

**Instytut Informatyki Stosowanej  
Politechnika Łódzka**

# **PODSTAWY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI**

**Laboratorium**

## **PROGRAMOWANIE SYSTEMÓW EKSPERTOWYCH**

Opracowanie:  
Dr hab. inż. Jacek Kucharski  
Dr inż. Piotr Urbanek

## Cel ćwiczenia

Ćwiczenie ma na celu zapoznanie z metodologią programowania deklaratywnego, stanowiącą podstawę tworzenia systemów ekspertowych. Ćwiczenie obejmuje pisanie i wykorzystywanie prostych baz wiedzy. Narzędziem wykorzystywanym w ćwiczeniu jest język PROLOG, którego podstawą jest logiczna reprezentacja wiedzy.

## WPROWADZENIE

### Elementy języka programowania PROLOG

PROLOG jest deklaratywnym językiem programowania. Programowanie w PROLOGU obejmuje deklarowanie *faktów* i *reguł* dotyczących obiektów i związków między nimi. Taki program, pełniący rolę *bazy wiedzy*, zapisuje się w pliku tekstowym (.pl). Kompilację bazy wiedzy przeprowadza się poleceniem:

[nazwa\_bazy].

gdzie *nazwa\_bazy* jest nazwą pliku tekstowego .pl.

Praca z programem ma charakter konwersacyjny i polega na zadawaniu tzw. *zapytań* o obiekty i związki między nimi, na które uzyskuje się odpowiedzi w oparciu o wskazaną bazę wiedzy.

Program w PROLOGU (baza wiedzy) jest zbiorem *klauzul* budowanych z tzw. *termów*. Termami mogą być :

- *stałe*, służące do nazywania obiektów i relacji między nimi:
  - *atomy*: ciągi znaków rozpoczynające się od małej litery (np. jan, lubi, a3) lub ciągi symboli (np. :-, =);
  - *liczby* zapisywane typowo (np. 234, 6.02e-5);
- *zmienne*, atomy zaczynające się od wielkiej litery lub od znaku podkreślenia ( ), zastępujące nazwy obiektów, których nie możemy w tej chwili nazwać. Szczególną zmienną jest zmienna anonimowa ( ) wykorzystywana wtedy, gdy interesuje nas jakikolwiek obiekt (nie jest ważne jaki);

- *struktury*, to terminy złożone składające się z symbolu funkcyjnego i argumentów, przykładem struktury jest typowy predykat: nazwa\_predykatu(lista argumentów);

Każda klauzula w bazie wiedzy, a także każde zapytanie, zakończone jest kropką (.).

Fakt jest pojedynczym predykatem, którego argumentami są stałe, określającym własność obiektu lub relację między obiektami. Przykładowe fakty to:

mezczyzna(jan).  
lubi(marek,psy).

Reguła, jako ogólne stwierdzenie dotyczące obiektów, zawiera predykaty, których argumentami mogą być zmienne. Reguły to klauzule Horna (tj. klauzule z jednym niezanegowanym predykatem) zapisane w ogólnej postaci jako:

*głowa reguły* :- *treść reguły*.

gdzie *głowę reguły* stanowi niezanegowany predykat klauzuli Horna, a *treść reguły* to koniunkcja predykatów zanegowanych, wziętych po usunięciu negacji. Operatorem koniunkcji jest przecinek a alternatywy - średnik. Regułę należy odczytywać w następujący sposób: „*głowa reguły jest prawdą jeśli treść reguły jest prawdą*” (czyli odwrotnie niż implikację w logice). Przykładowa reguła to:

lubi(jan,X):-kobieta(X),lubi(X,psy).

W PROLOGU dostępne są typowe operatory arytmetyczne +, -, \*, /, // (dzielenie całkowite), *mod* (reszta z dzielenia całkowitego) oraz operatory porównań arytmetycznych ::=, =\=, <, >, =<, >= (wszystkie operatory są w gruncie rzeczy predykatami, które można wykorzystywać w formie infiksowej). Rolę operatora podstawienia pełni predykat *is*, który także można wykorzystać jako operator infiksowy. Należy podkreślić, że pojedynczy znak równości (=) oznacza operację unifikacji, a operatory == i \== oznaczają sprawdzenie równoważności (lub jej braku), tj. tożsamości termów jako struktur.

Po wprowadzeniu zapytania i wprowadzeniu w ten sposób *celu* PROLOG przeszukuje bazę wiedzy od góry do dołu próbując uzgodnić cel poprzez wnioskowanie *metodą rezolucji* oraz mechanizm nawrotów. W trakcie wnioskowania ma miejsce tzw. *ukonkretnianie zmiennych* tzn. dopasowywanie ich wartości tak by dwa terminy można było uznać za równe.

## ZAKRES ĆWICZENIA

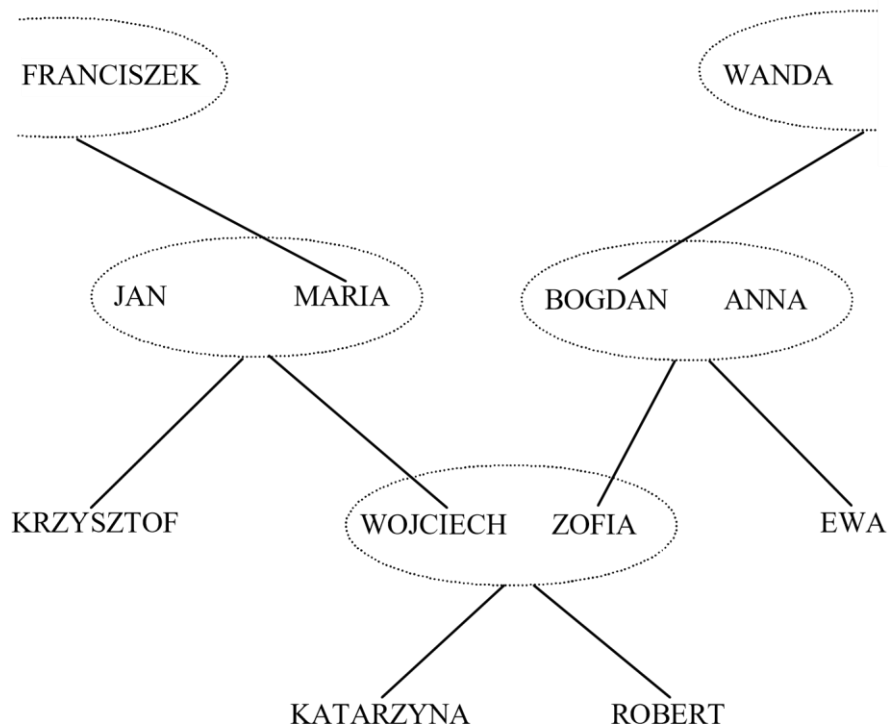
### 1. Prosta baza faktów i reguł

1. Utworzyć plik tekstowy (.pl) zawierający bazę faktów wykorzystujących predykaty: kobieta(), mezczyzna(), lubi() (np. mezczyzna(marek).). Baza powinna zawierać po 2-3 klauzule z każdym z ww. predykatów.
  - zadać kilka prostych pytań sprawdzających prawdziwość pewnych faktów (np. Czy Marek lubi psy?); pytania należy formułować tak aby uzyskać zarówno odpowiedzi pozytywne jak i negatywne;
  - zadać kilka pytań o pewne obiekty wykorzystując zmienne (np. Co lubi Marek? Czy Marek w ogóle coś lubi?);
  - zadać kilka pytań złożonych (np. Czy ktoś jeszcze lubi to co lubi Marek?).
2. Dodać do bazy wiedzy reguły odpowiadające stwierdzeniom: Marek lubi kobiety. Ala lubi to co Marek.
  - zadać pytania typu : Co lubi Marek? Co lubi Ala?

Zanotować zadawane pytania. Sprawdzać czy uzyskiwane odpowiedzi są poprawne. Zaobserwować w jaki sposób przeszukiwana jest baza wiedzy, jak następuje ukonkretnianie zmiennych.

### 2. Baza wiedzy opisująca zależności rodzinne

1. Utworzyć bazę wiedzy opisującą zależności rodzinne zgodne z poniższym fragmentem drzewa genealogicznego



- Baza faktów powinna zawierać klauzule wykorzystujące predykaty: kobieta(), mężczyzna(), malzenstwo(), rodzic().
- W bazie należy zawrzeć reguły opisujące następujące stopnie pokrewieństwa: matka, ojciec, babcia, dziadek, siostra, brat, syn, córka, przodek, potomek.
- Uzupełnić bazę regułami określającymi własność posiadania dzieci, bycia dziadkiem.
- Dodać własną regułę określającą jakies (niewymienione powyżej) relacje pokrewieństwa.

### 3. Tworzenie bazy wiedzy w oparciu o logiczną reprezentację wiedzy.

Dana jest wiedza wyrażona w języki naturalnym:

*Jeżeli ktoś pływa lub biega wyczynowo to jest sportowcem. Sportowiec z dobrą kondycją bierze udział w zawodach. Piłkarz to osoba która biega i ma dobrą kondycję. Marek jest piłkarzem, a Adam jest pływakiem. Jan jest piłkarzem i pływakiem.*

- Zapisać powyższe stwierdzenia w postaci zdań logiki predykatów.
- Przekształcić otrzymane wyrażenia do postaci klauzulowej.
- Zapisać klauzule w postaci programu w PROLOGU.
- Zadać następujące pytania:
  - Kto bierze udział w zawodach?*
  - Czy jest ktoś kto jest piłkarzem i pływakiem?*
  - Kto ma kondycję?*
  - Kim jest Marek?*
- Sformułować własne pytania w odniesieniu do powyższej bazy wiedzy.