszone

Przykłady sztucznej inteligencji

- typowy przykład: gra w szachy (analiza ponad 200 milionów pozycji na sekundę, zapisy otwarcia z ostatnich 100 lat, ponad miliarda końcówek, heurystyczne metody AI)
- Inne przykłady:
 - prowadzenie innych gier (np. strategicznych)
 - systemy eksperckie (wiedza eksperta)
 - przetwarzanie mowy i języka naturalnego (np. tłumaczenie z jednego języka na drugi)
 - podejmowanie/wspomaganie decyzji biznesowych
 - inteligentne wyszukiwanie informacji w sieci Internet
 - analiza wyników eksperymentalnych
 - rozpoznawanie kształtów (np. liter, rysunków, zdjęć), dźwięków (np. mowy)
 - dowodzenie twierdzeń
 - komponowanie muzyki
 - formułowanie ekspertyz, diagnoz lekarskich
 - sterowanie robotami
 -

Owoce SI

■ metody i narzędzia

● Konceptualne

- języki programowania, gł. Lisp i Prolog
- algorytmy wyszukiwania informacji, dopasowywania wzorców i in.
- procedury działań, np. kryteria i sposoby oceny obrazów w diagnostyce medycznej

● Materialne

- komputery o specjalnej architekturze
- urządzenia komunikowania się z komputerem (interfejsy, interakcja) i in.
- Inteligentne roboty

Praktyczna inteligencja

- Inteligencja biznesowa
 - narzędzia do wizualizacji informacji
 - eksploracja danych
 - systemy wspomaganie decyzji

- Giełda Energii – systemy wspomaganie decyzji
 - nie ma możliwości magazynowania energii elektrycznej
 - niewielka liczba uczestników
 - każdy uczestnik ma zauważalną siłę rynkową
 - cel dla producenta: zaproponowanie jak najwyższej ceny sprzedaży, ale takiej, aby oferta nie została odrzucona
 - cel dla odbiorcy: zaproponowanie jak najniższej ceny, ale takiej, aby oferta kupna nie została odrzucona

Praktyczna inteligencja

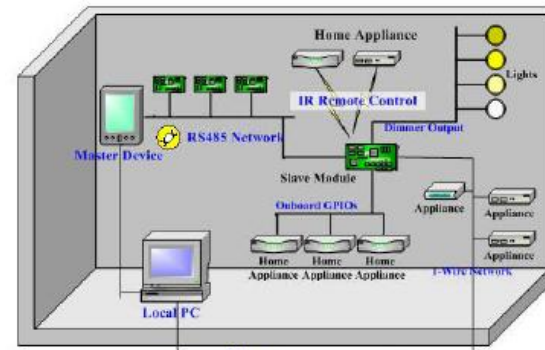
- Systemy wspomagające kierowcę pojazdów samochodowych w podejmowaniu decyzji
 - wysyłanie sygnałów przez samochód będący w ruchu
 - automatyczne odczytywanie znaków drogowych (na początek umieszczonych na jezdni)

- Mapy cyfrowe
 - wyznaczanie najkrótszej drogi
 - aktualizacja informacji o ruchu drogowym
 - monitorowanie miejsca pobytu lub przemieszczania się pojazdu

Praktyczna inteligencja

■ Domy inteligentne

- wykonywanie poleceń wydawanych głosem
- zarządzanie sprzętem elektronicznym, multimediami
- funkcje kontrolne, zdalny monitoring
- uczenie się zwyczajów domowników i sterowanie poborem energii



■ Monitorowanie społeczeństwa

- system kamer (kilkaset tysięcy kamer w Londynie)
- pouczanie sprawców drobnych wykroczeń
- problem rozpoznawania, selekcji informacji

Przykłady z medycyny

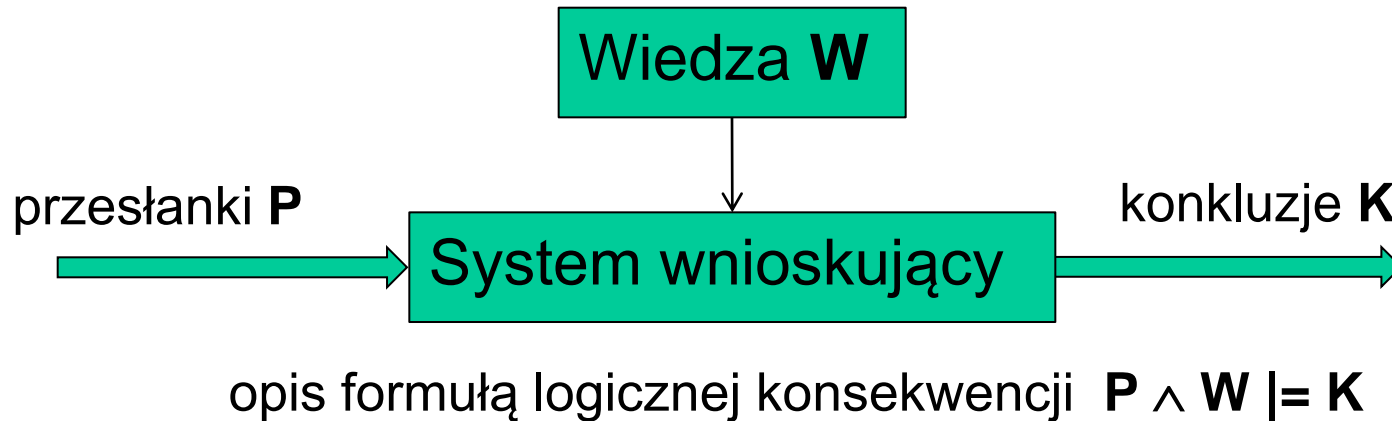
- Systemy interwencyjne, do przypadków nagłych (kardiologia, leczenie pooperacyjne, odżywianie noworodków, sztuczne oddychanie)
- system opieki pooperacyjnej - narzędzie wspomagające decyzje w oparciu o monitorowanie symptomów i obserwację oczekiwanych zmian
- system ekspertowy do zarządzania systemem sztucznego oddychania dla oddziałów intensywnej opieki
- sterowanie i monitorowanie: sterowanie urządzeń podtrzymujących funkcje życiowe, monitorowanie stanu pacjenta i ostrzeganie w sytuacjach kryzysowych
- system ekspertowy do określenia składu pozajelitowego odżywiania noworodków na oddziałach intensywnej opieki
- planowanie diety, optymalizacja działań w trakcie przebiegu terapii
- prognozowanie rozwoju choroby
- kontrola: sprawdzanie dawek leków, możliwych interakcji leków, potencjalnych przeciwwskazań
- systemy laboratoryjne
- zarządzanie, kontrola jakości
- obrazowanie medyczne (SPECT, radiologia-wyбір metod)
- uczenie, e-edukacja
- rozpoznawanie, wskazywanie symptomów, klasyfikacja stanu zdrowia, zachowań człowieka, sensu wypowiedzi
- wspomaganie decyzji: wybór procedur, medycyna ogólna, wspomaganie personelu pomocniczego, help w HIS, zalecenia dodatkowych testów, decyzje w nagłych przypadkach, wykrywanie symptomów patologii i wzorców zmian w sygnałach EKG, EMG, EEG i innych
-

Problemy niealgorytmizowalne - ważne z medycznego punktu widzenia

- **Poprawa warunków pracy („okulary” – większa zdolność postrzegania):**
 - Wydobywanie informacji (przetwarzanie)
 - Gromadzenie i przesyłanie informacji
 - Poprawa percepcji
- **Zwiększenie czułości (czujność):**
 - Selekcja cech istotnych diagnostycznie
 - Obiektywizacja: diagnozy, oceny, procesów podejmowania decyzji
 - Rozpoznawanie, wskazywanie symptomów
- **Zwiększenie trafności (nieomyślność):**
 - Wspomaganie decyzji
 - Planowanie: terapii
 - Kontrola: leki
 - Sterowanie i monitorowanie
 - Prognozowanie
 - Uczenie lekarzy

Automatyczne wnioskowanie - podstawy dedukcji

- Podstawowy schemat systemu dedukcji wykorzystującego związek logicznej konsekwencji



- Z prawdziwości **P** wynika prawdziwość **K** (logicznie)
- W systemach uczących się (dedukcyjnych) :
P=dane trenujące, **W**=wiedza zastana, **K**=wiedza nabyta
- Reguła zachowania prawdy: z prawdziwych **P** mamy prawdziwe **K**
- Stanowi podstawę systemów eksperckich (ekspertowych) oraz systemów automatycznego dowodzenia twierdzeń

Rozumowanie dedukcyjne

- Rozumowanie dedukcyjne jest prostym wyciąganiem wniosków
 - w odróżnieniu od rozumowania indukcyjnego nie wymaga tworzenia nowych twierdzeń czy pojęć

- Przykład 1:

{ P: każdy prostokąt jest czworokątem;

W: suma kątów czworokąta wynosi 360 stopni }



{ K: suma kątów prostokąta wynosi 360 stopni }

- Przykład 2:

{ P: Jadzia jest z Polski i ma polski paszport;

W: Polak mówi po polsku }



{ K: Jadzia mówi po polsku }

Rozumowanie indukcyjne

- Rozumowanie indukcyjne przebiega w kierunku odwrotnym – ze zbioru przesłanek (**K**) wyprowadzamy wniosek ogólny, teorię czy prawo (nie zawsze prawdziwe) dotyczące **P** (nowa wiedza)
 - np. z wielokrotnych obserwacji wynika, że przed deszczem jaskółki latają nisko nad ziemią; formułujemy wniosek - jeżeli jaskółki nisko latają, to znaczy, że będzie padać deszcz (niestety, nie musi to być prawda)
- Na podstawie obserwacji faktów (prawdy) szukamy przyczyn (prawdziwych?):
 - z prawdziwości **K** nie musi wynikać prawdziwość **P** (problem PRAWDZIWOŚCI reguł)
 - z fałszywości **K** mamy fałszywe **P** (fakt niepraktyczny)
- Indukcja logiczna to sposób rozumowania polegający na wyprowadzaniu nowych pojęć, twierdzeń lub sugerowaniu możliwości zaistnienia nowych faktów na podstawie intuicyjnej analizy wejściowych przesłanek
- We wnioskowaniu indukcyjnym obok wiedzy nabytej i informacji trenującej znaczenie ma także algorytm wnioskujący

Heurystyka 0

- nauka o metodach i regułach rządzących dokonywaniem odkryć i tworzeniem wynalazków
- metodologia twórczego rozwiązywania zadań
- podejście mające na celu twórcze rozwiązanie problemu, zarówno logicznego, kierowniczego, jak i matematycznego (np. rozwiązanie zadania, zbudowanie definicji) szczególnie przez eksperyment, często za pomocą metody prób i błędów, odwoływania się do analogii, uogólnień
- zbiór odkrywczych technik pozwalających na szybkie i skuteczne odnalezienie rozwiązań problemów dających się sformułować w sposób ilościowy, wykorzystujących przeważnie metody samouczenia się maszyn (np. poprzez sprzężenie zwrotne) w celu poprawy wyników

Heurystyka

- Istota SI – przeciwstawiona pierwotnie metodom numerycznym, nawiązującym do rozwiązań problemów formalnych (bazujących na modelach matematycznych)
- Odkrywać, znajdować – twórcze rozwiązywanie problemów złożonych (wymagających wyczerpujących rozwiązań olbrzymich ilości obliczeń) poprzez eksperyment, metodę prób i błędów, analogie (odwołanie do doświadczenia)
- Ważne są sensowne przypuszczenia odnośnie kierunku, gdzie znajduje się rozwiązanie (wykluczanie rozwiązań nie rokujących sukcesów), co redukuje przestrzeń przeszukiwań
- Średnia poprawa efektywności, brak poprawy w przypadku pesymistycznym
- Zastosowanie m.in. w systemach ekspertowych
 - Dobór heurystyk do problemu

Heurystyka bis

- wszelkie prawa, kryteria, zasady, intuicje, które umożliwiają wybranie najbardziej efektywnych kierunków działania prowadzącego do osiągnięcia danego celu
- jest to praktyczna strategia poprawiająca efektywność rozwiązywania złożonych problemów
- prowadzi do rozwiązania wzdłuż najkrótszej, najbardziej prawdopodobnej drogi
- podaje proste kryterium wyboru kierunków postępowania
- powinna umożliwiać uniknięcie badania tzw. ślepych uliczek i wcześniejsze wykorzystanie zdobytych w trakcie badania informacji

Ograniczenia SI ...

świetnie rachuje, średnio podejmuje decyzje, ale ... słabo rozpoznaje (kot czy pies?)



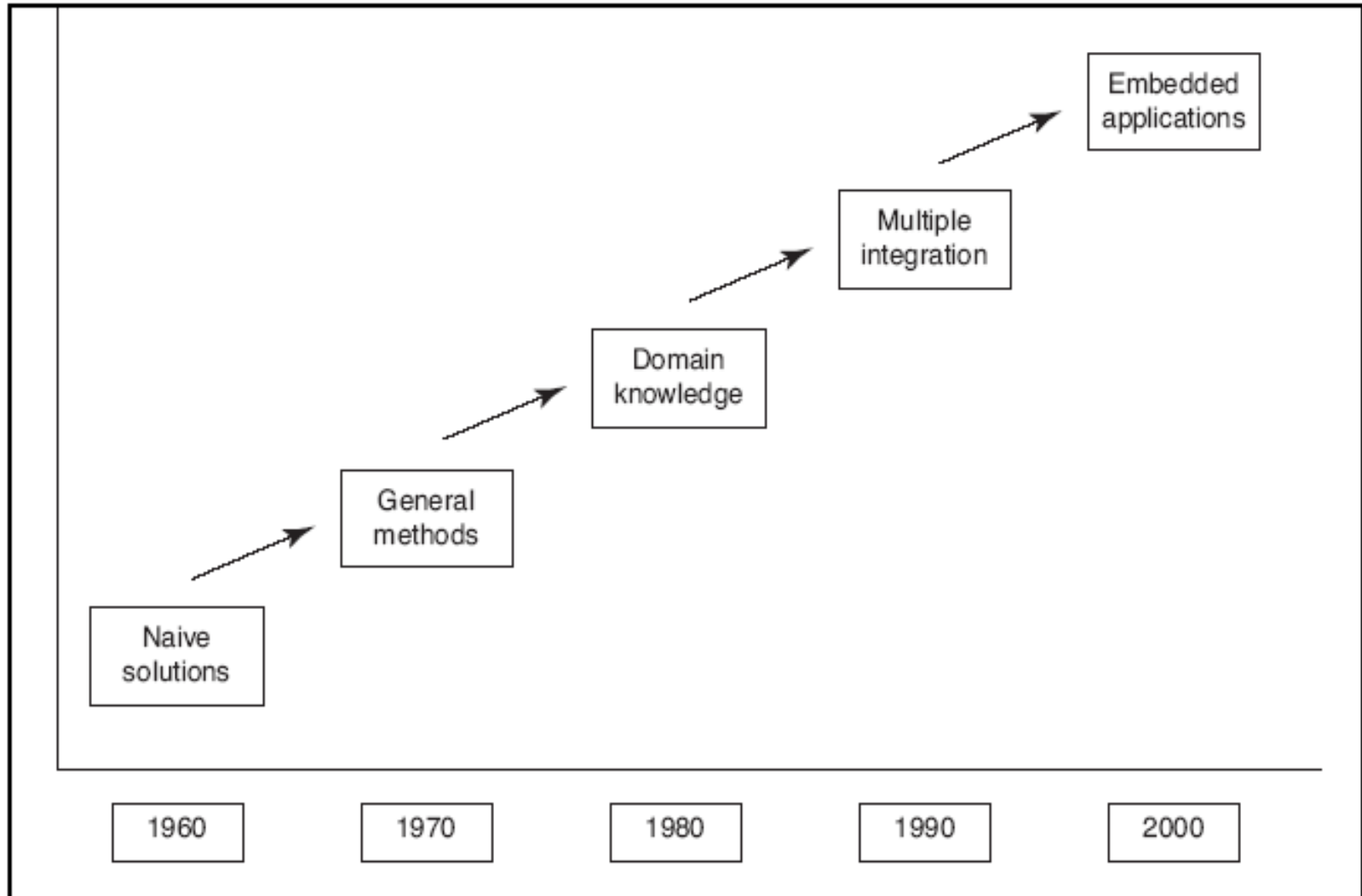
Charakterystyka SI jako przedmiotu

- Systemy bazujące na wiedzy, wykorzystujące raczej jakościową wiedzę niż modele matematyczne, charakteryzują się symbolicznym wnioskowaniem
 - numeryczne versus symboliczne
 - algorytmiczne versus heurystyczne
- Celem jest tworzenie systemów informatycznych (i maszyn) posiadających takie cechy jak:
 - uczenie się
 - pozyskiwanie wiedzy
 - adaptacyjność
 - autonomiczność
- Podział SI
 - silna - dotyczy systemów myślących, związana z kongwistyką (badanie i modelowanie umysłu)
 - słaba – problemy szczegółowe, o jasno zdefiniowanym celu oraz kryteriach (inteligencja obliczeniowa, *soft computing*), wykorzystuje logikę, teorie zbiorów, teorię automatów, probabilistykę i statystykę

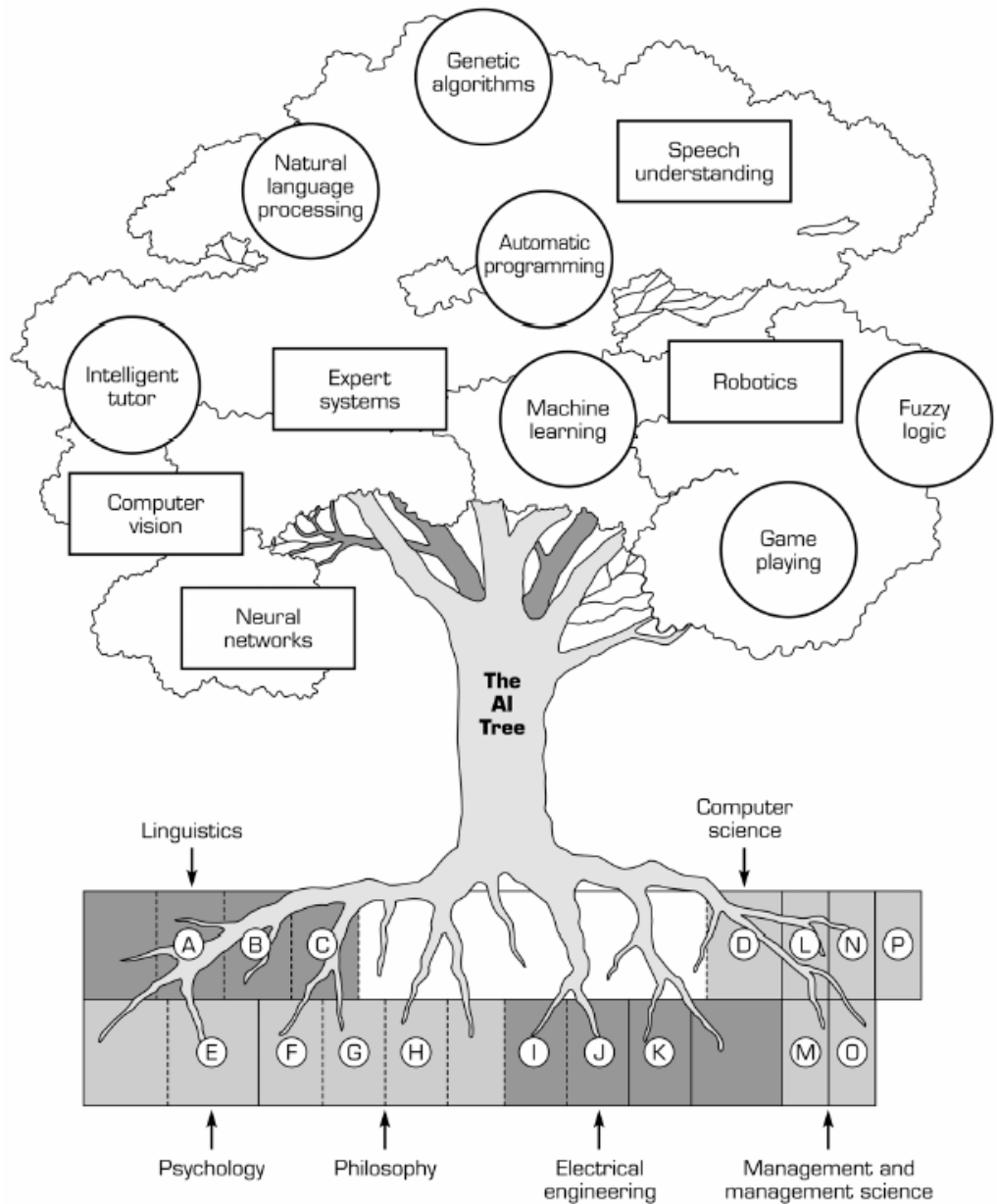
Podstawowe metody (słabej) SI

- automatyczne wnioskowanie
- transmutacje wiedzy
- inteligentne przeszukiwanie
- stosowanie heurystyk
- algorytmy mrówkowe
- maszynowe uczenie się
- odkrywanie asocjacji i wzorców sekwencji
- boty
-

Pragmatyczny rozwój SI



Tematyka SI



- Reprezentacja wiedzy
- Systemy ekspertowe
- Sieci neuronowe
- Algorytmy ewolucyjne
- Kognitywistyka
- Teoria gier
- Mowa i język
- Widzenie komputerowe
- Uczenie maszyn
-

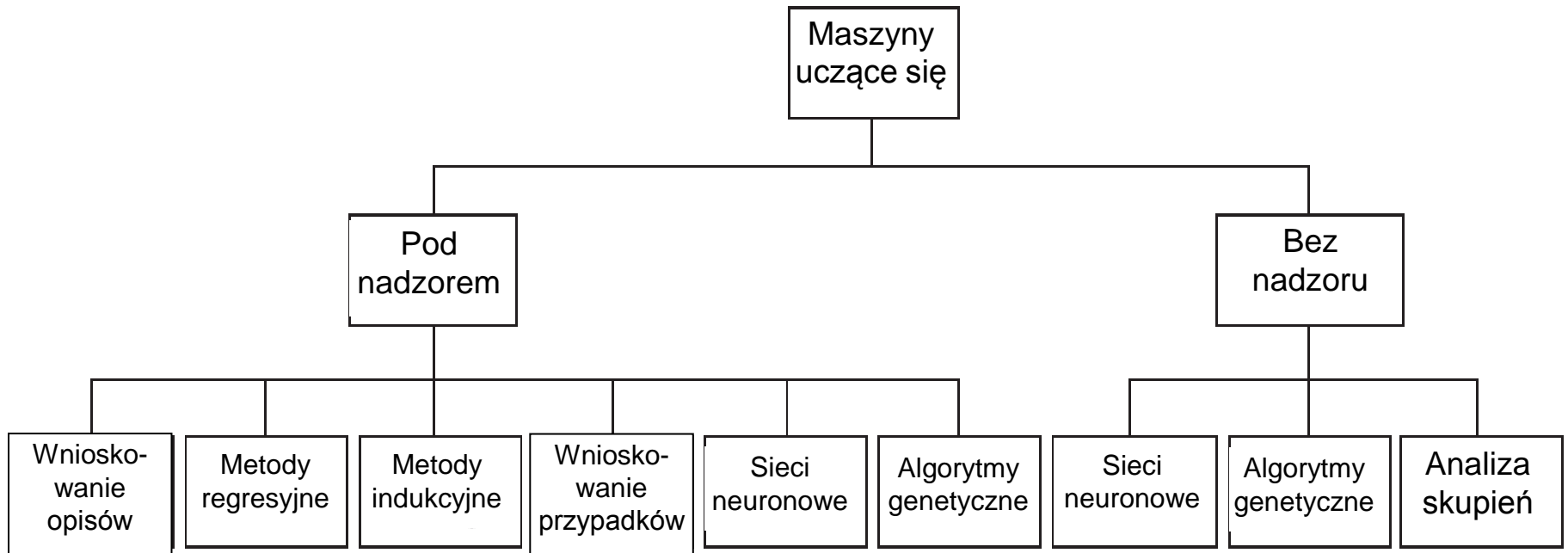
Uczenie (się) systemów

- Transmutacje wiedzy – są to różnorodne przekształcenia (dedukcyjne, indukcyjne, mieszane) stosowane do wiedzy wrodzonej, nabytej (zastanej) oraz informacji trenującej zmierzające do generowania nowej wiedzy (obiekty, opis)
- Przykłady transmutacji (pewne formalizmy)
 - uogólnienie/zawężenie (uszczegółowienie)
 - zwiększenie abstrakcji/konkretyzacja
 - upodabnianie/różnicowanie
 - wyjaśnianie/predykcja
- Przeszukiwanie/poszukiwanie
 - na ślepo (losowo)
 - *brutal force* (wyczerpująco), np. poszukiwanie drogi w labiryncie lub gra (dużo pamięci lub duża złożoność obliczeniowa)
 - analityczne (formalizm matematyczny)
 - heurystycznie (przybliżenia, orientacja, przewidywanie)

Systemy (maszyny) uczące się

- Maszynowe uczenie się to proces zmian autonomicznie zachodzących w systemie
 - na podstawie doświadczeń
 - celem poprawy jakości działania
- Uczenie się – proces wnioskowania na podstawie wiedzy wrodzonej (a priori) i informacji trenującej, realizowany za pomocą różnych transmutacji wiedzy, w wyniku którego powstaje nowa wiedza dołączana do wiedzy dostępnej w systemie
- Zastosowania:
 - odkrywanie wiedzy w bazach danych
 - automatyczne sterowanie
 - ‘inteligentne’ (dopasowujące się) interfejsy użytkownika
 - ...

Uczenie maszynowe



Maszyny uczące się

- Jak rozpoznawać (litery, znaki, twarze, dźwięki)?
 - Nie potrafimy sformalizować proces rozpoznawania
 - Podejście algorytmiczne jest bardzo złożone
 - Proces rozpoznawania przez człowieka nie jest do końca zrozumiały
- Metoda
 - Zbieramy przykłady z danymi wejściowymi i prawidłowymi odpowiedziami
 - Opracowujemy metodę uczącą się, zapewniającą skuteczność rozpoznawania nowych przypadków

Przykład: rozpoznawanie dwójki



Podsumowanie

- Żadna z maszyn dotychczas stworzonych nie wyszła poza zaproponowany przez człowieka zestaw zasad
- Maszyny przechodzą test Turinga w wąskim zakresie tematycznym (sport, szachy, proste zadania medyczne)
- Sztuczne systemy inteligentne działają w sposób z gruntu odmienny od ludzkiego mózgu
- Nieosiągalne dla maszyny
 - problem świadomości, myślenia, ogólniej dziania się bez mierzalnych efektów!
 - brak percepcji funkcji mózgu – symulacja nie jest możliwa!
 - mózg jest samouczący się, maszyny są zaprogramowane
 - rozumienie (chiński pokój)
 - elastyczność i dopuszczanie błędów, przybliżeń, skojarzeń (odwołań do wiedzy ogólnej, ludzkich uwarunkowań)
 - brak centralnego sterowania
 - brak teorii działania (dużo danych bez teorii)

Literatura

- Leszek Rutkowski: Metody i techniki sztucznej inteligencji, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006
- Piotr Cichosz: Systemy uczące się, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2000
- Marek Kasperski: Sztuczna inteligencja. Droga do myślących maszyn, Helion, Gliwice, 2003
- Jeff Hawkins, Sandra Blakeslee, Istota inteligencji, Helion, Gliwice, 2006
- Roger Penrose, Nowy umysł cesarza. O komputerach, umyśle i prawach fizyki, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2000

METODY

Metody asocjacyjne

- Odkrywanie w danych zależności asocjacyjnych to wydobywanie statystycznie istotnego współwystępowania określonych wartości atrybutów tychże danych
 - reguła asocjacyjna (opisuje współwystępowanie) zawiera dwie listy wartości atrybutów: warunkujących i warunkowanych
 - wzorce sekwencji dotyczą współwystępowania wartości atrybutów w układach z pewną dynamiką

Boty

- Nazwa od ro-bot (skrót robot)
- Narzędzia do przeszukiwania i pozyskiwania wiedzy, z mechanizmem decyzyjnym na bazie wcześniej zdobytej wiedzy
- Przykłady
 - chatterboty – automaty do konwersacji, pogawędek
 - infoboty – odpowiedzi na pytania dotyczące działalności firmy, generowanie odpowiedzi za pomocą poczty elektronicznej, poczty głosowej
 - shoppingboty – wspomaganie internetowych zakupów
 - searchboty, databoty – automatyczne przeszukiwanie baz danych
 - updateboty – aktualizacja danych i programów użytkownika
 - najbardziej znany: ALICE (Artificial Linguistic Internet Computer Entity – www.alicebot.org)

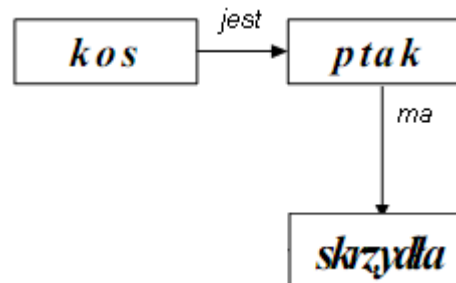
Sieci semantyczne

- źródła w badaniach z zakresu psychologii poznawczej
- węzły (reprezentujące pojęcia) oraz łuki (wyrażające relacje między pojęciami)
- do tej pory nie opracowano jednak definicji sieci semantycznej, ani nie zbudowano standardowych narzędzi do jej opisu
- znaczenie nadawane sieci wynika tylko z treści procedur, które operują na sieci
- kontekst, w jakim możemy użyć danego słowa, zapisujemy w strukturze sieci semantycznej
- cechy: graf, dziedziczenie hierarchiczne, typy bazowe i pochodne

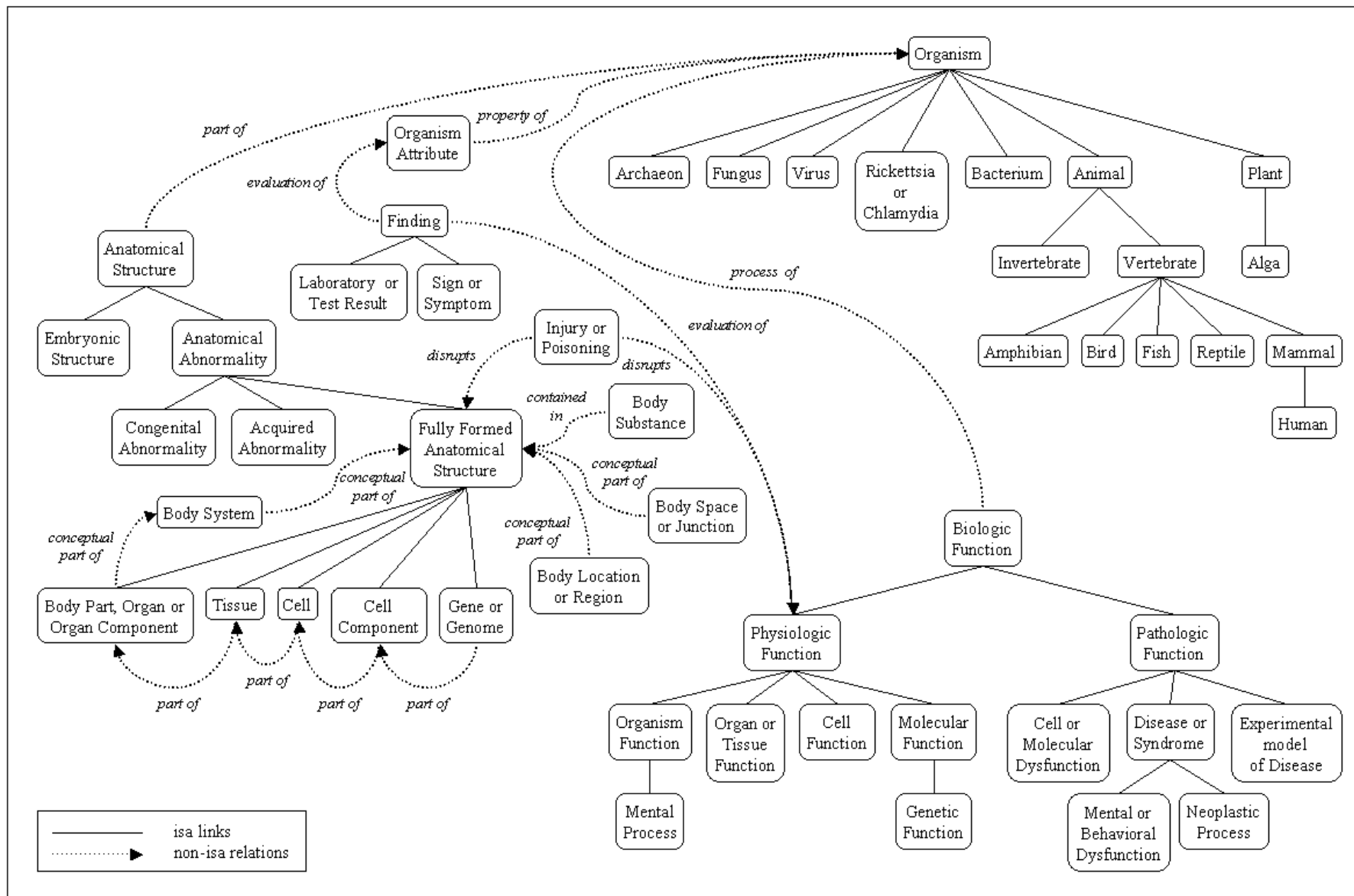
przykład: wszystkie kosi są ptakami



które mają skrzydła



Przykład sieci semantycznej (from UMLS Knowledge Source)



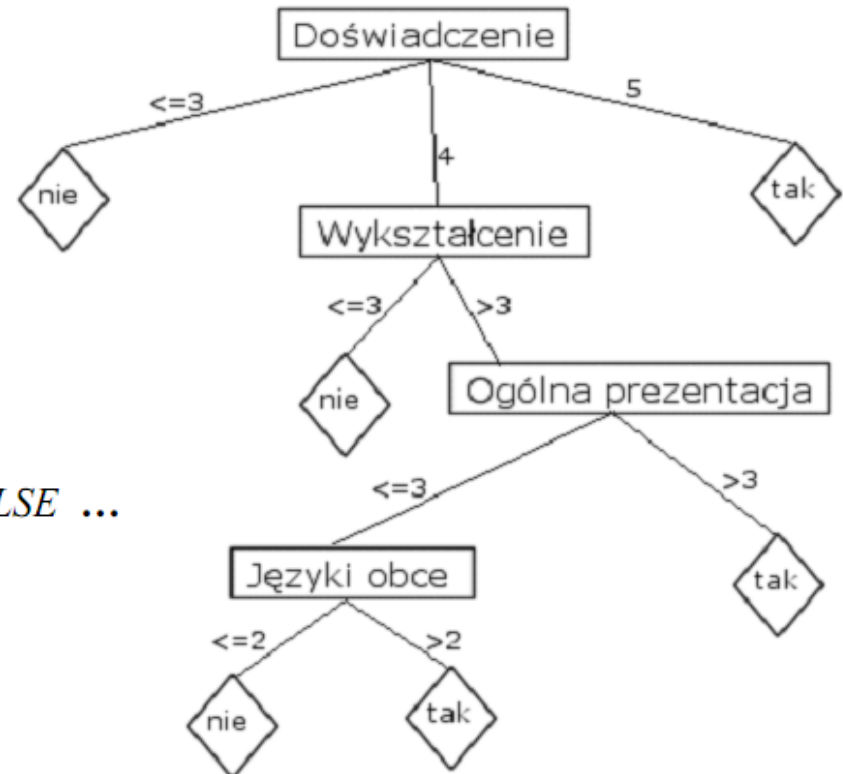
Drzewa decyzyjne

- Wiedza analityczna opisująca dane
- Pozwala rozumieć!

- Tabela decyzyjna

| Wiek | Płeć | Wykształcenie | Języki obce | Doświadczenie | Ogólna prezentacja | Przyjęty |
|------|------|---------------|-------------|---------------|--------------------|----------|
| 25 | m | 2 | 4 | 1 | 4 | nie |
| 22 | k | 4 | 3 | 4 | 2 | nie |
| 21 | m | 4 | 5 | 5 | 4 | tak |
| 29 | m | 1 | 3 | 2 | 3 | nie |

Drzewo



- Formuła

IF *Doświadczenie* ≤ 3 THEN *Przyjęty* = *nie* ELSE
IF *Doświadczenie* = 4 THEN
IF *Wykształcenie* ≤ 3 THEN *Przyjęty* = *nie* ELSE ...

ZADANIA SI

Aproksymacja

- Zadania aproksymacji (ekstrapolacji, rozpoznania)
 - przewidywanie (predykcja), uzupełnianie
 - znajdowanie zależności między danymi
 - klasyfikacja nieznanymi obiektów na podstawie znanych przykładów (rozpoznawanie mowy, OCR, sterowanie, prognozowanie trendów)
- Formalnie
 - Niech X - dowolny zbiór (przestrzeń stanów)
 - Niech $f : X \rightarrow Y$ - pewna (nieznana) funkcja na X w Y
 - Mamy dany ciąg przykładów: $(x_1, y_1), \dots (x_n, y_n)$
 - Dla dowolnego x_0 znaleźć takie y za pomocą dobranego f , aby $f(x_0)=y$ lub $|f(x_0)-y|$ było minimalne lub $\Pr(f(x_0)=y)$ było maksymalne
 - f jest uogólnieniem charakteryzującym dany problem (rodzajem modelu)
- Przykłady
 - rozpoznanie raka sutka, symptomów udaru niedokrwienego
 - przyporządkowanie znormalizowanym obrazków litery czy ogólnie znaku opisanego np. kodem ASCII

Optymalizacja

■ Zadania optymalizacyjne

- szukanie najlepszego rozwiązania (ocenianego liczbowo)
- przykłady: minimalizacja kosztu, minimalizacja funkcji błędu, maksymalizacja wygranej (gry logiczne)

■ Formalnie

- Niech X - dowolny zbiór skończony (przestrzeń stanów – zbiór wszystkich możliwych rozwiązań problemu)
- Niech $f : X \rightarrow \mathbb{R}$ - pewna rzeczywista funkcja na X w (funkcja celu)
- Mamy dany ciąg przykładów: $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$
- Znaleźć takie $x_0 \in X$, aby
$$f(x_0) = \max\{f(x)\} \quad \text{lub} \quad f(x_0) = \min\{f(x)\} \quad \text{dla } x \in X$$
- x_0 jest najlepszym rozwiązaniem

■ Przykłady

- wyjście z labiryntu, komiwojażer (minimalna odległość)
- posunięcia giełdowe maksymalizujące zysk

Narzędzia do tworzenia SE

- języki algorytmiczne (Basic, Pascal, C, C++)
- języki sztucznej inteligencji (Lisp, Prolog)
- języki systemów ekspertowych (CLIPS, Flops, OPS5, Smalltalk)
- środowiskowe programy ułatwiające implementacje systemu (Pro Genesis, KEE, Loops, Level 5 Object, Aion Execution System)
- systemy szkieletowe (ExSys, DecisionPro, G2, XpertRule)