

Руководители:

Г.С.Цейтин

М.И.Канович

МЕТАВЫЧИСЛЕНИЯ И ЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

С.М.Абрамов

В данной работе описывается подход к логическому программированию, аналогичный предложенному в работе [1]. Этот подход основан на реализации инверсной семантики языков программирования и использует методы метавычислений и специализации программ [1, 2, 3, 5].

Пусть $L_R = (\mathcal{D}_R, P_R, V_R)$ - некоторый язык программирования, где \mathcal{D}_R - предметная область, множество входных и выходных строк программ; P_R - множество программ; V_R - вычисление семантики языка, частичное отображение $V_R: P_R \times \mathcal{D}_R \rightarrow \mathcal{D}_R$; обозначения из [2]. Будем предполагать, что для языка L_R реализован специализатор $Spec$, со следующим форматом входной строки [2,3]:

$Spec(p, M, S)$, где $p \in P_R$ - текст специализируемой программы; M - цепочка из символов K и U ; n - длина M ; входная строка p имеет вид x_1, x_2, \dots, x_n ; если в M j -й символ - K , то выполняется специализация p по аргументу x_j , если i -й символ в M - U , то специализация по x_i не выполняется; $S = a_1, a_2, \dots, a_j$ - задаёт значения всех аргументов x_i программы p , по которым выполняется специализация; j - число символов K в строке M . Классическая формула [1] Фута-муры-Турчина для такого специализатора имеет следующий вид: •

$$\begin{aligned} p(x) &= Int(p, x) = Spec(Int, KU, p)(x) = \\ &= Spec(Spec, KUK, Int, KU)(p)(x) = \\ &= Spec(Spec, KUK, Spec, KUK, KU)(Int)(p)(x) \quad (I) \end{aligned}$$

где p - программа на некотором языке $L = (\mathcal{D}, P, V)$; $Int \in P_R$ - интерпретатор языка L на языке L_R ; $DB_j = Spec(Int, KU, p)$ - результат компиляции программы p с языка L на язык L_R ;

$Comp = Spec(Spec, KUK, Int, KU)$ - компилятор с языка L на язык L_R ; $CoComp = Spec(Spec, KUK, Spec, KUK, KU)$ генератор компиляторов. Формула (I) позволяет по интерпретатору Int вычислять

программы Obj , $Comp$, $CoComp$, если для языка L_R реализован специализатор $Spec$. В работах [3,5] описаны реализации специализаторов для двух конкретных языков L_R и эксперименты по выполнению вычислений по формуле (1) для различных языков L .

В предметной области \mathcal{D}_R языка L_R выберем некоторую строку $true$, которую будем использовать для изображения логического значения "истина". В работе [1] изложен метод построения универсального решающего алгоритма uga для языка L_R . Программа $uga \in P_R$ реализует инверсную семантику языка L_R ; то есть частичное отображение $uga: P_R \times \mathcal{D}_R \rightarrow \mathcal{D}_R$, такое, что для всех $p \in P_R$ и $x \in \mathcal{D}_R$ выполнено: - если существует строка $y \in \mathcal{D}_R$, такая, что $p(x, y) = true$, то $uga(p, x)$ - определено, и $p(x, uga(p, x)) = true$;

- если не существует строки $y \in \mathcal{D}_R$, такой, что $p(x, y) = true$ то $uga(p, x)$ - не определено.

Универсальный решающий алгоритм для языка ограниченный Рефал был реализован (использовались методы из [1]) В.Ф.Турчиным и С.А.Романенко в 1973 году. В 1986 году автор данной работы выполнил аналогичную реализацию uga .

Если для языка L_R выполнена реализация uga , то определён язык, инверсный языку L_R : $L_R^* = (\mathcal{D}_R, P_R, V_R^*)$, семантика которого определена таким образом: $V_R^*(p, x) = uga(p, x)$. При изучении свойств инверсных языков, в том числе инверсного ограниченного Рефала, обнаруживается их близость классическим языкам логического программирования:

1. Описания денотационной семантики инверсных языков и языков логического программирования имеют одинаковую структуру.

2. Операционная семантика инверсных языков и языков логического программирования базируется на операциях перебора вариантов и операциях с данными, содержащими неопределённые значения (переменные), в том числе и сравнения таких данных (унификация).

3. Используя инверсный язык или язык логического программирования, программист описывает не как по данному x вычислить искомое $y = f(x)$, а описывает какие пары (x, y) его интересуют - задаёт предикат $p(x, y)$. Система, реализующая семантику языка (uga или Пролог-система), сама по заданному x определяет такое значение y , для которого $p(x, y) = true$.

Таким образом, может быть высказан следующий тезис: инверсный к языку программирования L_R язык L_R^* является языком логи-

ческого программирования.

Везде далее считается, что для языка L_R реализованы программы Spec и ига ; рассматривается язык $L = (\mathcal{D}, P, V)$, реализован интерпретатор $\text{Int} \in P_R$ для языка L на языке L_R . Используя специализацию, можем записать:

$$\begin{aligned} y = \mathcal{V}_R^*(p, x) &= \text{ига}(p, x) = \text{Spec}(\text{ига}, \text{КК}, p)(x) = \\ &= \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{ига}, \text{КК})(p)(x) = \\ &= \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{КК}, \text{Spec}, \text{КК}, \text{ига})(p)(x) \end{aligned} \quad (2)$$

где $x, y \in \mathcal{D}, p \in P_R$. Формула (2) позволяет вычислять:

- $\text{Inv}p = \text{Spec}(\text{ига}, \text{КК}, p)$ - инвертированную программу
 $\text{Inv}p(x) = \text{ига}(p, x)$;
- $\text{Inv}L_R = \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{ига}, \text{КК})$ - инвертор для языка
 $\text{Inv}L_R(p) = \text{Inv}p$;
- $\text{Gen}L_R = \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{КК}, \text{Spec}, \text{КК}, \text{ига})$ - генератор инверторов для языка L_R : $\text{Gen}L_R(\text{ига}) = \text{Inv}L_R$

Инверсная семантика \mathcal{V}^* для языка L может быть реализована следующим образом: $y = \mathcal{V}^*(p, x) = \text{ига}(\text{Int}, p, x)$

где $y, x \in \mathcal{D}, p \in P$. Применяя в этом равенстве специализатор, получим (выкладки опускаем):

- $\text{ига}L = \text{Spec}(\text{ига}, \text{КК}, \text{Int})$ - инверсный интерпретатор языка L :
 $\text{ига}L(p, x) = y$;
- $\text{Gen}ига = \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{ига}, \text{КК})$ - генератор инверсных интерпретаторов: $\text{Gen}ига(\text{Int}) = \text{ига}L$;
- $\text{GenGen}ига = \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{КК}, \text{Spec}, \text{КК}, \text{КК})$ - генератор генераторов инверсных интерпретаторов: $\text{GenGen}ига(\text{ига}) = \text{Gen}ига$
- $\text{Inv}Об_j = \text{Spec}(\text{ига}, \text{КК}, \text{Int}, p)$ - результат инверсной компиляции программы p с языка L на язык L_R : $\text{Inv}Об_j(x) = y$;
- $\text{Inv}Сomp = \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{ига}, \text{КК}, \text{Int})$ - инверсный компилятор с языка L на язык L_R : $\text{Inv}Сomp(p) = \text{Inv}Об_j$;
- $\text{Gen}InvСomp = \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{КК}, \text{Spec}, \text{КК}, \text{ига}, \text{КК})$ - Генератор инверсных компиляторов: $\text{Gen}InvСomp(\text{Int}) = \text{Inv}Сomp$;
- $\text{GenGen}InvСomp = \text{Spec}(\text{Spec}, \text{КК}, \text{КК}, \text{КК}, \text{Spec}, \text{КК}, \text{КК}, \text{ига})$ - генератор генераторов инверсных компиляторов: $\text{GenGen}InvСomp(\text{ига})$.

Приведённые выше программы позволяют автоматически (а, значит, надёжно) выполнять реализацию инверсных языков - языков логического программирования. В работе [4] излагаются прямые (без специализации) трансформационные методы инвертирования программ.

Литература

1. Турчин В.Ф. Эквивалентные преобразования рекурсивных функций, описанных на языке Рефал. - В сб.: Теория языков и методы построения систем программирования. Труды симпозиума. Киев-Алушта, 1972, с.31-42.
2. Ершов А.П. Смешанные вычисления: потенциальные применения и проблемы исследования. - В сб.: Теория и практика программного обеспечения ЭМ. Труды советско-французского симпозиума, часть 1, Новосибирск 1981.
3. Романенко С.А. Генератор компиляторов, порождённый самоприменением специализатора может иметь ясную и естественную структуру. - Препринт ИПМ им.М.В.Келдыша АН СССР, 1987, № 26.
4. Burstall R.M., Darlington J. A Transformation System for Developing Recursive Programs.- JACM, 24(1), 1977, pp. 44-67.
5. Jones N.D., Sestoft P., Sondergaard H. An Experiment in Partial Evaluation: the Generation of Compiler Compiler. - Sigplan Notices, Vol. 20, N 8, 1985, pp. 82-87.

**СЕМИОТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ФОРМАЛИЗАЦИИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Всесоюзная школа-семинар
«Боржоми-88»**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ И СООБЩЕНИЙ

МОСКВА 1988

Всесоюзный институт научной и технической информации

ГКИТ СССР и АН СССР

Институт кибернетики АН Грузинской ССР

Вычислительный центр АН СССР

**Научный совет по проблеме "Искусственный интеллект" Отделения
информатики, вычислительной техники и автоматизации АН СССР**

СЕМИОТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

ФОРМАЛИЗАЦИИ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Всесоюзная школа-семинар

г.Боржоми, 22-30 апреля 1988 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ И СООБЩЕНИЙ



Москва 1988

Председатели Оргкомитета чл.-корр. АН ГССР Г.Д. х а р а т и ш в и л и
проф. П.В. Неостеров

Председатель Программного комитета академии Г.С. П о с п е л о в

Руководители секций

Проф. Д.А. П о с п е л о в , докт. филол.наук Вяч.В.И в а н о в

Составитель

к.с.и. В.К. Ф и н и

Редакторы

к.ф.-м.и. М.М. З а б е ж а й л о , Е.В. Р а х и л и н а ,
В.В. Р ы ж и н о в , к.ф.-м.и. Д.П. С и в о р ц о в ,
Е.Ф. Ф е б р и а н т о в а , М.В. Ф и л и п е н н о

Ответственный редактор

доц. Р.С. Г и я р е в о и я

С Е К Ц И Я I

ЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА
ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Руководитель

Д.А. П о с п е л о в

Ученый секретарь

В.Ф. Ф а б р и к а н т о в а

| | | |
|-----------------------------|------------------------|-----------------|
| | Сдано в набор 15,03,88 | |
| Подписано в печать 26,02,88 | | Т-02869 |
| Формат 60x90 1/16 | Печать офсетная | Бум. офс. |
| Усл.печ.л 26,5 | Усл.кр.-отт. 26,62 | Уч.-изд.л 22,81 |
| Тир. 250 экз. | Зах. 2226 | Цена 1р.55к. |

Производственно-издательский комбинат ВИНТИ
140010, Люберцы 10, Московской обл.,
Октябрьский проспект, 403