



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 №9 по дисциплине "Функциональное и логическое программирование"

Тема Использование правил в программе на Prolog

Студент Светличная А.А.

Группа ИУ7-63Б

Преподаватель Строганов Ю.В., Толпинская Н.Б.

Москва — 2023 г.

1 Лпбораторная работа

1.1 Задание

1.1.1 Задание №1

Создать базу знаний: «ПРЕДКИ», позволяющую наиболее эффективным способом (за меньшее количество шагов, что обеспечивается меньшим количеством предложений БЗ — правил), и используя разные варианты (примеры) одного вопроса, определить (указать: какой вопрос для какого варианта):

1. по имени субъекта определить всех его бабушек (предки 2-го колена),
2. по имени субъекта определить всех его дедушек (предки 2-го колена),
3. по имени субъекта определить всех его бабушек и дедушек (предки 2-го колена),
4. по имени субъекта определить его бабушку по материнской линии (предки 2-го колена),
5. по имени субъекта определить его бабушку и дедушку по материнской линии (предки 2-го колена).

Минимизировать количество правил и количество вариантов вопросов. Использовать конъюнктивные правила и простой вопрос.

Для одного из вариантов ВОПРОСА задания 1 составить таблицу, отражающую конкретный порядок работы системы.

1.1.2 Задание №2

В одной программе написать правила, позволяющие найти

- 1) Максимум из двух чисел

- а) без использования отсечения,
- б) с использованием отсечения;

2) Максимум из трех чисел

- а) без использования отсечения,
- б) 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!

Для одного из вариантов ВОПРОСА и конкретной БЗ составить таблицу, отражающую конкретный порядок работы системы, с объяснениями: очередная проблема на каждом шаге и метод ее решения; каково новое текущее состояние резольвенты, как получено; какие дальнейшие действия? (Запускается ли алгоритм унификации? Каких термов? Почему этих?) ; вывод по результатам очередного шага и дальнейшие действия.

1.2 Листинги кода

Листинг 1.1 – Выполнение задания №1

```
1 DOMAINS
2     name = string.
3     sex  = string.
4
5 PREDICATES
6     parent(sex, name, name).
7     grandParent(sex, sex, name, name).
8
9 CLAUSES
10    parent("w", "Irina", "Marina").
11    parent("m", "Dmitry", "Marina").
12    parent("w", "Valentina", "Irina").
13    parent("m", "Nikolay", "Irina").
14    parent("w", "Zoya", "Dmitry").
15    parent("m", "Victor", "Dmitry").
16
17    grandParent(Side, Sex, GrandParent, Child) :-
18        parent(Side, Parent, Child),
19        parent(Sex, GrandParent, Parent).
20
21 GOAL
22
23    %grandParent(_, "w", GrandParent, "Marina").
24    %grandParent(_, "m", GrandParent, "Marina").
25    %grandParent(_, _, GrandParent, "Marina").
26    %grandParent("w", "w", GrandParent, "Marina").
27    grandParent("w", _, GrandParent, "Marina").
```

Листинг 1.2 – Выполнение задания №2

```
1 DOMAINS
2     num = integer.
3
4 PREDICATES
5     max(num, num, num).
6     catMax(num, num, num).
7     max(num, num, num, num).
8     catMax(num, num, num, num).
9
10 CLAUSES
11    max(Num1, Num2, Num1) :-
12        Num1 >= Num2.
```

```

13     max(Num1, Num2, Num2) :-
14         Num1 < Num2.
15
16     catMax(Num1, Num2, Num1) :-
17         Num1 >= Num2, !.
18     catMax(_, Num2, Num2).
19
20     max(Num1, Num2, Num3, Num1) :-
21         Num1 >= Num2, Num1 >= Num3.
22     max(Num1, Num2, Num3, Num2) :-
23         Num2 > Num1, Num2 >= Num3.
24     max(Num1, Num2, Num3, Num3) :-
25         Num3 > Num1, Num3 > Num2.
26
27     catMax(Num1, Num2, Num3, Num1) :-
28         Num1 >= Num2, Num1 >= Num3, !.
29     catMax(_, Num2, Num3, Num2) :-
30         Num2 >= Num3, !.
31     catMax(_, _, Num3, Num3).
32
33 GOAL
34     % 1.a
35     % max(1, 1, Max).
36     % max(1, 2, Max).
37     % max(-1, -2, Max).
38
39     % 1.b
40     % catMax(1, 1, Max).
41     % catMax(1, 2, Max).
42     % catMax(-1, -2, Max).
43
44     % 2.a
45     % max( 1, 1, 1, Max).
46     % max( 1, 2, 2, Max).
47     % max( 2, 1, 2, Max).
48     % max( 2, 2, 1, Max).
49     % max( 3, 2, 2, Max).
50     % max( 2, 3, 2, Max).
51     % max( 2, 2, 3, Max).
52     % max(-1, -2, -3, Max).
53     % max(-2, -1, -3, Max).
54     % max(-3, -2, -1, Max).
55
56     % 2.b
57     % catMax( 1, 1, 1, Max).
58     % catMax( 1, 2, 2, Max).
59     % catMax( 2, 1, 2, Max).
60     % catMax( 2, 2, 1, Max).

```

```
61      % catMax( 3,  2,  2, Max).  
62      % catMax( 2,  3,  2, Max).  
63      % catMax( 2,  2,  3, Max).  
64      % catMax(-1, -2, -3, Max).  
65      % catMax(-2, -1, -3, Max).  
66      catMax(-3, -2, -1, Max).
```

1.3 Таблица №1

Вопрос: `grandParent("w", "w", GrandParent, "Marina")`.

№ шага	Состояние резольвенты	Сравниваемые термы (1); результат (2); подстановка, если есть (3)	Прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	<code>grandParent("w", "w", GrandParent, "Marina")</code> .	(1) <code>grandParent("w", "w", GrandParent, "Marina") = parent("w", "Irina", "Marina")</code> . (2) Унификация невозможна (несовпадающие функторы)	Прямой ход. Переход к следующему предложению в базе знаний.
2-6	—	аналогично шагу 1	—
7	—	(1) <code>grandParent("w", "w", GrandParent, "Marina") = grandParent(Side, Sex, GrandParent, Child)</code> . (2) Унификация успешна (3) <code>{Side = "w", Sex = "w", GrandParent = GrandParent, Child = "Marina"}</code>	Прямой ход. Образование новой резольвенты: 1. Редукция: замена подцели <code>grandParent("w", "w", GrandParent, "Marina")</code> телом найденного правила: <code>parent(Side, Parent, Child), parent(Sex, GrandParent, Parent)</code> . 2. Применение подстановки: <code>parent("w", Parent, "Marina"), parent("w", GrandParent, Parent)</code> .
8	<code>parent("w", Parent, "Marina"), parent("w", GrandParent, Parent)</code> .	(1) <code>parent("w", Parent, "Marina") = parent("w", "Irina", "Marina")</code> . (2) Унификация успешна (3) <code>{Side = "w", Sex = "w", GrandParent = GrandParent, Child = "Marina", Parent = "Irina"}</code>	Прямой ход. Образование новой резольвенты: 1. Редукция: замена подцели <code>parent("w", Parent, "Marina")</code> телом найденного правила: нет тела. 2. Применение подстановки: <code>parent("w", GrandParent, "Irina")</code> .
9-10	<code>parent("w", GrandParent, "Irina")</code> .	(1) <code>parent("w", GrandParent, "Irina") = parent("w"/"m", "Irina"/"Dmitry", "Marina")</code> . (2) Унификация невозможна (несовпадающие константы)	Прямой ход. Переход к следующему предложению в базе знаний.
11	<code>parent("w", GrandParent, "Irina")</code> .	(1) <code>parent("w", GrandParent, "Irina") = parent("w", "Valentina", "Irina")</code> . (2) Унификация успешна (3) <code>{Side = "w", Sex = "w", GrandParent = "Valentina", Child = "Marina", Parent = "Irina"}</code>	Прямой ход. Образование новой резольвенты: 1. Редукция: замена подцели <code>parent("w", GrandParent, "Irina")</code> телом найденного правила: нет тела. 2. Резольвента пуста.
12	Резольвента пуста	—	Откат. Отмена последней редукции.

			Возвращение к состоянию резольветы в конце шага 10 Реконкретизация переменных: parent("w", GrandParent, "Irina").
13-15	parent("w", GrandParent, "Irina").	(1) parent("w", GrandParent, "Irina") = parent(..., ..., ...). (2) Унификация невозможна (несовпадающие константы).	Прямой ход. Переход к следующему предложению в базе знаний.
16	parent("w", GrandParent, "Irina").	Конец базы знаний	Откат. Отмена последней редукции. Возвращение к состоянию резольветы в конце шага 7. Реконкретизация переменных: parent("w", Parent, "Marina"), parent("w", GrandParent, Parent).
17-21	parent("w", Parent, "Marina"), parent("w", GrandParent, Parent).	(1) parent("w", Parent, "Marina") = parent(..., ..., ...). (2) Унификация невозможна (несовпадающие константы).	Прямой ход. Переход к следующему предложению в базе знаний.
22	parent("w", Parent, "Marina"), parent("w", GrandParent, Parent).	(1) parent("w", Parent, "Marina") = grandParent(Side, Sex, GrandParent, Child). (2) Унификация невозможна (несовпадающие <u>функторы</u>).	Прямой ход. Переход к следующему предложению в базе знаний.
23	parent("w", Parent, "Marina"), parent("w", GrandParent, Parent).	Конец базы знаний.	Откат. Отмена последней редукции. Возвращение к состоянию резольветы в конце шага 6. Реконкретизация переменных: grandParent("w", "w", GrandParent, "Marina").
24	grandParent("w", "w", GrandParent, "Marina").	—	В резольвенте исходный вопрос. Вся база знаний пройдена. Работа системы остановлена.
Итог		Найдено одно решение: GrandParent = "Valentina"	

1.4 Таблицы №2

а) Вопрос: $\max(-2, -1, -3, \text{Max})$.

№ шага	Состояние резольвенты	Сравниваемые термы (1); результат (2); подстановка, если есть (3)	Прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	$\max(-2, -1, -3, \text{Max})$.	(1) $\max(-2, -1, -3, \text{Max}) = \max(\text{Num1}, \text{Num2}, \text{Num1})$. (2) Унификация невозможна (несовпадающее число аргументов)	Прямой ход. Переход к следующему предложению в базе знаний.
2-4	—	аналогично шагу 1 (для шагов 3-4: несовпадающие функторы)	—
5	—	(1) $\max(-2, -1, -3, \text{Max}) = \max(\text{Num1}, \text{Num2}, \text{Num3}, \text{Num1})$. (2) Унификация успешна (3) $\{\text{Num1} = -2, \text{Num2} = -1, \text{Num3} = -3, \text{Max} = \text{Num1}\}$	Прямой ход. Образование новой резольвенты: 1. Редукция: замена подцели $\max(-2, -1, -3, \text{Max})$ телом найденного правила: $\text{Num1} \geq \text{Num2}$, $\text{Num1} \geq \text{Num3}$. 2. Применение подстановки: $-2 \geq -1$, $-2 \geq -3$.
6	$-2 \geq -1$, $-2 \geq -3$.	Сравнение: $-2 \geq -1$ Результат: ложь	Откат. Отмена последней редукции. Возвращение к состоянию резольвенты в конце шага 4 Реконкретизация переменных: $\max(-2, -1, -3, \text{Max})$.
7	$\max(-2, -1, -3, \text{Max})$.	(1) $\max(-2, -1, -3, \text{Max}) = \max(\text{Num1}, \text{Num2}, \text{Num3}, \text{Num2})$. (2) Унификация успешна (3) $\{\text{Num1} = -2, \text{Num2} = -1, \text{Num3} = -3, \text{Max} = \text{Num2}\}$	Прямой ход. Образование новой резольвенты: 1. Редукция: замена подцели $\max(-2, -1, -3, \text{Max})$ телом найденного правила: $\text{Num2} > \text{Num1}$, $\text{Num2} \geq \text{Num3}$. 2. Применение подстановки: $-1 > -2$, $-1 \geq -3$.
8	$-1 > -2$, $-1 \geq -3$.	Сравнение: $-1 > -2$ Результат: истина	Прямой ход. Переход к следующей подцели. Резольвента: $-1 \geq -3$.
9	$-1 \geq -3$.	Сравнение: $-1 \geq -3$ Результат: истина	Прямой ход. Переход к следующей подцели. Резольвента пуста.
10	Резольвента пуста	Найдено решение.	Откат. Отмена последней редукции. Возвращение к состоянию резольвенты в конце шага 6 Реконкретизация переменных: $\max(-2, -1, -3, \text{Max})$.

11	$\max(-2, -1, -3, \text{Max})$.	<p>(1) $\max(-2, -1, -3, \text{Max}) = \max(\text{Num1}, \text{Num2}, \text{Num3}, \text{Num3})$.</p> <p>(2) Унификация успешна</p> <p>(3) $\{\text{Num1} = -2, \text{Num2} = -1, \text{Num3} = -3, \text{Max} = \text{Num3}\}$</p>	<p>Прямой ход.</p> <p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция: замена подцели $\max(-2, -1, -3, \text{Max})$ телом найденного правила:</p> <p>$\text{Num3} > \text{Num1}$, $\text{Num3} > \text{Num2}$.</p> <p>2. Применение подстановки:</p> <p>$-3 > -1$, $-3 > -2$.</p>
12	$-3 > -1$, $-3 > -2$.	<p>Сравнение: $-3 > -1$</p> <p>Результат: ложь</p>	<p>Откат.</p> <p>Отмена последней редукции.</p> <p>Возвращение к состоянию резольвенты в конце шага 1</p> <p>Реконкретизация переменных:</p> <p>$\max(-2, -1, -3, \text{Max})$.</p>
13	$\max(-2, -1, -3, \text{Max})$.	<p>(1) $\max(-2, -1, -3, \text{Max}) = \text{catMax}(\text{Num1}, \text{Num2}, \text{Num3}, \text{Num1})$.</p> <p>(2) Унификация невозможна (несовпадающие функторы).</p>	<p>В резольвенте исходный вопрос.</p> <p>Вся база знаний пройдена, Работа системы остановлена.</p>
Итог			<p>Найдено одно решение:</p> <p>$\text{Max} = -1$</p>

b) Вопрос: $\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max})$.

№ шага	Состояние резольвенты	Сравниваемые термы (1); результат (2); подстановка, если есть (3)	Прямой ход или откат (к чему приводит?)
1	$\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max})$.	(1) $\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max}) = \text{max}(\text{Num1}, \text{Num2}, \text{Num1})$. (2) Унификация невозможна (несовпадающие функторы)	Прямой ход. Переход к следующему предложению в базе знаний.
2-7	–"	аналогично шагу 1 (для шагов 3-4: несовпадающее число аргументов)	–"
8	–"	(1) $\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max}) = \text{catMax}(\text{Num1}, \text{Num2}, \text{Num3}, \text{Num1})$. (2) Унификация успешна (3) $\{\text{Num1} = -2, \text{Num2} = -1, \text{Num3} = -3, \text{Max} = \text{Num1}\}$	Прямой ход. Образование новой резольвенты: 1. Редукция: замена подцели $\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max})$ телом найденного правила: $\text{Num1} \geq \text{Num2},$ $\text{Num1} \geq \text{Num3}, !.$ 2. Применение подстановки: $-2 \geq -1,$ $-2 \geq -3, !.$
9	$-2 \geq -1,$ $-2 \geq -3,$ $!.$	Сравнение: $-2 \geq -1$ Результат: ложь	Откат. Отмена последней редукции. Возвращение к состоянию резольвенты в конце шага 7 Реконкретизация переменных: $\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max})$.
10	$\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max})$.	(1) $\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max}) = \text{catMax}(_, \text{Num2}, \text{Num3}, \text{Num2})$. (2) Унификация успешна (3) $\{\text{Num2} = -1, \text{Num3} = -3, \text{Max} = \text{Num2}\}$	Прямой ход. Образование новой резольвенты: 1. Редукция: замена подцели $\text{catMax}(-2, -1, -3, \text{Max})$ телом найденного правила: $\text{Num2} \geq \text{Num3}, !.$ 2. Применение подстановки: $-1 \geq -3, !.$
11	$-1 \geq -3,$ $!.$	Сравнение: $-1 \geq -3$ Результат: истина	Прямой ход. Переход к следующей подцели. Резольвента: $!.$
12	$!.$	Встречен предикат отсечения. Запрет пересогласования уже согласованных подцелей.	Прямой ход. Переход к следующей подцели. Резольвент пуста.
10	Резольвента пуста	Найдено решение.	Откат. Резольвента: $\text{max}(-2, -1, -3, \text{Max})$.
11	$\text{max}(-2, -1, -3, \text{Max})$.	Подцель была уже согласована.	В резольвенте исходный вопрос. Вся база знаний пройдена. Работа системы остановлена.
Итог			Найдено одно решение: $\text{Max} = -1$