



Wrocław University of Technology

Wiedza i metody jej reprezentacji w ES

Halina Kwaśnicka

Katedra Inteligencji Obliczeniowej

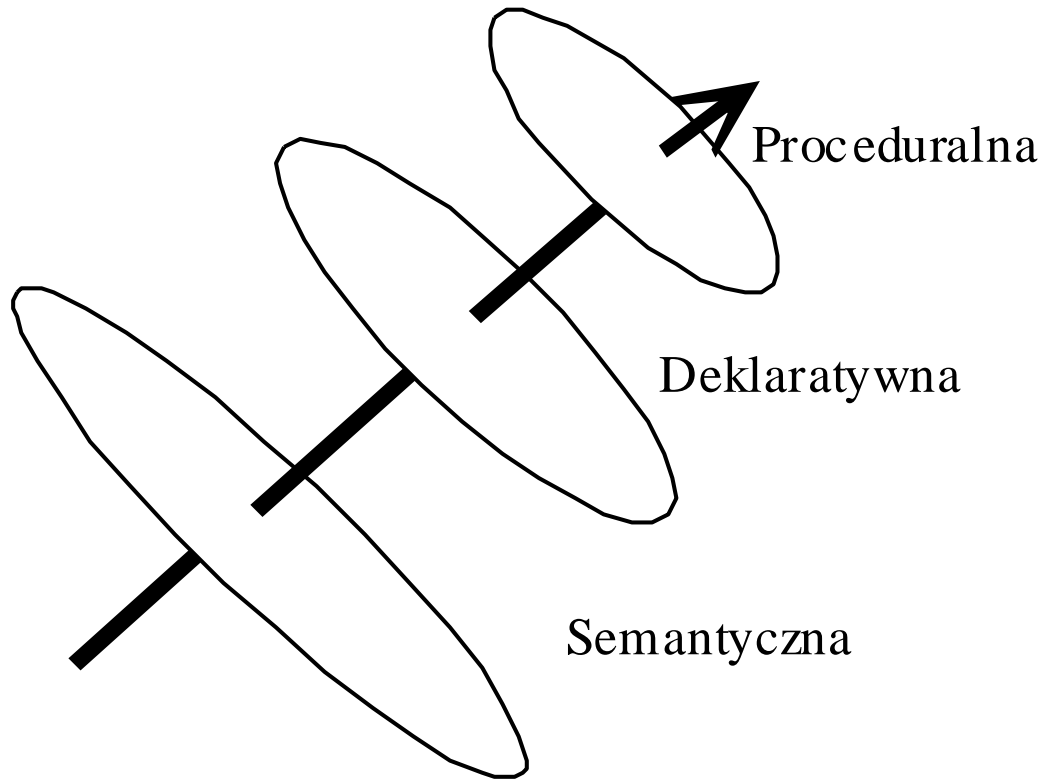
Politechnika Wrocławska

Halina.kwasnicka@pwr.edu.pl

Wiedza - co to takiego?

- **Wiedza** - (Feigenbaum)
 - Nie jest synonimem informacji
 - Wiedza jest raczej informacją, która jest zinterpretowana, skategoryzowana, zastosowana i sprawdzona
- Powiązania pomiędzy **wiedzą** a **ekspertyzą**:
 - Nie możemy wprost obserwować czyjejs wiedzy
 - Możemy obserwować i uczyć się interpretować ekspertyzy
 - **Ekspertyza** jest demonstracją zastosowania wiedzy
- Niech dwie osoby posiadają podobną wiedzę
 - Czy będą demonstrować to samo użycie wiedzy?
 - Odpowiedź brzmi 'nie' - ta różnica to rozumienie ekspertyzy

Kategorie wiedzy



Wiedza:

- proceduralna
- deklaratywna
- semantyczna
- epizodyczna

Wiedza proceduralna i deklaratywna

- Wiedza proceduralna
 - obejmuje umiejętności osoby wiedzącej ‘jak to wykonać’ (knowing how)
 - Anderson (1980): jeśli jakąś wiedzę (proceduralną) używamy ciągle, to tracimy do niej “dostęp” - możliwość raportowania jej
- Wiedza deklaratywna
 - jest wiedzą ‘knowing that’
 - łatwo ją zwerbalizować (główna różnica między deklaratywną a proceduralną wiedzą)

Wiedza semantyczna

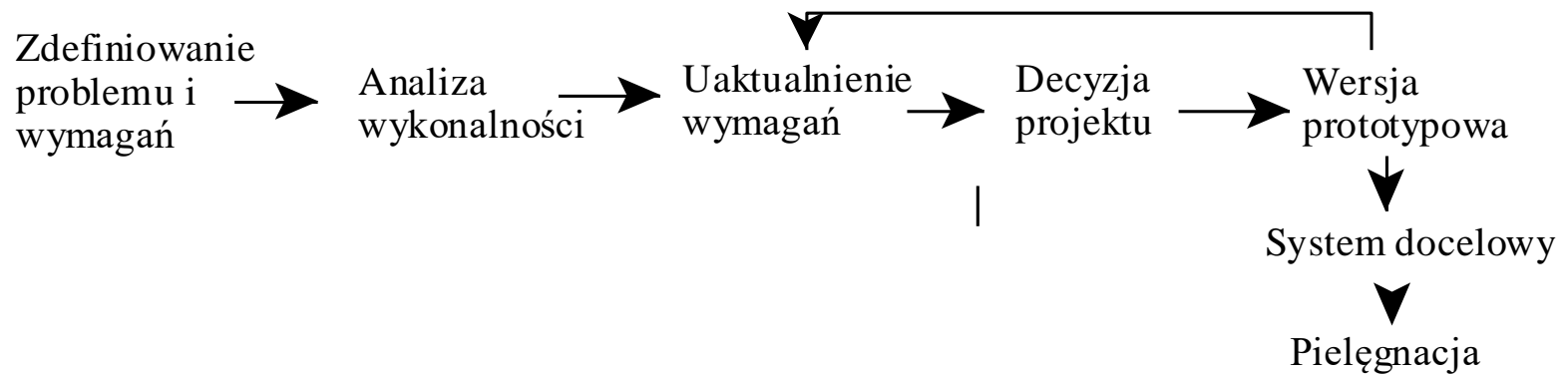
- jeden z dwóch typów pamięci długotrwałej
- odzwierciedla strukturę poznawczą, organizację i reprezentację
- jest to zorganizowana wiedza o:
 - słowach i innych symbolach werbalnych
 - słowo/symbol znaczenie i reguły użycia
 - słowo/symbol odnośniki i powiązania
 - algorytmy manipulowania symbolami, pojęciami, relacjami
- jest to wiedza najistotniejsza dla KE, zawiera:
 - pamięć dla słownika
 - pojęcia
 - fakty
 - definicje i powiązania pomiędzy faktami
- decyduje, czy ES będzie naśladował pracę eksperta

Wiedza epizodyczna

- autobiograficzna, eksperymentalna informacja, którą gromadzi się (grupuje) przez epizody
- jest długotrwała, różna od semantycznej
- w semantycznej:
 - fakty mogą być zorganizowane hierarchicznie ('fotel' i 'tapczan' mogą być zgrupowane funkcjonalnie w 'rzecz do siedzenia', dalej w grupę 'meble'...)
 - nie mają powiązań czasowych ani przestrzennych
- w epizodycznej:
 - fakty nie są zorganizowane ani skategoryzowane przez pojęcia lub relacje
 - jest zorganizowana przez środki czasowe i przestrzenne (np. specyficzne doświadczenie, które mieliśmy siedząc na antycznym fotelu i on się złamał).

Oba te typy wiedzy z pamięci długotrwałej są ważne

Typowy cykl życia ES



- Najczęstsza metoda budowy ES - szybkie prototypowanie
- Idea szybkiego prototypowania - cykle: pozyskaj, zaimplementuj, testuj

Reprezentacja wiedzy - definicja

1. Co reprezentować? Jaki obszar wiedzy należy zgromadzić w systemie ekspertowym, aby system spełniał swoją rolę?
2. Jak reprezentować? W jaki sposób ta wiedza powinna być zakodowana w systemie?

Odpowiedź musi znaleźć *inżynier wiedzy*

Reprezentacja wiedzy - formalizm zapisu informacji posiadanych przez system wraz ze sposobami operowania na zbiorze tych informacji

Różne rozumienie reprezentacji wiedzy

- Bobrow: między danym ‘fragmentem świata’ a jego reprezentacją w systemie powinien zachodzić ścisły związek, tzn.:
 - zmiany zachodzące w świecie rzeczywistym implikują odpowiednią aktualizację wiedzy reprezentowanej w systemie
 - odpowiedź systemu, generowana w oparciu o wiedzę reprezentowaną w systemie, powinna być zgodna z wynikiem obserwacji modelowanego fragmentu świata
- McDermott: system reprezentacji wiedzy składa się z:
 - notacji
 - semantyki notacji dla określonej dziedziny wiedzy
 - algorytmów wyszukiwania, wnioskowania i aktualizacji danych

Podmioty reprezentacji w danej dziedzinie:

- obiekty: *Ala, Pałac Kultury, Azor*
- własności obiektów: *Ala jest blondynką*
- relacje między obiektami: *Ala lubi Azora*
- klasy obiektów: *ludzie, psy, zwierzęta*
- rodzaje zdarzeń: *wypadek, spotkanie*
- konkretne zdarzenia: *Ala zgubiła torebkę w biurze*
- motywy i przyczyny zdarzeń: *Ala zasnęła przed telewizorem bo była zmęczona*
- skutki zdarzeń: *Ala zgubiła torebkę i teraz nie ma dokumentów*
- stwierdzenia: *zdania orzekające, np. Jeśli ktoś zgubi dokumenty, to musi wyrobić sobie nowe, Wszyscy studenci są inteligentni*

Wymagania stawiane reprezentacji wiedzy

- umożliwienie zapisu takich informacji
- radzenie sobie z trudnościami, jakie stwarza np. informacja warunkowa czy informacja sprzeczna
 - niektóre stwierdzenia mogą być prawdziwe tylko w pewnych sytuacjach (informacja warunkowa)
 - w wielu teoriach istnieją wyjątki od reguł (informacja sprzeczna)

Ponadto:

- systemy mogą posiadać wiedzę o przechowywanej w systemie wiedzy - metawiedza
- jeśli w systemie istnieje kilka sposobów wnioskowania, system powinien zawierać metawiedzę umożliwiającą wybór odpowiedniej dla danego zadania strategii wnioskowania

Próba odpowiedzi na 2 podstawowe pytania

- Jak znaleźć odpowiedni zakres wiedzy, potrzebny do prawidłowego działania ES?
 - za mało wiedzy?
 - za dużo wiedzy?
- Jak już wiemy co, to jak reprezentować?
 - łatwość reprezentacji i weryfikacji
 - łatwość manipulowania wiedzą
 - doświadczenie inżyniera wiedzy
 - posiadane narzędzia

Co? Spojrzenie psychologów na ludzką inteligencję

Według filozofa James'a (William, 1890):

- Ludzki umysł jest tak dobrze rozwinięty, na ile jest potrzeba
- Proces rozumowania nie rozwija się w próżni
- Proces rozumowania może być adaptacjami pierwotnych strategii
- *Reasoning processes* często zależą od zastosowania
- Najważniejsze znaczenie w rozumowaniu ludzkim mają '*discrimination*' (rozdzielanie) i '*association*' (kojarzenie), to sugeruje:
 - użyteczność struktur hierarchicznych
 - włączenie zasady powiązań lub połączeń pomiędzy myślami

Ludzka inteligencja

- Nie bazuje na stałych, niezmiennych faktach lub prawdach i logice
- Dużą rolę może odgrywać doświadczenie i intuicja - widoczne w rozwiązaniach "na skróty"
- Cele - rezultaty, do których bezpośrednio prowadzi cały proces myślenia
 - gdy dzwoni budzik - celem jest wyłączenie go. Jeśli to zrobimy, robimy toaletę itd. w celu pójścia do pracy
 - żadne myślenie prowadzące do finalnego celu nie jest przypadkowe, każdy krok ma specyficzny cel
 - bez celów nie byłoby przyczyn myślenia
- Nie myślimy by myśleć, myślimy, bo są rzeczy, które musimy zrobić

Fakty i reguły w myśleniu człowieka

- Ludzki umysł ma szerokie możliwości posiadania wiedzy odnoszącej się do niezliczonej liczby obiektów i idei
- Przeżycie zależy od możliwości zastosowania tej wiedzy w różnych sytuacjach i ciągłego uczenia się z nowych doświadczeń
- To co powszechnie może być uznawane za inteligencję, może być rozbite na zbiór faktów i reguł odnoszących się do faktów zapamiętanych w mózgu, np.:
 - Fakt 1. Palenisko jest gorące
 - Reguła 1. Jeśli włożę rękę do paleniska, to ją poparzę, idt.

'Pruning' Selekcja istotnych informacji

- Istnieje skomplikowany system umożliwiający selekcję odpowiednich odpowiedzi na specyficzne sytuacje
- Proces ten znany jest jako 'pruning' - dobór odpowiednich faktów i reguł do działań np. przejścia przez ulicę

Jak?

Reprezentacja wiedzy: trójki $\langle O, A, V \rangle$

- Zdanie **atrybut R obiektu x ma wartość y** można:
 - funkcja f , która zwraca y : $y = f(x, R)$
 - relacja R : $\langle R, x, y \rangle$ (R, x -skończone zbiory), częściej zapisujemy:
 $\langle \text{Obiekt}, \text{Atrybut}, \text{Wartość} \rangle$ **$\langle \text{liść}, \text{kolor}, \text{zielony} \rangle$**
- Ważne są relacje łączące wielkości symboliczne
- **Własności:**
 - relacje pierwszego rzędu - relacje jednoargumentowe
 - atrybuty będące ogólnymi cechami obiektów (rozmiar, kształt, kolor czy wartość)
- własności definiują szczególny stan obiektu w danym momencie: **$\langle \text{zwierzę}, \text{oddycha} \rangle$**

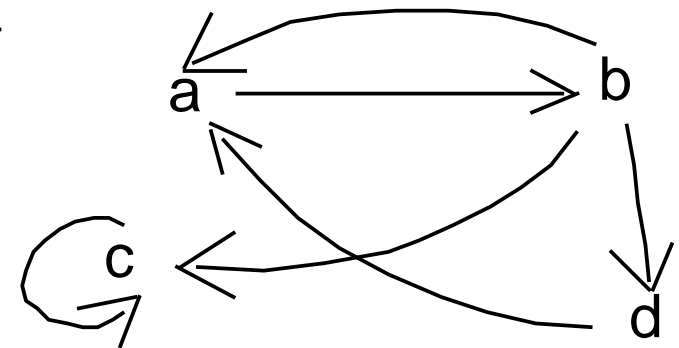
Relacje dowolnego rzędu

- relacja binarna - powiązania między dwoma obiektami
- relacje wyższych rzędów można przedstawić za pomocą relacji binarnych:
 - potrójna relacja między A , B i C to produkt kartezjański dwóch zbiorów $(A \times B) \times C$ opisany jako uporządkowana trójka $((a, b), c)$
 - relacja 4 rzędu: A, B, C, D to podzbiór $((A \times B) \times C) \times D$ - uporządkowana czwórka $((a, b), c, d)$
- relacje binarne i wyższego rzędu można przedstawiać w postaci tablicy relacji

Przykład tablicy relacji

Element zb. A	Element zb. B
a	b
b	c
b	d
b	a
c	c
d	a

Tablica relacji z rys.1.4. [6]



Rys.1.4.[6]. Digraf dla
 $R = \{(a,b), (b,c), (b,d), (b,a), (c,c), (d,a)\}$

Sieci semantyczne

- Sieć semantyczna to:
 - graficzna, reprezentacja wiedzy
 - etykietowany digraf, w którym zarówno węzły, jak i łuki, mają swoje etykiety
 - węzły zwykle reprezentują obiekty fizyczne (zwierzęta, przedmioty) lub też pojęcia abstrakcyjne - akcje, sytuacje, pojęcia koncepcyjne, atrybuty (cechy charakterystyczne obiektów)
 - łuki zwykle łączą węzły reprezentujące obiekty z węzłami reprezentującymi atrybuty

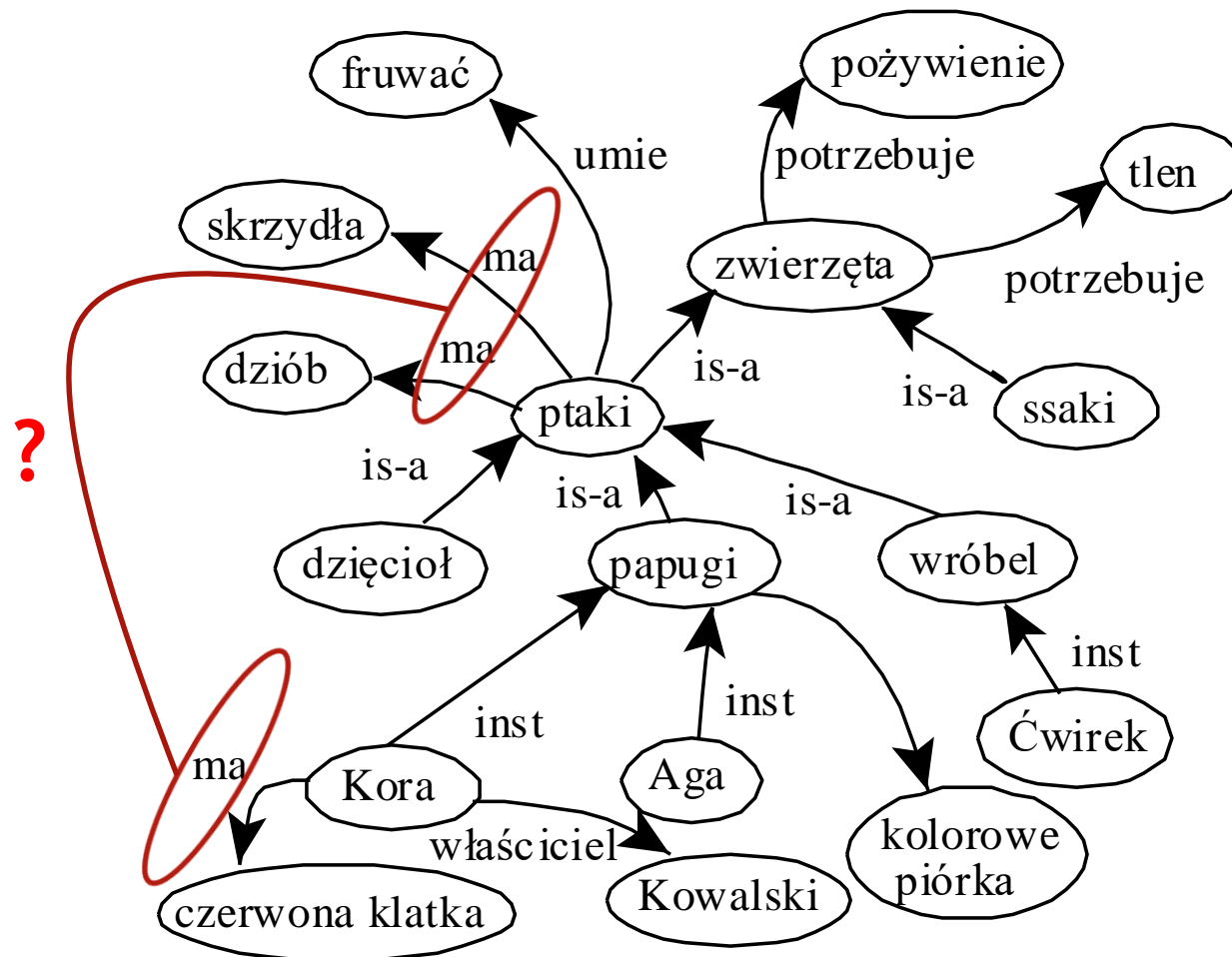
Sieć semantyczna - definicja

- Siecią semantyczną G nazywamy uporządkowaną trójkę $G=(V,S,u)$, w której
 - V oznacza zbiór węzłów,
 - S to zbiór łuków pomiędzy węzłami ($S \subseteq V \times V$),
 - u to funkcja, określa własność przyporządkowaną danemu połączeniu, $u:S \rightarrow W \times N$ gdzie W - zbiór własności, N - zbiór liczbowy, określa wagi przypisane poszczególnym połączeniom
- Często wagi wszystkich połączeń są równe jedności (zbiór N jest jednoelementowy, jest pomijany w definicji)

Siec semantyczna - relacje

- Sieci semantyczne reprezentują różne relacje
 - *ma* (ang. *has*)
 - *ma_część* (ang. *has-part*)
 - *jest_częścią* (ang. *is-part*),
 - *używa* (ang. *uses*) itp.
- w tym relacje o szczególnym znaczeniu, które umożliwiają reprezentację dziedziczenia:
 - relacja *jest_elementem* (ang. *instance*)
 - relacja *jest_podzbiorem* (ang. *is-a*)

Przykład sieci semantycznej



Reprezentacja ramowa - wprowadzenie

- Ramy (*ang. frame, schema*) - prekursor programowania obiektowego wywodzi się z psychologii
- 'Teoria ram' opiera się na pewnych hipotezach odnośnie sposobów ludzkiej percepcji, struktur pamięciowych, wnioskowania, itp.
- Prace nad reprezentacją wiedzy w postaci ram rozpoczął M. Minsky
- Proponowany przez Minsky'ego system ramowy przeznaczony był głównie do problemów wizyjnych, choć autor wskazywał również inne zastosowania
- T. Winograd rozwinął system ram do badań nad językiem naturalnym

Ramy

Rama - struktura zawierająca w sobie pewną liczbę klatek (ang. *slots*)

- Każda rama ma swoją nazwę (podobnie jak sloty)
- Nazwy ram i slotów służą do ich identyfikacji
- Rama reprezentuje pewien obiekt (np. *ssak*) a każdy slot zawiera część wiedzy o danym obiekcie (np. oddycha, odżywia się, jest żyworodny)
- Sloty informują system o domyślnych wartościach atrybutów przyjmowanych przez dany obiekt (klasę obiektów) i o ograniczeniach nałożonych na wartości cech obiektu (klasy obiektów)

Ramy - specjalne sloty

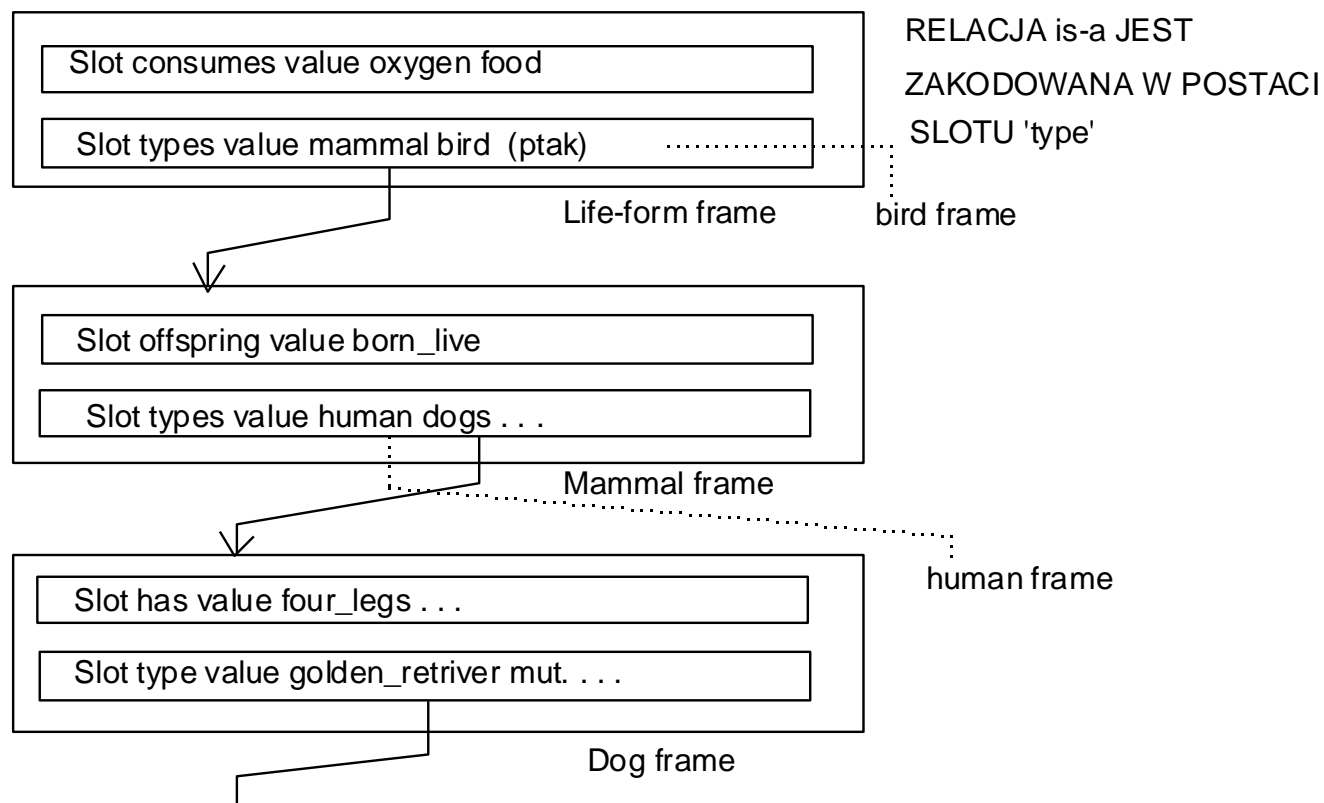
W ramie mogą też istnieć specjalne sloty:

- slot zawierający ramę nadrzędną (dziedziczenie)
- slot zawierający ramę podrzędną (dziedziczenie)
- slot zawierający pewne procedury, których zadaniem jest np. nadawanie slotom wartości, przenoszenia wartości slotów do innych ram, sprawdzanie, czy pewne dane są zgodne z deskryptorami slotów, itp.

Ramy - demony

- Pewne procedury są uruchamiane na żądanie systemu - tzw. *demonami*
- Przykładami takich demonów mogą być procedury
 - jeśli-potrzebna (*if-needed*) - działa, gdy potrzebna jest informacja ze slotu, lecz slot jest pusty
 - jeśli_usuwana (*if-removed*) - działa, gdy informacja jest usuwana ze slotu
 - jeśli-dodawana (*if-added*) - działa, gdy nowa informacja jest umieszczana w slotie

Przykład ramy



Rys. 16.6. Hierarchiczna struktura ram, korespondująca z rys. 16.1

Konkretyzacja ramy

- Dwie ramy są w relacji
 - <prototyp - egzemplarz prototypu>*
 - <rama prototypowa - rama konkretna>*
- jeśli:
 - obie zawierają sloty o tych samych nazwach
 - *egzemplarz* nie musi zawierać wszystkich klatek *prototypu*
- Prototyp może mieć dowolną liczbę egzemplarzy

Konkretyzacja prototypu - tworzenie Egzemplarza

- Porównanie pewnych danych z deskrypcjami prototypu
- jeśli są zgodne
 - tworzona jest nowa rama przez zastąpienie deskrypcji klatek prototypu deskrypcjami określonymi na podstawie owych danych
- jeśli są niezgodne
 - świadczy o złym wyborze *prototypu*
 - powoduje zmianę *prototypu*,
 - zmiana może być sterowana przez procedury zawarte w pierwotnie wybranym prototypie

Proces konkretyzacji - jeden z najważniejszych składników działania systemu z ramami

Reprezentacja regułowa

Jest powszechnie stosowana w ES, zalety:

- bardzo czytelny zapis „modułów” wiedzy, zdania warunkowe: *jeśli ... to...*
- umożliwia rozwiązywanie wielu złożonych problemów (odpowiedni zestaw reguł)
- jest łatwa do modyfikacji (możliwość uzupełniania o nowe reguły)
- możliwość sterowania wyborem poszczególnych reguł
- wyjaśnianie proponowanych ekspertyz (zazwyczaj zintegrowane z procesem wnioskowania)

Postać reguł

- IF przesłanka (warunek) THEN konkluzja (działanie)
IF $\langle O, A, V \rangle$ **AND** $\langle O, A, V \rangle$ **AND** ... **AND** $\langle O, A, V \rangle$ **THEN** $\langle O, A, V \rangle$
- Ogólna postać reguły może być zapisana w postaci:
IF $(P_1 \cap P_2 \cap \dots \cap P_n)$ **THEN** $(Q_1 \cap Q_2 \cap \dots \cap Q_m)$
gdzie: P_1, \dots, P_n reprezentują warunek (warunki)
 Q_1, \dots, Q_m reprezentują konsekwencję (konsekwencje) reguły
JEŚLI (Jan, wiek, 40)(Jan, praca, brak)
TO (Jan, dochód, zasiłek_dla_bezrobotnych)
- Każda reguła - autonomiczny fragment wiedzy, można określić:
- jej specyficzne zastosowania, jej priorytet w stosunku do innych reguł, 'koszt' jej realizacji, itp.

Rola reprezentacji wiedzy i modeli komputerowych w sztucznej inteligencji

- Do wnioskowania o rzeczywistości w wielu dziedzinach inżynierskich wykorzystuje się modele tej rzeczywistości
- W AI rola wnioskowania na bazie modeli nie jest duża
- Czy człowiek posługuje się modelami?
 1. przyszcicie guzika - upadła igła. Jak ją szukamy?
 2. unikanie zderzeń z obiektami latającymi
 3. zepsuł się stary, lampowy telewizor
 - schemat elektronicznego telewizora, mierniki, odwracanie macierzy ... wniosek - zepsuty opornik (korzystanie z modelu)
 - zagłada od tyłu do skrzynki telewizora, dotyka kilka części - zepsuty opornik (mógł skojarzyć podobne przypadki, szybciej)
- Korzystanie z doświadczenia i intuicji - bardzo 'nieuchwytnie' dla specjalistów z AI