

# Визуальный транслятор Лиспа как ресурс дистанционного учебного курса "Функциональное программирование"

Дацун Н.Н.<sup>†</sup>, Машичев А.В.<sup>‡</sup>  
Донецкий национальный технический университет,  
Донецк, Украина  
E-mail: <sup>†</sup> datsun@pmi.dgtu.donetsk.ua, <sup>‡</sup> andrejmw@mail.ru

**Abstract.** The component of a distance learning course " Functional programming " is analysed use by students. Opportunities of systems of visualization of functional programs for the purposes of training are considered. Requirements to the educational interpreter of language Lisp for its use in Internet are formulated. Components of the interpreter with visual support of creation of functions and calculations of lambda-calls are developed. The interpreter is realized as an information resource of a distance learning course.

## Введение

Коммерческие трансляторы языков функционального программирования не имеют функций обучения принципам программирования в этом стиле. Системы визуального функционального программирования не пригодны для обучения с помощью Internet. В дистанционном учебном курсе разработан учебный транслятор языка Лисп для создания и выполнения Лисп-программ в текстовом и визуальном стиле.

## Опыт использования дистанционного учебного курса "Функциональное программирование". Задачи усовершенствования учебного курса

Обучение функциональному программированию в системе подготовки бакалавров направления "Компьютерные науки" относится к циклу профессиональной подготовки в рамках дисциплины "Функциональное и логическое программирование" (ФЛП). С 2005-2006 учебного года нами используются при изучении ФЛП элементы дистанционного обучения студентов при помощи дистанционного учебного курса "Функциональное программирование" (ДУК ФП). В нем представлены библиография, глоссарий материалы электронного конспекта лекций (темы курса), лабораторный практикум, задания для самостоятельной работы, система тестирования,

демонстрационный модуль для моделирования стратегии рекурсии, дополнительные информационные ресурсы.

За указанное время записались студентами на ДУК ФП 84 студента, из них 56 студентов очной формы обучения, 10 студентов заочного факультета и 18 студентов Института последипломного образования (ИПО). «Гостями» курса стали 38 сторонних посетителей: 25 из Украины, 13 - из ближнего и дальнего зарубежья.

Анализ доли студентов, которые воспользовались ресурсами ДУК ФП, по отношению к общему количеству студентов показывает следующее:

- доля студентов дневной формы обучения уменьшилась с 49,3 % в 2005-2006г. до 36,5% в 2006-2007 г.;
- доля студентов заочной формы обучения увеличилась вдвое с 33,3% в 2005-2006г до 66,7%. в 2006-2007 г.

Все студенты заочной и очно-заочной форм обучения в ДУК ФП использовали тексты учебных тем и более 50% студентов дневной формы обучения. 2/3 студентов заочной, 3/4 студентов очно-заочной и 1/3 студентов очной форм обучения использовали тексты и задания лабораторного практикума. Обращались к глоссарию более половины студентов ИПО, более 20% студентов очной формы и ни один студент заочной формы обучения. Библиографией воспользовались от 33% до 67% студентов (очной и очно-заочной форм обучения соответственно). С системой тестирования (для контроля уровня знаний) работали 3/4 студентов ИПО, половина студентов заочной формы и более 20% студентов очной формы обучения. Активно использовали студенты всех форм обучения другие Internet-источники, представленные ссылками в соответствующих темах курса как дополнительные ресурсы (от 33% до 67%). Для дистанционного общения с преподавателями курса использовался форум (42% и 50% студентов очно-заочной и заочной форм обучения соответственно). Демонстрационный модуль использован был значительно меньше студентами очной формы (11%) по сравнению со студентами заочной формы обучения (59% ИПО и 50% заочного факультета).

Для анализа мотивации использования ДУК ФП была разработана анкета пользователя [1]. В анкетировании приняли участие студенты 2-4 курсов специальности «Программное обеспечение автоматизированных систем (ПО АС)» дневной формы обучения и студенты 1-2 курсов ИПО:

- 3 курс очной формы обучения – 33 чел.;
- 4 курс очной формы обучения – 12 чел.;
- 2 курс очно-заочной формы обучения – 13 чел.

Анализ результатов анкетирования показал следующее.

Вопрос анкеты «Как Вы использовали технологии дистанционного обучения?»: 39% студентов дневной формы обучения и 69% студентов ИПО скачивали текстовые файлы на локальную ЭВМ и использовали их в виде электронного носителя информации. 21% и 46% соответственно распечатывали эти тексты. При этом на вопрос анкеты «Чем вы пользовались при выполнении заданий по дисциплине?» ответы были такими. Студенты дневной и очно-заочной форм обучения при выполнении заданий предпочитают отдавать собственным конспектам (79% студентов дневной формы обучения и 100%

студентов ИПО) и печатным методическим пособиям по дисциплине (58% и 77%). Учебную литературу также использовали 54% и 48% студентов соответственно, а ресурсы Internet -69% и 12% студентов.

Вопрос анкеты “Нужны ли ДУК?”: 76% студентов дневной формы обучения и студентов ИПО не сомневаются в возможностях ДУК, но 9% и 23% студентов соответственно не имеют четкого представления о дистанционном обучении.

Вопрос анкеты “Есть ли у Вас свободный доступ в Internet?”: Все опрошенные студенты умеют самостоятельно использовать Internet. Все студенты ИПО имеют доступ в Internet, но 6% студентов дневного отделения вообще не имеют такого доступа. Только меньше трети студентов дневной и очно-заочной форм обучения имеют доступ в Internet дома: безлимитный (18% и 31%) или ограниченный (45% и 31%), только 46% студентов ИПО – также и на рабочих местах.

Проведенное анкетирование показало готовность студентов различных форм обучения использовать технологии дистанционного обучения, даже при недостаточном уровне обеспеченности доступа в Internet. Преимущества дистанционного обучения востребованы пока не в полной мере: студенты используют ДУК ФП как “электронную библиотеку” и чаще асинхронные виды взаимодействия с информационными образовательными ресурсами.

Поэтому для расширения возможностей интерактивного взаимодействия студентов с ДУК ФП расширение этого курса проводится по таким направлениям:

- разработка интерактивного Internet-транслятора языка функционального программирования (ДУК ФП базируется на языке Лисп);
- разработка визуального конструктора выражений для языка Лисп;
- расширение демонстрационного модуля для визуализации стратегии моделирования рекурсии и вычисления произвольного лямбда-вызова, заданного пользователем.

## **Языки, системы и среды визуального программирования в функциональном стиле**

В работах [2-8] рассматриваются существующие системы и языки визуального функционального программирования. Большинство из них ориентировано на конкретный язык: Лисп (системы ICONLISP[2, 6] и Tinkertoy [3, 6]), FP (язык VisaVis) [4], Haskell (средство Visual Haskell) [5], Hope [8]. Система [7] ориентирована на представление лямбда-выражений, а среда VFPE [9] - на языки Scheme и Haskell.

Большинство рассматриваемых визуальных систем (языков) выполняет одну функцию:

- визуальное проектирование функциональной программы с генерацией кода на языке программирования [2];
- графическое представление функциональной программы [3, 6], S-выражения [8], лямбда-выражения [5, 6, 7, 8].

Наиболее развитой является среда VFPE [9], которая поддерживает различные режимы работы с функциональной программой: визуальная среда проектирования программы, отладчик, палитра встроенных функций, преобразования визуального представления в текстовый код на целевом функциональном языке, навигатор по VFPE-выражению в графическом представлении, пошаговое выполнение выражения, возможность повышения быстродействия при помощи распараллеливания вычислений.

Однако ни одна из систем [2, 4-8] не может быть применена в системе дистанционного обучения, так все они не имеют возможности использования в сетевом варианте. Среда [9] такую возможность имеет, однако нет информации об использовании VFPE для задач обучения.

Есть определенный опыт разработки трансляторов языка Лисп и для учебных целей. Транслятор подмножества языка CommonLisp для работы в Windows 3.1 [10] имеет интегрированную среду разработки, однако предназначен для использования только в локальном варианте. Транслятор Лиспа [11] предназначен для использования в Internet, однако эта реализация не была интегрирована в систему дистанционного обучения (СДО).

Поэтому для ДУК ФП необходимо было разработать интерактивный транслятор языка диалекта языка Лисп, предназначенный для использования в учебном процессе с помощью Internet.

## **Постановка задачи**

Задача состоит в разработке визуального интерпретатора диалекта языка Лисп, который должен быть использован в системе дистанционного обучения функциональному программированию. Требования к транслятору таковы.

Транслятор должен поддерживать подмножество встроенных функций, соответствующих стандарту CommonLisp, в объеме диалекта muLisp.

Обучаемый может ввести исходное S- и лямбда-выражение в текстовом виде, которое должно быть:

- интерпретировано с выдачей результата;
- представлено во внутреннем представлении в лисповской памяти.

Обучаемый может сконструировать определение функции в стиле UML-диаграмм (по аналогии с определением класса), задав содержимое трех секций:

- имя;
- лямбда-список;
- тело в виде S-выражения.

При конструировании тела функции пользователю должен быть доступен список встроенных функций используемого диалекта Лиспа и список функций, уже определенных пользователем в текущем сеансе работы. Из созданной диаграммы конструктор выражений должен сгенерировать текст кода на языке Лисп.

Обучаемый может сконструировать фрагмент кода программы, состоящий из применения нескольких функций, в том числе и рекурсивных. Визуализатор кода должен отобразить связи между этими функциями по

управлению (последовательность шагов при вычислении лямбда-вызовов) и по данным (передачу аргументов).

Транслятор должен быть разработан для использования в системе дистанционного обучения через Internet.

## **Методы решения и программная реализация**

Этапы разработки и реализации транслятора.

1. Проектирование интерпретатора. Выполнено описание грамматики диалекта языка Лисп (типа 3 по Хомскому). Выбраны структуры данных для внутреннего представления Лисп-программы на всех фазах трансляции. Разработаны алгоритмы сканера, парсера, генератора внутреннего представления, модуля интерпретации S- и лямбда выражений.

2. Реализация транслятора в системе программирования, которая имеет достаточный набор структур данных и средства отладки. В качестве среды разработки фаз трансляции был выбран язык C++. В этом варианте транслятора в качестве внутреннего представления Лисп-программы использованы списковые структуры данных. Версия транслятора на языке C++ использована также для тестирования реализации библиотеки встроенных функций Лиспа.

3. Реализация транслятора и конструктора выражений в системе программирования для его дальнейшего использования в Internet. На этом этапе в качестве среды разработки транслятора был выбран язык PHP, а конструктор выражений реализован средствами языка JavaScript. В этом варианте транслятора в качестве внутреннего представления Лисп-программы использованы структуры данных типа массив и ассоциативный массив. Версия транслятора на языке PHP использована также для организации Web-интерфейса обучаемого с транслятором, визуализации результатов вычисления выражений, конструирования диаграмм функций.

4. Реализация визуализатора выражений в системе программирования для его дальнейшего использования в Internet. На этом этапе в качестве среды разработки визуализации выражений языка Лисп был выбран пакет утилит по автоматической визуализации графов Graphviz

Выбор PHP и Graphviz обусловлен такими возможностями этих инструментов как кроссплатформенность и распространение с открытым исходным кодом. Также учтена программная совместимость транслятора, разработанного с помощью этого инструментария, с системой MOODLE, в среде которой функционирует ДУК ФП.

## **Особенности реализации учебного интерпретатора**

Функциональным назначением разработанного транслятора является его использование в СДО с целью закрепления у студентов навыков создания и применения функциональных программ.

В отличие от профессионального программирования при обучении студенты:

- разрабатывают программы небольшого размера;
- используют определенное подмножество встроенных функций языка;
- испытывают определенные трудности при переходе от режима компиляции к режиму интерпретации при разработке программ.

Первые две особенности позволяют при разработке учебного транслятора упрощать его структуру по сравнению с коммерческой версией транслятора (представление в памяти, управление памятью, размер библиотеки встроенных функций).

Существующие интерпретаторы языка Лисп если и имеют средства отладки, то эти компоненты транслятора работают в привычном стиле систем программирования для процедурных языков. При изучении функциональных языков принципиально важно понимать представление программ (и данных) в памяти и их вычислительную модель. Поэтому в учебном трансляторе функционального языка значительную часть функций отладчика можно переложить на средства визуализации S- и лямбда-выражений.

Современные принципы анализа, проектирования и технологии разработки объектно-ориентированных программ, сопровождаемые визуальным конструированием компонент программы и генерацией кода на целевом языке программирования, можно использовать и в обучении функциональному программированию. Поэтому в учебном трансляторе функционального языка часть работы по определению функций и их взаимодействию можно переложить на средства визуального конструирования поименованных лямбда-выражений.

Дополнительной компонентой учебного транслятора, предназначенного для использования с помощью Internet, является его интеграция с системой администрирования СДО. Поэтому в рассматриваемой реализации интерпретатора при работе с ним пользователь проходит регистрацию и получает права доступа как студент ДУК ФП.

## **Выводы**

Опыт использования дистанционного учебного курса "Функциональное программирование" показал необходимость расширения асинхронного взаимодействия обучаемых с той компонентой курса, которая демонстрирует вычислительную модель функционального языка.

Опыт разработки учебных трансляторов для языка Лисп и их использования показал необходимость создания интерпретатора этого языка для его использования с помощью Internet с введением в транслятор средств визуального конструирования функций и моделирования вычислений лямбда-вызовов.

Разработан учебный транслятор диалекта языка Лисп, который позволяет обучаемому создавать S- и лямбда-выражения в текстовой форме, конструировать их визуальном стиле, отображать процесс вычисления лямбда-вызовов в графической форме. Транслятор является частью дистанционного учебного курса "Функциональное программирование", реализованного в среде MOODLE [12].

## Литература

1. Дацун Н.Н., Попов Ю.В. Опыт использования системы дистанционного обучения ДонНТУ. [Электронный ресурс] Проблеми і шляхи вдосконалення науково-методичної та навчально-виховної роботи в ДонНТУ: Матеріали III-ї наук.-метод. Конф., 5-6 лютого 2007 р., м. Донецьк, 2007. Секція "Інноваційні та інформаційні технології навчання". – електрон. Опт. Диск. (CD-ROM).
2. Cattaneo G., Guercio A., Levialdi S. And Tortora G. ICONLISP: An Example of a Visual Programming Language/ IEEE Computer Society, Workshop on Visual Languages. - Dallas, 1986. - pp. 22-25.
3. Edel M. The Tinkertoy Graphical Programming Environment// Visual Programming Environment: Paradigms and Systems. - IEEE-CS Pres, 1990. - pp. 299-304.
4. Poswig J., Teves K., Vrankar G., Moraga C. VisaVis - Contributions to Pratic and Theory of Highly Interactive Visual Languages/ Proc. IEEE Workshop Visual Languages, 1992. - pp. 155-161.
5. Reekie H. Visual Haskell: First Attempt. Technical report 94.5. - Key Center for Advanced Computing Sciences. - University of Technology Sydney, 1994.
6. Дацун Н.М. Функціональне і логічне програмування: сучасні підходи до комп'ютерного навчання/ Проблеми освіти. Наук.-метод. Зб. - К.: ІСДО, 1995. - Вип.1. - с.71-78.
7. Citrin W., Hall R., Zorn B. Programming with Visual Expressions. - <http://kogs-www.informatik.uni-hamburg.de/~haarslev/vl95www/html-papers/citrin/citrin.html> .
8. Jimenez-Peris R., Patino-Martinez M. et al. . Graphical Visualization of the Evaluation of Functional Programs/ 1996 ACM ITiCSE. - Barcelona, Spain, June 1996. - pp. 36-38. - <http://lsd.ls.fi.upm.es/lsd/papers/1996/iticse96.pdf> .
9. Kelso J. A Visual Programming Environment for Functional Languages. Thesis for degree of Doctor Philosophy. - Murdoch University, 2002. - 312p. - <http://www.csse.uwa.edu.au/~joel/vfpe/thesis.pdf> .
10. Дацун Н.Н. Использование транслятора языка COMMON LISP в преподавании функционального программирования/ Новые информационные технологии в университетском образовании. Матер. междунар. научн.- метод. конф. - Новосибирск: НИИ МОО, 1998.
11. Дацун Н.Н., Хован А. Internet-учебный курс для обучения языку Лисп/ Образование и виртуальность -2001. Сборник трудов 4-й Междунар. конф. – Харьков-Ялта, УАДО, 2001. – с.153-161.
12. Официальный сайт MOODLE - <http://www.moodle.org>