

可変性マイニングに基づく イベント系列ベースの運用プロファイルテスト手法

小山大揮[†] 岸知二[‡]

早稲田大学 創造理工学研究科 経営システム工学専攻[†]

1. はじめに

可変性とは、製品間での異なりうる特徴のことであり、それは多くの設定パラメータを持つソフトウェア開発等においても重要視されている。可変性を多く持つシステムほど、その組み合わせが膨大になるためテストが困難である。そうした中、可変性情報を含むソフトウェアのテストに運用プロファイル (Operational Profile, 以下 OP) を利用する提案がある[1]が、その構築方法には課題が多い。また、既存の可変性に対応した OP は、抽象度の高い Feature Model (以下 FM) や、状態遷移モデルを活用しており、そのマイニングが難しい。

本研究では、複数製品 (バリエーション) の利用情報からの可変性マイニングによって構築可能なイベント系列ベースの OP を提案する。さらに、イベント系列ベースの OP を利用した OP テスト手法について示す。

2. 従来研究

可変性を持つシステムに OP テストを利用している研究として[1]がある。この研究では、状態遷移モデルの遷移に利用確率を与えるとともに、Featured Transition Systems によりその遷移を FM と関連づけることで、製品系列中の製品に可変性を踏まえた優先度付けを行い、テスト対象とする製品の順序付けを行なっている。

可変性マイニングに関連する研究として[2]の研究がある。可変性マイニングとは、なんらかの成果物やデータから可変性に関わる情報を抽出することである。[2]の研究では、製品の持つフィーチャの情報から FM を抽出している。

3. 問題分析

本研究の適用例として Bluetooth (以下 BT) スピーカーから操作することができるミュージックプレーヤーを対象に、OP を利用してテストする

という状況を想定する。BT スピーカーは様々な製品があり、ミュージックプレーヤーの操作方法 (BT を介して送られる操作手順) は、製品毎に異なりうる。したがって、それらの利用情報をマージして OP を作り、OP 上で確率の高い操作手順を特定しても、その操作方法是どの製品も持たない可能性がある。したがって、製品毎の操作手順の違い、すなわち可変性をあわせてマイニングし、実際に存在する操作手順のみを特定する必要がある。

また、既存研究では状態遷移モデルや FM を活用した OP を利用していたが、内部的な状態やフィーチャは利用情報から捉えづらいため、一般にマイニングが難しい。一方、通信レベルのイベント系列はデータとして捉えやすい。操作手順をテストケースとする状況を考えると、イベント系列は親和性がよい。これらの理由から本研究では、イベント系列ベースの OP を提案する。

4. 提案手法

4.1. 提案手法の概要

提案手法では従来研究ではなかった可変性情報を含んだイベント系列ベースの OP (以下イベント系列ベースの OP) を作成する。提案手法の全体像を図 1 に示す。

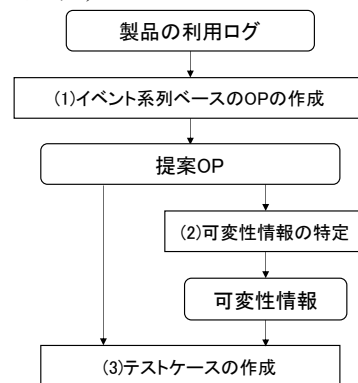


図 1. 提案手法の全体像

提案手法は以下の 3 つの手順から成る。

- (1) イベント系列ベースの OP の作成
- (2) 可変性情報の特定
- (3) テストケースの作成

4.2. (1) イベント系列ベースの OP の作成

Event sequence-based operational profile test method based on variability mining

[†] Department of Industrial and Management Systems Engineering CDE graduate school, Waseda University

4.2.1. イベント系列ベースのOPの構成要素

表1は、イベント系列ベースのOPの例である。イベント系列ベースのOPの構成要素は、イベント系列、イベント系列の発生確率、Event Sequence List (以下ESL) から構成される。イベント系列とは、対象とするシステムの動作に影響を与えるイベントの一次元の並びのことである。ESLとは、考慮すべきバリエーション群の数を n とした時、長さ n のブール値のリストである。あるバリエーションが対応するイベント系列を持つ場合、ESLの当該要素は1、持たない場合は0とする。これは、[2]の研究のFeature Set Table (以下FST) の考え方を参考にしたものである。このOPでESLに対応する部分をEvent Sequence Table (以下EST) と呼ぶ。

表1. イベント系列ベースのOPの例

イベント系列	確率(%)	P1	P2	P3	P4
Event1→Event2	20	1	1	1	1
Event2→Event4	15	1	1	0	0
Event3→Event4	8	0	0	1	1
Event4→Event1	7	1	1	0	0

4.2.2. イベント系列ベースのOPのマイニング

マイニングの対象は、各バリエーションから得られる利用ログである。利用ログは製品利用時に出現したイベント系列の並びのことである。イベント系列には複数の考え方があるが、本研究ではN-gramという方法を利用して長さNのイベント系列ベースのOPを作成する。以下にマイニングの手順を示す。

- ① 各利用ログからN-gramによって長さNのイベント系列を取り出す。
- ② バリエーション毎にその利用ログに含まれるイベント系列を特定し、全イベント系列の出現回数を母数として各イベント系列の出現確率を求めることで、バリエーション毎のOPを構成する。
- ③ 全バリエーションの利用ログに現れるイベント系列を特定し、バリエーション毎のOPの確率から、全バリエーション中での確率を求める。なお本研究では各バリエーションの重要度は同様という立場で、各確率値をバリエーション数で除算したものを加算して求めた。
- ④ 各イベント系列毎に、それがバリエーション毎のOPに含まれるかを確認し、対応するESLを作成する。
- ⑤ 上記よりイベント系列ベースのOPを構成する。

4.3. (2) 可変性情報の抽出

Haslingerら[2]の研究では、FSTから全ての製品が持つフィーチャ群や、必ず一緒に出現するフ

イーチャ群 (Atomic Set) などを特定するアルゴリズムを提案している。イベント系列ベースのOPのEST部分はFSTと同様の構造にしているので同様のアルゴリズム (一部改変) を用いることで以下の可変性情報を特定できる。

- ▶ すべてのバリエーションが持つイベント系列の集合 (Core Event Sequences, CE)
- ▶ 必ず一緒に出現するイベント系列の集合 (Atomic Event Sequences, AE)
- ▶ どのバリエーションもいずれか一方のイベント系列のみを持つイベント系列のペア (eXclusive Event Sequences, XE)

4.4. (3) テストケースの作成

イベント系列ベースのOPからテストケースを作成する方法は複数考えられるが、本実験では以下の手順で作成する。

- ① テストケースの長さを決める。
- ② イベント系列ベースのOPの中で発生確率が最も高いイベント系列を選択する。
- ③ 選択したイベント系列の2つ目のイベントから末尾までのイベントが一致しているイベント系列をOPから選択し、そのイベント系列を結合する (例えばA→B→Cのイベント系列を選択した場合、B→C→?のイベント系列を結合)。
- ④ 決めたテストケースの長さに成るまで③の処理を繰り返す。
- ⑤ ①～④の処理を任意回 (必要なテストケースの数) 繰り返す。
- ⑥ 可変性情報 (EST部分) を参照し、どのバリエーションも持たないイベント系列の並びがテストケースに含まれる場合、そのテストケースを削除する。

5. 結論

本研究では、イベント系列ベースのOPの作成方法、そしてイベント系列ベースのOPを利用したテスト手法について示した。

今後は、イベント系列をどの長さまで作成する必要があるか議論する必要があると考える。

参考文献

- [1] Andreas Classen, et al, "Featured Transition Systems: Foundations for verifying Variability-Intensive Systems and Their Application to LTL Model Checking", IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, VOL. 39, NO. 8, AUGUST 2013, pp. 1069-1089.
- [2] Musa. J. D, "The Operational Profile, Reliability and Maintenance of Complex Systems," NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences, Vol. 154, 1996, pp. 333-344.