

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Кафедра автоматизированных систем управления

С.М. Алфёров

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ И ЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе
студентов всех форм обучения и направлений бакалавриата

Томск
2024

УДК 004.4
ББК 32.97
А-91

Рецензент:

Лукьянов А.К., доцент кафедры Автоматизированных систем управления
ТУСУР, к.т.н.

Алфёров, Сергей Михайлович

А-91 Функциональное и логическое программирование: методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов всех форм обучения направлений бакалавриата 090301 – Информатика и вычислительная техника/ – Томск: ТУСУР, 2024. – 15 с.

Методические указания содержат задания к лабораторным работам, краткий теоретический материал для выполнения заданий и варианты.

Одобрено на заседании каф. Автоматизированных систем управления,
протокол №11 от 23.11.2023.

УДК 004.4
ББК 32.97

© Алфёров С.М., 2024
© Томск. гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2024

Оглавление

1. Лабораторные работы.....	4
1.1 Обработка списков в LISP.....	4
1.2 Использование функционалов в LISP.....	5
1.3 Символьные вычисления в LISP.....	7
1.4 Решение логических задач на языке Пролог.....	10
1.5. Дополнительные задачи на языке Пролог.....	11
2. Список рекомендуемой литературы.....	12
2.1. Основная литература.....	12
2.2. Дополнительная литература.....	12
2.3. Перечень пособий, методических указаний и материалов, используемых в учебном процессе.....	12

1. Лабораторные работы

1.1 Обработка списков в LISP

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить опыт обработки списков в LISP.

2. ЗАДАНИЕ

Перед выполнением задания по лабораторной желательно выполнить более простые задачи:

1. Напишите функцию, вычисляющую предпоследний элемент списка.
2. Напишите функцию (fulllength x), считающую полное количество атомов (не равных nil) в списке x. Исходный список может быть многоуровневым.
3. Напишите функцию от двух аргументов x и n, которая создает список из n раз повторенных списков, состоящих из одного элемента x.

Дан список студентов с оценками за сессию в формате:

```
(  
(студент (дисц. Оценка) (дисц. Оценка) . . . (дисц. Оценка))  
(студент (дисц. Оценка) (дисц. Оценка) . . . (дисц. Оценка))  
. . .  
(студент (дисц. Оценка) (дисц. Оценка) . . . (дисц. Оценка))  
).
```

Дан список товаров в чеке

```
(  
(товар скидка количество цена)  
(товар скидка количество цена)  
. . .  
(товар скидка количество цена)  
)
```

Написать функцию обработки этого списка в соответствии с вариантом и продемонстрировать работу этой функции.

Пояснения к выполнению работы.

Для обработки списков в Лисп есть следующие функции: car, cdr, cons. Вместо car и cdr можно использовать соответственно first и rest. Аргументом для каждой из этих функций является список. Результатом функции car является первый элемент списка. Результатом cdr является хвост списка, если хвост списка состоит из одного элемента, то результатом будет список состоящий из одного элемента. Список формируется также с помощью скобок, перед открывающей скобкой ставится апостроф ('):

Например список из элементов «a», «b», «c»:

```
`(«a» «b» «c»)
```

Список из элементов «Ivanov», «programmirovanie», 5, 3, 4:

```
`(«Ivanov» «programmirovanie» 5 3 4)
```

Примечание: в некоторых версиях Лиспа кавычки можно не использовать.

Функция cons принимает два аргумента и возвращает список, состоящий из первого аргумента в качестве первого элемента списка и второго элемента в качестве хвоста.

Примеры результатов функций приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Результаты функций

Функция	Вызов	Результат
car	(car `(«Ivanov» «programmirovanie» 5 3 4))	«Ivanov»
	(car `((3 5) 7 8))	(3 5)
cdr	(car `(«Ivanov» «programmirovanie» 5 3 4))	(«programmirovanie» 5 3 4)
	(car `(3 5))	(5)
cons	(cons 7 `(1 4))	(7 1 4)
	(cons `(9 2) `(1 4))	((9 2) 1 4)

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать: цель, задание, текст программы, результаты работы, вывод. В результатах работы должны быть скриншоты результатов работы программы при различных входных данных и объяснение полученных результатов.

4. ВАРИАНТЫ

Вариант1.

Получить список студентов отличников, т.е. студентов у которых по всем дисциплинам стоят оценки 5.

Вариант2.

Для каждого студента вычислить средний балл за сессию.

Вариант3.

Определить дисциплину по которой у студентов возникает больше всего трудностей (наименьший суммарный балл).

Вариант4.

Определить студентов должников, т.е. у которых оценки стоят не по всем дисциплинам.

Вариант5.

Определить стоимость товаров в чеке с учетом скидки, которая указывает процент скидки данного товара.

Вариант6.

Определить стоимость товаров в чеке с учетом скидки, которая указывает следующее: 0 — стоимость вычисляется цена*количество, 2 — каждый второй товар данного наименования продается бесплатно.

Вариант7.

Объединить позиции с одинаковым наименованием товаров, количество просуммировать, информацию о скидке и цене взять из первой позиции данного наименования. Таким образом сформировать новый список чека.

1.2 Использование функционалов в LISP

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить опыт использования функционалов в LISP.

2. ЗАДАНИЕ

Используя функционалы написать программу по варианту. Продемонстрировать работу программы при разных входных функциях.

Методические указания

Функционалы усиливают выразительные возможности языка LISP, позволяя в сжатой форме описать повторяющиеся вычисления. Некоторые задачи удобно решаются с помощью функционалов, использование которых, позволяет писать компактные, и в то же время мощные программы.

В языке Лисп данные и функции имеют одинаковое синтаксическое представление, поэтому в нем функция может быть аргументом или результатом вычисления другой функции. Такие функции называются функционалом, или функцией высших порядков, а функции, используемые как ее аргументы – функциональными аргументами.

Пример использования функционала.

```
(defun add1(x) (+ x 1))
(defun sub1(x) (- x 1))
(defun FList (F X)
  (if X
      (cons (eval (list F (list 'quote (car X)))) (FList F (cdr X)))
      nil)
  )
)
(write (FList 'add1 '(7 3 10 -2)))
(write-line "")
(write (FList 'sub1 '(7 3 10 -2)))
```

При вычислении первого аргумента функции cons сначала формируется список-обращение к нужной функции F (за счет первого вычисления функцией eval своего аргумента), а затем сформированное обращение вычисляется (за счет второго вычисления функцией eval своего аргумента). Чтобы при этом аргумент функции F не вычислялся дважды, в ходе первого этапа вычислений строится форма для его последующего квотирования:

```
(list 'quote(car X)) => (quote первый_элемент_X)).
```

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1) Общее задание.
- 2) Задание своего варианта.
- 3) Текст программы своего варианта с описанием каждой строки, каждого оператора и операнда.
- 4) Экранная копия, демонстрирующая работу программы.

4. ВАРИАНТЫ

Вариант 1

Определите функцию "трубопровод" (f s x), где x - число, а s - список имен функций (g1 g2 g3 ... gn). Функция f должна вычислять значение g1(g2(g3(g4...gn(x)...))).

Вариант 2

Напишите функцию (all p x), которая проверяет "Для всех ли элементов списка x выполняется предикат p?" (p - функциональное имя).

Вариант 3

Напишите функцию (some p1 p2 x), которая проверяет "Существуют ли элементы списка x, для которых выполняется предикат p1 или p2?" (p1, p2 - функциональные имена).

Вариант 4

Напишите функцию (filter p x), которая "фильтрует" (создает список) элементы списка x, удовлетворяющие предикату p, где p - функциональное имя.

Вариант 5

Напишите функцию (count p x), которая подсчитывает, сколько атомов в списке x удовлетворяет предикату p (p - функциональное имя). Список x не предполагается одноуровневым.

Вариант 6

Напишите функцию (drop L N P). которая удаляет N элементов с начала списка L, удовлетворяющих некоторому предикату P.

1.3 Символьные вычисления в LISP

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить навык использования LISP в символьных вычислениях.

2. ЗАДАНИЕ

Написать программу по решению уравнения, указанному в варианте. Для решения уравнения на LISP оно должно быть задано в виде списка. Если уравнение задано не в соответствии с форматом, заданным вариантом, выдать ошибку.

Для подсказки разберите программу решения уравнения вида $A \cdot x = B$:

; задание уравнения в виде списка

```
(setq meEquation '(A * x = B))
```

; выделение левой части относительно символа op

```
(defun left(e op)
  (if e
    (let ((f (first e)))
      (if (eq f op) nil
          (cons f (left (rest e) op)))
    )
    nil
  )
)
```

```
nil
)
```

```
)
```

```
)
```

; выделение правой части относительно символа op

```
(defun right(e op)
  (if e
    (let ((r (rest e)))
      (if (eq (first e) op) r
          (right r op)
      )
    )
    nil
  )
)
```

```
nil
)
```

```
)
```

```
)
```

; решение уравнения

```
(defun res(e)
```

```

(let ((l (left e '=')))
  (if l
    (let ((r (first (right e '=')))
          (k (first (left l '*')))
          (var (first (right l '*'))))
      )
    (if (and r k var)
        (list var '= r / k)
        nil
      )
    )
  )
  nil
)
)
)
; вывод сообщения об ошибке при неправильно заданном уравнении
(defun res2(e)
  (let ((r (res e)))
    (if r r "Ошибка")
  )
)
; вывод результата решения
(print (res2 meEquation))

```

3. ВАРИАНТЫ

1) $A \cdot x + B = C$,

где A, B, C – числа, x – искомая переменная. Значение x вычислить.

2) $A \cdot x + B \cdot x = C$,

где A, B, C – числа, x – искомая переменная. Значение x вычислить.

3) $A + B = C \cdot x$,

где A, B, C – числа, x – искомая переменная. Значение x вычислить.

4) $A \cdot x + B = C \cdot x$,

где A, B, C – числа, x – искомая переменная. Значение x вычислить.

5) $A \cdot x + B = C$,

где A, B, C – неизвестные параметры или выражения с неизвестными параметрами, x – искомая переменная. Выразить переменную x через параметры.

6) $A \cdot x + B \cdot x = C$,

где A, B, C – неизвестные параметры или выражения с неизвестными параметрами, x – искомая переменная. Выразить переменную x через параметры.

7) $A + B = C \cdot x$,

где A, B, C – неизвестные параметры или выражения с неизвестными параметрами, x – искомая переменная. Выразить переменную x через параметры.

8) $A \cdot x + B = C \cdot x$,

где A, B, C – неизвестные параметры или выражения с неизвестными параметрами, x – искомая переменная. Выразить переменную x через параметры.

9) $A/x + B = C$,

где A, B, C – числа, x – искомая переменная. Значение x вычислить.

10) $A/x + B/x = C$,

где A, B, C – числа, x – искомая переменная. Значение x вычислить.

11) $A+B=C/x$,

где A, B, C – числа, x – искомая переменная. Значение x вычислить.

12) $A/x+B=C/x$,

где A, B, C – числа, x – искомая переменная. Значение x вычислить.

13) $A/x+B=C$,

где A, B, C – неизвестные параметры или выражения с неизвестными параметрами, x – искомая переменная. Выразить переменную x через параметры.

14) $A/x+B/x=C$,

где A, B, C – неизвестные параметры или выражения с неизвестными параметрами, x – искомая переменная. Выразить переменную x через параметры.

15) $A+B=C/x$,

где A, B, C – неизвестные параметры или выражения с неизвестными параметрами, x – искомая переменная. Выразить переменную x через параметры.

16) $A/x+B=C/x$,

где A, B, C – неизвестные параметры или выражения с неизвестными параметрами, x – искомая переменная. Выразить переменную x через параметры.

1.4 Решение логических задач на языке Пролог

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить навык решения логических задач на языке программирования Пролог.

2. ЗАДАНИЕ

Написать базу знаний (перечень фактов и правил) основываясь на утверждениях согласно варианту. Сформулировать соответствующие запросы к Прологу.

3. ВАРИАНТЫ

1. База знаний «Домашние животные №1».

Резвый - это собака. Рекс-это собака. Белка - это кошка. Быстрая - это лошадь. Резвый - черная. Белка - белая. Рекс -рыжая. Быстрая - белая. Домашние животные - это собака или кошка. Животные - это либо лошадь, либо домашние животные. Том владеет тем, кто собака и не черного цвета. Кейт владеет тем, кто либо черного цвета, либо лошадь.

Запросы:

- Перечислить всех известных животных.
- Кем владеет Том?
- Кем владеет Кейт?

2. База знаний «Домашние животные №2».

Муська — коричневая кошка, Стрелка — черная кошка, Мурка — рыжая кошка. Рекс, Дружок и Мухтар — собаки. Дружок — рыжая, Мухтар — белая. Все животные, которыми владеют Анатолий и Николай, имеют родословные. Анатолий владеет всеми черными и коричневыми животными, а Николай владеет всеми собаками небелого цвета, которые не являются собственностью Анатолия. Иван владеет Муркой, если Николай не владеет Муськой и если Мухтар не имеет родословной. Рекс — пятнистая собака. Определить, какие животные не имеют хозяев.

3. База знаний «Знакомства».

Мери прелестная женщина. Анна добрая женщина. Джон добрый мужчина. Джон мужественный. Джон сильный. Дик — богатый мужчина. Некто счастлив, если богатый или нравится женщинам. Мужчина нравится женщине, если женщина нравится мужчине и он добрый, либо мужчина добрый и сильный. Мужчине нравится женщина, если она прелестна.

Сформулировать вопрос: счастлив ли Джон? Найти мужчин, которые могут нравиться женщинам.

4. База знаний «Еда животных».

Птицам нравятся червяки. Кеша — птица. Кошкам нравятся рыбы. Друзья нравятся друг другу. Моя кошка мой друг. Кошки и птицы едят всё, что им нравится.

Что ест Кеша?

Что ест моя кошка?

5. База знаний «Расследование преступления №1».

Три школьника, Петя, Толя и Сергей, оставшиеся в классе на перемене, были вызваны к директору по поводу разбитого в это время окна в кабинете. На вопрос директора о том, кто это сделал, мальчики ответили следующее:

Петя: "Я не бил окно, и Толя тоже".

Толя: "Петя не разбивал окно, это Сергей разбил".

Сергей: "Я не делал этого, стекло разбил Петя".

Стало известно, что один из ребят сказал чистую правду, второй в одной части заявления соврал, а другое его высказывание истинно, а третий оба факта исказил. Вопрос: кто разбил стекло в классе?

6. База знаний «Расследование преступления №2».

У Алисы в стране чудес была украдена мука, ее нашли в домике, где жил Мартовский заяц, Болванщик и Соня. Мартовский заяц сказал: «Муку украл Болванщик». Болванщик и Соня дали показания, но они утеряны. В ходе заседания выяснилось, что укравший муку дал правдивые показания.

Вопрос: кто украл муку?

1.5. Дополнительные задачи на языке Пролог

1. ЦЕЛЬ

Получить навыки логического программирования.

2. ЗАДАНИЕ

Написать программу в соответствии с вариантом.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В результатах работы отчета должны быть: тексты программ; пример работы каждой программы с входными и выходными данными.

4. ВАРИАНТЫ

1. Генератор логического выражения.

Для заданного списка входных переменных и заданной таблице истинности на основе заданных операций: И, ИЛИ, НЕ. Выражение сгенерировать с помощью поиска в дереве решений методом в ширину.

2. Упрощение логического выражения по алгоритмам мат.логики (карты Карно, метод Квайна, ...).
3. Упрощение логического выражения по заданным тождествам.
4. Генератор позиций после 3-х шагов шахматного коня, без повторений (для исключения повторений можно использовать assert).

2. Список рекомендуемой литературы

2.1. Основная литература

1. Зюзьков, Валентин Михайлович. Логическое программирование : учебное пособие / В. М. Зюзьков ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : Издательство Томского университета, 2007.
2. Сайбель, П. Практическое использование Common Lisp / П. Сайбель. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 488 с. [Электронный доступ] <https://e.lanbook.com/book/58686>

2.2. Дополнительная литература

1. Зюзьков, Валентин Михайлович. Искусственный интеллект : учебное пособие / В. М. Зюзьков ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : НТЛ, 2007. - 152 с.
2. Малов, А. В. Концепции современного программирования : учебное пособие для вузов / А. В. Малов, С. В. Родионов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 96 с. [Электронный доступ] <https://urait.ru/bcode/485436>

2.3. Перечень пособий, методических указаний и материалов, используемых в учебном процессе

1. Салмина, Н. Ю. Функциональное и логическое программирование. Часть 1. Функциональное программирование: Методические указания к лабораторным работам и организации самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Н. Ю. Салмина. — Томск: ТУСУР, 2018. — 29 с. <https://edu.tusur.ru/publications/7400>
2. Салмина, Н. Ю. Функциональное и логическое программирование. Часть 2. Логическое программирование: Методические указания к лабораторным работам и организации самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Н. Ю. Салмина — Томск: ТУСУР, 2018. — 24 с. <https://edu.tusur.ru/publications/7448>