|  |  |
| --- | --- |
| 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»

**ОТЧЕТ**

*к лабораторной работе № 17*

*По курсу: «Функциональное и логическое программирование»*

Студент ИУ7-65Б

Юмаев А.Р.

Преподаватель

Строганов Ю.В.

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**

1. **Какое первое состояние резольвенты?**

На первом шаге в резольвенте находится заданный вопрос (цель).

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

Система запускает алгоритм унификации, в случае, если есть, что доказывать. Формально, алгоритм унификации запускается для выбранной (по принципу стека) подцели в резольвенте и сопоставляет текущую цель со знаниями в БЗ.

1. **Каково назначение использования алгоритма унификации?**

Для поиска ответа на вопрос системе необходимо найти подходящее знание в БЗ, для поиска такого знания используется алгоритм унификации. Формально, он помогает системе понять, что заголовок подошел: алгоритм попарно пытается сопоставить термы (текущую цель и термы из БЗ) и построить для них общий пример (для этого используется подстановка).

1. **Каков результат работы алгоритма унификации?**

Результатом алгоритма унификации является «успех» или «неудача». В случае удачи, в результитрующей ячейке формируется подстановка, побочным эффетом является наиболее общий унификатор (подстановка) двух рассматриваемых термов.

1. **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?**

Применение подстановки заключается в замене каждого вхождения переменной на соответствующий терм (). 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.

1. **Как изменяется резольвента?**

В резольвенте хранятся цели, истинность которых необходимо доказать. Для хранения целей в резольвенте используется стек. Она (резольвента) меняется в ходе доказательства с помощью алгоритма редукции (замена текущей цели на тело правила, найденного в БЗ с помощью алгоритма унификации). Преобразование происходит следующим образом:

* берется верхняя цель и заменяется на тело правила (если речь идет о факте, так как факт - частный случай правила, не имеющий тела, цель просто убирается), найденного путем сопоставления алгоритмом унификации из БЗ.
* к полученной конъюнкции целей применяется подстановка, полученная алгоритмом унификации

1. **В каких случаях запускается механизм отката?**

Механизм отката запускается при возникновении тупиковой ситуации.

|  |
| --- |
| domains  int = integer    predicates  max\_1a(integer, integer, integer)  max\_1b(integer, integer, integer)  max\_2a(integer, integer, integer, integer)  max\_2b(integer, integer, integer, integer)   clauses  /\* Задание 1а \*/  max\_1a(Num1, Num2, Num1) :- Num1 >= Num2.  max\_1a(Num1, Num2, Num2) :- Num1 < Num2.  /\* Задание 1b \*/  max\_1b(Num1, Num2, Num1) :- Num1 >= Num2, !.  max\_1b(Num1, Num2, Num2) :- !.  /\* Задание 2а \*/  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num1) :- Num1 >= Num3, Num1 >= Num2.  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num2) :- Num2 >= Num1, Num2 >= Num3.  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num3) :- Num3 >= Num1, Num3 >= Num2.  /\* Задание 2b \*/  max\_2b(Num1, Num2, Num3, Num1) :- Num1 >= Num2, Num1 >= Num3, !.  max\_2b(\_, Num2, Num3, Num2) :- Num2 >= Num3, !.  max\_2b(\_, \_, Num3, Num3) :- ! |

**Обоснование реализации задания №2**

1. **Пункт «А»**

Для реализации пункта «А» было использовано три правила, каждое из которых проверяет конкретную переменную (Num1, Num2 или Num3) на максимум. В теле каждого из правил предполагаемая переменная сравнивается в двумя оставшимися.

1. **Пункт «Б»**

Для пункта «Б» было использовано зеленое отсечение (не нарушающее логику программу, результат остается корректным), поскольку правила являются взаимоисключающими, при нахождении корректного дальнейший поиск избыточен. Чтобы избежать дальшейшие проверки используется предикат отсечения «!». Идея реализации заключается в следующем:

* Первое правило выполняет проверку, является ли первый аргумент истинным, если все подцели (сравнение первого аргумента с каждым из оставшихся) выполнены – выполняется отсечение, и программа завершает свою работу
* Второе правило выполняет проверку второго аргумента на максимальность, поскольку первое правило исключило возможность первого аргумента быть максимальным – его значение не рассматривается, остается сравнить второй и третий аргументы и выполнить отсечение, если подцель будет выполнена (полная аналогия работы с правилом 1).
* Оставшееся правило будет выполнено, в случае, если два других не сработали. После него также выполняется отсечение.

**Примеры целей и результатов работы программы**

Цель: max\_1a(1, 4, Res).

Результат: **Res**=4

Цель: max\_1b(5, 1, Res).

Результат: **Res**=5

Цель: max\_2a(5, 2, 1, Res).

Результат: **Res**=5

Цель: max\_2b(6, 9, 0, Res).

Результат: **Res**=9

**Описание порядка поиска объектов**

**Задание 2а**

**Цель:**  max\_2a(5, 2, 1, Res).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № 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 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res).  **Дальнейшие действия:**  К ТЦ применяется редукция |  |  |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_1a(Num1, Num2, Num1) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ:max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_1a(Num1, Num2, Num2) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ:max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_1b(Num1, Num2, Num1) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ:max\_2a(5, 2, 1, Res),  max\_1b(Num1, Num2, Num2) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num1) (знание из БЗ)  **Результат:** успех  **Подстановка:** {Num1=2, Num2=5, Num3=1, Res=Num1} | Прямой ход, переход в тело правила. Заменить в резольвенте ТЦ на тело найденного правила, произвести подстановку. |
| 2 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ:5 >= 2,  5 >= 1  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | 5 >= 2  **Результат**: истина | Переход к следующей цели, Заменить в резольвенте ТЦ на тело найденного правила, |
| 3 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ:5 >= 1  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | 5>=1  **Результат:** истина. | Резольвента пуста,  полцели выполнены.  Вывод  Res = 5.  Поиск альтернативных решений – откат. Подцели  5 >= 2, 5 >= 1  не будут снова рассматриваться, т.к были помечены программой, как просмотренные. Из них нельзя получить альтернативное решение. |
| 4 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ:max\_2a(5, 2, 1, Res).  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num2) (знание из БЗ)  **Результат:** успех  **Подстановка:** {Num1=2, Num2=5, Num3=1, Res=Num2} | Прямой ход, переход в тело правила. Добавить в резольвенту тело найденного правила, произвести подстановку |
| 5 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ:2 >= 5,  2 >= 1  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | 2>=5  **Результат:** ложь. | Откат к цели  max\_2a(5, 2, 1, Res) |
| 6 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ:max\_2a(5, 2, 1, Res).  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num3) (знание из БЗ)  **Результат:** успех  **Подстановка:** {Num1=2, Num2=5, Num3=1, Res=Num3} | Прямой ход, переход в тело правила. Добавить в резольвенту тело найденного правила, произвести подстановку |
| 7 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ:1 >= 5,  1 >= 2  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | 1>=5  **Результат:** ложь. | Откат к цели  max\_2a(5, 2, 1, Res) |
| 8 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res).  **Дальнейшие действия:**  Запуск алгоритма редукции для max\_2a(5, 2, 1, Res). (резольвента становится пустой) | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_2b(Num1, Num2, Num3, Num1) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  max\_2a(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:** ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_2b(Num1, Num2, Num3, Num2) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  max\_2a(5, 2, 1, Res). | ТЦ: max\_2a(5, 2, 1, Res)  max\_2b(Num1, Num2, Num3, Num3) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Резольвента не пуста.** | **Конец БЗ.** | **Конец работы программы** |

**Задание 2б.**

**Цель:**  max\_2b(5, 2, 1, Res).

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 | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res).  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. |  |  |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res) | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res)  max\_1a(Num1, Num2, Num1) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res)  max\_1a(Num1, Num2, Num2) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ:max\_2b(5, 2, 1, Res)  max\_1b(Num1, Num2, Num1) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res)  max\_1b(Num1, Num2, Num2) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход к следующему предложению |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res)  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num1) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход в тело правила. |
|  | **Состояние резольвенты:** ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res)  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num2) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход, переход в тело правила. Добавить в резольвенту тело найденного правила, произвести подстановку. |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res)  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num3) (знание из БЗ)  **Результат:** неудача, разные имена главных функторов. | Прямой ход |
|  | **Состояние резольвенты:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res). | **Попытка унификации:**  ТЦ: max\_2b(5, 2, 1, Res)  max\_2a(Num1, Num2, Num3, Num1) (знание из БЗ)  **Результат:** успех  **Подстановка:** {Num1=2, Num2=5, Num3=1, Res=Num1} | Прямой ход, переход в тело правила. Заменить в резольвенте ТЦ на тело найденного правила, произвести подстановку |
| 2 | **Состояние резольвенты:**  5 >= 2,  5 >= 1,  !.  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | ТЦ: 5 >= 2  **Результат:** Успех. | Переход к следующей цели. |
| 3 | **Состояние резольвенты:**  5 >= 1,  !.  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | ТЦ: 5 >= 1  **Результат:** успех. | Переход к следующей цели. |
| 4 | **Состояние резольвенты:**  !.  **Дальнейшие действия:**  применить к ТЦ редукцию. | Выполнение отсечения. | Запрет отката. |
|  | **Резольвента пустая** | Откат невозможен. | Завершение работы программы. |

**Выводы о повышении эффективности программы**

Эффективность программы может быть повышена путем сокращения количества предложений в программе, отсечением лишних сопоставлений (зеленые отсечения). Также важен порядок подцелей в теле правила.