

1 Знакомство с языком Лисп. Абстракция вычислений

Введение. Абстракция — умышленное игнорирование частных свойств и связей и выделение основных. В языках программирования различают абстракцию вычислений и абстракцию данных. Циклы, процедуры, продолжения (continuations), операторы недетерминизма, исключения, потоки (threads) — вот доступные во многих языках программирования механизмы абстракции вычислений. Например, цикл `for` в Питоне позволяет абстрагироваться от деталей реализации прохода по контейнеру: не нужна переменная-индекс для прохода по массиву или итератор для прохода по списку или дереву. Процедуры позволяют описывать часть вычислений в виде блока в обособленном месте программы: в другом файле или модуле с тем, чтобы сослаться на него многократно из других мест программы, использовать как параметр в другой процедуре, сохранять в структурах данных, а в некоторых языках даже модифицировать. Продолжения являются мощным механизмом конструирования более высокоуровневых абстракций вычислений: в Лиспе продолжения могут использовать для реализации потоков, исключений, а также оператора недетерминизма `amb`. Оператор `amb` позволяет абстрагироваться от порядка перебора путей в графе состояний при поиске в глубину.

Основным механизмом абстракции вычислений в Лиспе и в некоторых других языках являются процедуры. Т.к. большинство диалектов Лиспа требуют реализации оптимизации хвостового вызова (в частности хвостовой рекурсии), многие другие механизмы абстракции вычислений, например циклы, также реализуются через процедуры. Кстати, в некоторых языках, например в Питоне, можно реализовать оптимизацию хвостовой рекурсии на уровне библиотеки встроенными средствами языка. В качестве необязательного задания рекомендуется в этом разобраться.

Целью данной лабораторной работы является знакомство с основным механизмом абстракции вычислений — процедурами — в чисто-функциональных и смешанных языках программирования.

При выполнении лабораторной работы рекомендуется использовать языки программирования, в которых процедуры являются объектами первого класса, т.е. где допустимо сохранение процедур в структурах данных, передача их в качестве параметров, конструирование во время выполнения и передача в качестве возвращаемого значения. Таким образом допускается использование языков Лисп, Питон, Руби, JavaScript и др. В связи с невозможностью конструирования функций во время выполнения, недопустимо использование языков C, C++, Java и подобных.

Задание. Реализовать процедуру нахождения неподвижной точки преобразования методом итераций в общем виде, т.е. параметризованную оператором преобразова-

ния, процедуру, вычисляющую преобразование Ньютона, и применить их для реализации метода Ньютона. Нахождение производной также реализовать в виде процедуры (принимаящей функцию и возвращающей функцию — ее производную).

Решить методом Ньютона следующие уравнения:

1. $e^x + \ln x - 10x = 0, x_0 = 3.$

2. $3x - 14 + e^x - e^{-x} = 0, x_0 = 1.$

3. $4 \ln^2 x + 6 \ln x - 5 = 0, x_0 = 1.$

4. $2x \sin x - \cos x = 0, x_0 = 0.$

5. $x \operatorname{tg} x - \frac{1}{3} = 0, x_0 = 1.$

6. $0,25x^3 + x - 1,2502 = 0, x_0 = 0.$

7. $0,1x^2 - x \ln x = 0, x_0 = 1.$

8. $3x - 4 \ln x - 5 = 0, x_0 = 2.$

9. $e^x - e^{-x} - 2 = 0, x_0 = 1.$