

オブジェクト指向分析における 数学的形式表現の一考察

7G-5

鈴木 治

常葉学園浜松大学経営情報学部

1. はじめに

オブジェクト指向システムにおけるシステム分析設計手法には、OMT法、USE CASE法等幾つかの有用な手法が提案されている。本研究は、オブジェクト指向分析・設計においてバッチシステムの出力仕様から、クラスをさらに抽象化した“概念”を用いて仕様の基本的骨組みを抽出しそのシステム仕様を定式化する。これにより、そのシステムに要求される仕様を明確化し、クラス設計の容易化・品質の均一化を図る手法を見出すことが可能となる。

2. オブジェクト指向のクラスとラティス表現

本研究では、オブジェクト指向におけるクラスの分析及びその定式化を行うため、順序集合及びラティスに関するいくつかの演算表現を導入する。

2.1 順序集合間の関係の定義

順序集合 X の順序関係 ($\leq$) を次の様に定義する。

順序集合 $\langle X, \leq \rangle$ において、

$x_i \leq x_j \triangleq \{x_j \text{ は要素 } x_i \text{ から情報を得る} \} \text{ または、}$
 $\{x_i \text{ の情報量} \subseteq x_j \text{ の情報量} \}$

但し、 $x_i, x_j \in X$ かつ x_i, x_j は、その属性値または属性値取得による保有情報において、上記の様に順序づけされる。次に X, Y を順序集合として、次の演算を定義する。

① Disjoint union ② Linear sum

$$X \cup Y \quad X \oplus Y$$

③ Lifted ④ Product

$$P \perp = \perp \oplus P \quad X \otimes Y$$

2.2 完備ラティスの差分・再合成操作

完備ラティス $\langle L, \leq \rangle$ とその構造を保存する差分順序集合 $\langle S^i, \leq \rangle$ 間の関係を次の様に定義する。

① 上方被覆演算子と差分順序集合及び表現空間

Birkhoff's Representation Theorem より、

$$\langle L, \leq \rangle \cong \bigwedge S^i$$

但し、 $\bigwedge$ は上方被覆演算子 (Up-Set Dedekind-MacNeile completion) を示し、本研究では $\langle L, \leq \rangle$ を S^i の表現空間、順序集合 S^i を $\langle L, \leq \rangle$ の差分順序集合とよぶこととする。

② $\bigwedge$ 演算子の性質

$$\bigwedge (P \oplus Q) = \bigwedge P \oplus \bigwedge Q$$

$$\bigwedge (P \cup Q) = \bigwedge P \otimes \bigwedge Q$$

3. コンセプトラティスのオブジェクト指向シ

テムへの適用及びその定式化

出力仕様が与えられた場合、束論的な背景のもとに、そのクラス設定手法を提案する。設定手法の項目は、以下の5つのステップに分けて考える。

①出力仕様の Formal Concept Analysis

②コンセプトラティスの情報拡大操作

(コンセプトラティスの意味的調整)

③コンセプトラティスの差分操作

(コンセプトラティスの順序集合記述)

④ベースクラスの設定

⑤ベースクラスによる表現空間と

出力仕様の定式的表現

コンセプトラティスは Formal Concept Analysis を出力帳票に適用して得られる概念上のラティスとし、そのベースクラス $\{O_s, O_k\}$ は、このコンセプトラティスの差分順序集合から得ることが出来る。

$$O_s = \bigcup_p \{s_i \in S^i\}; \{ \text{差分順序集合要素} \}$$

$$O_k = \bigcup_j \{K_j\}; \{ \text{差分順序構造要素} \}$$

上記定義からこの表現空間は次のように表わされる。

$$\begin{aligned} \langle L, \leq \rangle &\cong \bigwedge S^i \\ &= \bigwedge O_s \otimes \bigwedge O_k \\ &= \bigotimes_i (\bigwedge S^i) \otimes \left(\bigotimes_j (\bigwedge K_j) \right) \end{aligned}$$

4. 対象システムへの定式化の具体的適応例

定式化の事例として、本学で使用されている教務システムにこれを適応する。このシステムで使われる出力帳票のCONTEXT表に Galois Lattice 生成アルゴリズムを適用し、そのコンセプトラティスを生成すると、図-1に示す Galois Lattice を得る。この概念ラティスの差分順序集合 S^i を求め定式化すると、次式の様になる。

A Study of Mathematical Representation
in Object-Oriented Analysis

Osamu SUZUKI

Tokoha-Gakuen Hamamatsu University

1230 Miyakoda-cho, Hamamatsu-shi, JAPAN

$S^i = (((d \cup h) \oplus (m \cup n)) \cup i) \oplus a$
 但し、 $a = \{a, (b, j, k, n)\}$, $m = \{m, (c, e, l)\}$, $n = \{n, (f)\}$

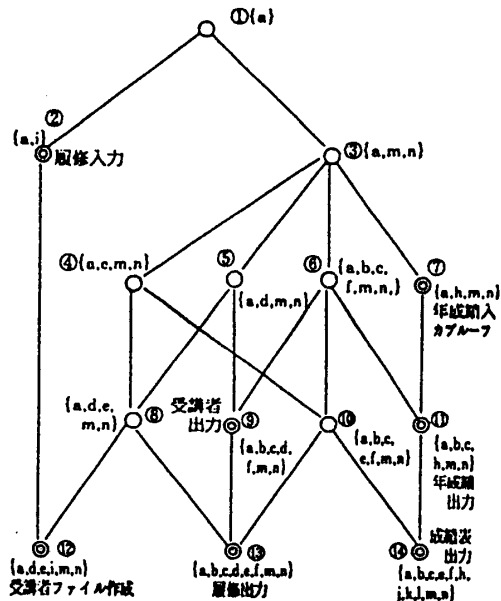


図-1 コンセプトラティス

この差分順序集合 S^i を用いてその表現空間 $\langle L, \leq \rangle$ を生成すると、

$$\begin{aligned} \langle L, \leq \rangle &\cong \sum S^i \\ &= \sum (((d \cup h) \oplus (m \cup n)) \cup i) \oplus a \\ &= (((\sum d \otimes \sum h) \oplus (\sum m \otimes \sum n)) \otimes \sum i) \\ &\quad \oplus \sum a \\ &= (((D \otimes H) \oplus (M \otimes N)) \otimes I) \oplus A \end{aligned}$$

但し、 $D = \sum d \dots$ とする。

この式は、システム要求仕様の直接的定式化表現であるが、オブジェクト指向システムではこれをクラスにより表現する必要がある。そこで $S^i \{O_s, O_k\}$ を、本例では次の様に定義する。

$O_s = \bigcirc$ 学籍 $\bigcup$ $\bigcirc$ 教員 $\bigcup$ $\bigcirc$ 科目 $\bigcup$ $\bigcirc$ 時間割

$O_k = \bigcirc$ 履修 $\bigcup$ $\bigcirc$ 成績 $\bigcup$ $\bigcirc$ 受講

但し、 $\bigcirc$ 履修 $= \{i \oplus \bigcirc$ 学籍 $\}$

$\bigcirc$ 成績 $= \{h \oplus (\bigcirc$ 教員 $\bigcup$ $\bigcirc$ 科目 $\bigcup$ $\bigcirc$ 学籍 $\}$

$\bigcirc$ 受講 $= \{d \oplus (\bigcirc$ 教員 $\bigcup$ $\bigcirc$ 科目 $\bigcup$ $\bigcirc$ 学籍 $\}$

この S^i の定義方法には幾通りかの定義式が考えられるが、その仕様内容は同一でなければならない。

差分順序集合 S^i 全体は

$$S^i = O_s \cup O_k$$

であったので、このシステムの出力仕様 S_{sys} は結局、

$$\begin{aligned} S_{sys} &= \sum S^i \\ &= \sum O_s \otimes \sum O_k \\ &= \sum \bigcirc$$
学籍 $\otimes \sum \bigcirc$ 教員 $\otimes \sum \bigcirc$ 科目 $\otimes$

$$\begin{aligned} &\sum \bigcirc$$
時間割 $\otimes (\sum i \oplus \sum \bigcirc$ 学籍 $\otimes$
 $(\sum h \oplus (\sum \bigcirc$ 教員 $\otimes \sum \bigcirc$ 科目 $\otimes$
 $\sum \bigcirc$ 学籍 $\otimes$
 $(\sum d \oplus (\sum \bigcirc$ 教員 $\otimes \sum \bigcirc$ 科目 $\otimes$
 $\sum \bigcirc$ 学籍 $\otimes$

$$\begin{aligned} &= \bigcirc$$
学籍 $\otimes \bigcirc$ 教員 $\otimes \bigcirc$ 科目 $\otimes \bigcirc$ 時間割 $\otimes$
 $(I \oplus \bigcirc$ 学籍 $\otimes$
 $(H \oplus (\bigcirc$ 教員 $\otimes \bigcirc$ 科目 $\otimes \bigcirc$ 学籍 $\otimes$
 $(D \oplus (\bigcirc$ 教員 $\otimes \bigcirc$ 科目 $\otimes \bigcirc$ 学籍 $\otimes$

但し、 $\sum \bigcirc$ 学籍 $= \bigcirc$ 学 $\dots$ 、 $\sum i = I \dots$

この式を図示すれば図-2となり、システム仕様のオブジェクト構造表現が可能となる。

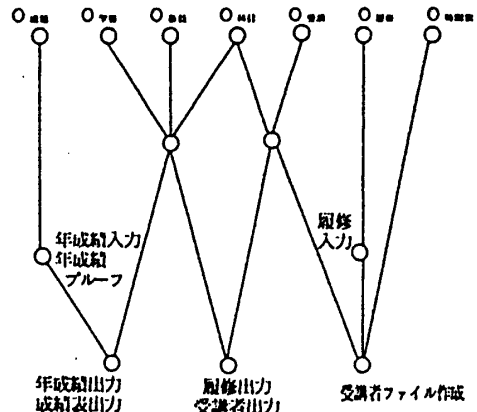


図-2 システムの出力仕様

5. 終わりに

本研究は、いまだ緒に着いたばかりであり、今後解決しなければならない多くの問題点も存在する。当面以下の項目についてさらに研究を深度化していきたいと考える。

- ① "概念" からクラス定義への変換の定型化
- ② 実時間システムへの本手法の応用
- ③ 本論文の手法のシステム化

最後に、ご指導を頂いた関係各位に心から感謝の意を表すと共に、本研究が常葉学園浜松大学科学技術研究費助成研究であることを明記します。

参考文献

1. GARRETT BIRKHOFF, "LATTICE THEORY", AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY, 1967
2. Robert Gordin, R. Missaoui, H. Alaoui, "Learning Algorithms Using a Galois Lattice", Tools for Artificial Intelligence, IEEE, 1991
3. 鈴木 治, "コンセプトラティスの定式化とオブジェクト指向システムにおけるクラス設計への適応", 常葉学園浜松大学研究紀要, Vol. 7, No. 1, 1994