

## Zを用いたERデータモデル上のビジネスプロセス分析

5 N-6

銀林 純

富士通株式会社 SDAS開発部

### 1. はじめに

Entity-Relationship テクニク[1] とその拡張は、アプリケーションシステム開発における分析技法の一つとして幅広く利用されている。近年では、その使い易さから、単にデータだけでなくプロセス（処理）の分析や記述にもこれを利用する取り組みがある。例えば、Information Engineering 技法[2] や富士通のAA/BRMODELLING 技法[3, 4] のように、ERデータモデル上のデータ操作でプロセスを記述する方法である。

一方、ERデータモデル自体の意味を、Z[5]等の形式的仕様記述言語を用いて formal に記述/議論する研究[6]も進んでいる。本稿では、[6]に基づき ERデータモデル上のデータ操作としてプロセスをZで記述し、さらにデータ一貫性を保つという意味でプロセスの正しさを証明する方法の概要を述べる。より詳細な議論とツールによるサポートについては[7]を参照されたい。

### 2. Zを用いたプロセス記述

まず、対象となる ER データモデル DB をZスキーマで次のような形式で記述する。

```

DB
-----
Entity1; ... ; Entityn
EConst1; ... ; EConstn
Rel1; ... ; Relm
RelConst1; ... ; RelConstm
Integrity1; ... ; Integrity1
    
```

ここで、Entity<sub>i</sub> は各 entity の静的情報（すなわち attributes の名前とタイプ）と動的情報の型（すなわちあるインスタンス集合変数とそこからロード集合への写像）を記述した別のスキーマ、EConst<sub>i</sub> は各 entity の制約条件（すなわちロードが満たすべき条件）を記

Analysis of Processes Specified in Z against an ER Data Model.

Jun Ginbayashi.

Fujitsu Ltd. SDAS Development Department.

述した別のスキーマ、Rel<sub>i</sub> は各 relationship の静的情報（すなわちどの entity 間の relationship か）と動的情報の型（すなわちあるリク 集合変数）を記述した別のスキーマ、RelConst<sub>i</sub> は各 relationship の制約条件（すなわちカザリティ などリク 集合が満たすべき条件）を記述した別のスキーマ、Integrity<sub>k</sub> は複数の entity/relationshipにまたがる一貫性制約条件を記述した別のスキーマである。（これらのスキーマの詳細は [7]参照のこと。）

次に、対象となるプロセスをZスキーマ及びスキーマ計算で次のように記述する。

まずそのプロセスが作用を及ぼす entity と relationship それぞれに対して、その作用を

```

SubprocessOnEntityi
-----
ΔEntityi
(必要な入力データの宣言)

(この subprocess のprecondition)
(Entityi の更新処理内容)
    
```

```

SubprocessOnReli
-----
ΔReli
(必要な入力データの宣言)

(この subprocess のprecondition)
(Reli の更新処理内容)
    
```

という形で記述する。ここで、これらのスキーマは、更新後の状態が制約条件を満たすことは記述していないことに注意。そして、このプロセス全体 Tと、さらに一貫性制約条件まで加味した Pを次で定義する。

$$T \equiv \left( \bigwedge_{\text{作用を及ぼすEntity}_i} \text{SubprocessOnEntity}_i \right) \wedge \left( \bigwedge_{\text{作用を及ぼすRel}_i} \text{SubprocessOnRel}_i \right) \wedge \left( \bigwedge_{\text{その他のEntity}} \exists \text{Entity} \right) \wedge \left( \bigwedge_{\text{その他のRel}} \exists \text{Rel} \right) \wedge \left( \text{その他の precondition} \right)$$

$$P \equiv \Delta DB \wedge T$$

この P は終状態 DB' を conjunct として含んでいるので、ここではじめて更新後の DB の状態が一貫性制約を満たすことが仕様化される。

### 3. プロセスの正しさの証明方法

前節で記述されたプロセスが ER データモデルの一貫性制約を保つことを保証するには、まず次の方法がある。

【preconditionアプローチ】終状態 DB' を含む上記の完全な仕様 P から Z のスキーマ計算で P の weakest precondition, pre P を求め、これが T の中で既に記述されている precondition 全体から演繹されることを示す。

しかしこのアプローチには、pre P の計算が T や DB の conjunction 構造に従っては分解できず、したがって非常に大きなスキーマのまま煩雑な計算を行わなければならないという欠点がある。

この欠点を克服するために著者らが考案した方法が、次の証明義務アプローチである。

【証明義務アプローチ】終状態 DB' を含まない仕様 T を用いて、実行前に一貫性制約が守られていればそのプロセスの実行後も一貫性制約が守られることを示す。すなわち、次の証明義務を課す。

$$DB \wedge T \vdash DB'$$

この方法は、次の Lemma から、証明義務が T と DB の conjunction 構造に従って分解できるという点で、より使いやすいものである。

Lemma. もし

$$E \wedge (T \text{ の } E \text{ への作用}) \vdash E' \quad \text{と}$$

$$F \wedge (T \text{ の } F \text{ への作用}) \vdash F'$$

が証明できれば、

$$(E \wedge F) \wedge (T \text{ の } E \text{ と } F \text{ への作用}) \vdash E' \wedge F'$$

が証明できる。

### 4. データモデルの構造に則した証明義務

証明義務アプローチに従えば、データ一貫性に照らしたプロセス T の正しさは、ER データモデルの構造に則して分解された次のような事柄を証明すれば十分である。

・ T が作用を及ぼすすべての entity に対して、

$$EConst \wedge \text{SubprocessOnEntity} \vdash EConst'$$

・ T が直接/間接に作用を及ぼすすべての relationship R (entity  $E_i, E_j$  間とする) に対して、

$$\text{RelConst} \wedge (T \text{ の } R, E_i, E_j \text{ への作用}) \vdash \text{RelConst}'$$

・ T に影響を受けるすべての Integrity に対して、

$$\text{Integrity} \wedge (T \text{ の Integrity への作用}) \vdash \text{Integrity}'$$

### 5. まとめと課題

現在最も普及しているデータモデリング技法の一つである ER データモデリングに基づくプロセス (処理) 仕様の記述法として、Z 記法を用いた一手法を提案した。さらに、データ一貫性を保つという意味でプロセスの正しさを証明する方法の概要を述べた。課題としては、B-tool [8] 等の既存の証明ツールを利用した、証明や正しいプロセス仕様を見出す過程のツールサポート、設計/構築工程を支援する既存 CASE ツールとの連携などが挙げられる。

### 【参考文献】

- [1] P. P. Chen, The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data, ACM TODS, Vol. 1, No. 1, pp. 9-36, 1976.
- [2] J. Martin, Information Engineering, Books 1-3, Prentice Hall, 1989-90.
- [3] 橋本他, SDAS 統合 CASE によるシステム開発, FUJITSU, 45, No. 3, 1994.
- [4] J. Ginbayashi & K. Hashimoto, Software Specification in Business Terminology, Proceedings of COMPSAC 91, pp. 161-168, 1991. Reprinted in IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E75-D, No. 5, pp. 648-656, 1992.
- [5] J. M. Spivey, The Z Notation: A Reference Manual, 2nd Ed., Prentice Hall, 1992.
- [6] M. B. Josephs & D. Redmond-Pyle, Entity-Relationship Models Expressed in Z: A Synthesis of Structured and Formal Methods, Oxford University PRG Technical Report PRG-TR-20-91, 1991.
- [7] J. Ginbayashi, Analysis of Business Processes Specified in Z against an E-R Data Model, Oxford University PRG Technical Monograph PRG-103, 1992.
- [8] J. R. Abrial et al., B-Method Overview, BP International Limited, 1992.