Использование языка Prolog при создании системы аналитических вычислений

Сидаченко Михаил Викторович
Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского
Таврическая академия
факультет математики и информатики
кафедра информатики (группа 602И)
e-mail: michaellux@yandex.ru

Описывается создание прототипа системы аналитических вычислений, реализованного при помощи языков программирования C++ (пользовательский интерфейс) и Prolog (рабочая часть программы).

Современные системы аналитических вычислений (называемые также системами компьютерной алгебры) содержат в себе множество инструментов (от собственного языка программирования до инструментов, работающих со звуком) [1]. Но базовая часть системы предназначена для символьных вычислений, когда все операции производятся в аналитическом виде. Системы символьных вычислений несут в себе богатый арсенал различного рода возможностей. Упрощение выражений, разложение на простые дроби, дифференцирование, интегрирование – всё это лишь часть того, что может система [2].

Эволюция систем привела к тому, что системы обрели возможность самостоятельно доказывать теоремы. Этому поспособствовало применение логических языков программирования в качестве основного. Одним из таких языков является Prolog.

Символьные вычисления были одним из начальных применений Пролога. Примерами таких программ являются программа символьного интегрирования [3, 5], программа доказательства теорем геометрии [4, 5]. Благодаря декларативной природе Prolog программисту требуется только изложить необходимые правила работы с символьными выражениями практически в своём естественном виде, а требуемый результат при помощи них получается с использованием системы логического вывода, встроенной в Prolog. На рис. 1 представлена структура прототипа системы аналитических вычислений, разрабатывающейся на языке Пролог с использованием также языка C++ в качестве средства разработки пользовательского интерфейса. Используемый компилятор Пролога даёт возможность через специальный API встраивать Prolog-код в проекты, написанные на C++, Java и других.

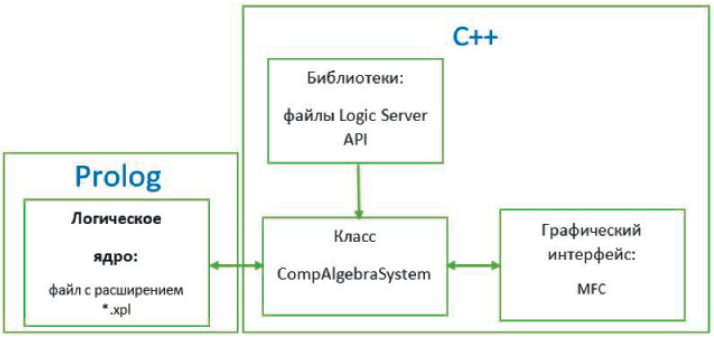

Рис. 1. Пример простейшей системы аналитических вычислений

Покажем на примере функции `diff` (дифференцирование выражений) и `simplify` (элементарное упрощение выражений) как работает система. Их программный код:

```
diff(X,X,1) :- !.
diff(A,X,0) :- atomic(A), A\=X, !.
diff(A+B,X,DA+DB) :- diff(A,X,DA), diff(B,X,DB), !.
diff(A*B,X,A*DB+DA*B) :- diff(A,X,DA), diff(B,X,DB), !.
diff(sin(X),X,cos(X)) :- !.
```

```
diff(sin(A),X,cos(A)*DA) :- diff(A,X,DA), !.
diff(sqrt(A),X,1/(2*sqrt(A))*DA) :- diff(A,X,DA), !.
diff(-A,X,(-1)*DA) :- diff(A,X,DA), !.
simp(Expr,0) :- (Expr=_*0, !; Expr=0*_, !; Expr=0/_, !;
     Expr=sin(0), !; Expr=sqrt(0), !;
     Expr=log(1), !; Expr=ln(1)), !.
simp(Expr,1) :- (Expr=A/A, !; Expr=_**0, !;
     Expr=1**_, !; Expr=cos(0)), !.
simp(Expr,AS) :- (Expr=A+0, !; Expr=A-0, !; Expr=0+A, !;
     Expr= -(-A), !; Expr=A*1, !; Expr=1*A, !; Expr=A/1, !;
     Expr=A**1), simp(A,AS), !.
simp(0-A,AS) :- simp(-(A),AS), !.
simp(Expr,ExprS) :- Expr=..[_,A], number(A), ExprS is Expr, !.
simp(Expr,ExprS) :- Expr=..[_,A,B], number(A),
     number(B), ExprS is Expr, !.
simp(Expr,ExprS) :- Expr=..[Op,A],
simp(A,AS), ExprS=..[Op,AS], !.
simp(Expr,ExprS) :- Expr=..[Op,A,B], simp(A,AS),
simp(B,BS), ExprS=..[Op,AS,BS], !.
simp(Expr,Expr).
simplify(Expr,ExprS) :- simp(Expr,ExprS1),
        (ExprS1=Expr,ExprS=Expr,! ;
simplify(ExprS1,ExprS)), !.
```

Получив файл xpl и загрузив его в C++ среду, протестируем её работу на нескольких примерах.

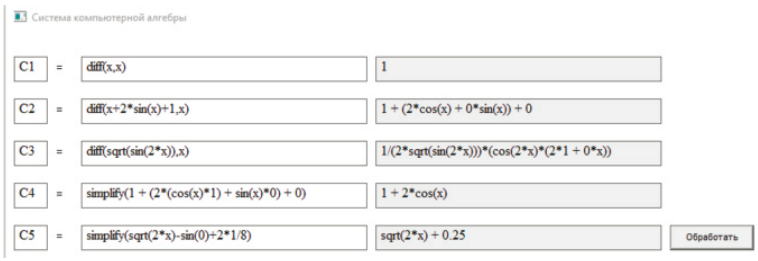

Рис. 2. Демонстрация работы программы (этап тестирования)

По виду приведённого фрагмента исходного Пролог-кода можно судить, что математические правила на Прологе формулируются практически в своём

естественном виде, без семантического разрыва между формулировкой задачи и её программной реализацией. Это позволяет легко дополнять уже готовые работающие программы новыми методами решения математических задач.

Список литературы

[1] Википедия *Система компьютерной алгебры* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ru.wikipedia.org/wiki/Система_компьютерной_алгебры, свободный. – (Дата обращения: 26.05.2015).

[2] Википедия *Символьные вычисления* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ru.wikipedia.org/wiki/Символьные_вычисления, свободный. – (Дата обращения: 05.04.2016).

[3] Bergman M., Kanoui H. *Application of Mechanical Theorem Proving to Symbolic Calculus.* – Marseille: CNRS, – 1973.

[4] Welham R. *Geometry Problem Solving.* – Scotland: University of Edinburgh, – 1976.

[5] Стерлинг Л., Шапиро Э. *Искусство программирования на языке Пролог.* – М.: Изд-во Мир, – 1990 – С. 235.