

実行可能な形式仕様言語 CafeOBJ (1)

6 V-4

CafeOBJ の宣言的意味論

中川 中^{†††}澤田 寿実[†]本間 毅寛^{††}谷津 弘一^{††}二木 厚吉^{†††}

††(社) 情報処理振興事業協会
†(株)SRA ソフトウェア工学研究所
†††北陸先端科学技術大学院大学

概要

従来の代数に基づく意味論を持つ言語、たとえば OBJ では、対象の等しさを表す等式のみによって意味が規定される。それら等式は操作的には書換え規則として見なされることもあるが、宣言的には等価性を示すものである。現在われわれが作成中の CafeOBJ では、等式とは独立の、不可逆的な推移を表す一方向規則を認める。そうした規則に宣言的な意味を与えるためには、集合と関数に基づく代数を考えるだけでは不足であり、より構造の複雑なモデルに依る必要がある。推移律を満たす、推移の事実を保存するなどの特徴を満たす構造の一つはカテゴリであり、CafeOBJ ではカテゴリに基づいた宣言的な意味が与えられる。

1 はじめに

代数仕様は形式仕様記述の手法の代表的なものであり、等号論理による簡明かつ厳密な意味論に基づいていること、等式を書換え規則とみなして項書換えシステムによる実行が可能であることなどの特徴を持つ。OBJ [2] [5] はこの代数仕様を記述するために考案された言語であり、こうした一般的な特徴の他、順序ソート、AC パターン照合、パラメータ機構など、すぐれた記述能力を備えている。

CafeOBJ は OBJ の持つこれらの特徴を保存しつつ、いくつかの点で重要な拡張を行った言語である。宣言的意味論においてもっとも重大な違いは、CafeOBJ では公理として等式ばかりでなく、陽に方向づけられた書換え規則を認める点である。直感的には、書換え規則は状態が不可逆的に変化することを表現する。そうした規則に意味を与えるためには、従来の OBJ のように台を構成する空間を単純な集合とすることはもはや出来ず、台集合自体に状態の遷移を表すような構造を持たせる必要がある。

る。われわれは同様の関心から提案されている書換え論理 [3] に着目し、それに類似する意味論により CafeOBJ に宣言的な解釈を与えることとした。

以下、OBJ と対比する形で CafeOBJ の宣言的意味の概略を説明する。

2 OBJ

OBJ のモデルは順序ソート代数の圏における始対象であり、典型的には [1]

1. 与えられたソートや演算記号から項を定義し、項の集合と記号を操作する演算から構成される項代数を求める、
2. 与えられた(交換則などの)演算の属性と等式から、項の間の合同関係を求める、
3. 項代数を合同関係で割って得られる商代数を求める、

という手順で得られる。このモデルでは、

- 各ソートに対応する台は集合、その要素は項の同値クラスであり、また
- 演算はソート間の関数である。

このモデルの当否には議論があるものの、冗長性を排除し、記述者の直感にほぼ見合っていること、また与えられた等式がある合理的な制約を満たす限りで、このモデルと等式を書換え規則と見なして得られる項書換えシステムとの間には健全性や完全性が保証されることなど、代数仕様の宣言的な意味の代表とされるに相応しい性質を持っている。

3 CafeOBJ

CafeOBJ では等式ばかりでなく書換え規則も公理として認められる。等式は両辺の表す対象が同一であることを示す、というのが直感的な理解であるならば、それから得られる合同 (同値) 関係によって要素を同一視する、というモデルの与え方はたしかに自然である。

一方、書換え規則は左辺の表す対象が右辺の表す対象に変化することを示す、と見るのが直感的な理解である。この直感は要素間の関係としてモデル化することが出来る。さらに、この関係は (a) ある要素はそのまま変化しないことがある、(b) a から b、b から c に変化することが可能ならば、a から c に変化することも可能でなければならぬ、という直感を表現したものでなければならぬ。すなわち、反射律と対象律を満たす必要がある。CafeOBJ ではこうした要請を満たすモデルとして、OBJ におけるモデルの構成にさらに

- 4 与えられた書換え規則を項の同値クラスの間関係とし、その反射推移閉包を求める、

という手順を加える。したがって

- 各ソートに対応する台は前順序集合であり、
- 演算はソート間の単調関数である。

より一般的には、ソートの台をカテゴリ、演算をファンクタとみることが可能である。[3] では多様

なモデルを包含する仕組みとしてまさにこの枠組みを提案しており、CafeOBJ の意味論は [3] を特化したものであるといってもよい。

この方法によれば始対象の存在、健全性、完全性などは従来と同じ条件のもとで成立する。また書換え規則の存在しない場合のモデルは OBJ のモデルと等価であり、その意味で OBJ の純粋な拡張であると言える。

4 おわりに

本稿では CafeOBJ の宣言的意味論のごく基本的な部分を従来の代数仕様のそれと対比する形で概観した。紙面の都合上、順序ソート、パラメータやモジュール構造など、CafeOBJ の記述全体に対応する意味論についてはまったく触れていない。項書換えシステムとの関連に関しても同様である。それらを含め、詳細については [4] を参照されたい。

謝辞

本稿および以下の3稿は IPA 技術センタにおける研究活動の一環として執筆されたものであり、IPA 関係者一同、とりわけ日頃激励いただいている棟上氏、吉川氏および伊藤氏に感謝するものである。

参考文献

- [1] Ehrig, H. and Mahr, B., *Fundamentals of Algebraic Specification 1: Equations and Initial Semantics*, Springer-Verlag, 1985
- [2] Futatsugi, K., Goguen, J., Jouannaud, J.-P., and Meseguer, J., "Principles of OBJ2", *Proc. 12th Principles of Programming Languages*, ACM, 1985, pp.52-66
- [3] Meseguer, J., "Conditional Rewriting Logic: Deduction, Models and Concurrency", *Proc. 2nd International CTRS Workshop*, Lecture Notes in Computer Science 516, 1991, pp.64-91
- [4] Nakagawa, A.T., et al. "Declarative Semantics of CafeOBJ", technical report in preparation
- [5] Goguen, J., Winkler, T., Meseguer, J., Futatsugi, K., and Jouannaud, J.-P., "Introducing OBJ", Technical Report SRI-CSL-92-03, SRI International, 1992; To appear in Goguen, J.A., editor, *Application of Algebraic Specification using OBJ*, Cambridge University Press.