

## Программная реализация языковых средств поддержки вычислительных экспериментов

А. Е. Гавва, В. О. Мищенко

*Национальный банк Украины, Украина*

*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Украина*

We discuss about software tools that must be supported computer-based experiments in DSM area. The Ada program of compilers compilation is presented. We proved and demonstrated that this COCO/R-Ada is adequate to demands for the discussed tools. COCO/R-Ada is based on the known standard that was established by Hanspeter Mossenbock in form of COCO and COCO/R systems at 1983-88.

### 1. Введение в предмет и актуальность задачи

Транслятор - это обобщающее название для обширного класса программ, которые эквивалентным (в каком-то смысле) образом преобразуют одни программы в другие [1]. Например, текст на одном формальном языке преобразуется в "такой же" на другом языке. Другие примеры: браузер, который транслирует язык HTML в команды "рисования" в экранной области памяти, SQL-сервер СУБД - транслятор языка SQL в последовательность низкоуровневых операций с базой данных и т. п.

В проектах автоматизации и информационной поддержки применений методов дискретных особенностей (МДО) [2-4] оригинальная системная часть их программной реализации относится, в основном, к трансляторам. Это интерпретаторы команд, компиляторы размеченных текстов, визуализаторы. То, что указанные проекты пока не реализованы как программные продукты, ясно показывает высокую трудоёмкость "ручной" разработки трансляторов.

Ряд универсальных и специализированных сред для разработки программного обеспечения имеет стандартизованные инструменты построения необходимых пользователям трансляторов. Например, неотъемлемые утилиты ОС UNIX - `lex` и `yacc` или, обращаясь к теме нашей работы, те компиляторы компиляторов (`Compiler-Compiler` или, короче, *COCO*), которые на разных платформах продолжают оригинальную систему [5]. Высокопроизводительные нисходящие рекурсивные синтаксические анализаторы-трансляторы *COCO/R* [6] созданы под системы на языках Oberon, Modula-2, Turbo Pascal, C, Java и даже C# (см. документ в Интернете <http://www.scifac.ru.ac.za/coco/>).

В этом перечне до настоящего времени отсутствовали как раз те системы, которые адекватны вычислительным применениям МДО: Fortran, Delphi, C++ и Ada. Важное обстоятельство! - ведь пользователь должен подать на вход *COCO* наряду с синтаксисом исходной транслируемой программы описание действий, составляющих цель трансляции. Это делается на языке программирования используемой системы. Более того, сложный вычислительный эксперимент обычно сопряжен с характерными только для

него систематическими (по ходу эксперимента) модификациями определённых участков кода используемых программ. Необходимых для автоматизации этого инструментальных средств нет ни в одном из вышеупомянутых языков, за исключением языка программирования Ada.

Из сказанного понятна высокая актуальность воспроизводства генератора компиляторов *COCO/R* в совершенно новой для его реализации среде языка Ада.

## 2. Характеристика интерфейса разработанной системы

Первый из авторов реализовал (на языке Ада) алгоритм сборки исходных текстов компиляторов на языке Ада по описаниям на входном языке *COCO/R*.

*COCO/R-Ada* интегрирует описание сканера и описание синтаксического анализатора, что позволяет избежать проблемы построения интерфейса между генерируемыми частями. Входной язык *COCO/R* основан на *атрибутивной грамматике*, которая представляет собой формализм для спецификации его семантики; в данном - случае средствами алгоритмической нотации.

Поставка реализации *COCO/R-Ada* распространяется под лицензией GPL и доступна по адресу [http://www.ada-ru.org/src\\_acr.html](http://www.ada-ru.org/src_acr.html) ([http://www.ada-ru.org/files/cocor\\_ada-1.53.1.tar.gz](http://www.ada-ru.org/files/cocor_ada-1.53.1.tar.gz) - архив с исходными текстами; [http://www.ada-ru.org/files/cocor\\_doc\\_ru.zip](http://www.ada-ru.org/files/cocor_doc_ru.zip) - документация на русском языке) Предполагается, что реализация *COCO/R-Ada* не зависит от платформы, однако установка и использование данного инструмента пока тестировались только под ОС Linux.

Для генерации с помощью *COCO/R-Ada* исходных текстов необходимой пользователю программы-компилятора используются файлы "compiler.frm", "parser.frm" и "scanner.frm". Затем для сборки исполняемого модуля компилятора используются файлы "fileio.ads", "fileio.adb", "sets.ads" и "sets.adb" из вышеуказанной поставки.

Выбор транслируемого языка ограничивается классом LL(1), сочетающим вполне достаточную широту с высокой эффективностью грамматического разбора [7]. Описание компилятора состоит из нескольких частей и имеет вид:

```

COMPILER Имя_компилятора
--Текст на языке Ада, содержащий спецификаторы контекста и описания
--глобальных объектов, типов, подпрограмм которые
-- потом потребуются в семантических действиях, например,
with Operations; use Operations;
--Формальная грамматика для сканера:
CHARACTERS
--Символы текста транслируемой программы
TOKENS
--Лексемы транслируемой программы
--Формальная грамматика для синтаксического анализатора:
PRODUCTIONS
--Порождающие правила атрибутивной грамматики
END Имя_компилятора .

```

(1)

При этом базовым средством описания всех грамматик служит РБНФ. Для определения символов текста (которые попадают на вход сканера) и лексем, передаваемых синтаксическому анализатору, порождающие правила имеют обычный вид. Например,

```
digit = "0123456789". letter = "ABCDIKLMNPRSTUFXYZ".
```

**TOKENS**

*Number* = *digit* { *digit* }.     *Identifier* = *letter* | { *letter* | *digit* }  
*Symbol* = "+" | "-" | "\*" | "/"     (2)

Особенностью определения атрибутивной грамматики для синтаксического анализатора является возможность описывать (в угловых скобках) средствами языка Ада атрибуты грамматических понятий и (в квази-скобках) - алгоритмические действия, которые должен выполнять транслятор при распознавании данного понятия в данном контексте. Например, для компиляции операций со списком целых аргументов (в духе Лиспа) формальная грамматика и семантическая атрибутика могут (схематически) выглядеть так

**PRODUCTIONS**

*Sign* <S: out String1..1);>  
= *Symbol*     (. S:= *Symbol*); .).  
*Arg* <Val: out Integer;>  
=     *Number*     (\* Val вычисляем\*)  
|  
   *Identifier*     (\* Val находим в  
   *таблице*\*).  
*Operation* <Res: out Integer;> (. P: Oper\_Access .)  
=     "("  
   *Sign*<C: character;> (. P:= Oper\_Table(C); .)  
   *Arg*<V: Integer;> (. Res:= Val); .)  
   { *Arg*<V: Integer;> (. Res:= P.all (Res, Val); .)  
   }     ")".     (3)

Контроль корректности описания синтаксиса транслируемого языка поддерживается автоматически. В отношении семантики поддержка осуществляется в смысле формальной корректности собираемой генератором Ада программы (компилятора), но не в отношении смысла трансляции. За него, конечно же, отвечает сам пользователь *COCO/R-Ada*.

**3. Пояснения на демонстрационном примере**

Обратимся к условному и весьма упрощенному примеру для того, чтобы пояснить характер проблем проектирования и техники реализации средств поддержки вычислительных экспериментов с помощью *COCO/R-Ada*. Предположим, создана библиотека программ, принимающих исходные данные из файлов и сохраняющих в файлы. Программы могут формировать матрицы СЛАУ МДО (*Matr*), аппроксимировать эти матрицы с целью снижения размерности (*Appr*), искать для них предобуславливатели (*Pred*), решать системы и анализировать их обусловленность (*Solv* и *Cond*), рисовать диаграммы и графики (*Diag* и *Grph*) и т. п. Хотелось бы проводить численные эксперименты в различных режимах: проверочном с выдачей максимально подробной информации в процессе счёта ("*Trace*"), в рабочем режиме ("*Compute*") и др. Подходящая для этого формальная грамматика

*Instruction*  
= "*Check*"     |     "*Trace*" |     "*Compute*".  
*Arg*  
=     *Identifier* |     *String* |     *Float* |     *Number* .  
*Program*

= Identifier "(" Arg { Arg } ")".  
*Experiment*  
 = "(" Instruction Program { Program } ")".

имеет ту же структуру, что и (3), - её сканер и кодогенерация могли бы быть аналогичными. Но при этом отсутствовал бы, например, контроль за интерфейсом между вызываемыми программами по файлам данных.

Как такой интерфейс обеспечивается "вручную"? В тексте очередной по списку вызовов программы, скажем, *Solv*, отыскиваются операции ввода и проверяется совпадение атрибутов входного файла с атрибутами выходного у предыдущей. Для того, чтобы делать это просто и надёжно программным путем для языка Ада существует стандартизованный инструментальный пакет *ASIS*.

#### 4. Выводы и направления дальнейших исследований

Представленный в докладе компилятор компиляторов стандарта *COCO/R*, разработанный для среды программирования языка Ада, является адекватным средством разработки систем автоматизации подготовки и осуществления вычислительных экспериментов. Доступность *COCO/R-Ada* в Интернете должна обеспечить продвижение соответствующих проектов к их завершению.

Было бы полезно оценить надежность результатов и повышение производительности труда за счёт применения *COCO/R-Ada* в решении реальных задач построения сред вычислительных экспериментов МДО.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вирт Н. Алгоритмы + структуры данных = программы.- Мир, М.:1985,- 406 с.
2. Мищенко В.О., Высочин Л.А. Язык организации вычислений в компьютерном моделировании методом дискретных зарядов // Методы дискретных особенностей в задачах математической физики. Труды VIII межд.симпозиума /Мин.Украины по делам науки и технологий, ХГУ, ХГТУ, Ин-т математики НАН Украины, ГосНИЦ ЦАГИ (Россия), ВАТУ (Россия).- Харьков: ХГУ, 1999. - С.85-87.
3. Гандель Ю.В., Жолткевич Г.Н. Применение параметрических представлений сингулярных интегральных преобразований и систем компьютерной математики в плоских задачах дифракции // Труды X международного симпозиума "Методы дискретных особенностей в задачах математической физики" (МДОЗМФ-2001).- ISBN 966-630-05-2.- Херсон, 2001.- С. 96-99.
4. Мищенко В.О. Семантическая структуризация текстовых данных в базе данных, поддерживающей распределенную разработку программного обеспечения // Вестник ХГТУ. - 2002, N 1 (14). - я. 304-307.
5. Terry P.D., Rhodes University, 1996 "Compilers and Compiler Generators" (<http://www.scifac.ru.ac.za/compilers/>)
6. Hanspeter Mössenböck "A Generator for Production Quality Compilers" (<http://www.ssw.uni-linz.ac.at/Research/Papers/Moe90.html>)
7. Hanspeter Mössenböck "Coco/R - A Generator for Fast Compiler Front-Ends." (<http://www.ssw.uni-linz.ac.at/Research/Reports/CocoReport.html>)