

要求仕様記述モデル DRAMA

宮下洋一 岸俊行 田口安男 小林聖敬
情報処理振興事業協会 技術センター

要求仕様記述モデルDRAMA (Denotational Requirement Analysis Model Architecture)の設計思想、概念を報告する。DRAMAは一つの論理系VLS(View Logic System)にもとづいて(1)問題分析のためのユーザーの業務の現状の世界の表現(2)SEが提案する業務の改善形態の説明(3)業務形態改善のために開発するソフトウェアの実現形式を統一的にわかりやすい形式で表現すること、及び、VLSにもとづいて要求記述の無矛盾性の解析を行うことを目的として設計されたものである。

本報告では、VLSの説明、DRAMAの特徴、VLSにもとづいた要求仕様の解析手法について説明する。

Requirement Specification Model DRAMA

Yoichi MIYASHITA, Toshiyuki KISHI, Yasuo TAGUCHI, Masanori KOBAYASHI
(Information-Technology Promotion Agency
Software Technology Center)

This paper describes basic concepts of requirement specification model DRAMA (Denotational Requirement Analysis Model Architecture), which is designed on the basis of View-logic-system(VLS). On requirement analysis phase, we should describe a variety of worlds, such as software user's actual business system (for understanding user's problems), improved business system (for presenting system analyst's idea), software specification for realizing improved business system. Using DRAMA, we can uniformly specify those worlds, and can analysis the consistency of requirement specification based on the logic of VLS. In this paper, we describe the definition of VLS, the main feature of DRAMA, requirement analysis method based on VLS.

1. はじめに

要求分析技術の研究として、プロトタイプングの方法に始まって最近の実行可能仕様あるいは、オペレーショナルアプローチなどの方法 [1]，[2] に代表されるように要求記述の形式化あるいは計算機による要求記述の高度な意味解釈を可能とする為の研究が盛んに進められてきている。また、AI 技術または知識工学の応用として知識表現モデルの概念をとり入れた要求記述言語の研究もおこなわれている [3]。

本論文では、論理系 VLS を説明し VLS に基づいて設計した要求記述モデル DRAMA の設計思想及び DRAMA による要求記述の解析について説明する。

2. 基本論理系

本章では DRAMA の基礎となる数学モデル VLS について説明する。

VLS : View-Logic-System

VLS で使われる主概念は次のとおりである。

(1) 基本オブジェクト a, b, c, \dots

VLS であらず概念的実体の原始単位にあたるものである。

(2) オブジェクト構成子 f, g, h, \dots

複数の基本オブジェクトを組み合わせて新たなオブジェクトを合成するための演算である。オブジェクト構成子の集合はそのオブジェクトの 'タイプ' によって定まる。

(3) オブジェクト x, y, z, \dots

基本オブジェクトの集合 A とオブジェクト構成子の集合 F から合成される次のような要素 (オブジェクトと呼ぶ) の集合をオブジェクト空間と呼び、 $O(A, F)$ と表す。

• $a \in A$ ならば $a \in O(A, F)$

• $f \in F$ f は n 引数の構成子

$x_1, x_2, \dots, x_n \in O(A, F)$

ならば、

$f(x_1, \dots, x_n) \in O(A, F)$

• 上の二つの規則から構成されるものだけが $O(A, F)$ の要素である。

(4) オブジェクト間の構造 \leftarrow

$\leftarrow \subset A \times O$

A : 基本オブジェクトの集合

O : オブジェクト空間

構造 \leftarrow は基本オブジェクトとオブジェクトの間の対応関係を表したものであり、次のような性質を満足するものとする。

• $a \leftarrow a$ a は基本オブジェクト

• $a \leftarrow f(\dots b \dots)$ かつ $b \leftarrow x$ ならば

$a \leftarrow f(\dots x \dots)$

一方、任意の関係 $R \subset A \times O$ に対して、 R を含みかつ上記の二つの条件を満足するような $A \times O$ 上の最小の構造を R から導き出されるオブジェクト間の構造と呼び $\leftarrow [R]$ と表すことにする。

VLS はこれらの概念を使って次のように定義される。

定義2. 1 VLSの定義

基本オブジェクト集合A、オブジェクト構成子の集合F、オブジェクト間の関係←の三つ組をVLSと呼ぶ。

$$S = \langle A, F, \leftarrow \rangle$$

このとき、AをSの構成要素

FをSのタイプ

←をSの構造と呼ぶ。

次にVLS間のもっとも基本的な関係であるじゅんじょ関係≦を定義する。

定義2. 2 VLS間の順序関係

同じ構成要素とタイプを持つ二つのVLS間の順序関係≦を次のように定義する。

$$S = \langle A, F, \leftarrow \rangle$$

$$S' = \langle A', F', \leftarrow' \rangle$$

$$S \leq S' \iff x \leftarrow y \text{ ならば } x \leftarrow' y$$

すなわち、 $S \leq S'$ というのは S' のほうが構造がより'詳細'に定義されていることを表している。

構成要素A、タイプをFとする順序関係≦に関する最小なVLSを□[A, S]とあらわすことにする。□[A, S]の構造は

$$\{a \leftarrow a \mid a \in A\} \text{ である。}$$

□は何の構造も定義されていないVLSである。

次にVLSの間の射という概念を説明する。

定義2. 3 VLS間の射

二つのVLS

$$S = \langle A, F, \leftarrow \rangle,$$

$$S' = \langle A', F', \leftarrow' \rangle$$

に対して、基本オブジェクト集合間の写像をpとし、pをオブジェクト空間間の写像に拡張したものをrとする。

$$p : A \rightarrow A'$$

$$r : O \rightarrow O'$$

$$O = O(A, F)$$

$$O' = O(A', F')$$

- $a \in A$ に対して $r(a) = p(a)$

- $f \in F, x_i \in O$ に対して

$$r(f(x_1, \dots, x_n))$$

$$= f(y_1, \dots, y_n)$$

$$y_i = r(x_i)$$

rをR[p]と表すことにする。

このときrがさらに次のような条件を満足している場合にrをSからS'への射と呼び、

$$r : S \rightarrow S'$$

と表すことにする。

[条件]

任意の $a \in A, x \in O$ に対して

$$a \leftarrow x \text{ ならば } r(a) \leftarrow' r(x)$$

すなわち、rが構造を保存した写像である場合にrをVLS間の射と呼ぶ。

射に関しては次のような性質が成り立つ。

性質

1. $r_1 : S_1 \rightarrow S_2$,
 $r_2 : S_2 \rightarrow S_3$
 ならば,
 $(r_1 \circ r_2) : S_1 \rightarrow S_3$
2. $S = \langle A, F, \leftarrow \rangle$ に対して
 $p : A \rightarrow A$ $p(a) = a$ ならば
 $R[p] : S \rightarrow S$
 $R[p]$ を S の単位射と呼び、 $id[S]$
 と表す。
3. $S \leq S'$ ならば
 $r : S \rightarrow S'$
 となるような射 r が存在する。

射の概念を使って VLS 間の構造同値関係 \sim を次のように定義する。

定義 2. 4 VLS 間の構造同値関係 \sim

二つの VLS S_1, S_2 に対して、 S_1 から S_2 への射 r_1 と、 S_2 から S_1 への射 r_2 が存在し、かつ、 $(r_1 \circ r_2)$ 、 $(r_2 \circ r_1)$ がそれぞれ S_1, S_2 上の単位射になるときに S_1, S_2 は構造同値であると呼ぶ。

次にある VLS から別の VLS を合成する次のような方法を説明する。

- (1) VLS からの射による像
- (2) 二つの VLS の和
- (3) 二つの VLS の積

定義 2. 5 射の像

二つの VLS

$$S = \langle A, F, \leftarrow \rangle$$

$$S' = \langle A', F, \leftarrow' \rangle$$

に対して、 S から S' への射

$$R[p] : S \rightarrow S'$$

$$p : A \rightarrow A'$$

が次のような条件を満足しているときに、

S' は $r = R[p]$ における S の像であると呼び、 $S' = r(S)$ と表すことにする。

[条件]

1. p は A' の上への写像である。

2. S' において、

$a' \leftarrow' x'$ となるのは、

$$a \leftarrow x,$$

$$r(a) = a', r(x) = x'$$

となる a, x が存在する場合でありかつ

そのような場合に限る。

定義 2. 6 VLS の和

同じタイプの三つの VLS を S, S_1, S_2 とし、 S_1, S_2 から S へのそれぞれの射を r_1, r_2 とする。

$$S = \langle A, F, \leftarrow \rangle$$

$$S_i = \langle A_i, F, \leftarrow \rangle$$

$$r_i : S_i \rightarrow S$$

$$r_i = R[p_i]$$

$$p_i : A_i \rightarrow A$$

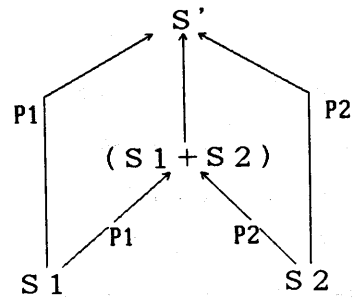
$$i = 1, 2$$

このとき、次のような条件が成立するものとする。

条件

1. $A = p_1(A_1) \cup p_2(A_2)$
2. S と同じ構成要素からなり、かつ、 S と同じ p_1, p_2 で S_1, S_2 からの射が存在するような任意のVLSを S' とすると、 $S \leq S'$ である。

この条件を満足するとき、 S を S_1, S_2 の p_1, p_2 による和と呼び、 $S = (S_1 + S_2)$ と表すことにする。



定義2.7 VLSの積

同じタイプの三つのVLSを S, S_1, S_2 とし、 S から S_1, S_2 へのそれぞれの射を r_1, r_2 とする。

$$S = \langle A, F, \leftrightarrow \rangle$$

$$S_i = \langle A_i, F, \leftrightarrow \rangle$$

$$r_i : S \rightarrow S_i$$

$$r_i = R[p_i]$$

$$p_i : A_i \rightarrow A$$

このとき、次のような条件が成立するものとする。

条件

1. $A_1 = p_1(A)$ かつ $A_2 = p_2(A)$
2. S と同じ構成要素からなり、かつ、 S と同じ p_1, p_2 で S_1, S_2 への射が存在するような任意のVLSを S' とすると、 $S' \leq S$ である。

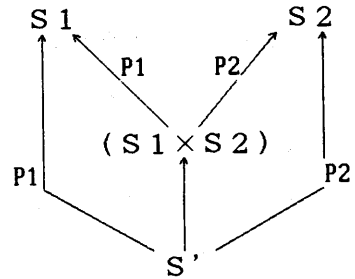


図1 VLSの和と積

この条件を満足するとき、 S を S_1, S_2 の p_1, p_2 による積と呼び、

$$S = (S_1 \times S_2)$$

と表すことにする。

さらに、 S_1, S_2 がそれぞれ $R[p_1], R[p_2]$ による S の像であるときに S を S_1, S_2 の直積と呼ぶことにする。

性質 VLSの和と積の性質

1. $r : S \rightarrow S'$ ならば
 r と $id[S']$ により
 $(S + S') \sim S'$ となる。
2. $r : S \rightarrow S'$ ならば
 $id[S]$ と r により
 $(S \times S') \sim S$ となる。
3. 任意の S に対して、 $id[S]$ により、
 $(S + S) \sim S$ 、 $(S \times S) \sim S$
となる。
4. 交換法則
 $(S1 + S2) \sim (S2 + S1)$
 $(S1 \times S2) \sim (S2 \times S1)$
5. 結合法則
 $((S1 + S2) + S3)$
 $\sim (S1 + (S2 + S3))$
 $((S1 \times S2) \times S3)$
 $\sim (S1 \times (S2 \times S3))$

VLSで解析の対象となる代表的な問題としては次のような性質がある。

解析問題

1. 一つのVLS内における解析
TCAXOが与えられたとき(公理)に、
 $\leftarrow [T]$ に関する性質(定理)の証明
2. 複数のVLS間の解析
 2. 1 和、積の合成アルゴリズム
 2. 2 $(S1 \times S2)$ が直積であるかどうか
これは $S1$ と $S2$ の間に矛盾があるかどうかの問題に関連する。
 $((S1 \times S2) = \square$ 完全に矛盾)

3. DRAMA

本章ではVLSの概念を使って設計した要求仕様記述モデルDRAMAの設計思想を説明する。

DRAMAとは要求分析の工程で対象となるソフトウェアの世界を記述するモデルである。

ここでいう'ソフトウェアの世界'の中には、要求分析工程の作業にそって次のようなものが対象となる。

1. ユーザーの現状の業務形態の問題点を理解するために使う現状の業務の世界モデル
2. 開発者側が提案する業務の改善形態を説明するための改善された業務の世界モデル
3. 改善された業務形態を実現するために開発するソフトウェアの機能的な要件や非機能的な要件をまとめてソフトウェアの実現形態を表現するモデル

DRAMAは上記のように要求分析において使われる幾つかの種類モデルを同じ枠組みで表現することを目的にして開発したモデルである。

DRAMAの基本的な考え方は表現する世界で行われる「ドラマ」をなるべくすなおに直観的に分かりやすい形式で記述することにある。

「ドラマ」において記述される項目としては、

1. ドラマを構成する「場面」の設定
 2. 場面に登場する「実体」の説明
 3. 場面で行われる「事象」の説明
- がある。(図2)

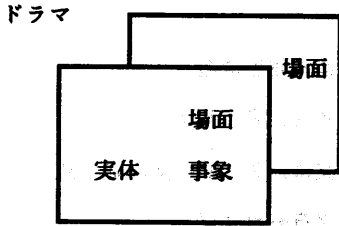


図2 DRAMAの概念

場面の設定においては場面の概要及び他の場面との関係が記述される。場面間の中には時間的な順序関係や空間的な位置関係などが重要となる。

実体の説明においては実体の持つ属性や実体間の関係が記述される。実体間関係としては実体間のいわゆるISA関係や実体の構造(PART-OF関係)が記述される。

事象の説明においては事象の持つ属性や事象によって及ぼされる実体の変化、事象間の関係が記述される。事象間関係としては事象間の包含関係や順序関係が記述される。

DRAMAの特徴は「場面」「実体」「事象」をそれぞれのタイプのオブジェクトとしてとらえたVLSの概念を使ってそれぞれを記述することにある(表、及び図3参照)。これによって、それぞれの記述に関してVLSに基づいた統一的な論理的解析が可能となる。そのとき、各タイプ(オブジェクト構成子)の持つ性質を公理として与えることによって解析がおこなわれる。現在我々は例えば正規表現、ペトリネット等に基づいたオブジェクト構成子に対するVLSによる解析問題を整理している。それについては別の機会に報告したいと思っている。

4. おわりに

本論文では論理系VLSにもとづいて設計した要求記述モデルDRAMAを説明し、DRAMAによる要求記述の解析を議論した。現在我々はDRAMA及びDRAMAの解析機能のインプリメントと合わせて、要求定義ガイド機能、DRAMAによる記述からのプロトタイプシステムの生成などの機能を含む要求分析環境の研究を進めている。

参考文献

- (1) Balzer, R., et al :
Software Technology in the 1990's :
Using a New Paradigm.
IEEE Tran. Comp., pp. 39-45(1985)
- (2) Bore, Bernard H. :
Application Prototyping-A Requirement
Definition Strategy for the 80s,
John Wiley & Sons Inc., (1984).
- (3) Borgida, Alexander et. al. :
Knowledge Representation as the Basis
for Requirements Specification,
IEEE Computer, Vol.18, No.4, pp.82-91,
(1985).
- (4) 宮下洋一 :
要求記述モデルDRAMAに基づいた実行
可能仕様記述方式、
「プロトタイピングと要求定義」シンポジ
ウム, 情報処理学会, 1986年4月。

表 DRAMAの要素のタイプ

タイプ	オブジェクト	構成子
場面	場面	時間的接合・ 空間的接合○
実体	データ 人	接続・ 選択 反復構造 * 重ね合わせ&
事象	データ操作	連続発生・ 選択発生 反復発生 * 並列発生

文書=文章×図表

文章=論理構造+物理構造

論理構造= $\langle A, F, \leftarrow \rangle$

$A = \{ \text{文章, 章, 節, 文, 語, 文字} \}$

$\leftarrow = \{ \text{文章} \leftarrow * (\text{章})$

$\text{章} \leftarrow * (\text{節})$

$\text{節} \leftarrow * (\text{文})$

$\text{文} \leftarrow * (\text{語})$

$\text{語} \leftarrow * (\text{文字}) \}$

物理構造= $\langle A', F, \leftarrow \rangle$

$A' = \{ \text{文章, 頁, 行, 文字} \}$

$\leftarrow = \{ \text{文章} \leftarrow * (\text{頁})$

$\text{頁} \leftarrow * (\text{行})$

$\text{行} \leftarrow * (\text{文字}) \}$

図表=図表配置+図構造+表構造

図表配置= $\langle B, F, \leftarrow \rangle$

$B = \{ \text{頁, 図, 表} \}$

$\leftarrow = \{ \text{頁} \leftarrow * (\text{図} | \text{表}) \}$

図構造= $\langle B', F, \leftarrow \rangle$

$B' = \{ \text{図, アイコン} \}$

$\leftarrow = \{ \text{図} \leftarrow * (\text{アイコン}) \}$

表構造= $\langle B'', F, \leftarrow \rangle$

$B'' = \{ \text{表, 縦列, 横列, セル} \}$

$\leftarrow = \{ \text{表} \leftarrow (\text{縦列} \& \text{横列})$

$\text{縦列} \leftarrow * (\text{セル})$

$\text{横列} \leftarrow * (\text{セル}) \}$

図3 実体(テキスト)の構造定義