

モジュール構造を考慮した形式的細分化実装

岡安 悠[†]

電気通信大学大学院情報理工学研究科情報学専攻

織田 健[‡]

電気通信大学大学院情報理工学研究科情報学専攻

1 はじめに

形式手法である B Method で記述されたソフトウェアはモデルと実装の組で構成されている。我々は細分化された B Method のモデルに対応する細粒度部品を再利用することでソフトウェアを機械的に構築する手法を提案しているが、モジュール構造への対応はモデルのみにとどまっておらず、実装部分での対応が必要である [1][3]。再利用性を高めるため、細粒度部品は部品間の呼び出し関係を持たない状態である必要がある。しかし結合する際には要求モデルのモジュール構造に合わせて呼び出し関係を部品に付与しなければならない。本研究ではモジュール構造のモデルに対応した部品となる細分化実装を提案する。

2 研究背景

2.1 形式手法 B Method

B Method は数学に基づく記述をすることで、仕様記述、仕様検証を行える形式手法の一つである [2]。B Method はモデルと実装の組によって構成されておりモデルと実装は整合性が保たれている。B Method は他のモデルの変数や操作を参照するモジュール構造を持つことが可能である。

2.2 従来手法で作られる部品

我々は B Method で作られた既存のソフトウェアのモデルと実装から出来た部品を、新規要求のモデルに合わせて結合することで新しいソフトウェアを作り出す研究を行っている。まず既存のソフトウェアのモデルを操作の 1 代入文に沿って必要な変数、制約条件を抜き出し分割し、細分化モデルを作る。生成された細分化モデルに沿って必要な制約条件や変数を抽出し細分化実装を作る。作成した細分化モデルと細分化実装の識別子を全て置換し、細分化実装と細分化モデルの組を部品としてリポジトリに登録する。新しいモデルと実装を結合する際にはリポジトリの中から部品を検索しモデルに沿って識別子を変換し結合する。しかし、この手法で提案された部品はモジュール構造に対応していない。

2.3 先行研究

先行研究ではモジュール構造をもつ B Method のモデルにおいて、参照先のモデルの変数や制約条件を参照元のモデルに展開するという手法をとっており、モジュール構造を持つモデルの部品生成、合成手法について提案している [3]。しかしながら先行研究ではモジュール構造を持つ実装に関しては触れていないゆえに本稿ではモ

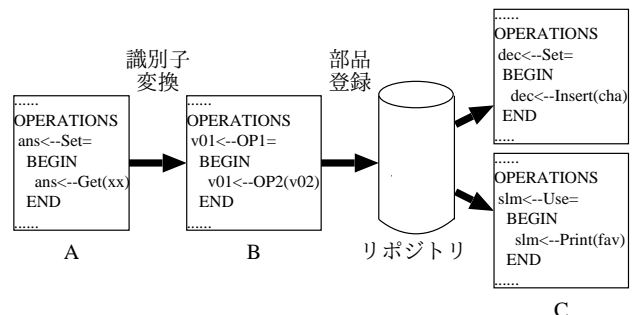


図 1: 識別子置換

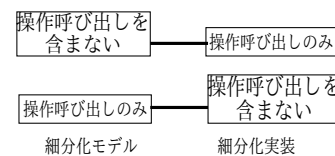


図 2: 登録しない部品

ジュール構造を持つ B Method を構築可能な部品と細分化実装について述べる。

3 モジュール構造への対応の方針

従来手法で作成された部品はモジュール構造ではないモデルと実装を結合できるが、モジュール構造を持つモデルと実装を結合するには、この部品だけでは不十分である。モジュール構造では他モジュールを参照する上位モジュールと、他モジュールから参照される下位モジュールという参照関係ができる。参照関係があるモジュール構造を構築可能な部品に関して考慮すべき点として以下があげられる。

部品間の依存関係 部品は全てのモジュール構造に対応できなければならない。しかし図 1 の A のように細分化された実装やモデルは参照した操作名や変数名が残っており、他の部品との依存関係がある。部品に依存関係が残っていると、汎用性が低下するため、細分化後、図 1 の B のように識別子を全て置換し部品同士の依存関係を取り除く。

結合時の参照関係付与 部品は依存関係がない状態でリポジトリに登録されている。しかし、合成時にはモデルに沿って依存関係を付与し、モジュール同士の参照関係を構築できる必要がある。

部品の粒度 汎用性を高めるために、部品は 1 つの命令文に沿って生成された単純な部品の必要がある。

部品の選別 部品は結合時に不具合を起こさないために、細分化モデルと細分化実装が同じ構造でなければならない。そのため、図 2 の部品はリポジトリに登録しない。

以上を考慮すると、モジュール構造ではモデルと実装の種類によって操作呼び出し、外部ライブラリの有無が考えられる。そのため図 3 のような 3 つの種類の部品が考

Fine Grained Formal Implementation Considering Module Structure

[†]Yuu Okayasu, The University of Electro-Communications, Graduate School of Information and Communication Engineering

[‡]Takeshi Oda, The University of Electro-Communications, Graduate School of Information and Communication Engineering

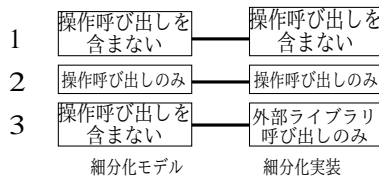


図 3: 部品の種類

えられる。各部品の詳細は以下に示す。

1. 従来の部品 従来の手法で生成される、操作呼び出しを含まない細分化モデルに沿って抽出された細分化実装との組で構成される部品。
2. 操作呼び出し部品 モジュール構造を持つモデルと実装で、操作呼び出しに対応した部品。操作呼び出しに沿って生成された細分化モデルと細分化実装の組で構成される。
3. 外部ライブラリ呼び出し部品 標準的に備わっているライブラリを呼び出すことが可能なためそれに対応した部品。従来手法で生成された、操作呼び出しを含まない細分化モデルと外部ライブラリ操作呼び出しの組で構成される。

従来手法で生成される部品に加え、操作呼び出しのみを行う部品と外部ライブラリ呼び出しのみの部品を生成することで、モジュール構造に対応できると考えられる。

4 モジュール構造を構築可能な細分化実装

この章ではモジュール構造を構築可能な3種類の部品の細分化実装についてそれぞれ記述する。

4.1 操作呼び出しを含まない細分化実装

従来手法で抽出される細分化実装はモジュール構造を持つソフトウェアにおいても用いることができる。この細分化実装は1代入文に沿って分割された細分化モデルに合わせて抽出されたものである。細分化実装には操作の具体的な内容が記されており、上位、下位モジュール問わずに使用される細分化実装であり、モジュール構造を構築する際にも必要である。

4.2 操作呼び出しのみの細分化実装

モジュール構造を持つモデルや実装では参照先のモデルの操作を呼び出せる。よって要求モデル内に操作呼び出しが含まれている場合に使われる操作呼び出しのみの細分化実装が必要である。操作呼び出しのみ部品は複雑なモジュール構造にも対応できるように1操作呼び出しによって抽出された単純な細分化実装である必要がある。以上のことを踏まえて、操作呼び出しを行う細分化実装に必要な要件は以下の通りである。

- 1細分化実装内には操作呼び出し1文があること。
- 操作呼び出しで使われている変数が全て含まれていること。
- 部品間の依存関係がない状態であること。
- 識別子が全て置換されていること。

図1のBのように置換したこの細分化実装は、変数の型と戻り値に着目して識別子を置換し結合することで、図1のCのように様々な操作を呼び出すことが可能な細分化実装となり、非常に汎用性の高い部品となる。これらの要件を満たしている細分化実装は、操作呼び出しのみ

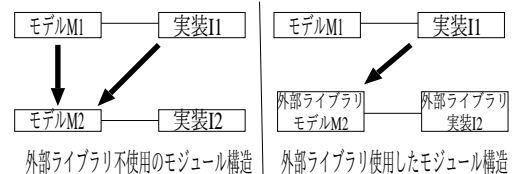


図 4: 外部ライブラリのモジュール構造

を行う機能のみであるため、参照関係を持たないこの細分化実装単体では機能することができない。しかしながら新規要求のモデルに沿って実装を結合し参照関係が与されると他モジュールを参照することができる。

4.3 外部ライブラリ呼び出しのみの細分化実装

モジュール構造を構築するため、外部ライブラリに対応した細分化実装が必要である。図4のように外部ライブラリは通常実装で他モデルを参照し操作呼び出しを行うが、モデルは参照関係を持たず操作呼び出しを行わない。ゆえに他の細分化実装と同様に参照関係を取り除くと、結合時にモジュール構造を構築できない可能性がある。以上のことを踏まえて、外部ライブラリ呼び出しを行う細分化実装に必要な要件は以下の通りである。

- 1細分化実装内には外部ライブラリ呼び出し1文があること。
- 部品間の依存関係が細分化実装に残っていること。
- 外部ライブラリの識別子は置換されないこと。
- 操作呼び出しで使われる変数が全て含まれていること。

これらの要件を満たしてできた細分化実装は参照関係が残るので、部品単体で機能することができる。結合時には外部ライブラリも含めて結合する事で、外部ライブラリの変数、操作等を呼び出す機能を持つ部品となる。

5 考察

モジュール構造の構築に必要な細分化実装についての提案を行った。結果として、具体的な3種類の細分化実装を特定することができた。これら3種類の細分化実装を用いた部品であればモジュール構造のソフトウェアを構築することが可能であると考えられる。しかしながら提案した3種類の細分化実装以外に必要な部品があるかどうかの特定はできておらず、検証が必要である。

6 おわりに

本稿ではモジュール構造を構築可能な細分化実装についてモデルと実装から構築のために必要な部品を提案した。今後は提案した細分化実装を機械的に抽出するアルゴリズムの策定と抽出した細分化実装を使った部品を結合する際に問題がないかの検証が必要である。

参考文献

- [1] 中村 文洋. *B Method*における部品再利用によるソフトウェア合成と高信頼ソフトウェア部品の整備. 電気通信大学電気通信学研究科 博士(工学) 学位論文, 2014.
- [2] 来間 啓伸. *B メソッド*による形式仕様記述. 近代科学社, 2007.
- [3] 横山 仁. モジュール構造を考慮した形式的細粒度部品の提案. 第17回情報科学技術フォーラム論文集 vol.1. pp.135-136, 2018.