

## Przetwarzanie języka naturalnego

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

1/1

## Plan wykładu

- Proces rozpoznawania języka naturalnego
- Problemy reprezentacji wiedzy
  - Sieci semantyczne
  - Ramy
  - Zależności pojęciowe
  - Scenariusze

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

2

Proces rozpoznawania wypowiedzi obejmuje:

- Rozpoznanie sygnału mowy
- Rozbiór syntaktyczny
- Rozbiór semantyczny
- Umieszczenie wypowiedzi w kontekście

**Time flies like an arrow but fruit flies like a banana.**

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

3

## Reprezentacja wiedzy

Reprezentacja wiedzy jest to sposób przedstawienia całego zakresu wiedzy wymaganej dla inteligentnego zachowania w języku formalnym.

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

4

## Odwzorowanie na reprezentację

Między faktami i ich reprezentacją można zdefiniować odwzorowanie, które przyporządkowuje faktom odpowiednie symbole w reprezentacji, tzw. odwzorowanie na reprezentację.

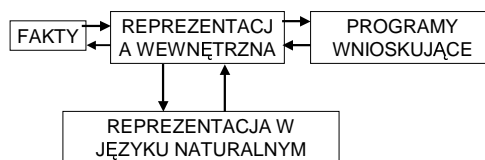
Odwzorowanie odwrotne przyporządkowuje symbolom w reprezentacji odpowiednie fakty.

Przykładem naturalnej reprezentacji wiedzy jest język naturalny (polski, angielski, itd.).

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

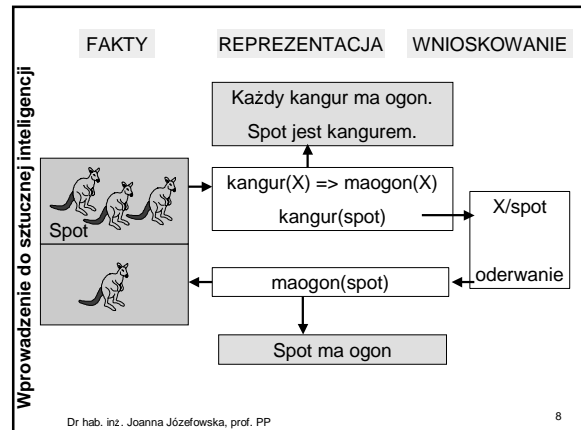
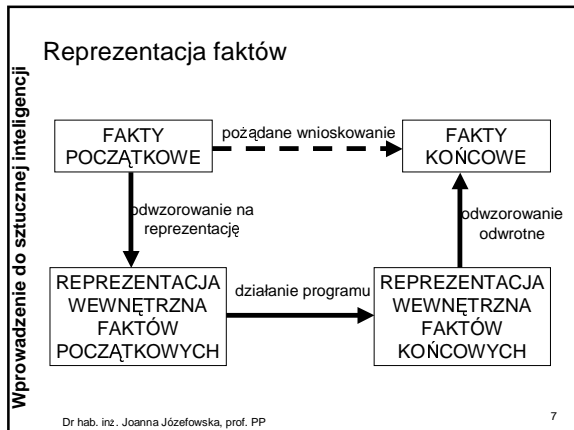
5

## Odwzorowanie na reprezentację



Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

6



**Niejednoznaczność odwzorowania**

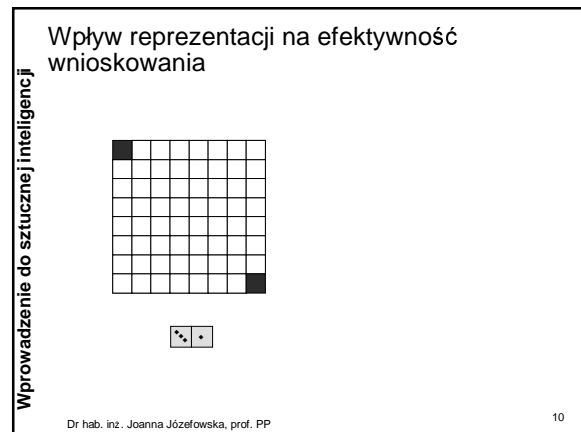
Wprowadzenie do sztucznej inteligencji

Wszystkie kangury mają ogony.

Każdy kangur ma ogon.

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

9



**System reprezentacji wiedzy powinien spełniać następujące wymagania:**

Wprowadzenie do sztucznej inteligencji

- Posiadać **zdolność reprezentacji** – czyli zdolność do reprezentowania wiedzy wszystkich typów wymaganych w danej dziedzinie.
- Posiadać **zdolność wnioskowania** – czyli zdolność manipulowania strukturami reprezentacji w taki sposób, aby tworzyć nowe struktury, odpowiadające nowej wiedzy wyprowadzonej z dotychczasowej.
- Zapewniać **efektywność wnioskowania** – czyli zdolność wbudowywania dodatkowej informacji do struktury wiedzy tak, aby skoncentrować uwagę mechanizmu wnioskującego na najbardziej obiecujących kierunkach.
- Zapewniać **efektywność pozyskiwania wiedzy** – czyli zdolność łatwego pozyskiwania nowych informacji (docelowo: sterowanie procesem pozyskiwania wiedzy).

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

11

**Aspekty reprezentacji wiedzy**

Wprowadzenie do sztucznej inteligencji

**Wiedza o relacjach** – jest to najprostszy sposób reprezentacji wiedzy deklaratywnej (opisowej) wykorzystywany w bazach danych. Taka reprezentacja ma bardzo niewielką zdolność wnioskowania. Może jednak reprezentować dane wejściowe dla bardziej efektywnych mechanizmów wnioskowania.

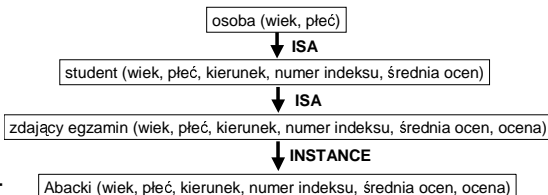
Student	Nr indeksu	Średnia ocen	Kierunek
Abacki	123456	4.0	Informatyka
Babacki	123457	3.8	Zarządzanie
Cabacki	123567	3.0	Zarządzanie
Dabacki	123444	4.2	Automatyka

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

12

## Aspekty reprezentacji wiedzy

**Wiedza o dziedziczeniu** – odpowiada zbiorowi atrybutów i odpowiadających im wartości, które opisują obiekty w bazie wiedzy. Reprezentacja ta pozwala na umieszczenie podstawowego mechanizmu wnioskującego w strukturze reprezentacji.



Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

13

## Atrybuty uniwersalne

ISA  
ISPART  
INSTANCE

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

14

## Aspekty reprezentacji wiedzy

**Wiedza wnioskująca** – jest to wiedza o tym jak manipulować strukturami reprezentacji, aby wykorzystać wiedzę w nich zawartą i tworzyć nowe struktury. Taką wiedzą może być algorytm dziedziczenia wartości, rezolucja, dedukcja itd.

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

15

## Aspekty reprezentacji wiedzy

**Wiedza proceduralna** – jest to wiedza nie tyle o relacjach między obiektami, ale o tym jak coś zrobić.

$$\begin{aligned}
 ax^2 + bx + c &= 0 \\
 \Delta &= b^2 - 4ac \\
 x_1 &= (-b - \sqrt{\Delta})/2 \\
 x_2 &= (-b + \sqrt{\Delta})/2
 \end{aligned}$$

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

16

## Zalety reprezentacji deklaratywnej

- każdy fakt wymaga tylko jednokrotnego przechowywania w pamięci, niezależnie od tego, ile razy będzie wykorzystany
- łatwo dodawać nowe fakty do systemu bez zmiany innych faktów

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

17

## Zalety reprezentacji proceduralnej

- łatwo reprezentować wiedzę o tym jak coś zrobić
- łatwo reprezentować wiedzę, która nie pasuje do schematów deklaratywnych
- łatwo reprezentować wiedzę heurystyczną, jak wykonać coś efektywnie

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

18

## Relacje między atrybutami

- Odwrotność
- Hierarchia atrybutów
- Techniki wnioskowania o wartościach
  - ▶ typ wartości
  - ▶ zakres wartości
  - ▶ reguły obliczania wartości (*if needed rules*)
  - ▶ reguły postępowania dla konkretnych wartości (*if added rules*)
- Atrybuty jednowartościowe

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

19

$$x > y$$

$$\begin{matrix} x = 5 \\ y = 3 \end{matrix}$$

Mam x lat.  
Moja matka ma y lat.

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

20

## Reprezentacja zbiorów obiektów

- rozróżnienie wg nazwy
- definicja ekstencjonalna

**{Ziemia}**

- definicja intencjonalna

**{X:sun-planet and human-inhabited(X)}**

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

21

## Granulacja (poziom) reprezentacji

Jest to zagadnienie wyboru obiektów, które będziemy traktować jako elementarne w rozważanej reprezentacji.

{matka, ojciec, syn, córka, brat, siostra}

*Kasia = córka(brat(matka(Zosia)))*  
*Kasia = córka(brat(ojciec(Zosia)))*  
*Kasia = córka(siostra(matka(Zosia)))*  
*Kasia = córka(siostra(ojciec(Zosia)))*

Kasia jest kuzynką Zosi.

{rodzic, dziecko, rodzeństwo, mężczyzna, kobieta}

*Kasia = kobieta i dziecko(rodzeństwo(rodzic(Zosia)))*

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

22

## Granulacja (poziom) reprezentacji

Mała liczba obiektów elementarnych powoduje:

- kanoniczność reguł
- łatwość poszukiwania struktury
- małą zajętość pamięci
- dużą pracochłonność transformacji z poziomu wyższego na niższy

Np. analiza tekstu na poziomie liter, słów, zdań, ....

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

23

## Granulacja (poziom) reprezentacji

Duża liczba obiektów elementarnych powoduje:

- dużą pracochłonność poszukiwania struktury
- dużą zajętość pamięci
- trudno zdecydować, które obiekty powinny mieć charakter elementarny

Np. relacje rodzinne

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

24

## Wyszukiwanie właściwych struktur

- wybór najbardziej odpowiedniej struktury początkowej
- uwzględnienie szczegółów z opisu bieżącej sytuacji
- wyszukanie bardziej odpowiedniej struktury w przypadku, gdy wnioskowanie w oparciu o strukturę wybraną na początku zawiedzie
- postępowanie w przypadku, gdy żadna struktura nie doprowadzi do sukcesu
- kiedy wprowadzić nową strukturę

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

25

## Inne problemy

- reprezentacja meta-wiedzy
- reprezentacja wyjątków
- reprezentacja wartości domyślnych

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

26

## Klasyfikacja schematów reprezentacji wiedzy

- **schematy logiczne**
  - *rachunek predykatów*
- **schematy proceduralne**
  - *reguły produkcji*
- **schematy strukturalne**
  - słabe struktury
    - *sieci semantyczne*
    - *ramy*
  - mocne struktury
    - *zależności pojęciowe*
    - *stereotypy*
    - *scenariusze*

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

27

## Własności struktur „szczelina i wypełnienie” (slot-and-filler)

- Indeksowanie stwierdzeń według obiektów
- Łatwy opis własności relacji
- Jest to forma programowania obiektowego

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

28

## Sieci semantyczne

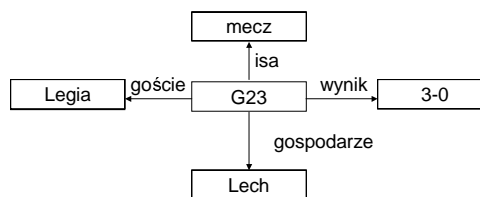
W sieciach semantycznych informacja jest reprezentowana jako zbiór węzłów połączonych etykietowanymi łukami, które reprezentują relacje między węzłami.

- Przeszukiwanie przekrojowe
- Reprezentacja predykatów niebinarnych
- Rozróżnienia
- Podzielone sieci semantyczne

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

29

## Sieć semantyczna z atrybutami o wielu argumentach

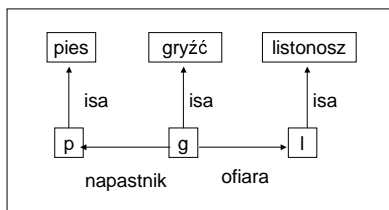


wynik(Lech, Legia, 3-0)

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

30

## Sieci semantyczne

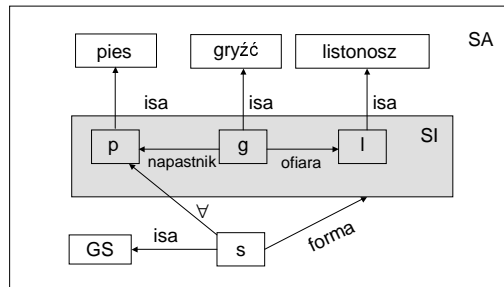


Pies ugryzł listonosza.

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

31

## Sieci semantyczne

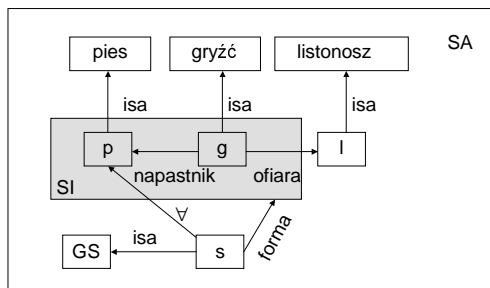


Każdy pies ugryzł (jakiegoś) listonosza.

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

32

## Sieci semantyczne

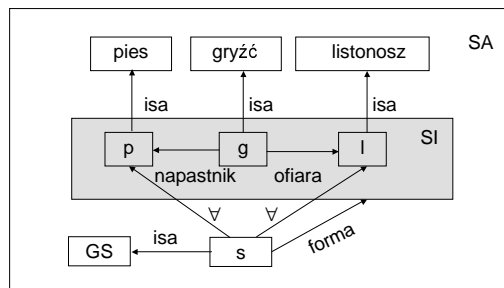


Każdy pies ugryzł tego listonosza.

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

33

## Sieci semantyczne



Każdy pies ugryzł każdego listonosza.

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

34

## Ramy

Rama jest zbiorem atrybutów (zwykle nazywanych *szczelinami*) i związanych z nimi wartości (ewentualnie ograniczeniami nałożonymi na wartości) opisującym pewien obiekt. [Minsky, 1975]

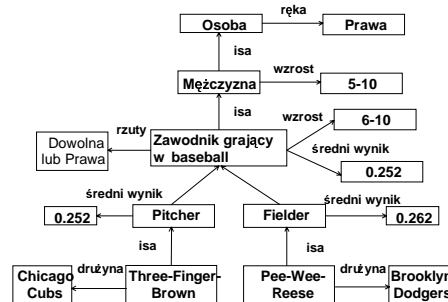
Cechy mechanizmu wnioskującego:

- Sprawdzanie spójności podczas dodawania wartości szczeliny
- Utrzymywanie spójności między wartościami wzajemnie odwrotnymi
- Dziedziczenie wartości definiowanych i domyślnych zgodnie z relacjami *isa* i *instance*
- Obliczanie wartości *if-needed*
- Sprawdzanie wartości atrybutów jednowartościowych

Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

35

## Ramy - przykład



Dr hab. inż. Joanna Józefowska, prof. PP

36

Zależności pojęciowe<sup>1)</sup> (CD)

Zależności pojęciowe (conceptual dependency) stanowią koncepcję reprezentacji tego rodzaju wiedzy, która jest zwykle wyrażana w zdaniach języka naturalnego.

Celem jest reprezentacja wiedzy w taki sposób, aby:

- ułatwiała wyprowadzanie konkluzji ze zdań,
- była niezależna od języka, w którym wypowiedziano zdanie.

<sup>1)</sup> Schank (1973, 1975)

## Zależności pojęciowe

Elementarne kategorie

ACTs	Czynności
PPs	Obiekty (producenci obrazów)
AAs	Modyfikatory czynności (opisy czynności)
PAs	Modyfikatory obiektów (opisy obrazów)

## Zależności pojęciowe

Elementarne czynności

ATRANS	Przekazanie abstrakcyjnej relacji (dać).
PTRANS	Zmiana fizycznej lokalizacji obiektu (iść).
PROPEL	Przyłożenie siły do obiektu (pchnąć).
MOVE	Wykonanie Ruchu częścią ciała (kopnąć).
GRASP	Ujęcie obiektu przez aktora (chwycić).
INGEST	Wchłonięcie obiektu (łykać).
EXPEL	Wydalenie czegoś z wnętrza (plakać).
MTRANS	Przekazanie informacji (powiedzieć).
MBUILD	Utworzenie informacji (decydować).
SPEAK	Wydawanie dźwięków (mówić).
ATTEND	Skupienie uwagi (słuchać).

## Zależności pojęciowe

Formy czasowników

p	czas przeszły
f	czas przyszły
t	zmiana
t <sub>s</sub>	początek zmiany
t <sub>f</sub>	zakończenie zmiany
k	ciągłość
?	pytanie
/	negacja
nil	czas teraźniejszy
delta	nieskończony
c	warunkowy

## Zależności pojęciowe

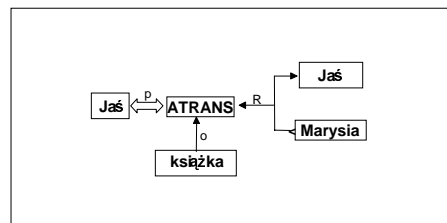
Reguły

1. PP ↔ ACT	Tomek czyta.
2. PP ↔ PA	Tomek jest wysoki.
3. PA → PP	wesołe dziecko
4. PP ⇒ PP	książka Tomka
5. ACT $\begin{matrix} \nearrow R \\ \searrow R \end{matrix}$ PP	Tomek daje książkę Gosi.

**Strzałka zawsze wskazuje podmiot.**

## Zależności pojęciowe

Przykład



Jaś dał książkę Marysi.

## Scenariusze

- Warunki wejściowe
- Rezultaty
- Rekwizyty
- Role
- Ścieżki
- Sceny

## Główne niedostatki popularnych schematów reprezentacji wiedzy

Rachunek zdań	modeluje tylko wartości logiczne, a nie fakty
Rachunek predykatów	trudne sterowanie wnioskowaniem
Reguły produkcji	trudne zastosowanie do wiedzy nieproceduralnej
Relacyjne bazy danych	trudne sterowanie wnioskowaniem
Hierarchia pojęć	ograniczone do jednej relacji
Sieci semantyczne	brak standardu
Ramy	jest to jedynie metoda, a nie schemat
Ograniczenia	brak standardu

## Podsumowanie

- Forma reprezentacji wiedzy jest odpowiednikiem struktur danych
- Reprezentacja musi zapewniać zdolność i efektywność wnioskowania
- Wybór formy reprezentacji wiedzy zależy od dziedziny wnioskowania
- Wybór formy reprezentacji wiedzy wpływa na efektywność wnioskowania