2L-09

SPL における フィーチャ組合せテスト手法の提案

城谷　まりな[†1]　　岸　知二[†1]

[†1]　早稲田大学　創造理工学研究科　経営システム工学専攻

1. 研究背景

ソフトウェア開発において、生産性の向上・品質の安定・リードタイム短縮等様々な要求があり、そうした問題に対応する方策のひとつとして再利用技術がある。再利用技術を活用した開発手法として、ソフトウェア・プロダクトライン開発（SPL）がある[1]。SPL 開発には、個々のプロダクトの開発に利用される再利用資産(コア資産)を開発する活動であるドメインエンジニアリング、開発されたコア資産を用いて個々のプロダクトを開発する活動であるアプリケーションエンジニアリングの、二種類の活動が存在する[2]。本研究ではドメインエンジニアリングにおけるコア資産のテストに着目する。

コア資産のテストにおいては、コア資産が想定される製品群からの多様な使われ方の下で正しく動作するかを確認するために、フィーチャモデルで定義されたフィーチャの組合せに基づいてテストを行う方法が取られることがある。しかし、フィーチャの組合せは一般に膨大であり、全ての組合せをテストしようとするとコストがかかる。そこで、本研究では、選択されるフィーチャ組合せを、テストの質を下げることなく、減らすことを目的とする。

2. 問題設定

2.1.フィーチャモデル(FM)

フィーチャモデルは、ドメインエンジニアリングの要求モデルとして、製品間の共通性・可変性を表現するために用いられる[3]。末端利用者から可視な特徴であるフィーチャ(以下(F))を階層的に表している。親フィーチャとは 4 種類(必須、選択可能、代替、OR）のいずれかで関連づけられ、またフィーチャ間には要求(Require)・排他(Exclude)などの、クロスツリー制約が定義できる。図 1 の左側はフィーチャモデルの一例である。

2.2.アーキテクチャモデル(AM)

本研究では、設計におけるコンポーネントの可変性を示すモデルをアーキテクチャモデルとする。フィーチャモデル同様のメタモデルで、バリアント(選択肢、以下(V))を表現する。

図 1 の右側はアーキテクチャモデルの一例である。

2.3.トレーサビリティリンク

フィーチャを実現するために必要なバリアントを示すリンクをトレーサビリティリンクと呼ぶ。図ではフィーチャモデル、アーキテクチャモデル間をつなぐ矢印として表現する。

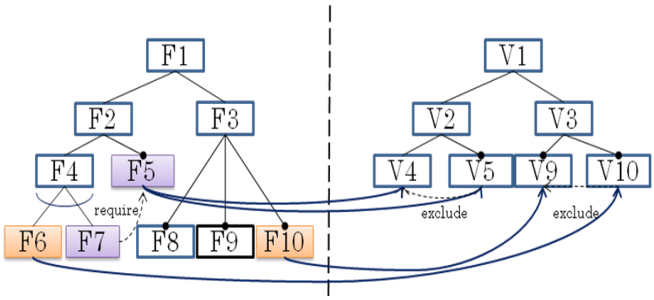

図 1.　可変性モデル

2.4.ペアワイズ法

本研究ではフィーチャの組合せを得るためにペアワイズ法を用いることを想定する。ペアワイズ法は、テストすべきプロダクトの選択方法を提案しており、全てのパラメータ値のペアをカバーするようなテストケースを生成することで、テストケース削減を可能にする手法である[2]。SPL 開発では、フィーチャのペアをカバーする方法が一般的であり、ペアの数を削減することが出来る。

図 1 を例に考える。可変性のフィーチャが 5 つあり、本来は 23 通りの組合せが存在する。しかし、ペアとなっているフィーチャは 9 通りであり、これをテストケースとして選択する。

3. 問題分析と目的

3.1.デッドフィーチャ

デッドフィーチャ[3]とは選択できないフィーチャのことである。図 1 の例で説明する。フィーチャ F5 とバリアント V4,V5 間でトレーサビリティリンクが図のようにある場合、フィーチャモデルからフィーチャ F5 を選択した場合、アーキテクチャモデルでは V4 と V5 が選ばれなけれ

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ばいけないことを意味する。しかし、互いは Exclude 関係であるため、V4,V5 は同時に選ばれることはないため、F5 はデッドフィーチャとなってしまう。同時に、F5 と Require 関係にあった F7 もデッドフィーチャとなる。

3.2.選べない組合せ

選べない組み合わせ[3]とは実現不可能な組み合わせのことである。図 1 の例で説明する。フィーチャ F6 とバリアント V10、フィーチャ F10 とバリアント V9 間でトレーサビリティリンクがある場合、フィーチャモデルでは F6 と F10 を同時に選択することが可能であるが、アーキテクチャモデルでは V10 を選択した場合 V9 を選択することができないため、実現不可能な組み合わせとなってしまう。

3.3.研究の目的

コア資産テストのテストケースを削減する手法として、フィーチャの選択にペアワイズ法の考えを適用する方法などが提案されている。しかし一般には設計上の制約があるために、すべてのフィーチャの組合せが実現可能ではなく、デッドフィーチャや選べない組み合わせが存在し、無意味なテストケースが含まれてしまう。

本研究では、実現可能な組み合わせだけに注目することで、ペアワイズ法よりもさらに組合せ数を減らす手法を提案したい。

4. 研究内容

4.1.提案手法

本研究は、ペアワイズ法を拡張することでテストケースを削減する手法を提案する。図 2 は手法の全体像である。

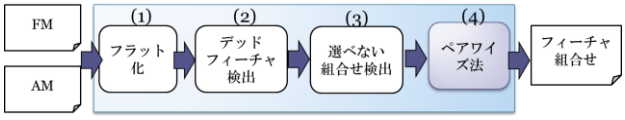

図 2 提案手法の全体像

提案の流れは以下のとおりである。

(1) ペアワイズ法を適用するために、モデルの階層を減らすフラット化を行う。
(2) デッドフィーチャを検出し、組合せるフィーチャの候補から除去する。
(3) 選べない組合せを検出し、不要なフィーチャ組合せ候補を選出する。
(4) (2)の除去した FM にペアワイズ法を適用し、得られた組合せから(3)を除去する。

4.2.各工程の具体的な流れ

Trinidad ら[4]はデッドフィーチャが発生する要因を、フィーチャモデル内のフィーチャの関連とクロスツリー制約によるものとし、それらのパターンの例を提示した。これを用い、関連とクロスツリー制約に着目することで、モデル間で生じるデッドフィーチャ検出に応用可能である。これは、選べない組合せに関しても同様のことが言える。

これらを基にした、(2)デッドフィーチャ検出の具体的な工程は以下のとおりである。

Step1. FM 内のデッドフィーチャを検出
Step2. AM 内のデッドフィーチャを検出
Step3. 1,2 で検出されなかったものを対象にモデル間で生じるデッドフィーチャを検出
Step4. 組合せるフィーチャの候補を選出

また、(3)選べない組合せ検出の具体的な工程は以下の通りである。

Step1. FM 内の選べない組合せを検出
Step2. AM 内の選べない組合せを検出
Step3. 1,2 で検出されなかった組合せを対象にモデル間で生じる選べない組み合わせを検出
Step4. テストされるフィーチャ組合せを選出

4.3.例題

図 1 の例の場合、従来のペアワイズ法を用いると、組合せは 9 通りである。しかし、デッドフィーチャである F5,F7、選べない組合せである F6,F10 を組合せ候補から除去することで、組合せを 3 通りまで削減することが可能になる。

5. まとめ

本研究は、ドメインエンジニアリングのテストにおいて、ペアワイズ法を拡張することでテストケースを削減する手法を提案した。具体的には、実現可能なフィーチャ組合せのみに注目することで拡張を行った。本手法の評価やツール化は今後の課題である。

参考文献

[1] Klaus Pohl, Gunter Bockle, Frank van der Linden, 『ソフトウェアプロダクトラインエンジニアリング』, 林好一, 吉村健太郎, 今関剛訳, 株式会社エスアイビー・アクセス, 2009 , p14
[2] 「プロダクトライン開発における検証」野田夏子　岸知二　特集ソフトウェア工学
[3]「可変性モデル間の製品バリエーション不均衡に関するメトリクスの提案」川嶋優樹　岸知二　早稲田大学院　修士論文
[4] Pablo Trinidad, David Benavides, Antonio RuizCortes, Sergio Segura, "Explanations for agile feature models." Procceedings of the 1st International Workshop on Agile Product Line Engineering (APLE' 06). 2006

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.