

УДК 004.423, 519.682.1

ФОРМАЛЬНОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СЕМАНТИЧЕСКОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ЯДРА ЯЗЫКА АОП ASPECTTALK И ЯЗЫКА ООП SMALLTALK¹

Д. А. Стефанцов, А. Е. Крюкова

Язык аспектно-ориентированного программирования (АОП) AspectTalk [1] разработан с целью создания защищённых систем обработки информации. На нём могут быть реализованы информационная система и политика её безопасности, а также осуществлена их интеграция с помощью соединительных модулей [2]. Основой этой технологии является возможность создания с помощью АОП дополнительных модулей и интеграции их с программой без изменения её исходного текста [3]. Согласно [4], всякий язык АОП L является надмножеством (расширением) некоторого языка программирования, не являющегося языком АОП и называемого далее ядром языка L . Ядро языка AspectTalk, по замыслу его автора, построено как язык объектно-ориентированного программирования (ООП). В данной работе даётся формальное доказательство семантической эквивалентности ядра языка АОП AspectTalk и языка ООП Smalltalk 80 [5]. Тем самым, в частности, формально доказывается, что ядро языка AspectTalk является действительно языком ООП.

Основными компонентами определения языка программирования являются его синтаксис и семантика. Синтаксис задаётся с помощью формы Бэкуса-Наура (БНФ) или расширенной БНФ (РБНФ) [6]. Денотационное описание семантики (ДОС) [7] — один из способов формального описания семантики языков программирования, который состоит в задании тройки объектов: 1) множеств, определяемых системой уравнений на моноиде слов в алфавите языка и называемых синтаксическими областями; 2) совокупности множеств, являющихся непрерывными решётками и называемых множествами семантических объектов, или доменами [8]; 3) множества функций, являющихся отображениями из синтаксических областей в домены, называемого множеством семантических отображений.

В [9] семантическая эквивалентность языков программирования определена как коммутативность диаграммы, в которой объектами являются множества синтаксических областей и множества доменов, а стрелками — гомоморфизмы между этими множествами. Аналогичным образом семантическая эквивалентность ядра языка АОП AspectTalk и языка Smalltalk доказана коммутативностью диаграммы на рис. 1, где A — ядро языка АОП AspectTalk, B — язык Smalltalk, Syn_X — множество синтаксических областей языка X , Sem_X — множество доменов языка X .

$$\begin{array}{ccc}
 Syn_A & \begin{array}{c} \xrightarrow{3} \\ \xleftarrow{4} \end{array} & Syn_B \\
 \downarrow 1 & & \downarrow 2 \\
 Sem_A & \begin{array}{c} \xrightarrow{5} \\ \xleftarrow{6} \end{array} & Sem_B
 \end{array}$$

Рис. 1. Диаграмма семантической эквивалентности языков A и B

Гомоморфизмы 1 и 2 — это множества семантических отображений ДОС языков A и B соответственно. ДОС ядра языка AspectTalk построено на основе [10], ДОС

¹Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (гос. контракт № П1010).

языка Smalltalk позаимствовано из работы [11]. Гомоморфизмы $\mathcal{3}$ и $\mathcal{4}$ определяются правилами трансляции одного языка в другой, $\mathcal{5}$ и $\mathcal{6}$ являются гомоморфизмами на непрерывных решётках. Заметим, что в [9] в качестве языков A и B рассматриваются высокоуровневый язык программирования и машинный язык соответственно и ставится вопрос о корректности трансляции одного в другой. Поскольку задача восстановления исходного текста программы не всегда имеет решение, гомоморфизм $\mathcal{4}$ отсутствует на диаграммах в [9].

Доказательство семантической эквивалентности ядра языка AspectTalk и языка Smalltalk позволяет использовать все принципы ООП, разработанные для Smalltalk, в программировании на AspectTalk. Более того, возможна автоматическая трансляция программ с языка Smalltalk в AspectTalk и обратно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Стефанцов Д. А.* Реализация политик безопасности в компьютерных системах с помощью аспектно-ориентированного программирования // Прикладная дискретная математика. 2008. № 1(1). С. 94–100
2. *Стефанцов Д. А.* Технология и инструментальная среда создания защищённых систем обработки информации // Прикладная дискретная математика. 2009. Приложение № 1. С. 55–56.
3. *Filman R. E., Friedman D. P.* Aspect-oriented programming is quantification and obliviousness [Электронный ресурс] // Technical report, RIACS, 2000. URL: http://www.riacs.edu/research/technical_reports/TR_pdf/TR_01.12.pdf, свободный доступ (дата обращения: 9.04.2010)
4. *Elrad T., Filman R. E., Bader A.* Aspect-Oriented Programming // Communicat. ACM. 2001. October. V. 44. No. 10. P. 29–32.
5. *Goldberg A., Robson D.* Smalltalk 80: The Language and its implementation. Addison-Wesley, 1983. 742 p.
6. *Whitney G.* An extended BNF for specifying the syntax of declarations // AFIPS Joint Computer Conferences, Boston, MA, USA. 1969. P. 801–812.
7. *Tennet R. D.* The denotational semantics of programming languages // Communicat. ACM. 1976. August. V. 19. No. 8. P. 437–453.
8. *Scott D.* Data types as lattices // Lect. Notes Mathem. 1975. V. 499. P. 579–651.
9. *Janssen T. M. V.* Algebraic translations, correctness and algebraic compiler construction // Theoret. Comp. Scie. 1998. V. 199. P. 25–56.
10. *Abelson H., Dybvig R. K., Haynes C. T., et al.* Revised⁵ Report on the Algorithmic Language Scheme // Higher-Order Symb. Comp. 1998. V. 11. No. 1. P. 7–105.
11. *Kamin S.* Inheritance in Smalltalk-80: a denotational definition // POPL '88: Proceedings of the 15th ACM SIGPLAN-SIGACT symposium on Principles of programming languages. 1988. P. 80–87.