



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 №10 по дисциплине "Функциональное и логическое программирование"

Тема Рекурсия на Prolog

Студент Светличная А.А.

Группа ИУ7-63Б

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

Москва — 2023 г.

1 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.

2 Таблицы для лабораторной работы №10

Вопрос: $\text{factorial}(3, \text{Res})$.

№ шага	Сравнение термы, результат, подстановка, если есть	Дальнейшие действия, прямой ход или откат (к чему приводит?)
0		Состояние резольвенты: $\text{factorial}(3, \text{Res})$
1	Сравнение: $\text{factorial}(3, \text{Res}) == \text{factorial_rec}(\text{Num}, \text{Res}, \text{Current})$ Унификация: неуспешно (несовпадение функторов)	Прямой ход Переход к следующему предложению
2	——//——	——//——
3	Сравнение: $\text{factorial}(3, \text{Res}) == \text{factorial}(\text{Num}, \text{Res})$ Унификация: успешно Подстановка: $\{\text{Num} = 3, \text{Res} = \text{Res}\}$	Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: замена $\text{factorial}(3, \text{Res})$ телом найденного правила Получена конъюнкция целей: $\text{factorial_rec}(\text{Num}, \text{Res}, 1)$. 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: $\text{factorial_rec}(3, \text{Res}, 1)$.
4	Сравнение: $\text{factorial_rec}(3, \text{Res}, 1) == \text{factorial_rec}(\text{Num}, \text{Res}, \text{Current})$ Унификация: успешно Подстановка: $\{\text{Num} = 3, \text{Res} = \text{Res}, \text{Current} = 1\}$	Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: замена $\text{factorial_rec}(3, \text{Res}, 1)$ телом найденного правила Получена конъюнкция целей: $\text{Num} \leq 1, \text{Res} = \text{Current}, !$ 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: $3 \leq 1, \text{Res} = 1, !$
5	Сравнение: $3 \leq 1$ Результат: ложь	Обратная трассировка: 1) Отмена крайней редукции (шаг 4) 2) Восстановление предыдущего состояния резольвенты (шаг 3): $\text{factorial_rec}(3, \text{Res}, 1)$

		<p>3) Реконкретизация переменных с шага 4: $\{Num = 3, Current = 1\}$</p> <p>Переход к следующему предложению относительно шага 4.</p>
6	<p>Сравнение: $factorial_rec(3, Res, 1) == factorial_rec(Num, Res, Current)$</p> <p>Унификация: успешно</p> <p>Подстановка: $\{Num = 3, Res = Res, Current = 1\}$</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: замена $factorial_rec(3, Res, 1)$ телом найденного правила</p> <p>Получена конъюнкция целей: $Cur_res = Current * Num,$ $Cur_num = Num - 1,$ $factorial_rec(Cur_num, Res, Cur_res).$</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: $Cur_res = 1 * 3,$ $Cur_num = 3 - 1,$ $factorial_rec(Cur_num, Res, Cur_res).$</p>
7	<p>Сравнение: $Cur_res = 1 * 3$</p> <p>Результат: успех</p> <p>Подстановка: $\{Cur_res = 3\}$</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: удаление $Cur_res = 1 * 3$, так как результат – истина.</p> <p>Получена конъюнкция целей: $Cur_num = 3 - 1,$ $factorial_rec(Cur_num, Res, Cur_res).$</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: $Cur_num = 3 - 1,$ $factorial_rec(Cur_num, Res, 3).$</p>
8	<p>Сравнение: $Cur_num = 3 - 1$</p> <p>Результат: успех</p> <p>Подстановка: $\{Cur_num = 2\}$</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: удаление $Cur_num = 3 - 1$, так как результат – истина.</p> <p>Получена конъюнкция целей: $factorial_rec(Cur_num, Res, 3).$</p>

		<p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: factorial_rec(2, Res, 3).</p>
9-13
14	<p>Сравнение: factorial_rec(1, Res, 6) == factorial_rec(Num, Res, Current)</p> <p>Унификация: успешно</p> <p>Подстановка: {Num = 1, Res = Res, Current = 6}</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: замена factorial_rec(1, Res, 6) телом найденного правила</p> <p>Получена конъюнкция целей: Num <= 1, Res = Current, !</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: 1 <= 1, Res = 6, !</p>
15	<p>Сравнение: 1 <= 1</p> <p>Результат: истина</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: удаление 1 <= 1, так как результат – истина.</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: Res = 6, !</p>
16	<p>Сравнение: Res = 6</p> <p>Результат: успех</p> <p>Подстановка: {Res = 6}</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: удаление Res = 6, так как результат – истина.</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: !</p>
17	!	<p>Решение найдено: формирование подстановки в качестве побочного эффекта: {Res = 6}</p> <p>Встречен системный предикат отсечения, откат с отсечением</p>

		остаточных предложений процедуры относительно шага 14
18	Сравнение: $factorial_rec(1, Res, 6) == factorial(Num, Res)$ Унификация: неуспешно (несовпадение функторов)	Прямой ход Переход к следующему предложению
19-21	——//——	——//——
22		Конец БЗ Обратная трассировка: 1) Отмена крайней редукции (шаг 11) 2) Восстановление предыдущего состояния резольвенты (шаг 8): $factorial_rec(2, Res, 3)$. 3) Реконкретизация переменных с шага 11: $\{Num = 2, Current = 3\}$ Переход к следующему предложению относительно шага 11.
Решения далее найдены не будут, в итоге система через несколько восстановлений восстановит резольвенту до шага 0		
31		Конец БЗ Обратная трассировка: 1) Отмена крайней редукции (шаг 0) 2) Восстановление предыдущего состояния резольвенты: резольвента пуста. Завершение работы. На вопрос удалось ответить утвердительно, поэтому в качестве побочного эффекта была возвращена 1 подстановка.

Вопрос: $\text{fibonacci}(3, \text{Res})$.

№ шага	Сравнение термы, результат, подстановка, если есть	Дальнейшие действия, прямой ход или откат (к чему приводит?)
0		Состояние резольвенты: $\text{fibonacci}(3, \text{Res})$
1	Сравнение: $\text{fibonacci}(3, \text{Res}) == \text{factorial_rec}(\text{Num}, \text{Res}, \text{Current})$ Унификация: неуспешно (несовпадение функторов)	Прямой ход Переход к следующему предложению
2-5	—//—	—//—
6	Сравнение: $\text{fibonacci}(3, \text{Res}) == \text{fibonacci}(\text{Num}, \text{Res})$ Унификация: успешно Подстановка: $\{\text{Num} = 3, \text{Res} = \text{Res}\}$	Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: замена $\text{fibonacci}(3, \text{Res})$ телом найденного правила Получена конъюнкция целей: $\text{fibonacci_rec}(\text{Num}, \text{Res}, 1, 1)$. 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: $\text{fibonacci_rec}(3, \text{Res}, 1, 1)$.
7	Сравнение: $\text{fibonacci_rec}(3, \text{Res}, 1, 1) == \text{factorial_rec}(3, \text{Res}, \text{Current})$ Унификация: неуспешно (несовпадение функторов)	Прямой ход Переход к следующему предложению
8-9	—//—	—//—
10	Сравнение: $\text{fibonacci_rec}(3, \text{Res}, 1, 1) == \text{fibonacci_rec}(\text{Num}, \text{Res}, \text{Prev_res}, _)$ Унификация: успешно Подстановка: $\{\text{Num} = 3, \text{Res} = \text{Res}, \text{Prev_res} = 1, _ = 1\}$	Образование новой резольвенты: 1. Редукция верхней подцели: замена $\text{fibonacci_rec}(3, \text{Res}, 1, 1)$ телом найденного правила Получена конъюнкция целей: $\text{Num} < 2, \text{Res} = \text{Prev_res}, !$ 2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей. Новое состояние резольвенты: $3 < 2, \text{Res} = 1, !$
11	Сравнение: $3 < 2$	Обратная трассировка: 1) Отмена крайней редукции (шаг 10)

	Результат: ложь	<p>2) Восстановление предыдущего состояния резольвенты (шаг 6): $\text{fibonacci_rec}(3, \text{Res}, 1, 1)$.</p> <p>3) Реконкретизация переменных с шага 10: $\{Num = 3, \text{Res} = \text{Res}, \text{Prev_res} = 1, _ = 1\}$</p> <p>Переход к следующему предложению относительно шага 10.</p>
12	<p>Сравнение: $\text{fibonacci_rec}(3, \text{Res}, 1, 1) == \text{fibonacci_rec}(Num, \text{Res}, \text{Prev_prev_res}, \text{Prev_res})$</p> <p>Унификация: успешно</p> <p>Подстановка: $\{Num = 3, \text{Res} = \text{Res}, \text{Prev_prev_res} = 1, \text{Prev_res} = 1\}$</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: замена $\text{fibonacci_rec}(3, \text{Res}, 1, 1)$ телом найденного правила</p> <p>Получена конъюнкция целей: $\text{Cur_res} = \text{Prev_prev_res} + \text{Prev_res},$ $\text{Cur_num} = Num - 1,$ $\text{fibonacci_rec}(\text{Cur_num}, \text{Res}, \text{Prev_res}, \text{Cur_res}).$</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: $\text{Cur_res} = 1 + 1,$ $\text{Cur_num} = 3 - 1,$ $\text{fibonacci_rec}(\text{Cur_num}, \text{Res}, 1, \text{Cur_res}).$</p>
13	<p>Сравнение: $\text{Cur_res} = 1 + 1$</p> <p>Унификация: успешно</p> <p>Подстановка: $\{\text{Cur_res} = 2\}$</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: удаление $\text{Cur_res} = 1 + 1$, так как результат – истина.</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: $\text{Cur_num} = 3 - 1,$ $\text{fibonacci_rec}(\text{Cur_num}, \text{Res}, 1, 2).$</p>
14	<p>Сравнение: $\text{Cur_num} = 3 - 1$</p> <p>Унификация: успешно</p> <p>Подстановка: $\{\text{Cur_num} = 2\}$</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: удаление $\text{Cur_num} = 3 - 1$, так как результат – истина.</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p>

		Новое состояние резольвенты: $\text{fibonacci_rec}(2, \text{Res}, 1, 2)$.
15-25
26	<p>Сравнение: $\text{fibonacci_rec}(1, \text{Res}, 2, 3) == \text{fibonacci_rec}(\text{Num}, \text{Res}, \text{Prev_res}, _)$</p> <p>Унификация: успешно</p> <p>Подстановка: $\{\text{Num} = 1, \text{Res} = \text{Res}, \text{Prev_res} = 2, _ = 3\}$</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: замена $\text{fibonacci_rec}(1, \text{Res}, 2, 3)$ телом найденного правила</p> <p>Получена конъюнкция целей: $\text{Num} < 2, \text{Res} = \text{Prev_res}, !$</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: $1 < 2, \text{Res} = 2, !$</p>
27	<p>Сравнение: $1 < 2$</p> <p>Результат: истина</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: удаление $1 < 2$, так как результат – истина.</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: $\text{Res} = 2, !$</p>
28	<p>Сравнение: $\text{Res} = 2$</p> <p>Результат: успех</p> <p>Подстановка: $\{\text{Res} = 2\}$</p>	<p>Образование новой резольвенты:</p> <p>1. Редукция верхней подцели: удаление $\text{Res} = 2$, так как результат – истина.</p> <p>2. Применение подстановки к полученной конъюнкции целей.</p> <p>Новое состояние резольвенты: $!$</p>
29	!	<p>Решение найдено: формирование подстановки в качестве побочного эффекта: $\{\text{Res} = 2\}$</p> <p>Встречен системный предикат отсечения, откат с отсечением остаточных предложений процедуры относительно шага 26</p>

30	<p>Сравнение: $\text{fibonacci_rec}(1, \text{Res}, 2, 3) == \text{fibonacci}(\text{Num}, \text{Res})$</p> <p>Унификация: неуспешно (несовпадение функторов)</p>	<p>Прямой ход Переход к следующему предложению</p>
31		<p>Конец БЗ Обратная трассировка:</p> <p>1) Отмена крайней редукции (шаг 20) 2) Восстановление предыдущего состояния резольвенты (шаг 14): $\text{fibonacci_rec}(2, \text{Res}, 1, 2)$. 3) Реконкретизация переменных с шага 20: $\{\text{Num} = 2, \text{Res} = \text{Res}, \text{Prev_prev_res} = 1, \text{Prev_res} = 2\}$</p> <p>Переход к следующему предложению относительно шага 20.</p>
Решения далее найдены не будут, в итоге система через несколько восстановлений восстановит резольвенту до шага 0		
36		<p>Конец БЗ Обратная трассировка:</p> <p>1) Отмена крайней редукции (шаг 0) 2) Восстановление предыдущего состояния резольвенты: резольвента пуста.</p> <p>Завершение работы. На вопрос удалось ответить утвердительно, поэтому в качестве побочного эффекта была возвращена 1 подстановка.</p>