

# 取得部品からの詳細化情報抽出による不足部品の自動生成手法 Automatic Generation Method of Missing Parts by Extracting Detailed Information from Aquired Parts

大久保 稜<sup>†</sup>  
Ryo Okubo

織田 健<sup>†</sup>  
Takeshi Oda

## 1 はじめに

近年ソフトウェアの複雑化により開発コストの増大と信頼性の低下が問題になっている。その解決策として部品再利用と形式手法がある。我々は形式手法の1つであるBメソッドを利用したソフトウェア自動合成手法を提案している [1]。従来の手法では人が全ての不足部品を記述していた。本稿では取得した部品から詳細化の情報を得ることで不足部品を自動生成する手法を提案する。

## 2 研究背景

### 2.1 形式手法とBメソッド

形式手法は仕様を数学的に記述することで、曖昧性を排除し仕様の無矛盾性を証明できる [2]。Bメソッドは形式手法の1つであり、ソフトウェア開発の一連の過程を支援する。仕様を数学的に記述したモデルから、段階的詳細化を重ねて実装を記述し、実行可能なコードを得られる。Bメソッドでは各段階の無矛盾性と段階間の整合性を検証することでプログラムの正しさを保証する。

### 2.2 MSSS 手法

中村は部品再利用の考えとBメソッドを基にしたソフトウェア自動合成手法であるMSSS (モデル充足ソフトウェア合成) 手法を提案した [1]。MSSS手法はMSFC (モデル充足細粒度部品) 生成とMSSSの2つから成る。

#### 2.2.1 MSFC 生成

MSFC生成とはBメソッドで作られた既存ソフトウェアから部品を生成、整備する処理である。ソフトウェアのモデルを細分化し、細分化モデルに対応する細分化実装をソフトウェアの実装から抽出する。得られた細分化モデルと細分化実装の組を部品とし、部品リポジトリに登録する。細分化モデルが既に登録されていても、細分化実装が異なる場合は新たな部品として登録される。

#### 2.2.2 MSSS

MSSSは新規ソフトウェアの要求モデルを入力とし、部品リポジトリ内の部品を取得、合成をすることで新規ソフトウェアの実装を得る処理である。要求モデルを細分化し、部品リポジトリを検索することで要求を満たす部品を取得する。図1のように、1つの細分化モデルに対して複数の部品を取得した場合、利用する部品を選択し、不足した部品は人の手で記述する。揃った部品を合成することで新規ソフトウェアの実装を得られる。

#### 2.2.3 従来の部品選択手法

部品検索により1つの細分化モデルに対して複数の部品が得られた場合、利用する部品を選択する必要がある。

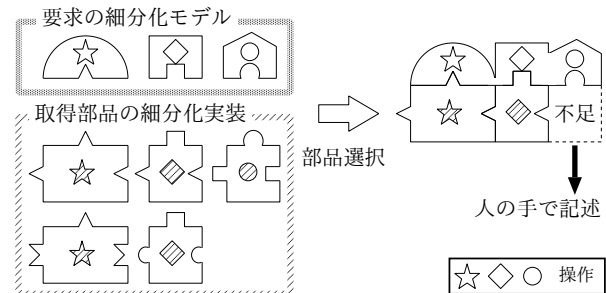


図1: 部品選択の概念図

部品間で変数の詳細化方法が異なると、その部品同士は結合ができず、結合不可能な組み合わせが生じる。熊谷は細分化モデルの条件式と代入文の数を部品の大きさとして捉え、部品の組み合わせが要求を網羅している割合を表す“網羅率”という尺度を導入した [3]。従来の手法では網羅率が最も高い部品の組み合わせを選択する。

### 2.3 本研究の目的

従来手法では全ての不足部品を人が記述をしていた。本研究では不足部品を可能な限り自動生成することで人の負担を低減することを目的とする。

## 3 解決方針

単純な操作のみを含む不足部品の詳細化方法を機械が決定し、実装を自動生成することは容易である。しかし、一部の単純な部品しか生成できない上に、他の部品と結合できる可能性が低い従来手法の利点を活かさない。そこで自動生成は部品選択後に行い、選択された部品から詳細化の情報を得ることで不足部品を自動生成する方針をとる。複雑な部品は登録されている部品を利用し単純な部品のみを自動生成することで、従来手法の利点を活かし、他部品と結合可能な部品を生成できると考えられる。また、自動生成手法の導入により部品選択手法の改善も必要になる。自動生成できる部品を判定することにより人の負担を軽くする部品選択手法を提案する。

## 4 不足部品の自動生成

### 4.1 提案手法の概要

3章の解決方針の基、提案手法の概要を説明する。本稿ではMSSSの部品検索後の処理を対象とし、自動生成手法と新たな部品選択手法について提案する。部品検索後、取得した部品から自動生成手法を考慮した部品選択を行う。選択した組み合わせ内の取得部品から詳細化の情報を抽出し、操作を生成する。本稿では取得した部品を“取得部品”、詳細化の情報を“詳細化情報”と呼ぶ。以降では自動生成の対象となる部品、自動生成手法、部品選択手法の順に詳細な説明を行う。

<sup>†</sup>電気通信大学大学院情報理工学研究所情報学専攻

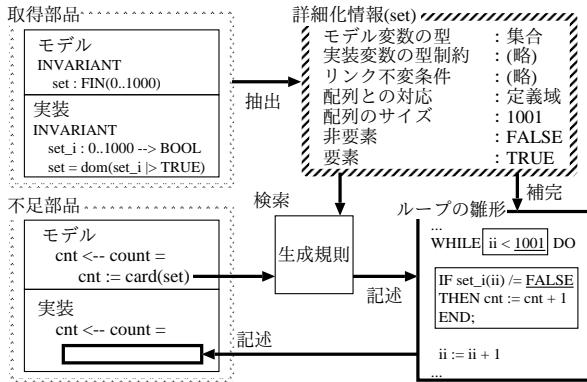


図 2: 自動生成の例

## 4.2 自動生成の対象となる部品

本手法では以下の3つの条件を全て満たす部品を自動生成の対象とする。1つ目は不足部品の細分化モデル内の変数の型がスカラーか集合の場合である。2つ目はその変数がスカラーはスカラーに、集合は配列に詳細化されている場合である。3つ目は細分化モデル内の操作が事前に用意してある生成規則に含まれる場合である。

## 4.3 自動生成手法

自動生成手法では不足部品のモデルに含まれる変数の詳細化情報を取得部品から抽出する。詳細化情報とは、“モデル変数の型”、“実装変数の型制約”、“リンク不変条件”、“配列との対応”、“配列のサイズ”、“非要素”、“要素”の7つの項目から成る情報である。次に抽出した詳細化情報と事前に用意した生成規則を基に実装の操作を生成する。以降の項で詳細な説明を行う。

### 4.3.1 詳細化情報の抽出

不足部品を生成するために、細分化モデルに含まれる全ての変数の詳細化情報を取得部品から抽出する。最初にモデル変数の型、実装変数の型制約、リンク不変条件の情報を抽出する。次に、これらの情報を基にして配列との対応、配列のサイズ、非要素、要素の情報を抽出する。図2は変数 `set` についての詳細化情報を抽出している。配列との対応は定義域であり、配列のサイズは1001、配列の添字が集合の元である場合は対応する配列の要素に `TRUE` が入り、逆の場合は `FALSE` が入る。

### 4.3.2 操作の生成

次に実装の操作を生成する。操作に `IF` 文が含まれる場合、先に `IF` 文の条件式を実装の条件式に変換する。`IF` 文の代入文と通常の代入文 (`PRE` や `BEGIN` 等) は詳細化情報と生成規則を用いて実装の代入文に変換される。代入文と詳細化情報の配列との対応をキーとして検索し、適した生成規則を得る。取得した生成規則を配列のサイズ、非要素、要素の情報を利用して値を補完することで実装の代入文を得る。また、配列の操作ではループを利用することで効率的に操作できることが多いので、`WHILE` ループの雛形を用意して、それを埋める形で定義される生成規則も存在する。図2の例は集合 `set` の要素数を求める操作を生成している。モデルの操作と詳細化情報を基に適した生成規則を取得する。生成規則を基に雛形の枠線内を埋め、配列のサイズが1001であり、非要素が `FALSE` であるという情報を用いて、下線箇所の

ように値を補完することで実装の代入文を生成している。

## 4.4 部品選択手法

新たな部品選択手法は組み合わせの列挙、自動生成が可能か否かの判定、組み合わせの決定の順に行う。まずは取得した全ての部品から結合可能な組み合わせを全て列挙する。次に各組み合わせの不足部品が自動生成可能か否かの判定を行う。これを本稿では“自動生成可否判定”と呼ぶ。自動生成可否判定ではモデル変数の型、実装変数の型とリンク不変条件、操作の順に自動生成の対象か否かを判定し、全て真である場合にその部品は自動生成可能であると判定される。自動生成可能と判定された部品は取得部品と同等に扱い、網羅率を計算する。最も網羅率の高くなる組み合わせを選択する。

## 5 評価実験

本手法の妥当性を検証するために評価実験を行った。実験では新規の要求モデルを用意し、MSSSに本手法を取り入れた処理を施した。結果として、自動生成可否判定前と判定後で網羅率は逆転し、従来手法とは異なる組み合わせを選択した。また、手法通りの手順で自動生成可能と判定された不足部品が自動生成され、取得部品と結合することを確認した。

## 6 考察

不足部品が生成されたことと、生成した部品が取得部品と結合できたことから自動生成手法の妥当性は示された。部品選択手法では自動生成可否判定を施すことにより、自動生成を取り入れた場合に従来手法で選択されていた組み合わせよりも網羅率が高くなる組み合わせを選択できた。しかし、関数の操作を含む部品がスカラーの単純な条件式と代入文から成る部品よりも小さな部品とみなされていることから、現在の網羅率の尺度では部品の大さを正しく測れていない可能性がある。自動生成可否判定の判定方法は妥当であるといえるが、尺度については今後検討していく必要がある。新たな尺度を導入して再検討をする必要はあるが、網羅率を基準にした場合、本手法で人の負担を低減することができたといえる。今後の課題としては新たな尺度の導入と自動生成対象となる型や操作の拡張などが挙げられる。

## 7 終わりに

本稿では取得部品から詳細化情報を抽出することで、不足部品を自動生成する手法を提案した。自動生成手法の導入に伴い、新たな部品選択手法も提案した。今後は新たな尺度の導入と適用範囲の拡大が課題となる。

## 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
- [2] 来間 啓伸. B メソッドにおける形式仕様記述. 近代科学社. 2007
- [3] 熊谷 恒, 織田 健, 「形式的ソフトウェア合成手法における部品の充足を考慮した合成手順」, 情報処理学会第77回全国大会講演論文集, vol.1 pp.351-352, (2015.03)