|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Лабораторная работа № 17**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема** Prolog  **Студент** Белоусова Ю.С.  **Группа** ИУ7-61Б  **Оценка (баллы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **Преподаватель** Толпинская Н.Б. |  |

Москва.

2020 г.

**Задание**

В одной программе написать правила, позволяющие найти

1. Максимум из двух чисел
   1. без использования отсечения,
   2. с использованием отсечения;
2. Максимум из трех чисел
   1. без использования отсечения,
   2. с использованием отсечения;

Убедиться в правильности результатов.

Для каждого случая пункта 2 обосновать необходимость всех условий тела.

## Ответы на вопросы

#### Какое первое состояние резольвенты?

Изначально в резольвенте находится цель, заданная пользователем.

#### В каком случае система запускает алгоритм унификации? (т.е. Как эту необходимость на формальном уровне распознает система?)

Система запускает алгоритм унификации, если есть еще на какие вопросы отвечать (какие цели доказывать). То есть если резольвента (совокупность целей) не пуста.

#### Каково назначение использования алгоритма унификации?

Назначение алгоритма унификации - подобрать знание, которое позволит на поставленный  
вопрос ответить да.

#### Каков результат работы алгоритма унификации?

Результатом алгоритма унификации является «успех» (цель доказана) или  
«неудача» (на основе данной базы знаний невозможно доказать цель). В случае «успеха» в  
качестве побочного эффекта формируется подстановка, содержащая значения переменных, при которых вопрос станет примером программы.

#### В каких пределах программы переменные уникальны?

Именованная переменная уникальна в рамках предложения, в котором она используются. Любая анонимная переменная является уникальной.

1. **Как применяется подстановка, полученная с помощью алгоритма унификации?** Полученная с помощью алгоритма унификации подстановка применяется к целям в резольвенте.

Подстановкой называется множество пар, вида: { 𝑋𝑖= 𝑡𝑖 } , где 𝑋𝑖 – переменная, а 𝑡𝑖 – терм. Т.е происходит конкретизация переменной термом. Применение подстановки заключается в замене каждого вхождения переменной 𝑋𝑖 на соответствующий терм (𝑡𝑖). В результате применения подстановки переменные конкретизируются значениями, которые будут далее использованы при доказательстве истинности тела выбранного правила то есть значения переменных переходят на следующих шаг доказательства.

#### Как изменяется резольвента?

Для хранения резольвенты используется стек. Меняется она в ходе доказательства.

Преобразования выполняются с помощью редукции – замены текущей цели на тело

найденного в программе правила (с помощью унификации цели и заголовка правила программы).

Преобразование резольвенты разделено на два этапа:

* 1. Берется верхняя из подцелей резольвенты (по стековому принципу) и заменяется на тело правила, найденного в программе.
  2. Затем к полученной конъюнкции целей применяется подстановка (наибольший общий унификатор цели и сопоставленного с ней правила).

#### В каких случаях запускается механизм отката?

Во время работы системы, в случае, если решение не найдено, и из данного состояния невозможен переход в новое состояние (тупиковое состояние), применяется механизм отката.

## domains

int = integer

## predicates

max1a(int, int, int) max1b(int, int, int)

max2a(int, int, int, int) max2b(int, int, int, int)

## clauses

max1a(X, Y, X) :- X >= Y.

max1a(X, Y, Y) :- X < Y.

max1b(X, Y, X) :- X >= Y, !.

max1b(\_, Y, Y).

max2a(X, Y, Z, X) :- X >= Z, X >= Y.

max2a(X, Y, Z, Y) :- Y >= X, Y >= Z.

max2a(X, Y, Z, Z) :- Z >= X, Z >= Y.

max2b(X, Y, Z, X) :- X >= Y, X >= Z, !.

max2b(\_, Y, Z, Y) :- Y >= Z, !.

max2b(\_, \_, Z, Z).

## Обоснование реализации задания №2

Пункт «а» реализован полным перебором, рассматривается три случая:

* Когда первый аргумент – максимум
* Когда второй аргумент – максимум
* Когда третий аргумент – максимум.

В каждом предложении в цели расположено по два условия, в кажом из которых производится сравнение предполагаемого максимума с двумя оставшимися аргументами.

Пункт «b» реазирован с использованием предиката отсечения. В первом (по порядку сверху-вниз) предложении производится проверка параметра X на то, является ли он максимумом, в конце используется предикат отсечения, чтобы ограничить количество проверок – если найдено значение, оно единственно, откат выполняться после отсечения не будет, результат получен.

Во втором предложении, производится проверка У на максимум, так как в предыдущем правиле было получено, что X не является максимумом, его не рассматриваем, остается проверить какой из аргументов больше Y или Z, что и делается в конце также используется предикат отсечения с той же целью, что и в предложении 1.

Третье правило является фактом, поскольку, если ни X ни Y не являются максимумами, параметр Z

– максимум.

## Примеры целей и результатов работы программы

1. **Goal** max1a(5, 1, Res).

**Result** Res=5

1. **Goal** max1a(5, 6, Res).

**Result** Res=6

1. **Goal** max1b(5, 1, Res).

**Result** Res=5

1. **Goal** max1b(5, 6, Res).

**Result** Res=6

### **Goal** max2a(5, 7, 1, Res).

**Result** Res=7

### **Goal** max2b(5, 7, 1, Res).

**Result** Res=7

**Описание порядка поиска объектов Цель:** max2a(5, 7, 1, Res).

## Обозначение:

Поскольку в программе выполняется внушительное количество сравнений в таблице будет выделен шаг для поиска соответствующего терма с помощью алгоритма унификации (т.е не будет выделяться отдельный шаг на сравнение всех неунифируемых термов). В таблице шаг будет называться «**Поиск подходящего терма**», под «подходящим» имеется в виду терм, унифицируемый с текущим.

Термы являются унифицируемыми, если у них **совпадают названия главных функторов** и

**одинаковая арность**.

Таблица 1: Порядок работы системы для пункта а задания 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № шага | Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?) | Для каких термов запускается алгоритм унификации: Т1=Т2 и каков **результат** (и подстановка) | Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?) |
| 1 | На первом шаге работы программы добавляется  главная цель: | Поиск подходящего терма | Переход к следующему предложению. |
|  | **~~max2a(5, 7, 1, Res).~~**  Запуск алгоритма редукции для выделенной (полужирный шрифт) цели (цель берется из  стека). |  |  |
|  | Выполнение алгоритма редукции для max2a(5, 7, 1, Res).  **Текущее состояние резольвенты:** пуста | Попытка унификации: max2a(5, 7, 1, Res)  =  max2a(X, Y, Z, X)  Результат: успех Подстановка: {X=5, Y=7, Z=1,  Res=X}. | Прямой ход.  Переход в тело правила. |
| 2 | Замена max2a(5, 7, 1, Res) на тело найденного алгоритмом унификации правила.  Выполнение подстановки к полученной конъюнкции целей.  **Текущее состояние резольвенты:**  ~~5 >= 1~~ (цель достается из стека),  5 >= 7. | 5 >= 1 – сревнение связанных переменных  Результат: истина. | Прямой ход. |
| 3 | Из стека достается цель 5 >= 7.  **Текущенн состояние резольвенты**: пуста. | 5 >= 7 – сравнение связанных переменных  Результат ложь | Откат к предыдущему состоянию резольвенты, решение не найдено и из этого состояние переход в другие  невозможен. |
| 4 | **Текущее состояние резольвенты:**  ~~max2a(5, 7, 1, Res).~~(цель достается из стека)  Поиск альтернативных путей, выполнение алгоритма редукции | Попытка унификации: max2a(5, 7, 1, Res)  =  max2a(X, Y, Z, Y)  Результат: успех Подстановка: {X=5, Y=7, Z=1, Res=Y}. | Прямой ход.  Переход в тело правила |
| 5 | Замена max2a(5, 7, 1, Res) на тело найденного алгоритмом унификации правила.  Выполнение подстановки к полученной конъюнкции целей.  **Текущее состояние резольвенты:**  ~~7 >= 5~~ (цель достается из стека),  7 >= 1. | 7 >= 5 – сревнение связанных переменных  Результат: истина. | Прямой ход. |
| 6 | Из стека достается цель 7 >= 1.  **Текущенн состояние резольвенты**: пуста. | 7 >= 1 – сревнение связанных переменных  Результат: истина. | Решение найдено (резольвента пуста).  Вывод.  Поиск альтернативных решений,  Выполнение отката. |
| 7 | **~~max2a(5, 7, 1, Res).~~** (цель достается из стека),  Запуск алгоритма редукции для выделенной (полужирный шрифт) цели (цель берется из  стека). | Попытка унификации: max2a(5, 7, 1, Res)  =  max2a(X, Y, Z, Z)  Результат: успех | Прямой ход.  Переход в тело правила |
|  |  | Подстановка: {X=5, Y=7, Z=1,  Res=Z}. |  |
| 8 | Замена max2a(5, 7, 1, Res) на тело найденного алгоритмом унификации правила.  Выполнение подстановки к полученной конъюнкции целей.  **Текущее состояние резольвенты:**  ~~1 >= 5~~ (цель достается из стека),  7 >= 7. | 1 >= 5 – сревнение связанных переменных  Результат: ложь. | Откат к предыдущему состоянию резольвенты, решение не найдено и из этого состояние переход в другие невозможен. |
| 9 | **Текущее состояние резольвенты:**  ~~max2a(5, 7, 1, Res).~~ Берется из стека. | Поиск подходящего терма. | Переход к следующему предложению |
|  | **Резольвента пуста** | Конец БЗ. Соответствий не  найдено. | Завершение работы  программы. |

**Цель:** max2b(5, 7, 1, Res).

max2b(X, Y, Z, X) :- X >= Y, X >= Z, !.

max2b(\_, Y, Z, Y) :- Y >= Z, !.

max2b(\_, \_, Z, Z).

Таблица 2: Порядок работы системы для пункта b задания 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № шага | Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?) | Для каких термов запускается алгоритм унификации: Т1=Т2 и каков **результат** (и подстановка) | Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?) |
| 1 | max2b(5, 7, 1, Res)  В качестве первого состояния в резольвенту помещается вопрос | Неуспешные унификации max2b(5, 7, 1, Res) с каждым из следующих термов  max1a(X, Y, X)  max1a(X, Y, Y)  max1b(X, Y, X)  max1b(\_, Y, Y)  max2a(X, Y, Z, X)  max2a(X, Y, Z, Y)  max2a(X, Y, Z, Z)  Функторы не совпадают | Прямой ход, переход к следующему предложению в БЗ. |
|  | max2b(5, 7, 1, Res) | Попытка унификации: max2b(5, 7, 1, Res)  =  max2b(X, Y, Z, X)  Результат: успех Подстановка: {X=5, Y=7, Z=1,  Res=X}. | Прямой ход.  Замена цели телом правила, применение подстановки. |
| 2 | 5>=7,  5>=1,  !. | 5 >= 7 - ложь. | Откат |
| 3 | max2b(5, 7, 1, Res) | Попытка унификации: max2b(5, 7, 1, Res)  =  max2b(\_, Y, Z, Y)  Результат: успех  Подстановка: {Y=7, Z=1, Res=Y=7}. | Прямой ход.  Замена цели телом правила, применение подстановки. |
| 4 | 7>=1,  !. | 7 >= 1 – истина. | Разрешение текущей цели (удаление ее из резольвенты) |
| 5 | !. | Выполнение отсечения, запрет отката | Прямой ход. |
| 6 | Резольвента пустая | Завершение работы | Вывод результата  Res = 7 |

#### Вывод

Увеличить эффективность программы можно сократив количество предложений в БЗ. Также можно уменьшить количество сопоставлений путем отсечения (если заранее известно) ненужных случаев, например, если предложения взаимозаменяемые (когда выполнено одно, другое выполнено быть не может). Сделать это можно с помощью предиката отсечения.