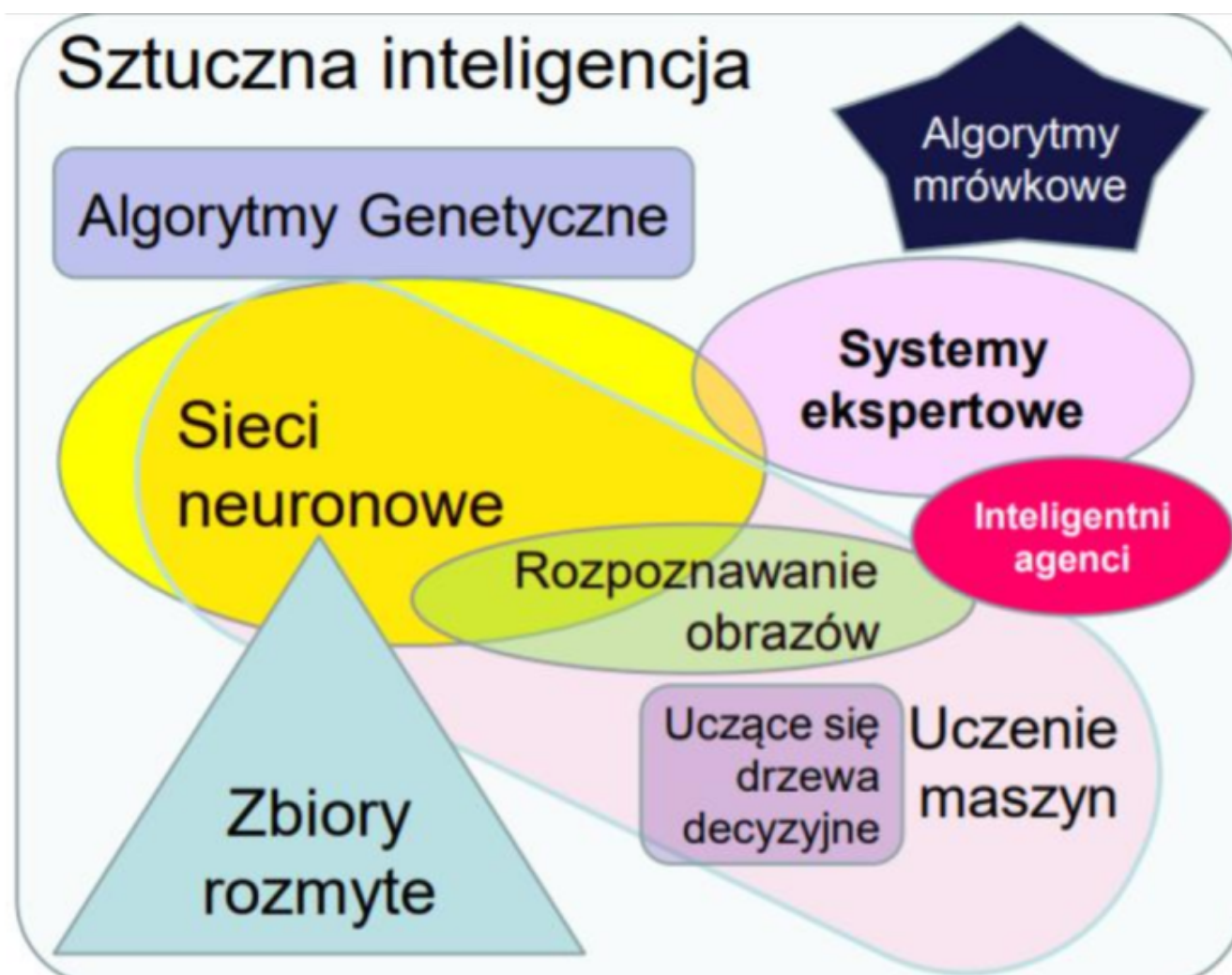


AI: Systemy Ekspertowe



Podstawową ideą symulacji kognitywnej jest konstrukcja algorytmów heurystycznych (algorytm heurystyczny może dostarczać akceptowalne rozwiązanie problemu, ale nie można przeprowadzić formalnego dowodu poprawności tego algorytmu) w celu symulacji ludzkich procesów umysłowo poznawczych (np. wnioskowania, rozwiązywania problemów, rozpoznawania obiektów, uczenia się) przez próbę odtworzenia sekwencji elementarnych kroków wykonywanych przez człowieka w trakcie tych czynności.

Model symulacji kognitywnej składa się z czterech podstawowych elementów:

- koncepcji przestrzeni stanów,
- rozwiązywania problemu przez heurystyczne przeszukiwanie (zwykle nie znamy algorytmu rozwiązania problemu),
- analizy celów i środków (jeśli dysponujemy funkcją oceny/kosztu wygenerowanych stanów, to możemy ją wykorzystać do generacji nowych stanów),
- metody redukcji problemu (zastąpieniu złożonego problemu przez sekwencję podproblemów).

Powstanie modeli konekcyjnistycznych, w których zjawiska umysłowe modeluje się jako emergentne procesy zachodzące w sieciach złożonych z prostych elementów składowych. Do modeli tych zalicza się sztuczne sieci neuronowe. Model neuronu zaproponowali W.S. McCulloch i W. Pitts w 1943 r.

Propozycja podejścia opartego na logice zamiast modeli symulacji ludzkiego myślenia (J. McCarthy). McCarthy rozwinął język Lisp. W ramach tego podejścia na początku lat siedemdziesiątych pojawił się nurt badań związanych z zastosowaniem logiki pierwszego rzędu wSI. Jego rezultatem było stworzenie Prologu. Nurt ten zaowocował następnie powstaniem modelu programowania logicznego z ograniczeniami.

To podejście jest konkurencyjne do symulacji kognitywnej i podejścia opartego na logice. System rozwiązuje konkretny problem po dostarczeniu wszelkiej możliwej wiedzy ekspertów nt. problemu. Wiedza powinna być sformalizowana w postaci danych, a system powinien być wyposażony w uniwersalny mechanizm wnioskujący oraz moduł weryfikacji poprawności działania. To podejście wykorzystuje się w modelu reprezentacji wiedzy w postaci reguł wnioskowania oraz w regułowych systemach ekspertowych.

Systemy ekspertowe

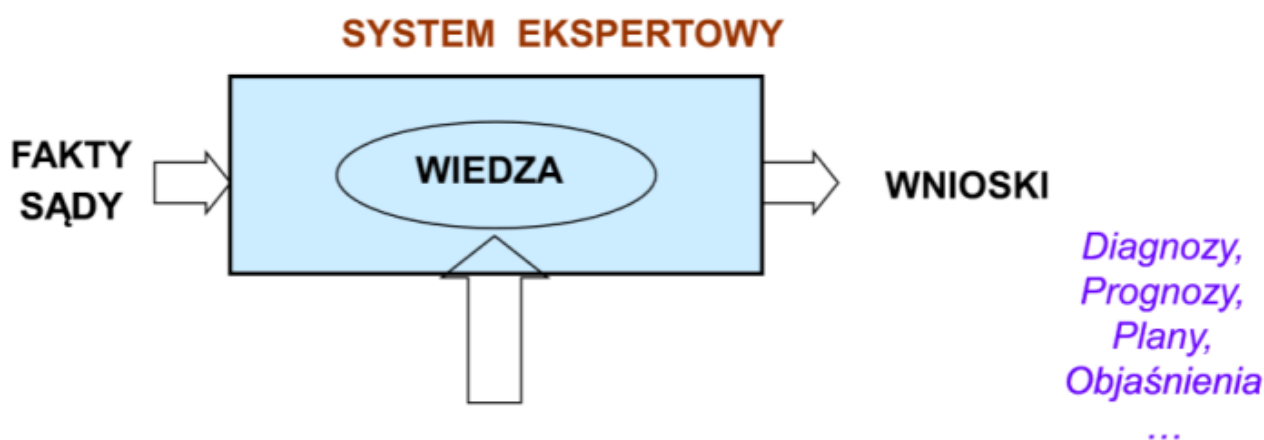
Wiedza na temat dziedziny jest bardzo cenna, gdyż pozwala określić racjonalne działania.

- Ogrom zgromadzonej wiedzy oraz subtelne nierazależności pomiędzy jej składnikami czynią jednakkorzystanie z niej procesem bardzo żmudnym.
- Efektywne wykorzystanie wiedzy wymaga więcej narzędzi wspomagających, które pozwolą ogarnąć całość oraz wyciągać skomplikowane wnioski.
- Narzędziami umożliwiającymi kompleksowe wykorzystywanie wiedzy są systemy ekspertowe.
- Podstawę systemów ekspertowych stanowią: język logiki oraz ontologia wyższa świata.

System ekspertowy (doradczy):

system informatyczny wykorzystujący procedury wnioskowania do rozwiązywania problemów, które są na tyle trudne, że wymagają znaczącej ekspertyzy specjalistów.

„wykorzystuje wiedzę eksperta do rozwiązywania takich problemów, które wymagają inteligencji człowieka -eksperta„



Ogólnie przyjmuje się, że system ekspertowy jest to system informatyczny, który ma na celu zastąpienie pracy eksperta w danej dziedzinie.

System ekspertowy może wykonywać następujące funkcje: doradzanie, analizowanie, klasyfikowanie, udzielanie informacji, diagnozowanie, uczenie się, gromadzenie doświadczeń, prognozowanie,

planowanie, nauczanie, testowanie, czyli wszystkie te zadania, które mógł realizować człowiek - ekspert.

System ekspertowy powinien:

1. „rozumieć” i analizować problem;
2. wybierać fakty niezbędne do wykonania ekspertyzy;
3. udzielać porad;
4. wyjaśniać sposób rozwiązania danego problemu.

Wiedza (niezbędna, by zapewnić odpowiedni poziom ekspertyzy), wraz z procedurami wnioskowania stanowi model ekspertyzy, posiadanej przez najlepszych specjalistów w danej dziedzinie.

Wiedza systemu eksperckiego: fakty i heurystyki.

Fakty: powszechnie akceptowane przez specjalistów.

Heurystyki: informacja subiektywna, która charakteryzuje proces oceny przez określonego specjalistę.

Heurystyki: intuicyjne domysły, przypuszczenia, zdroworozsądkowe zasady postępowania.

Poziom ekspertyzy to funkcja rozmiaru i jakości bazy wiedzy danego systemu.

Przesłanki stosowania systemów ekspertowych

- Koszty: w dłuższym okresie czasu są znacznie tańsze, pomagają w rozwiązywaniu problemów wymagających najbardziej specjalistycznej (najdroższej) wiedzy.
- Brak ekspertów w wielu dziedzinach.
- SE pracują szybciej, nie męczą się, są bardziej niezawodne niż ludzie.
- Konsekwentne, obiektywne, dokładne.
- Zawsze do dyspozycji (nie strajkują!).
- Analiza dużych ilości danych wymaga komputera.

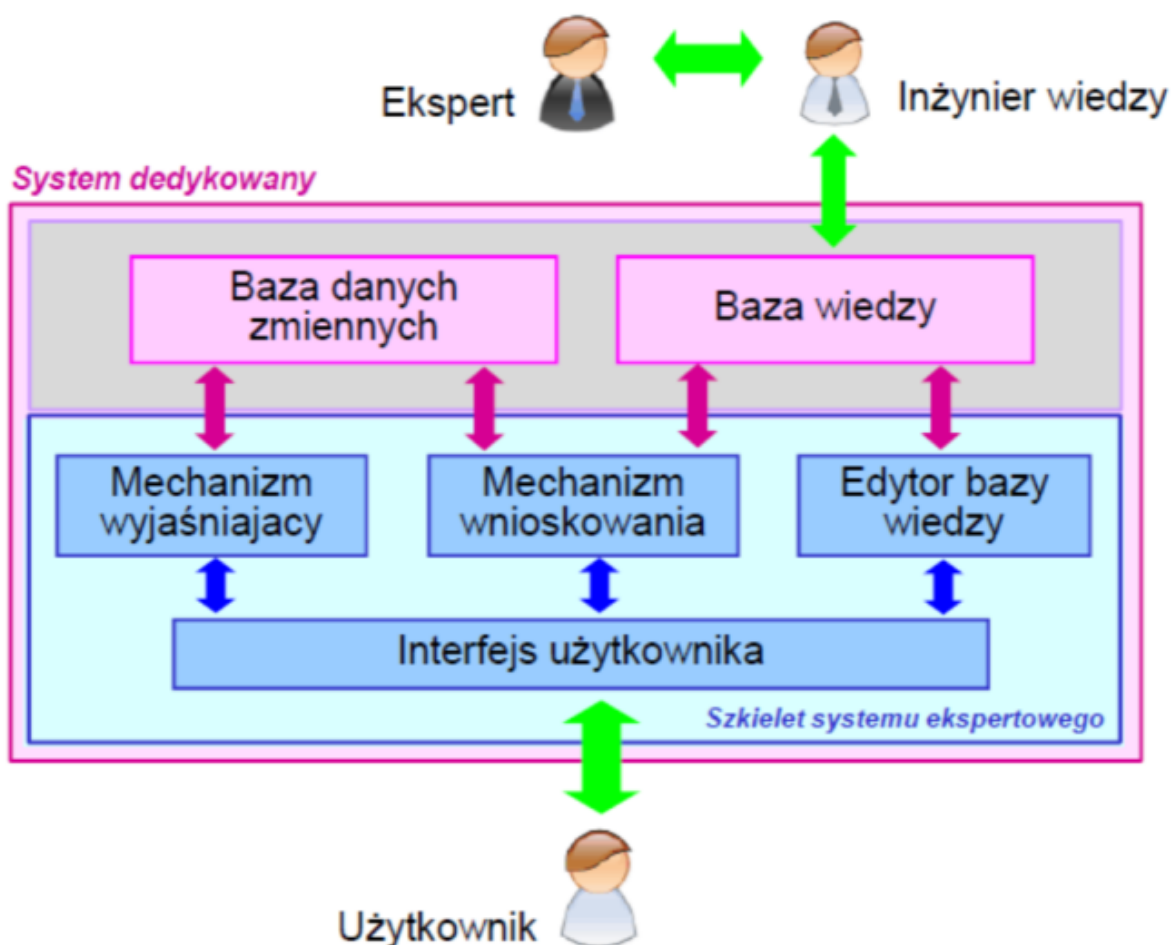
SE: systemy oparte na wszystkich sposobach reprezentacji wiedzy, najczęściej w postaci reguł produkcji.

Rodzaje systemów eksperckich

Interpretacyjne	dedukują opisy sytuacji z obserwacji lub stanu czujników np. rozpoznawanie mowy, obrazów
Predykcyjne	wnioskują o przyszłości na podstawie danej sytuacji np. prognozowanie pogody, rozwój choroby
Diagnostyczne	ocena systemu na podstawie obserwacji (wykrywanie wad) np. elektronika, mechanika
Kompletowania	konfiguruje obiekt biorąc pod uwagę istniejące ograniczenia np. konfiguracja systemu komputerowego

Planowanie	podejmuje określone działania do osiągnięcia celu
Monitorowanie	porównywanie zachodzących zjawisk z ograniczeniami nałożonymi na nie np. reakcje w elektrowniach atomowych
Sterowanie	kierowanie działaniem systemu; w skład wchodzi interpretowanie, predykcja, naprawa i monitorowanie zachowania się obiektu
Poprawianie	podaje sposób postępowania w przypadku nieprawidłowego funkcjonowania obiektu, którego system dotyczy
Naprawy	ustala kolejność wykonywania napraw uszkodzonych obiektów
Instruowania	systemy doskonalenia zawodowego dla studentów

Struktura systemu ekspertowego



Elementy systemu ekspertowego

Szkielet systemu w skład którego wchodzi:

- Mechanizm wnioskowania (maszyna wnioskująca) Główny składnik systemu ekspertowego wykonujący cały proces rozumowania w trakcie rozwiązywania problemu postawionego przez użytkownika;
- Interfejs użytkownika Umożliwia udzielanie informacji systemowi (TELL) oraz zadawanie pytań,

odbieranie od systemu odpowiedzi i wyjaśnień (ASK);

- Edytor bazy wiedzy Pozwala modyfikować wiedzę zawartą w systemie, umożliwiając tym samym jego rozbudowę;
- Mechanizm wyjaśniający Element interfejsu użytkownika, który umożliwia uzyskanie informacji:
 - dlaczego system udzielił takiej, a nie innej odpowiedzi,
 - dlaczego system zadał użytkownikowi określone pytanie.
- Baza wiedzy

Deklaratywna postać wiedzy ekspertów z danej dziedziny zapisana za pomocą wybranego sposobu reprezentacji wiedzy, najczęściej reguł lub ram.

- Baza danych zmiennych

Pamięć robocza przechowującą pewne fakty wprowadzone w trakcie dialogu z użytkownikiem; Umożliwia odtworzenie sposobu wnioskowania systemu i przedstawienie go użytkownikowi za pomocą mechanizmu wyjaśniającego. Pozyskiwaniem wiedzy od ekspertów zajmują się inżynierowie wiedzy. Pozyskiwanie wiedzy to zwykle długi i żmudny proces, gdyż wiedza stosowana przez ekspertów ma charakter intuicyjny i praktyczny, często trudny do werbalizacji.

Wiedza w systemie eksperckim

opisy lub fakty, to podstawowe cechy i pojęcia wyrażone jako elementarne składniki zdań zapisanych w jakimś języku. Ich zadanie to identyfikacja i rozróżnianie obiektów i klas. Zawarte są w nich także wszelkiego typu reguły lub algorytmy wykorzystywane do interpretacji danych wejściowych,

relacje, to obraz zachodzących zależności i skojarzeń pomiędzy elementami wchodzącymi w skład opisów (faktami),

procedury, to mechanizmy jakie podlegają relacje i fakty.

Rodzaje baz wiedzy

baza tekstów (text base) - występuje w niej naturalna strukturalizacja informacji, wynikająca np. z ułożenia alfabetycznego. Przykładem mogą być słowniki, które zawierają wiedzę ogólną z danej dziedziny.

baza danych (data base) - zawiera uporządkowane sprecyzowane, szczegółowe informacje. Typ danych jest często numeryczny, a operacje na niej wykonywane są zdeterminowane.

baza reguł (rule base) - zawiera zbiór zależności pomiędzy obiektami występującymi w danej dziedzinie.

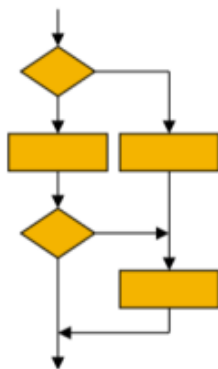
baza modeli (model base) - w niej zawarte są modele matematyczne występujące w danej dziedzinie. Możemy wyróżnić trzy typy: deterministyczne, niedeterministyczne, wartości oczekiwane.

baza wiedzy zdroworozsądkowej (common sense knowledge base) - zbiór potencjalnych, racjonalnych zachowań człowieka, reguł definiujących sposoby podejmowania decyzji.

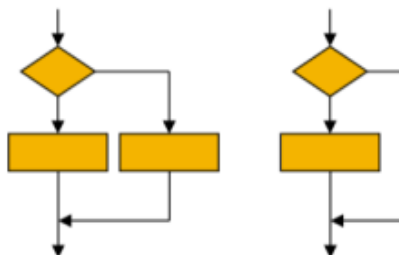
Metody reprezentacji wiedzy

Podstawowe reprezentacje wiedzy: - formuły $x = f(a, b, \dots)$ $s = v.t$

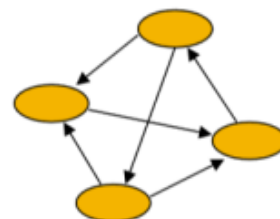
- *procedury*



- *reguły*



- *struktury*



Wiedza proceduralna mówi „jak” rozwiązać problem - określa zbiór procedur, których działanie reprezentuje wiedzę o danej dziedzinie .

Wiedza deklaratywna mówi „czym” rozwiązać problem - określa zbiór specyficznych dla danej dziedziny faktów, stwierdzeń, reguł..

Symboliczne:

- Metody bazujące na zastosowaniu logiki
 - logika konwencjonalna: rachunek zdań, rachunek predykantów, metoda rezolucji, itp..
 - logika niekonwencjonalna (rozmyta, wiele wartościowa)
 - metody wykorzystujące zapis stwierdzeń,
 - metody wykorzystujące systemy regułowe (wektory wiedzy),
- Metody z wykorzystaniem sieci semantycznych,
- Metody oparte na ramach,
- Metody używające modeli obliczeniowych.

Niesymboliczne:

- Sztuczne sieci neuronowe
- Algorytmy genetyczne

Inne:

- język naturalny
- tablice decyzyjne
- drzewka decyzyjne
- sieci Bayesa
- scenariusze
- metody stosowane w projektowaniu SI np. UML

- ontologie,
- zbiory przybliżone
- XML
- Logiczne agenty

Założenia symbolicznych metod reprezentacji wiedzy

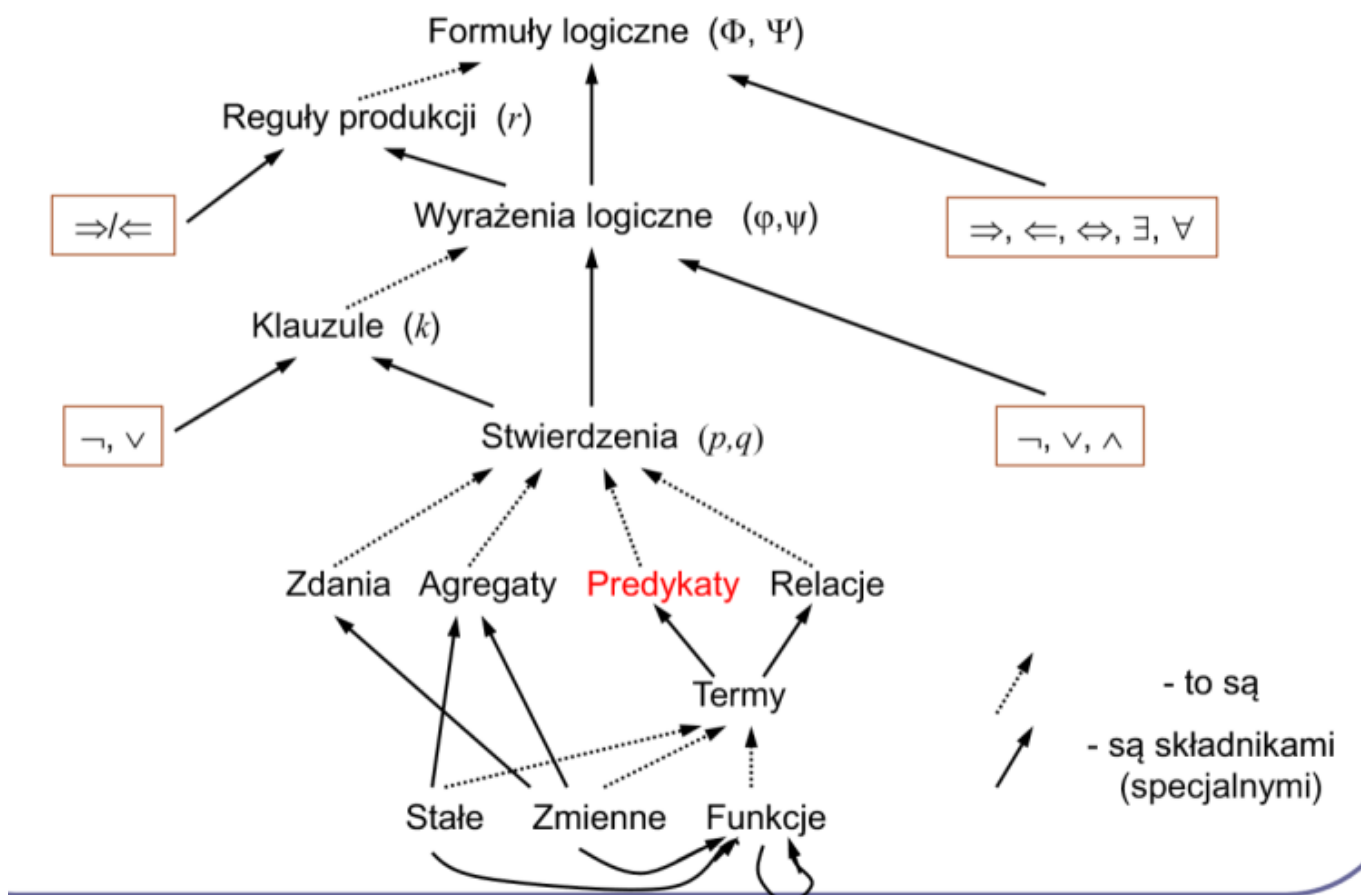
1. możliwe jest skonstruowanie modelu reprezentującego system inteligentny explicite,
2. wiedza w tych modelach powinna być reprezentowana w sposób symboliczny (np. w postaci grafów lub reguł; modele wiedzy w symbolicznej SI są konstruowane na podstawie modeli logiki, matematyki dyskretnej, teorii języków formalnych itd.),
3. (inteligentne) działania umysłowo-poznawcze można opisać przy użyciu formalnych operacji nad wyrażeniami i strukturami symbolicznymi należącymi do modelu wiedzy.

Metody symbolicznej reprezentacji można podzielić na dwie grupy.

1. Pierwsza obejmuje ogólne modele reprezentacji wiedzy i inteligentnych działań (np. podejście symulacji kognitywnej, podejście oparte na logice).
2. Druga obejmuje modele oparte na reprezentacji wiedzy, ale w ramach specyficznego aspektu czy też obszaru jej funkcjonowania (np. podejście oparte na reprezentacji wiedzy w postaci reguł wnioskowania, strukturalne modele reprezentacji wiedzy, podejście wykorzystujące gramatyki generatywne do reprezentacji wiedzy)

Modele reprezentacji wiedzy oparte o logikę

W podejściu tym przyjmuje się, że inteligentne systemy informatyczne powinny nie tyle być konstruowane jako symulatory heurystycznych reguł ludzkich procesów myślowych, ale raczej przy użyciu sformalizowanych modeli wnioskowania logicznego. System w tym podejściu nie realizuje algorytmu będącego sekwencją rozkazów/instrukcji określających jak wykonać obliczenia, aby uzyskać rozwiązanie problemu (paradygmat imperatywny). System powinien ograniczyć się jedynie do określenia, jakie pożądane własności powinno mieć rozwiązanie problemu (czyli co jest rozwiązaniem problemu, a nie jak rozwiązać problem). Samo rozwiązanie problemu powinno być przeprowadzone przez uniwersalne oprogramowanie podstawowe, które wykorzystuje programowanie logiczne lub programowanie funkcyjne (paradygmat deklaratywny). W programowaniu logicznym specyfikacja pożądanych własności rozwiązania problemu ma charakter zbioru twierdzeń/reguł wyrażonych w języku logiki. Użytkownik formułuje pytanie/hipotezę, a system SI sprawdza drogą wnioskowania logicznego przy użyciu twierdzeń/reguł zapisanych w programie, czy jest to prawda. Przykładem takiego podejścia jest Prolog.



Opis języka logiki

Wyrażenia języka składają się z term i formuł.

1. termy - encje, obiekty

- symbole stałych (zwykle z początku alfabetu):
 $a, b, \dots$
- symbole zmiennych
- n -argumentowe symbole funkcyjne $f(t_1, \dots, t_n)$,
gdzie $t_1, \dots, t_n$ to termy
np. $a, f(g(x, b), c)$ to termy zamknięty (bez
zmiennych) oraz otwarty (ze zmiennymi), termy
mogą być z indeksami: a_1, f_3^n , gdzie n to ilość
argumentów funkcji

2. formuły - fakty zachodzące w świecie

- formuły atomowe - symbole relacji
0-argumentowych zwanych stałymi zdaniowymi
oraz relacje n -argumentowe oznaczane P tzn.
 $P(t_1, \dots, t_n)$, gdzie t_n to termy dla $n \geq 1$
- formuły - z formuł atomowych, $\neg, \Rightarrow, \forall$
 - i) α, β
 - ii) $(\neg\alpha)$
 - iii) $(\alpha \Rightarrow \beta)$
 - iv) $(\forall x \alpha)$, gdzie x jest zmienną

Relacja n -argumentowa oznaczana literą P jest zwana predykatem np. predykat P związany jest z pojęciem jakiejś konkretnej rzeczy tzn. $P(a)$ np. jest symbolem rzeczy osoby oznaczonej termem a np: Joanny.

Literałem pozytywnym jest α , a negatywnym $\neg\alpha$.

Korzystając z podanych definicji tworzenia formuł rozszerza się zbiór spójników i kwantyfikatorów języka poprzez następujące definicje:

- $(\alpha \vee \beta) = ((\neg\alpha) \Rightarrow \beta)$
- $(\alpha \wedge \beta) = (\neg((\neg\alpha) \vee (\neg\beta)))$
- $(\exists x \alpha) = (\neg(\forall x(\neg\alpha)))$

Symbol $\exists$ jest kwantyfikatorem szczegółowym (egzystencjalnym), $\alpha \vee \beta$ - alternatywą formuł, $\alpha \wedge \beta$ - koniunkcją formuł.

Formuła zamknięta zwana także zdaniem lub formułą zdaniową jest formułą bez zmiennych wolnych (zmiennych nie związanych z kwantyfikatorem $\forall$ lub $\exists$) w przeciwieństwie do formuły otwartej np. $P(x, y) \Rightarrow \exists x \forall z P(x, y)$ jest formułą otwartą. W celu poprawienia czytelności można pomijać także nawiasy kierując się następującą listą - od najmocniej do najslabiej wiążących - spójników i kwantyfikatorów: $\neg \forall \exists \wedge \vee \Rightarrow$

Modele reprezentacji wiedzy oparte o logikę predykatów

Logika predykatów

Podstawowe pojęcia logiki predykatów są symbol term (konstant) i predykat. Predykat P jest to „funkcja”, która ma tylko dwie wartości $P = \{\text{true}, \text{false}\}$

Term może być konstantą, np. twierdzenie ojciec (adam, rafał) lub zmienna predykat ojciec (X,Y)

Logika predykatów jest zbudowana z trzech komponentów:

- rachunek predykatów pierwszego rzędu,
- kilka twierdzeń, przedstawionych w terminach języka RP,
- reguły wnioskowania.

Rachunek predykatów pierwszego stopnia jest to zbiór logicznych formuł (LF), które mogą zawierać następujące operatory

Symbol	Znaczenie symbolu
x, y, z	Zmienne
a, b, c	Konstanty
f, g, h	Funkcje
p, q, r	Predykaty
$\exists x$	<u>Kwantor istnienia</u>
$\forall x$	<u>Kwantor uniwersalności</u>
$A \wedge B$	Operator 'I' (konjunkcja)
$A \vee B$	Operator 'Lub' (dyzjunkcja)
$\neg A$	Operator 'Nie' (negacja)
$A \rightarrow B$	Operator postępowania (implikacja)
$A \leftrightarrow B$	Dwustronna implikacja (warunek 'wtedy i tylko wtedy')

From:

<https://wiki.ostrowski.net.pl/> - Kacper's Wiki

Permanent link:

https://wiki.ostrowski.net.pl/doku.php?id=notatki:ai_sys_espertowe&rev=1748000061

Last update: **2025/05/23 13:34**

