



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» (ИУ7)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 09.03.04 Программная инженерия

О Т Ч Е Т

по лабораторной работе № 18

Дисциплина: Функциональное и логическое программирование

Студент

ИУ7-62Б

(Группа)

(Подпись, дата)

Е.В. Брянская

(И.О. Фамилия)

Преподаватель

Н.Б.Толпинская

Ю.В.Строганов

(Подпись, дата)

(И.О. Фамилия)

Москва, 2021

Задание

Используя хвостовую рекурсию, разработать программу, позволяющую найти

1. $n!$
2. n -е число Фибоначчи

Убедиться в правильности результатов.

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

Так как резольвента хранится в виде стека, то состояние резольвенты следует отображать в столбик: вершина – сверху! Новый шаг надо начинать с нового состояния резольвенты!

```
PREDICATES
    fact(integer, integer).
    fact(integer, integer, integer).

    fib(integer, integer).
    fib(integer, integer, integer, integer).

CLAUSES
    fact(X, -100500) :- X < 0, !.
    fact(0, 1) :- !.
    fact(X, Result) :- fact(X, 1, Result), !.

    fact(1, Result, Result) :- !.
    fact(X, Temp, Result) :-
        Item = X * Temp,
        NewX = X - 1,
        fact(NewX, Item, Result).

%-----
% 0 1 1 2 3 5 8 ...

    fib(N, -100500) :- N < 0, !.
    fib(N, Result) :- fib(N, 0, 1, Result), !.

    fib(1, Result, _, Result) :- !.
    fib(N, Sum, Num, Result) :-
        N_temp = N - 1,
        Sum_temp = Sum + Num,
        fib(N_temp, Num, Sum_temp, Result).

GOAL
    %fact(3, Result).
    %fib(2, Result).
```

Вопрос: **fact(3, Result_1)**.

№	Состояние резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
0.	Начальное состояние: fact(3, Result_1)		
1.	3 < 0, !	fact(3, Result_1) = fact(X, -100500) Удача Подстановка: {X=3, Result_1=-100500}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
2.	3 < 0, !	3 < 0 Неудача (ложное логическое утверждение)	Откат к предыдущему состоянию резольвенты (тупиковая ситуация)
	fact(3, Result_1)	Подстановка: {}	
	fact(3, Result_1)	fact(3, Result_1) = fact(0, 1) Неудача (не совпали константы)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, Result_1) = fact(X, Result_2) Удача Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
3.	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) = fact(X, -100500) Неудача (не совпала аргументность)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) = fact(0, 1) Неудача (не совпала аргументность)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) =	Прямой ход, переход к следующему правилу.

		fact(X, Resultt) Неудача (не совпала арность)	
	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) = fact(1, Result, Result) Неудача (не совпали константы)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	Item_3 = 3 * 1, NewX_3 = 3 - 1, fact(NewX_3, Item_3, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) = fact(X_3, Temp_3, Result_3) Удача Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
4.	NewX_3 = 3 - 1, fact(NewX_3, 3, Result_1), !	Item_3 = 3 * 1 Удача Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item_3=3}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
5.	fact(2, 3, Result_1), !	NewX_3 = 3 - 1 Удача Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item_3=3, NewX_3=2}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
6.	fact(2, 3, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fact(X, -100500) Неудача (не совпала арность)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	fact(2, 3, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fact(0, 1) Неудача (не совпала арность)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	fact(2, 3, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fact(X, Result)	Прямой ход, переход к следующему правилу.

		Неудача (не совпала арность)	
	fact(2, 3, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fact(1, Result, Result) Неудача (не совпали константы)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	Item_6 = 2 * 3, NewX_6 = 2 - 1, fact(NewX_6, Item_6, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fact(X_6, Temp_6, Result_6) Удача Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item=3, NewX=2, X_6=2, Temp_6=3, Result_6=Result_1}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
7.	NewX_6 = 2 - 1, fact(NewX_6, 6, Result_1), !	Item_6 = 2 * 3 Удача Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item=3, NewX=2, X_6=2, Temp_6=3, Result_6=Result_1, Item_6=6}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
8.	fact(1, 6, Result_1), !	NewX_6 = 2 - 1 Удача Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item=3, NewX=2, X_6=2, Temp_6=3, Result_6=Result_1, Item_6=6, NewX_6=1}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
9.	fact(1, 6, Result_1), !	fact(1, 6, Result_1) = fact(X, -100500) Неудача (не совпала арность)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	fact(1, 6, Result_1), !	fact(1, 6, Result_1) = fact(0, 1) Неудача (не совпала арность)	Прямой ход, переход к следующему правилу.

	fact(1, 6, Result_1), !	fact(1, 6, Result_1) = fact(X, Result) Неудача (не совпала аргументность)	Прямой ход, переход к следующему правилу.
	!, !	fact(1, 6, Result_1) = fact(1, Result_9, Result_9) Удача Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item=3, NewX=2, X_6=2, Temp_6=3, Result_6=Result_1, Item_6=6, NewX_6=1, Result_9=6, Result_1=Result_9}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
10.	!	! Удача Подстановка: без изменений	Отсечение (системный предикат отсечения) Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
11.	Резольвента пуста	! Удача Подстановка: без изменений	Отсечение (системный предикат отсечения) Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки Вывод: Result_1 = 6 Откат (пустая резольвента)
12.	fact(1, 6, Result_1), !	Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item=3, NewX=2, X_6=2, Temp_6=3, Result_6=Result_1, Item_6=6, NewX_6=1}	Откат (Отсечение)
13.	NewX_6 = 2 - 1, fact(NewX_6, 6, Result_1), !	Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item=3, NewX=2, X_6=2, Temp_6=3, Result_6=Result_1, Item_6=6}	Откат (унификация с константой)
14.	Item_6 = 2 * 3, NewX_6 = 2 - 1,	Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item=3,	Откат (унификация с константой)

	fact(NewX_6, Item_6, Result_1), !	NewX=2, X_6=2, Temp_6=3, Result_6=Result_1}	
15.	fact(2, 3, Result_1), !	Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item_3=3, NewX_3=2}	Прямой ход (переход к следующему правилу)
	fact(2, 3, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fib(N, -100500) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход (переход к следующему правилу)
	fact(2, 3, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fib(N, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход (переход к следующему правилу)
	fact(2, 3, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fib(1, Result, _, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход (переход к следующему правилу)
	fact(2, 3, Result_1), !	fact(2, 3, Result_1) = fib(N, Sum, Num, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Откат (просмотрена вся БЗ)
16.	NewX_3 = 3 - 1, fact(NewX_3, 3, Result_1), !	Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1, Item_3=3}	Откат (унификация с константой)
17.	Item_3 = 3 * 1, NewX_3 = 3 - 1, fact(NewX_3, Item_3, Result_1), !	Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1, X_3=3, Temp_3=1, Result_3=Result_1}	Откат (унификация с константой)
18.	fact(3, 1, Result_1), !	Подстановка: {X=3, Result_2=Result_1}	Прямой ход (переход к следующему правилу)
	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) = fib(N, -100500) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход (переход к следующему правилу)

	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) = fib(N, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход (переход к следующему правилу)
	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) = fib(1, Result, _, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход (переход к следующему правилу)
	fact(3, 1, Result_1), !	fact(3, 1, Result_1) = fib(N, Sum, Num, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Откат (просмотрена вся БЗ)
19.	fact(3, Result_1)	Подстановка: {}	Завершение работы

Вопрос: **fib(2, Result_1).**

№	Состояние резольвенты и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
0.	Начальное состояние: fib(2, Result_1)		
1.	fib(2, Result_1)	fib(2, Result_1) = fact(X, -100500) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, Result_1)	fib(2, Result_1) = fact(0, 1) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, Result_1)	fib(2, Result_1) = fact(X, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, Result_1)	fib(2, Result_1) = fact(1, Result, Result)	Прямой ход, переход к следующему предложению.

		Неудача (не совпали главные функторы)	
	fib(2, Result_1)	fib(2, Result_1) = fact(X, Temp, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	2 < 0, !	fib(2, Result_1) = fib(N_1, -100500) Удача Подстановка: {N_1=2, Result_1=-100500}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
2.	2 < 0, !	2 < 0 Неудача (ложное логическое утверждение)	Откат к предыдущему состоянию резольвенты (тупиковая ситуация)
	fib(2, Result_1)	Подстановка: {}	
	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, Result_1) = fib(N_2, Result_2) Удача Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
3.	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fact(X, -100500) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fact(0, 1) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fact(X, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fact(1, Result, Result)	Прямой ход, переход к следующему предложению.

		Неудача (не совпали главные функторы)	
	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fact(X, Temp, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fib(N, -100500) Неудача (не совпала арифметичность)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fib(N, Result) Неудача (не совпала арифметичность)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(2, 0, 1, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fib(1, Result, _, Result) Неудача (не совпали константы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	N_temp_3 = 2 - 1, Sum_temp_3 = 0 + 1, fib(N_temp_3, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	fib(2, 0, 1, Result_1) = fib(N_3, Sum_3, Num_3, Result_3) Удача Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1, N_3=2, Sum_3=0, Num_3=1, Result_3=Result_1}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
4.	Sum_temp_3 = 0 + 1, fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	N_temp_3 = 2 - 1 Удача Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1, N_3=2, Sum_3=0, Num_3=1, Result_3=Result_1, N_temp_3=1}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
5.	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	Sum_temp_3 = 0 + 1 Удача Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1, N_3=2, Sum_3=0, Num_3=1, Result_3=Result_1, N_temp_3=1, Sum_temp_3=1}	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки

6.	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1) = fact(X, -100500) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1) = fact(0, 1) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1) = fact(X, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1) = fact(1, Result, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1) = fact(X, Temp, Result) Неудача (не совпали главные функторы)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1) = fib(N, -100500) Неудача (не совпала аргументность)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1) = fib(N, Result) Неудача (не совпала аргументность)	Прямой ход, переход к следующему предложению.
	!, !	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1) = fib(1, Result_6, _, Result_6) Удача Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1, N_3=2, Sum_3=0, Num_3=1, Result_3=Result_1, N_temp_3=1,	Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки

		Sum_temp_3=1, Result_6=1, Result_6=Result_1}	
7.	!	! Удача Подстановка: без изменений	Отсечение (системный предикат отсечения) Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки
8.	Резольвента пуста	! Удача Подстановка: без изменений	Отсечение (системный предикат отсечения) Прямой ход Изменение резольвенты: 1. применение редукции 2. применение подстановки Вывод: Result_1 = 1 Откат (пустая резольвента)
9.	fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1, N_3=2, Sum_3=0, Num_3=1, Result_3=Result_1, N_temp_3=1, Sum_temp_3=1}	Откат (просмотрена вся БЗ)
10.	Sum_temp_3 = 0 + 1, fib(1, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1, N_3=2, Sum_3=0, Num_3=1, Result_3=Result_1, N_temp_3=1}	Откат (унификация с константой)
11.	N_temp_3 = 2 - 1, Sum_temp_3 = 0 + 1, fib(N_temp_3, 1, Sum_temp_3, Result_1), !	Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1, N_3=2, Sum_3=0, Num_3=1, Result_3=Result_1}	Откат (унификация с константой)
12.	fib(2, 0, 1, Result_1), !	Подстановка: {N_2=2, Result_2=Result_1}	Откат (просмотрена вся БЗ)
13.	fib(2, Result_1)	Подстановка: {}	Завершение работы

Вопросы

1. Что такое рекурсия? Как организуется хвостовая рекурсия в Prolog? Как организовать выход из рекурсии в Prolog?

Рекурсия – это ссылка на описываемый объект в процессе его описания. При хвостовой рекурсии все действия сделаны до момента выхода из неё, вызов единственен. Выход из рекурсии организуется с помощью отсечения.

2. Какое первое состояние резольвенты?

Начальное состояние резольвенты – вопрос.

3. В каком случае система запускает алгоритм унификации? Каково назначение использования алгоритма унификации? Каков результат работы алгоритма унификации?

До тех пор, пока резольвента не пустая, система запускает алгоритм унификации.

Алгоритм унификации используется для доказательства очередной цели.

Алгоритм унификации делает вывод о том, унифицируемы два терма или нет, и если да, то строит наиболее общий унификатор.

4. В каких пределах программы переменные уникальны?

Именованные переменные уникальны в пределах предложения. Анонимные переменные уникальны всегда.

5. Как применяется подстановка, полученная с помощью алгоритма унификации?

Подстановка - это множество пар вида $\{X_i = t_i\}$. Применить подстановку, значит, найти все вхождения в резольвенте и результирующей ячейке X_i и заменить на соответствующее значение t_i .

6. Как изменяется резольвента?

Резольвента меняется в два этапа:

1. В текущей резольвенте выбирается одна из целей, для неё выполняется редукция
2. Затем к резольвенте применяется подстановка, полученная, как наибольший общий унификатор цели и заголовка сопоставимого с ней правила.

7. В каких случаях запускается механизм отката?

Механизм отката запускается в случаях, если резольвента оказалась пустой (то есть, будет воспроизведена попытка найти следующее подходящее знание), либо возникла тупиковая ситуация (просмотрена вся БЗ). В обоих случаях происходит откат к предыдущему состоянию резольвенты.