

自動販売機システムにおける仕様の記述法の考察

97B600 大下倉 直希

指導教員 野呂 昌満

1 はじめに

ソフトウェア開発における初期段階の要求分析は、プロジェクトを円滑に進めるために重要である。要求分析の成果物である要求仕様書が明確でないと、開発されたものが要求とは異なったものができてしまう可能性がある。要求仕様書は曖昧な点や矛盾した部分を取り除く必要がある。

仕様記述とは、システムを外側から見たときの行動を定義する過程のことをいう。システムを実際に動くものにするためには、システムの内部的な働きをどのようにするかということも明確に与えなければならないが、これは、望むところのシステムの正しい仕様記述を行った後に行うべきものである。仕様記述で考えることは、システムは何を備えなければならないかを記述することであり、それをいかに実現するかを考えることではない。

一般に用いられる自然言語と、図で補った非形式的な仕様は分かりやすいが、曖昧な点や矛盾した部分を伴いやすい。形式手法を用いることによって、曖昧な点や矛盾した部分を少なくすることができる。

大きな仕様は変更を伴い、仕様の管理も問題となってくる。仕様を一から書き直しては効率が悪いので、仕様書を作成する段階で変更しにくい仕様を記述することが求められる。

現在、形式手法による仕様記述の手順が提示されておらず、見通しが立たない状態で形式仕様を記述するのが現状である。本研究の目的は形式手法を用いた仕様の記述法を確立するために、記述手順の分析を行うことである。

題材として自動販売機システムを対象とする形式仕様記述を行う。仕様を様々な観点から変更をして、記述した仕様間の関係を分析し考察する。記述方針として、簡単な仕様から徐々に詳細化された仕様を記述していく。

2 形式手法

形式手法を用いた記述をすることで、仕様を作る側と見る側の意思の疎通に、矛盾や誤解を少なくすることができる。つまり、開発におけるコミュニケーションの促進となり、その結果、開発が円滑に行うことができる。また、仕様の正しさの証明、実行可能なプログラムへの詳細化の手段が得られるなどの可能性ももたらすことが期待できる。

形式的に記述する方法の一つとして、数学的な理論に基づく手法があり、集合論、述語論理に基礎をおいた数学的表現に特徴がある。本研究では普及している形式手法の一つ

であるZ[1]を用いる。

3 自動販売機システムの記述例

記述する自動販売機システムは以下の通りである。

- 自動販売機システム
 - 使用できる硬貨は10円、50円、100円、500円である。
 - 買える商品には販売可能ランプが点灯する。
 - 売り切れの場合には、売り切れランプが点灯する。
 - 釣り銭切れの場合には、釣り銭切れランプが点灯する。
- 操作
 - 硬貨の投入
 - 商品ボタンの押下
 - 返金処理

3.1 形式記述

$\begin{aligned} & \text{VendingMachine} \\ & \text{stock} : \text{ColumnID} \rightarrow \mathbb{N} \\ & \text{price} : \text{ColumnID} \rightarrow \mathbb{N} \\ & \text{soldout} : \text{ColumnID} \rightarrow \text{OnOff} \\ & \text{purchase} : \text{ColumnID} \rightarrow \text{OnOff} \\ & \text{ammount} : \mathbb{N} \end{aligned}$
$\begin{aligned} \text{dom stock} &= \text{dom price} \\ &= \text{dom soldout} = \text{dom purchase} \\ \forall id : \text{ColumnID} \bullet \\ & \text{stock}(id) = 0 \Leftrightarrow \text{soldout}(id) = \text{On} \\ \forall id : \text{ColumnID} \bullet \\ & \text{price}(id) \leq \text{ammount} \wedge \\ & \text{soldout}(id) = \text{Off} \Leftrightarrow \text{purchase}(id) = \text{On} \end{aligned}$

$\begin{aligned} & \text{PushButton} \\ & \Delta \text{VendingMachine} \\ & id? : \text{ColumnID}; id! : \text{ColumnID} \\ & \text{purchase}(id?) = \text{On} \\ & \text{stock}' = \text{stock} \oplus \{id? \mapsto \text{stock}(id?) - 1\} \\ & \text{price}' = \text{price} \\ & \text{ammount}' = \text{ammount} - \text{price}(id?) \\ & id! = id? \end{aligned}$

4 記述結果

4.1 仕様の抽象度

仕様の抽象度とは、ある構成要素、制約に着目し、それを引き出して把握する度合を意味する。ある一つの仕様に対して、他の任意の仕様と比較して、相対的にその仕様における抽象度が決定する。

4.2 仕様の抽象度と遷移のグラフ

初期段階で記述する仕様は抽象度の高い仕様を記述し、徐々に詳細化された仕様を記述している。また、ある時点で、考え方の変更や論理式の簡易化など仕様記述の見直しによって、抽象度の高い仕様を記述することがある。仕様の抽象度のグラフでは、横軸に時間 (Time)、縦軸に抽象度 (Abstraction Level) を置き、上にいけばいくほど抽象度が高いということを示す。

相対的に決定した仕様の抽象度の遷移をグラフに表すと図1のようになる。

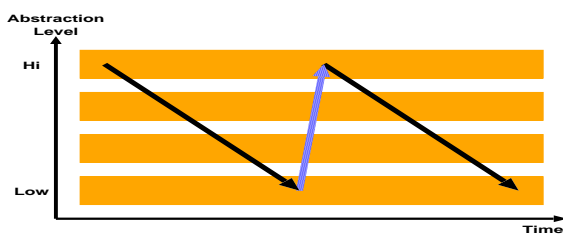


図 1: 仕様の抽象度と遷移のグラフ

今まで記述してきた仕様を状態スキーマで分類すると大きく4つにわかれる。

1. 簡単な自動販売機システムの状態
2. 商品管理部分を追加・分離
3. 金銭管理部分を追加・分離
4. 制約の付加

一番抽象度の高い仕様が第1番目である。以降、仕様に状態を追加、分離して詳細化された仕様に変化していく。

5 考察

5.1 記述内容

今まで記述してきた仕様について以下のことがいえる。

- 具体化するにつれて記述内容が見直された。
- 状態スキーマ毎に記述を分割することによって、仕様の変更箇所が明確になった。
- 仕様を記述していくことによって対象とするシステムの本質的な理解を深めることができた。

5.2 仕様記述間関係

5.1をふまえて、仕様記述間関係を6つに分類することができた。

- 仕様の抽象化 (Abstraction)
- 操作の追加 (Addition of operation)
- 状態の追加 (Addition of state)
- 記述内容の変更 (Change)
- 誤った記述の修正 (Correction)
- スキーマの分離 (Separation)

5.3 再利用

仕様の再利用とは、ソフトウェアの再利用と同様に、必要とされる知識を使用しやすいように標準化し、これら標準化されたものを繰り返し利用して、その仕様の知識、あるいは仕様そのものから、新しい仕様を作成することにある。再利用の考え方には部品化による再利用がある。

部品化とは、再利用を前提として、仕様の機能を小さな単位に分割して、汎用性の高いモジュールを作ることである。部品化に必要な考え方として、

- 再利用可能な機能に分割すること
- 再利用可能な標準的な部品を作ること
- 部品についての文章化が行われていること

があげられる。

6 おわりに

今までに述べた考察より、以下の3つのことがいえる。

1. 仕様記述は4.1で述べた記述手順を順不同で行うことにより完成される。
2. 仕様提示は詳細化されたものとともに抽象化されたものを提示することで仕様内容が把握しやすい。
3. 仕様記述を再利用する場合に部品化を行うことによって変更箇所が簡潔になる。

記述手順の6つは、それぞれ独立した変更である。仕様記述を変更するときには、この6つについて考えて記述することによって仕様が完成される。

仕様が詳細化されていくにつれて、仕様が複雑になり、仕様書に書かれている内容が把握しにくくなるので、抽象化された仕様とともに提示することも重要である。

はじめに考えていた自動販売機システムは、一つの大きな部品の中に集約していた。研究を進めていくにつれて商品管理部分と金銭管理部分に分けることによって、簡潔に仕様を記述することができる。また、仕様に変更が行われる場合に変更箇所が少なくなるという利点がある。

今後の課題として、

- 設計まで考慮したときの仕様間関係の分析
- 別の事例を用いた分析

による、妥当性の検証があげられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、一年半御指導いただいた野呂昌満教授、有益なアドバイスをいただいた張漢明先生、大学院の熊崎敦司さん、池内仁さん、宗宮健仁さん、青木俊介さんに深く感謝致します。

参考文献

- [1] J.M.Spivey, *The Z Notation A Reference Manual Second Edition*,1992.