

# Metody programowania 2017

## Lista zadań na pracownię nr 1

Na tej liście zadań zajmiemy się problemem spełnialności zbioru klauzul. Przypomnijmy, że klauzula to alternatywa skończenie wielu literałów, a literał to zmienna zdaniowa lub jej negacja. Aby w Prologu zapisywać klauzule w czytelny dla nas sposób uczynimy  $\sim$ /1 operatorem prefiksowym, a  $\vee$ /2 operatorem infiksowym oraz zdefiniujemy ich priorytet i łączność:

```
:- op(200, fx, ~).  
:- op(500, xfy, v).
```

Przyjmijmy również następujące definicje:

**zmienna zdaniowa:** dowolny atom różny od [],

**literał:** term postaci  $x$  lub  $\sim x$ , gdzie  $x$  jest zmienną zdaniową

**klauzula pusta:** atom [],

**klauzula niepusta:** literał lub term postaci  $l \vee c$ , gdzie  $l$  jest literałem, a  $c$  jest klauzulą niepustą,

**klauzula:** klauzula pusta lub klauzula niepusta.

Poprawnymi klauzulami są na przykład  $p \vee \sim p$ , [] oraz  $\sim q \vee p \vee p$ . Zbiory klauzul będziemy reprezentować za pomocą list.

Na kursie *Logiki dla informatyków* zdefiniowaliśmy wartościowanie jako funkcję ze zbioru zmiennych w zbiór zawierający dwie stałe reprezentujące prawdę i fałsz. Z punktu widzenia spełnialności (skończonego) zbioru klauzul interesuje nas tylko wartość tej funkcji w skończenie wielu punktach, tzn. dla zmiennych występujących w danym zbiorze klauzul, dlatego wartościowania będziemy reprezentować za pomocą list. Przyjmijmy następujące definicje:

**wartość logiczna:** atom  $t$  lub atom  $f$ ,

**wartościowanie zmiennej:** term postaci  $(x, v)$ , gdzie  $x$  jest zmienną zdaniową, a  $v$  jest wartością logiczną,

**wartościowanie:** lista wartościowań zmiennych.

Dodatkowo wymagamy, że wartościowanie dla zbioru klauzul  $C$  definiuje wartości tylko tych zmiennych, które występują w  $C$  oraz by każda zmienna występująca w  $C$  występowała w wartościowaniu dokładnie raz.

Na przykład dla zbioru klauzul  $[p \vee \sim p, q]$  możliwe wartościowania to między innymi  $[(p, t), (q, f)]$  oraz  $[(q, t), (p, t)]$ , natomiast  $[(p, t), (q, t), (p, t)]$ ,  $[(q, t)]$  i  $[(p, t), (q, t), (r, f)]$  nie są poprawnymi wartościowaniami.

Czasami, żeby przekonać się o spełnialności danego zbioru klauzul, wystarczy podać wartościowanie tylko niektórych zmiennych, natomiast wartościowanie pozostałych może być dowolne. Np. aby zbiór  $[p \vee \sim p, q]$  był spełniony, wystarczy zmiennej  $q$  przypisać wartość  $t$ . Dlatego chcąc w zwięzły sposób zapisywać zbiory wartościowań spełniających dany zbiór klauzul, wprowadzimy nową wartość logiczną  $x$  oznaczającą „dowolną wartość”. A dokładniej mówiąc, wprowadzmy następujące definicje:

**uogólniona wartość logiczna:** atom  $t$ , atom  $f$  lub atom  $x$ ,

**uogólnione wartościowanie zmiennej:** term postaci  $(x, v)$ , gdzie  $x$  jest zmienną zdaniową, a  $v$  jest uogólnioną wartością logiczną,

**uogólnione wartościowanie:** lista uogólnionych wartościowań zmiennych.

Dodatkowo na uogólnione wartościowania nakładamy wymagania dotyczące unikatowości zmiennych analogiczne do wymagań nakładanych na zwykłe wartościowania.

Powiemy, że wartościowanie  $\sigma$  jest **instancją** uogólnionego wartościowania  $\rho$ , jeśli zgadzają się one na wszystkich zmiennych, dla których  $\rho$  nie przypisuje wartości  $x$ . Uogólnione wartościowanie  $\rho$  **spełnia** zbiór klauzul  $C$ , jeśli  $C$  jest spełnione przez wszystkie instancje  $\rho$ .

### Zadanie, część 1.

**Termin zgłaszania w serwisie SKOS:** 20 marca 2017 6:00 AM CET

Napisz zestaw testów dla problemu szukania wartościowania spełniającego zbiór klauzul. Należy posłużyć się następującym szablonem (znajdującym się również w serwisie SKOS):

```
% Definiujemy moduł zawierający testy.
% Należy zmienić nazwę modułu na {imie}_{nazwisko}_tests gdzie za
% {imie} i {nazwisko} należy podstawić odpowiednio swoje imię
% i nazwisko bez znaków diakrytycznych
:- module(imie_nazwisko_tests, [tests/5]).

% definiujemy operatory ~/1 oraz v/2
:- op(200, fx, ~).
:- op(500, xfy, v).

% Zbiór faktów definiujących testy
% Należy zdefiniować swoje testy
tests(excluded_middle, validity, [p v ~p], 500, solution([(p,t)]))

rozszerzając definicję predykatu tests(-Name, -Type, -Input, -Timeout, -Ans) o nowe fakty. Oto znaczenia poszczególnych parametrów:

Name: atom reprezentujący nazwę testu. Nazwa powinna mówić coś o teście i jednoznacznie go identyfikować.

Type: atom reprezentujący typ testu. Powinien przyjąć jedną z następujących wartości:

    validity oznacza test poprawnościowy. Testy poprawnościowe powinny być małe, tak by naiwne, ale poprawne rozwiązanie bez problemu mieściło się w limitach czasowych. Za tą grupę testów można zdobyć najwięcej punktów, dlatego postaraj się, by pokryła ona jak najwięcej brzegowych przypadków.

    performance oznacza test wydajnościowy. Limity czasowe dla testów wydajnościowych powinny odróżniać powolne rozwiązania od tych szybkich.

Input: zbiór klauzul będący danymi wejściowymi.
```

Timeout: liczba całkowita z przedziału 500–10000 oznaczająca limit czasowy dla tego testu wyrażony w milisekundach.

Ans: term reprezentujący oczekiwaną odpowiedź. Powinien mieć jedną z następujących postaci:

$\text{solution}(\sigma)$  gdzie  $\sigma$  jest wartościami spełniającymi Input;  
 $\text{count}(n)$  gdzie  $n$  jest liczbą różnych wartościowań (modulo kolejność zmiennych) spełniających Input

### Wymogi formalne

Należy zgłosić pojedynczy plik o nazwie *imię\_nazwisko\_tests.pl* gdzie za *imię* i *nazwisko* należy podstawić odpowiednio swoje imię i nazwisko bez znaków diakrytycznych. Nadesłany plik powinien być kodem źródłowym napisanym w Prologu, który definiuje moduł eksportujący jeden predykat *tests/5* tak jak to opisano w załączonym szablonie. **Rozwiązania nie spełniające wymogów formalnych nie będą oceniane!**

### Zadanie, część 2.

**Termin zgłaszania w serwisie SKOS:** 27 marca 2017 6:00 AM CEST

Napisz program szukający wartościowań spełniających zadany zbiór klauzul. Należy posłużyć się następującym szablonem (znajdującym się również w serwisie SKOS):

```
% Definiujemy moduł zawierający rozwiązanie.
% Należy zmienić nazwę modułu na {imię}_{nazwisko} gdzie za
% {imię} i {nazwisko} należy podstawić odpowiednio swoje imię
% i nazwisko bez znaków diakrytycznych
:- module(imię_nazwisko, [solve/2]).

% definiujemy operatory ~/1 oraz v/2
:- op(200, fx, ~).
:- op(500, xfy, v).

% Główny predykat rozwiązujący zadanie.
% UWAGA: to nie jest jeszcze rozwiązanie; należy zmienić jego
% definicję.
solve(Clauses, Solution) :-
    Clauses = [p v ~p],
    Solution = [(p,x)].
```

zmieniając definicję predykatu *solve(+Clauses, -Solution)*. Predykat ten powinien dla danego zbioru klauzul *Clauses* z każdym nawrotem generować uogólnione wartościowania spełniające *Clauses*. Cała przestrzeń rozwiązań powinna być pokryta, tzn. każde wartościowanie spełniające *Clauses* powinno być instancją **dokładnie jednego** uogólnionego wartościowania *Solution* generowanego przez wywołanie *solve(Clauses, Solution)*. Możesz założyć, że dane wejściowe są poprawne.

**Wymogi formalne**

Należy zgłosić pojedynczy plik o nazwie *imię\_nazwisko.pl* gdzie za *imię* i *nazwisko* należy podstawić odpowiednio swoje imię i nazwisko bez znaków diakrytycznych. Nadesłany plik powinien być kodem źródłowym napisanym w Prologu, który definiuje moduł eksportujący jeden predykat `solve/2` tak jak to opisano w załączonym szablonie. **Rozwiązania nie spełniające wymogów formalnych nie będą oceniane!**

**Uwaga**

W serwisie SKOS umieszczono plik `prac1.pl` pozwalający uruchamiać napisane rozwiązanie na przygotowanych testach. Sposób jego uruchamiania znajduje się w komentarzu wewnątrz pliku.