|  |  |
| --- | --- |
| 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**

**Формирование эффективных программ на Prolog**

|  |  |
| --- | --- |
| **Студент: Луговой Д.М.**  **Группа: ИУ7-61Б**  **Преподаватель:** Толпинская Н. Б. |  |

Москва.

2020 г.

**Цель работы –** изучить способы организации эффективных программ на Prolog, особенности использования системных предикатов и порядок выполнения программ с их использованием.

**Задачи работы**

Приобрести навыки эффективного описания предметной области с использованием фактов и правил.

Изучить возможность использования системных предикатов в программе на Prolog, принципы и особенности порядка работы в этом случае. Способ формирования и изменения резольвенты в этом случае и порядок формирования ответа.

**Задание**

**В одной программе написать правила, позволяющие найти**

1. Максимум из двух чисел **а)** без использования отсечения,

**в)** с использованием отсечения;

1. Максимум из трех чисел **а)** без использования отсечения,

**в)** с использованием отсечения;

Убедиться в правильности результатов**.**

**Для каждого случая пункта 2 обосновать необходимость всех условий тела.**

**Для одного** из вариантов **ВОПРОСА** и каждого варианта **задания 2 составить таблицу**, отражающую конкретный порядок работы системы:

Т.к. резольвента хранится в виде стека, то состояние резольвенты требуется отображать в столбик: вершина – сверху! Новый шаг надо начинать с нового состояния резольвенты!

**Вопрос:…..**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № 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… | … | … | Комментарий, вывод… |
| … | … | … | … |

**Ответы на вопросы**

* **Какое первое состояние резольвенты?**

Начальное состояние резольвенты – вопрос, т.е. цель доказательства.

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

Система запускаем алгоритм унификации в случае, если резольвента не пуста и в БЗ еще есть предложения, не отмеченные как просмотренные. Унификация запускается для первой подцели из резольвенты и очередного заголовка правила из БЗ (знания просматриваются сверху вниз).

* **Каково назначение использования алгоритма унификации?**

Алгоритм унификации предназначен для логического вывода, система использует его для того, чтобы "увидеть одинаковость" термов и дать ответ «Да» на поставленный вопрос. Унификация является основным вычислительным шагом работы программы.

* **Каков результат работы алгоритма унификации?**

Результатом работы унификации является успех или неудача, побочным эффектом является построенная в ходе унификации подстановка.

* **В каких пределах программы переменные уникальны?**

Именованные переменные уникальны в пределах одного предложения, любая анонимная переменная уникальна.

* **Как применяется подстановка, полученная с помощью алгоритма унификации?**

Подстановка, полученная при унификации термов, применяется к новой резольвенте, первая подцель которой была заменена телом правила, с заголовком которого подцель успешно унифицировалась, путем конкретизации переменных соответствующими термами из подстановки.

* **Как изменяется резольвента?**

Резольвента меняется с помощью редукции и отката. В ходе редукции первая подцель резольвенты заменяется телом сопоставимого с ней правила из БЗ (т.е. правила, заголовок которого успешно унифицируется с подцелью), а затем к конъюнкции подцелей из резольвенты применяется подстановка, найденная при унификации подцели и заголовка правила. Также резольвента меняется в ходе отката, она возвращается в свое предыдущее состояние.

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

Механизм отката запускается в случае попадания в тупиковую ситуацию, т.е. если из текущего состояния перейти в новое состояние невозможно, или в случае, если осуществляется поиск всех возможных ответов и очередной ответ был найден.

**Текст программы**

domains

number = integer

predicates

max2a(number, number, number).

max2b(number, number, number).

max3a(number, number, number, number).

max3b(number, number, number, number).

clauses

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

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

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

max2b(\_, Y, Y).

max3a(X, Y, Z, X) :- X >= Y, X >= Z.

max3a(X, Y, Z, Y) :- Y > X, Y >= Z.

max3a(X, Y, Z, Z) :- Z > X, Z > Y.

max3b(X, Y, Z, X) :- X >= Y, X >= Z, !.

max3b(\_, Y, Z, Y) :- Y >= Z, !.

max3b(\_, \_, Z, Z).

Предикат max2a позволяет найти максимум из 2-х чисел без использования отсечения, предикат max2b – с использованием отсечения. Предикат max3a позволяет найти максимум из 3-х чисел без использования отсечения, предикат max3b – с использованием отсечения.

В первом правиле предиката max3a условие X >= Y необходимо, чтобы проверить, что первое число больше или равно второму, условие X >= Z необходимо, чтобы проверить, что первое число больше или равно третьему. В случае истинности этих условий переменная результат будет конкретизирована первым числом. Во втором правиле данного предиката условие Y > X необходимо, чтобы проверить, что второе число больше первого, проверка на их равенство уже была проведена в первом правиле, поэтому здесь она не нужна. Условие Y >= Z необходимо, чтобы проверить, что второе число больше или равно третьему. В случае истинности этих условий переменная результат будет конкретизирована вторым числом. В третьем правиле данного предиката условие Y > X необходимо, чтобы проверить, что третье число больше первого, проверка на их равенство уже проведена в первом правиле, поэтому здесь она не нужна. Условие Z > Y необходимо, чтобы проверить, что третье число больше второго, проверка на их равенство уже проведена во втором правиле, поэтому здесь она не нужна. В случае истинности этих условий переменная результат будет конкретизирована третьим числом.

В первом правиле предиката max3b условие X >= Y необходимо, чтобы проверить, что первое число больше или равно второму, условие X >= Z необходимо, чтобы проверить, что первое число больше или равно третьему. Отсечение необходимо, так как в случае истинности предыдущих условий переменная результат конкретизируется первым числом, и откат будет не нужен. Во втором правиле данного предиката условие Y >= Z необходимо, чтобы проверить, что второе число больше или равно третьему, другие проверки не нужны, так как раз система дошла до этого правила, значит в ходе проверки условий первого правила произошел откат, и первое число – не наибольшее. Отсечение необходимо, так как в случае истинности условия Y >= Z переменная результат конкретизируется вторым числом и откат будет не нужен. Третье правило данного предиката не содержит условий, так как раз система дошла до этого правила, значит условия первого и второго правил дали ложь, и значит третье число – наибольшее, и переменная результат будет конкретизирована им.

**Примеры работы**

|  |  |
| --- | --- |
| Вопрос | Результат |
| Задание 1.a. Найти максимум из двух чисел без использования отсечения  **max2a(1, 2, Result).** | Result=2  1 Solution |
| Задание 1.в. Найти максимум из двух чисел с использованием отсечения  **max2b(1, 2, Result).** | Result=2  1 Solution |
| Задание 2.a. Найти максимум из трех чисел без использования отсечения  **max3a(4, 8, 8, Result).** | Result=8  1 Solution |
| Задание 2.в. Найти максимум из трех чисел с использованием отсечения  **max3b(4, 8, 8, Result).** | Result=8  1 Solution |

Таблица порядка работы системы, для 2-го задания, пункта а, вопрос: max3a(4, 8, 8, Result).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № 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 | Резольвента:  max3a(4, 8, 8, Result).  Начальное состояние резольвенты – вопрос.  Запускается унификация цели с очередным заголовком правила из БЗ. | - Попытка унификации max3a(4, 8, 8, Result)= max3a(X, Y, Z, X)  - Результат: Успех, подстановка {X=4, Y=8, Z=8, Result=X} | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 2 | Резольвента:  4 >= 8,  4 >= 8.  В резольвенте в ходе редукции цель была заменена телом правила, заголовок которого был успешно унифицирован с вопросом, и была применена подстановка, найденная при унификации.  Запускается унификация первой подцели с правилом логического предиката >=. | - Попытка унификации  4 >= 8 с правилом логического предиката >=  - Результат: унификация неуспешна | Откат резольвенты к предыдущему состоянию, так как альтернативных правил для унификации с первой подцелью нет |
| 3 | Резольвента:  max3a(4, 8, 8, Result).  Резольвента вернулась к предыдущему состоянию в ходе отката.  Запускается унификация цели с очередным заголовком правила из БЗ | - Попытка унификации  max3a(4, 8, 8, Result) = max3a(X, Y, Z, Y)  - Результат: Успех, подстановка {X=4, Y=8, Z=8, Result=Y} | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 4 | Резольвента:  8 > 4,  8 >= 8.  В резольвенте в ходе редукции цель была заменена телом правила, заголовок которого был успешно унифицирован с вопросом, и была применена подстановка, найденная при унификации.  Запускается унификация первой подцели с правилом логического предиката >. | - Попытка унификации  8 > 4 с правилом логического предиката >  - Результат: унификация успешна | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 5 | Резольвента:  8 >= 8.  Правило логического предиката > вернуло True, поэтому произошла редукция резольвенты.  Запускается унификация первой подцели со правилом логического предиката >=. | - Попытка унификации  8 >= 8 с правилом логического предиката >=  - Результат: унификация успешна | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 6 | Резольвента пуста, так правило логического предиката >= вернуло True и произошла редукция резольвенты. |  | Вывод ответа, так как резольвента пуста, откат резольвенты к предыдущему состоянию |
| 7 | Резольвента:  8 >= 8.  Резольвента вернулась к предыдущему состоянию в ходе отката. |  | Откат резольвенты к предыдущему состоянию, так как альтернативных правил для унификации с целью нет |
| 8 | Резольвента:  8 > 4,  8 >= 8.  Резольвента вернулась к предыдущему состоянию в ходе отката. |  | Откат резольвенты к предыдущему состоянию, так как альтернативных правил для унификации с первой подцелью нет |
| 9 | Резольвента:  max3a(4, 8, 8, Result).  Резольвента вернулась к предыдущему состоянию в ходе отката.  Запускается унификация первой подцели с очередным заголовком правила из БЗ. | - Попытка унификации  max3a(4, 8, 8, Result)  = max3a(X, Y, Z, Z)  - Результат: успех, подстановка {X=4, Y=8, Z=8, Result=Z} | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 10 | Резольвента:  8 > 4,  8 > 8.  В резольвенте в ходе редукции цель была заменена телом правила, заголовок которого был успешно унифицирован с вопросом, и была применена подстановка, найденная при унификации.  Запускается унификация первой подцели с правилом логического предиката >. | - Попытка унификации  8 > 4 с правилом логического предиката >  - Результат: унификация успешна | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 11 | Резольвента:  8 > 8.  Правило логического предиката > вернуло True, поэтому произошла редукция резольвенты.  Запускается унификация цели с правилом логического предиката >. | - Попытка унификации  8 > 8 с правилом логического предиката >  - Результат: унификация неуспешна | Откат резольвенты к предыдущему состоянию, так как альтернативных правил для унификации с целью нет |
| 12 | Резольвента:  8 > 4,  8 > 8.  Резольвента вернулась к предыдущему состоянию в ходе отката. |  | Откат резольвенты к предыдущему состоянию, так как альтернативных правил для унификации с первой подцелью нет |
| 13 | Резольвента:  max3a(4, 8, 8, Result).  Резольвента вернулась к предыдущему состоянию в ходе отката. |  | Нет правил, с которыми цель унифицируется успешно, конец работы |

Таблица порядка работы системы, для 2-го задания, пункта в, вопрос: max3b(4, 8, 8, Result).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № 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 | Резольвента:  max3b(4, 8, 8, Result).  Начальное состояние резольвенты – вопрос.  Запускается унификация цели с очередным заголовком правила из БЗ. | - Попытка унификации max3b(4, 8, 8, Result)= max3b(X, Y, Z, X)  - Результат: Успех, подстановка {X=4, Y=8, Z=8, Result=X} | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 2 | Резольвента:  4 >= 8,  4 >= 8,  !.  В резольвенте в ходе редукции цель была заменена телом правила, заголовок которого был успешно унифицирован с вопросом, и была применена подстановка, найденная при унификации.  Запускается унификация первой подцели с правилом логического предиката >=. | - Попытка унификации  4 >= 8 с правилом логического предиката >=  - Результат: унификация неуспешна | Откат резольвенты к предыдущему состоянию, так как альтернативных правил для унификации с первой подцелью нет |
| 3 | Резольвента:  max3b(4, 8, 8, Result).  Резольвента вернулась к предыдущему состоянию в ходе отката.  Запускается унификация первой подцели с очередным заголовком правила из БЗ. | - Попытка унификации  max3b(4, 8, 8, Result)  = max3b(\_, Y, Z, Y)  - Результат: успех, подстановка \_=4, Y=8, Z=8, Result=Y} | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 4 | Резольвента: 8 >= 8,  !.  В резольвенте в ходе редукции цель была заменена телом правила, заголовок которого был успешно унифицирован с вопросом, и была применена подстановка, найденная при унификации.  Запускается унификация первой подцели с правилом логического предиката >=. | - Попытка унификации  8 >= 8 с правилом логического предиката >=  - Результат: унификация успешна | Прямой ход, редукция резольвенты, так как унификация успешна |
| 5 | Резольвента:  !.  Правило логического предиката >= вернуло True, поэтому произошла редукция резольвенты. | Отсечение истинно, так как встретилось в прямом ходе | Прямой ход, редукция резольвенты, так отсечение истинно |
| 6 | Резольвента пуста, так отсечение истинно и произошла редукция резольвенты. |  | Вывод ответа, так как резольвента пуста, откат резольвенты к предыдущему состоянию |
| 7 | Резольвента:  !.  Резольвента вернулась к предыдущему состоянию в ходе отката. | Отсечение ложно, так как был произведен откат. | Отсечение запрещает использовать оставшиеся правила, конец работы |

**Вывод**

Из приведенных выше примеров работы системы видно, что благодаря использованию отсечения объем работ по поиску ответа на заданный вопрос существенно сокращается, что ведет к повышению эффективности работы системы. Также на эффективность работы системы влияет порядок, в которым правила расположены в БЗ, правильная его организации позволяет существенно сократить количество унификаций.