

## 4S-10

## TENSEのオブジェクト管理システムの概要

西岡健自, 渡邊多恵子

横河電機株式会社

### 1. はじめに

TENSEのオブジェクト管理システムは、我々が開発中のソフトウェアの統合開発支援環境の中核である。

このシステムねらいは、情報の観点から環境を統合して、知的活動に紛れ込んだ機械的作業を自動化することである。この種の機械的作業は、従来のウォーターフォール型の開発方式で、知的活動を阻害する大きな要因となっている。具体的な例は2節で述べる。

環境の統合には二つの側面がある。第一はユーザインタフェースの統一で、その結果、環境は親しみやすく、操作性も高くなって、作業効率の向上を期待できる。この分野では、UIMSなどの研究が進行中である。

第二は情報の観点からの統合で、その結果、情報の整合管理が進んで、ソフトウェア製品の信頼性の向上を期待できる。更に、保守性、再利用性、管理可能性なども高めることができる。この分野では、ソフトウェアデータベースや、オブジェクト管理の研究が進行中である。

その両方の側面を備えた代表的な研究にArcadia<sup>(1)</sup>プロジェクトがある。Arcadiaは、基盤として更に、process program interpreterを加え、緊密に結び付きながら、柔軟で拡張性の高い、大規模な環境をゴールとする。また、国内のオブジェクト管理システムの研究では、KyotoDB<sup>(2)</sup>などがある。

一方、TENSEは、オブジェクト管理システムに着目すれば目指すところは同様だが、次の特徴をもつ。

- ・内部表現として、ソフトウェアオブジェクトを再構成した”ソフトウェア構成要素”を導入。
- ・管理機構として、フレームの拡張表現システムを導入。
- ・以上のオブジェクト管理システムのカスタマイズ機構として、生成系方式を採用。

以下、本論文では、オブジェクト管理から期待できる効果と、TENSEにおける特徴について述べるが、カスタマイズについては参考文献[3]を参照されたい。

### 2. オブジェクト管理の実際効果

TENSEのオブジェクト管理システムは、C言語向きの下流フェーズの支援環境である統合化Cプログラミングシステムへの組み込みを終了している。

本節では、オブジェクト管理の導入によって、統合化Cプログラミングシステムで実現できた主な機能を箇条書きにする。なお、以下では、ドキュメントとソースプログラムを総称して、ドキュメントと呼ぶ。

- 1)ドキュメントの部分生成：詳細設計からソースプログラム、あるいは、その逆も可能。
- 2)ドキュメントの補完：外部定義の変数や関数等を参照する部分に、名称のみを記述すると、データタイプやコメントなどを自動補完する。
- 3)変更の自動反映：変数、関数等の定義を変更すると、それらを参照しているモジュールや、別のフェーズでそれらを定義しているドキュメントに変更内容を反映させる。
- 4)レビジョン番号の同期：対応する詳細設計書とソースプログラムのレビジョン番号を同期して更新し、両者の対応を取りやすくする。
- 5)自動ドキュメンテーション：詳細設計書やソースプログラムの書式を変更したもの、各種一覧表や進捗度レポートなどのドキュメントを生成する。

### 3. ソフトウェア構成要素

上記の機能の実現には、オブジェクト管理システムの扱う情報が次の条件を満たしている必要がある。

- 1)一元性 2)高粒度 3)論理性 4)完全性

また、機能の実現には直接関係しないが、柔軟なカスタマイズには、5)データ独立性も必要である。

ソフトウェア構成要素の導入は、主にソフトウェアオブジェクト間の情報の重複を一元化する必要性に基づく。ソフトウェア構成要素は、TENSEオブジェクト管理システムの情報単位で、ファイル、モジュールなどの、物理的、論理的なソフトウェアの構成単位に対応する。

この情報単位は属性として、関連する情報の断片を一括して保持している。属性は、各ソフトウェアオブジェクトを、それらの間で重複する情報が形式的に一致するまで、論理的に細分化した、情報の断片である。

ソフトウェア構成要素は、属性以外に、他のソフトウェア構成要素との関係を値として持っている。TENSEでは、この関係の種類を定義変更の影響把握などの整合処理に必要な4種類(部分、参照、記述、汎化)に絞っている。

以上の意味で、ソフトウェア構成要素はソフトウェアオブジェクトを再構成したオブジェクトである。

また、ソフトウェアオブジェクトは各開発フェーズの開始で発生し、終了とともに完結する。一方、ソフトウェア構成要素は開発の途中で発生し、段階的詳細化とともに属性/関係情報を増加させ、開発の終了時点で完結する。従って、ソフトウェアオブジェクトは、ある時点のソフトウェア構成要素の情報に基づくドキュメントと見なせる。これらの関係を、関数を例にとって表1に示す。

このソフトウェア構成要素とソフトウェアオブジェクトとの対応関係を、開発を通じて常に保つのが、TENSEの

Overview of the TENSE Object Management System

Kenji Nishioka, Taeko Watanabe

Yokogawa Electric Corporation

nishioka@kenkai4.yokogawa.co.jp

表1 関数ソフトウェア構成要素とソフトウェアオブジェクト(DD, SP)

(注 DD:詳細設計書, SP:ソースプログラム)

| 属性     | 定義部 |    | 関係         | 定義部 |    |
|--------|-----|----|------------|-----|----|
|        | DD  | SP |            | DD  | SP |
| 名称     | ○   | ○  | 継承:上位クラス   | —   | —  |
| タイトル   | ○   | ○  | 部分:仮引数     | ○   | ○  |
| 説明     | ○   | ○  | 部分:auto.変数 | —   | ○  |
| データタイプ | ○   | ○  | 参照:関数      | ○   | ○  |
| 戻り値    | ○   | ○  | 参照:変数      | ○   | ○  |
| 例外処理   | ○   | ○  | 参照:マクロ定義   | —   | ○  |
| 注意     | ○   | ○  | 参照:関連関数    | ○   | —  |
| アルゴリズム | ○   | —  | -----      | —   | —  |
| 実行コード  | —   | ○  | ○:定義有り     | —   | —  |

オブジェクト管理システムである。従って、情報の重複に伴う問題は解消する。また、ドキュメントの記述ツールとオブジェクト管理システムの協調や、ソフトウェア構成要素間の関係に基づく整合処理などによって、2節の機能を実現することができる。

#### 4. 拡張フレームとPrologによる実装

TENSEでは、知識表現システムが、ソフトウェア構成要素を管理し、オブジェクト管理システムの基盤となる。このシステムは、フレームにメソッドをカプセル化して、オブジェクト指向の色合いを強めた拡張フレームである。ソフトウェア構成要素がフレームにあたり、メソッドがオブジェクト管理の中心の手続きとなる。

主なメソッドには、ドキュメントから抽出した情報をソフトウェア構成要素に反映させる格納処理、所定の書式に従って、値を出力する逆生成処理、ソフトウェア構成要素の持つ情報を取り出す参照処理などがある。

拡張フレームのもう一つの特徴は、スロットのグループ化である。スロットはソフトウェア構成要素のもつ属性、関係の種類で、これが多種類に及ぶ場合は、便宜上グループに分けることができる。以上を図1にまとめる。

ここで、メタ属性とは、データ独立性を確立するための情報で、同種のソフトウェア構成要素(クラス)に共通な情報である。スロットやグループの構成、汎化関係の上位クラス名などがメタ属性にあたる。ドキュメント

の書式情報も各グループ毎に決まるメタ属性となる。

また、メタメソッドとはメソッドを生成するためのメソッドである。この詳細については[3]に譲る。

TENSEでは、拡張フレームをPrologによって実装する。Prologを選んだ理由は、ユニフィケーションによるデータアクセスの高速性と保守性の高さなどからである。また、メモリ効率を上げ、応答性を更に向上させるために、一個の拡張フレームをアクセス単位と呼ぶ複数の事実節に分ける方式をとる。

アクセス単位の形式は値、メタ属性で次のように共通の構造となる(網掛部分は必要な場合のみ付加)。

ソフトウェア構成要素名(上位クラス名、グループ名、メタ属性名、

ローカル識別情報、スロット1/メタ属性値、スロット2、...)。

ここで、ソフトウェア構成要素名はモジュール、変数といったクラス名、あるいは、実際のモジュール名、変数名である。また、ローカル識別情報は、ソフトウェア構成要素名と上位クラス名でフレームが一意に決まらない場合必要になる情報である。C言語のautomatic変数では、その所属する関数の名称となる。

統合化Cプログラミングシステムではこの方式により、2節の機能を、一般にデモンストレーション可能な応答性で、実現することができた。

#### 5. おわりに

統合開発支援環境であるTENSEのオブジェクト管理システムの特徴と効果について述べた。

特徴は、ソフトウェアオブジェクトを再構成したソフトウェア構成要素の導入、その表現形式である拡張フレームの導入、及び、生成形方式のカスタマイズ機構である。また、処理速度と保守性の観点から、実装には論理言語であるPrologを使用している。

また、効果は情報の整合性の維持など、知的な活動に紛れて、支援の遅れている機械的作業の自動化である。

現在、TENSEのオブジェクト管理システムは、統合化Cプログラミングシステムへの実装を終った段階にある。このシステムでは、応答性も運用可能なレベルに到達している。なお、ソフトウェア構成要素のクラス数は47で、アクセス単位の種類に換算すると数百種に及ぶ。

次の展開として、この環境を出発点とした上流フェーズへの支援範囲の拡大と、蓄積したソフトウェア構成要素の再利用の研究を行なう予定である。

#### 【参考文献】

- [1] R.N.Taylor, et al. "Foundation for the Arcadia Environment Architecture" ACM SDE3 Proc., pp.1-13 (1988)
- [2] Y.Matsumoto, et al. "A Data Model in the Software Project Database KyotoDB" Advances in Software Science and Technology, vol.2, pp103-121(1990)
- [3] 渡邊, 西岡 "TENSEのソフトウェア管理システムの拡張". 情報処理学会第42回全国大会予稿集(1990)
- [4] 西岡, 平田, 渡邊 "統合開発支援環境TENSEのソフトウェアデータベース". 情報処理学会「アドバンス・データベースシステム」シンポジウム'90予稿集, pp33-42(1990)

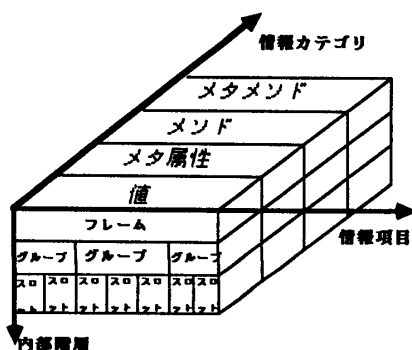


図1 拡張フレームの一般形