|  |  |
| --- | --- |
|  | **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»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ДИСЦИПЛИНА «Функциональное и логическое программирование»

**Лабораторная работа № 19**

**“Обработка списков на Prolog”**

|  |  |
| --- | --- |
| **Студент**  Чалый А. А.  **Группа** ИУ7 – 62 Б  **Оценка (баллы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **Преподаватель** Толпинская Н.Б. |  |

Москва.

2021 г.

**Цель работы:**

Изучить способы организации, представления и обработки списков в программах на Prolog, методы создания эффективных рекурсивных программ обработки списков и порядок их реализации.

**Задачи работы**:

Приобрести навыки использования списков на Prolog, эффективного способа их обработки, организации и порядка работы соответствующих программ.

Изучить особенность использования переменных при обработке списков. Способ формирования и изменения резольвенты в этом случае и порядок формирования ответа.

**Задание:**

**Используя хвостовую рекурсию, разработать эффективную программу, (комментируя назначение аргументов), позволяющую:**

1. Найти длину списка (по верхнему уровню);
2. Найти сумму элементов числового списка
3. Найти сумму элементов числового списка, стоящих на нечетных позициях исходного списка (нумерация от 0)

Убедиться в правильности результатов

**Для одного** из вариантов **ВОПРОСА** и одного из **заданий 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 каждого запуска алгоритма унификации, требуется указать № выбранного правила и дальнейшие действия – и почему.

Листинг 1. list.pro

domains

list = integer\*.

predicates

len(list, integer).

len(list, integer, integer).

sum(list, integer).

sum(list, integer, integer).

sumOdd(list, integer).

sumOdd(List, integer, integer).

clauses

len(List, Len) :- len(List, 0, Len).

len([], Len, Len):- !.

len([\_|T], Cur, Len) :- NewLen = Cur + 1, len(T, NewLen, Len).

sum(List, Sum) :- sum(List, 0, Sum).

sum([], Sum, Sum):- !.

sum([H|T], Cur, Sum) :- NewSum = Cur + H, sum(T, NewSum, Sum).

sumOdd(List, Sum):- sumOdd(List, 0, Sum).

sumOdd([], Sum, Sum):- !.

sumOdd([\_], Sum, Sum):- !.

sumOdd([\_|[H|T]], Cur, Sum):- NewSum = Cur+H, sumOdd(T, NewSum, Sum).

Примеры работы:  
Найти длину списка (по верхнему уровню);

len([1, 2, 3, 4, 5], Len). → 5

len([1]) → 1

len([]) → 0

Найти сумму элементов числового списка

sum([1, 7, 3, 7], Sum). → 18

sum([-3, 5], Sum). → 2

Найти сумму элементов числового списка, стоящих на нечетных позициях исходного списка (нумерация от 0)

sumOdd([1, 2, 3, 4, 5], Sum). → 6

sumOdd([1, 2, 3, 4], Sum). → 6

sumOdd([1, 2], Sum). → 2

sumOdd([1], Sum). → 0

Таблица 1. sum([1, 2, 3], Sum).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № шага | Текущая резольвента – ТР | ТЦ, выбираемые правила: сравниваемые термы,  подстановка | Дальнейшие действия с комментариями |
| 1 | sum([1, 2, 3], Sum). | ТЦ: sum([1, 2, 3], Sum). | Поиск знания с начала базы знаний. |
|  | sum([1, 2, 3], Sum). | ПР1:  List = [1, 2, 3]  Sum = Sum  Успех  Пподстановка:  {List = [1, 2, 3], Sum = Sum} | Тело ПР1 заменяет цель в резольвенте |
| 2 | sum([1,2,3], 0, Sum) | ТЦ: Sum([1,2,3], 0, Sum) | Поиск знания с начала бз |
|  | sum([1,2,3], 0, Sum) | ПР1:  Унификация невозможна => неудача | Метка переносится ниже |
|  | sum([1,2,3], 0, Sum) | ПР2:  [] = [1,2,3]  Sum = 0  Sum = Sum  Неудача | Метка переносится ниже |
|  | sum([1,2,3], 0, Sum) | ПР3:  [H|T] = [1,2,3]  Cur = 0  Sum = Sum  Успех  Подстановка: {H=1, T = [2,3], Cur = 0, Sum=Sum } | Тело ПР3 заменяет цель в резольвенте |
| 3 | NewSum = 0 + 1  sum([2,3], NewSum, Sum). | NewSum = 1 | Успех  Переход к следующей цели |
| 4 | sum([2,3], 1, Sum). | ТЦ: sum([2,3], 1, Sum). | Поиск знания с начала бз |
|  | sum([2,3], 1, Sum). | ПР1:  Унификация невозможна => неудача | Метка переносится ниже |
|  | sum([2,3], 1, Sum). | ПР2:  [] = [2,3]  Sum = 1  Sum = Sum  Неудача | Метка переносится ниже |
|  | sum([2,3], 1, Sum). | ПР3:  [H|T] = [2,3]  Cur = 1  Sum = Sum  Успех  Подстановка: {H=2, T = [3], Cur = 1, Sum=Sum } | Тело ПР3 заменяет цель в резольвенте |
| 5 | NewSum = 1 + 2  sum([3], NewSum, Sum). | NewSum = 3 | Успех  Переход к следующей цели |
| 6 | sum([3], 3, Sum). | ТЦ: sum([3], 3, Sum). | Поиск знания с начала бз |
|  | sum([3], 3, Sum). | ПР1:  Унификация невозможна => неудача | Метка переносится ниже |
|  | sum([3], 3, Sum). | ПР2:  [] = [3]  Sum = 2  Sum = Sum  Неудача | Метка переносится ниже |
|  | sum([3], 3, Sum). | ПР3:  [H|T] = [3]  Cur = 2  Sum = Sum  Успех  Подстановка: {H=3, T = [], Cur = 2, Sum=Sum } | Тело ПР3 заменяет цель в резольвенте |
| 7 | NewSum = 3 + 3  sum([], NewSum, Sum). | NewSum = 6 | Успех  Переход к следующей цели |
| 8 | sum([], 6, Sum). | ТЦ: sum([], 6, Sum). | Поиск знания с начала бз |
|  | sum([], 6, Sum). | ПР1:  Унификация невозможна => неудача | Метка переносится ниже |
|  | sum([], 6, Sum). | ПР2:  [] = []  Sum = 6  Sum = Sum  Успех  Подстановка: {Sum = 6} | Тело ПР2 заменяет цель в резольвенте |
| 9 | ! |  | Так как встречен знак отсечения не будет попыток найти другие решения.  Система завершает работу.  Найдено решение  Sum = 6 |

**Вывод:**Эффективность работы программы достигнута за счет использования отсечения и хвостовой рекурсии. Отсечение позволяет уменьшить количество проверок. За счет использования хвостовой рекурсии резольвента не увеличивается в процессе поиска ответа.

**Контрольные вопросы:**

**Что такое рекурсия?**

Рекурсия — это ссылка на самого себя.

**Как организуется хвостовая рекурсия в Prolog?**

Хвостовая рекурсия в Prolog организуется за счет расположения повторного вызова функции последней подцелью в конъюктивном правиле.

**Как можно организовать выход из рекурсии в Prolog?**

В Prolog рекурсия орагинизуется с помощью нескольких правил, часть из которых не являются рекурсивными и служат для выхода из рекурсии, они используют отсечения для выхода из рекурсии.

**Какое первое состояние резольвенты?**

Первое состояние резольвенты - заданный вопрос.

**В каких пределах программы переменные уникальны?**

Именованные переменные уникальны в рамках одного предложения. Анонимные переменные уникальны везде.

**В какой момент, и каким способом системе удается получить доступ к голове списка?**

Получить голову или хвост списка можно при унификации списка с [H|T], H - голова, Т - хвост.

**Каково назначение использования алгоритма унификации?**

Назначение - поиск знания, которое является ответом на конкретный вопрос.

**Каков результат работы алгоритма унификации?**

Результат работы алгоритма унификации — ответ «да» или «нет», а также конкретизация переменных.

**Как формируется новое состояние резольвенты?**

При изменении строится новая резольвента. По стековому принципу берется верхняя подцель и заменяется на тело подходящего правила. Затем применяется найденная на текущем этапе подстановка.

**Как применяется подстановка, полученная с помощью алгоритма унификации – как глубоко?**

Если алгоритм унификации завершился успешно и найдена подстановка, соответствующие переменные конкретизируются полученными значениями.

**В каких случаях запускается механизм отката?**

Механизм отката к предыдущему шагу выполняется в случае, когда унификация завершается

тупиковой ситуацией(неудачей). Кроме того, механизм используется для того, чтобы получить все возможные ответы.

**Когда останавливается работа системы? Как это определяется на формальном уровне?**

Завершение работы программы достигается, когда резольвента пуста