

Домашнее задание 11

Теория языков программирования

13 ноября 2018 г.

1. Переименуйте дописанный файл `pcf08.ml` с интерпретатором с вызовом по значению в `pcf11.ml`. Напишите интерпретатор с вызовом по значению на основании раздела 3.3 в [1]. Для этого напишите новый тип для представления термов; новый тип для значений; функцию, переводящую терм из старого представления и новое и функцию, возвращающую значение терма в окружении. Проверьте работу интерпретатора на числах Чёрча и других примерах из прошлых заданий.
2. Аналогично реализации рекурсии без `fix` и без комбинаторов неподвижной точки при вычислении с динамической областью видимости, найдите способ реализовать рекурсию с помощью присваивания в обычном интерпретаторе со статической областью видимости. Не используя `let rec`, напишите в OCaml функцию, вычисляющую факториал.
3. Сделайте упражнения 7.4 в [1]. Цикл `whilez E do...done` выполняется, пока значение выражения E равно нулю. Арифметические операции принимают и возвращают натуральные числа и 0, а разность возвращает 0, если второй аргумент больше первого. Таким образом, `whilez !i - n` эквивалентно `while !i ≤ n` в других языках программирования.
4. Прочитайте с. 79–83 в [1]. Аналогичная информация изложена на с. 103–108 в [2].
5. Напишите выводы суждений

$$\vdash \lambda x : S. \lambda y : T. x : S \rightarrow T \rightarrow S$$

(функция `const` в Haskell) и

$$\vdash \lambda f : R \rightarrow S \rightarrow T. \lambda x : S. \lambda y : R. fyx : (R \rightarrow S \rightarrow T) \rightarrow S \rightarrow R \rightarrow T$$

(функция `flip` в Haskell).

6. Индукцией по терму докажите свойство продвижения для чистого лямбда исчисления: если t есть замкнутый терм, содержащий только переменные, абстракцию и аппликацию, то t есть либо значение, либо редуцируется к некоторому терму t' согласно β -редукции (альтернативно согласно семантике малого шага с вызовом по значению). Где в доказательстве используется замкнутость терма? Покажите, что если к синтаксису терма добавить числовые константы, то свойство продвижения перестает быть верным.

Необязательные задания

7. Напишите интерпретатор с вызовом по значению и рекурсивными замыканиями в виде циклических структур из раздела 3.4.2 в [1].
8. Упражнение 7.7 на с. 113 в [1]. Имеет ли предлагаемый перевод из императивных программ в функциональные что-то общее с монадами состояния (см. монаду для работы со случайными числами в файле `RandomFormula.hs` из прошлого семестра)?

Список литературы

- [1] Довек Ж., Леви Ж.-Ж. Введение в теорию языков программирования. М.: ДМК Пресс, 2013.
- [2] Пирс Б. Типы в языках программирования. М.: Добросвет, Лямбда пресс, 2011.