

多目的最適化手法を用いたテストケース優先度決定手法

エン ジジュン[†] 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. 研究背景と目的

ソフトウェアの規模や複雑度が増加するに伴い、テストの規模も大きくなり、そのコストも膨大になっている。そうした中、テストの効率化は重要な課題である。

効率的なソフトウェアテストを行うための一つの方法は、テストケースの実行順序を適切に決定することである。例えば、できるだけ早くカバレッジを達成できるようにテストケースの優先度を決定する手法などが提案されている。

本研究では、カバレッジに加えて、テストされる機能の重要度と実行時間を考慮し、多目的最適化手法によりテストケースの優先度を決定する手法を提案する。

2. 背景知識

2.1 テストケースの優先度

肥大化するテストケースの量を抑制するために、テストケースの選択、テストスイートの最小化、テストケースの優先度付きの3つのアプローチがある。テストケースの優先度付けは、限られたテストケース数でもできるだけ高いカバレッジを実現できるようにテストケースに優先度を付けることである。

2.2 多目的最適化

多目的最適化とは、複数の目的を最適達成する解を見つける手法である。例えばテストでは、検出率とコストの両者を考慮しないと現実的でなく、そういう場合に利用される手法のひとつである。

2.3 APFDc

APFDとは平均故障検出率というメトリクスである。APFDは優先順位付け後に計算され、優先順位付け技術の性能を評価する。より高いAPFD値はより大きい早期故障検出率を示す。Elbaum[5]らはAPFDの概念を拡張し、検出された故障の重要度とテストケースの実行コストを加味するAPFDcというメトリクスを提案した。

3. 先行研究

テストケースの生成に多目的最適化を用いた初期の研究には[2]などがある。この研究ではプログラムの分岐のカバレッジとダイナミックメモリのコスト両方の目的を考え、テストケースを生成した。

コストを考慮した研究としては[4]などがある。この研究はテストスイートの生成ではなく、指定された時間内に実行できるように優先順位を決めたテストスイートのサブセットを決定することを目的としている。

重要度についての研究は[3]などがある。この研究ではテストケースやソースコードからトレーサビリティリンクを用いて対応する要求仕様を識別し、テストケースの優先度を決定している。しかし、この研究の重要度の獲得手法では、事前作業が多くてコストが高くなる。

4. 提案手法

4.1 目的

本研究では、テストケースの実行時間、カバレッジ、機能重要性の3つを目的としてテストケースの優先度を決定する手法を提案する。

4.2 コスト

本研究でのコストはテストケースの実行時間である。先行研究[4]は制約時間を設定し、この時間の中でできるだけカバレッジを最大化する手法である。本研究では時間制約を設定せず、任意の時点でテストを打ち切ってもできるだけ質の高い効果が得られるような優先度付を行うことを目指す。なお個々のテストケースの実行時間が既知であるものとする。

4.3 重要度

本研究での重要度はプログラムの機能や関数の重要性である。例えば、ユーザーによって頻繁に利用される機能またはプログラムのコア機能とか、これらのような重要な機能を優先にテストする必要がある。3つの機能だけを持つ簡単な学生情報管理プログラムを例に説明する。

機能	情報登録・管理	情報分析	バックアップ
重要性	5	4	1

図1. 学生情報管理プログラムの機能重要度例

Determining test case priority using multi-objective optimization approach

[†] Department of Industrial and Management Systems Engineering, School of Creative Science and Engineering, Waseda University

図1は、ツールで要求仕様書や要件からプログラムの情報を獲得し、それを人手で分析して機能の重要度を設定した結果の例である。テストケースの重要度は、そのテストケースによってテストする機能の重要度と、検出を意図する故障の深刻さから決定する。このテストケースの重要度を優先度決定の要因とする。

4.4 優先度の決定

本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いて、最適なテストケース順序を計算する。

提案手法の全体像を図2に示す。

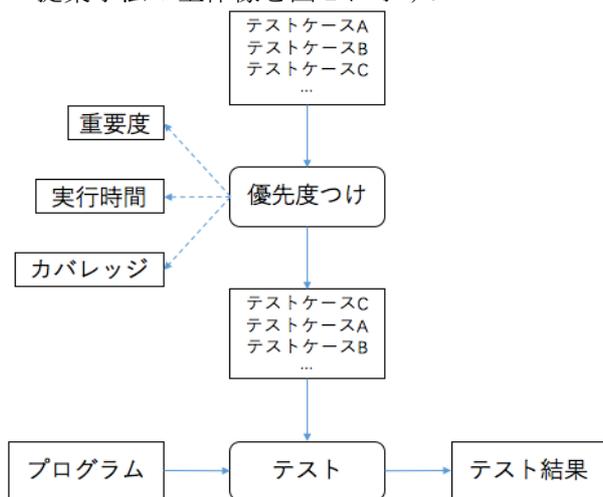


図2. 研究全体像

Step1. 重要性の決定

プログラムの要求仕様書を見て、機能または関数の重要度を獲得する。この重要度に基づき上述した優先度の要因を決定する。

Step2. 優先度付け

重要度、実行時間、カバレッジ、これらの3つの目的を組み合わせ、既存のテストケース群の優先度の最優式を導出する。

Step3. テスト

優先度がつけられたテストスイートでテストを行う。

5. 例題

本研究で対象とするテストケースの優先度付けについて例を用いて説明する。テストケースが検出できる不具合が図3に示すような状況であったとする。例の中で、テストケースBは3つの故障をカバーする、Aより1つ多い。テストは1つだけのテストケースを実行した早期に中止した場合、Bを実行するカバレッジはAより高い。この場合、B-A-C-D-Eの順序で実行する方がA-B-C-D-Eより早く不具合を検出でき効率がよい。この例ではC-Eの順序でテストを行うことが最も効率がよくなる。

テストケース	故障 (検出した)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	X	X						
B	X	X		X				
C	X	X	X		X		X	
D			X	X				
E				X		X		X

図3. 優先度の例

一方、提案手法ではさらに重要度を考慮するため、異なる結果になる。図4のかっこの中の数は、故障に関わる機能の重要度と故障の深刻さ(図1)を表したものである。これらに基づいて、故障の重要度が決定される。こうした重要度を考慮すると、より重要な故障から優先的に検出できるテストケースの順番を決めることができる。

テストケース	検出した故障 (故障関わる機能重要度,故障の深刻さ)							
	1(1,1)	2(1,2)	3(1,2)	4(4,3)	5(4,1)	6(4,4)	7(1,4)	8(4,5)
A	X	X						
B	X	X		X				
C	X	X	X		X		X	
D			X	X				
E				X		X		X

図4. 重要度追加例

6. まとめ

本稿ではテストケースの実行時間とプログラムの重要度を加味し、多目的最適化テストケースの優先度を決定する手法を提案した。実際のデータを用いた評価をすすめたい。

参考文献

- [1]S.Yoo, M.Harman 「Regression testing minimization, selection and prioritization: a survey」 Software Testing, Verification & Reliability, Volume 22 Issue 2, Pages 67-120, 2012.
- [2]Kiran Lakhotia, Mark Harman, Phil McMinn 「A Multi-Objective Approach to Search-based Test Data Generation」 the 9th annual conference on Genetic and evolutionary computation, Pages 1098-1105, 2007.
- [3] Md.Mahful Islam,Alessandro Marchetto,Angelo Susi,Giuseppe Scanniello 「A Multi-Objective Technique to Prioritize Test Cases」 IEEE Transactions on Software Engineering, Pages 918-940,2015.
- [4] Walcott KR, Soffa ML, Kapfhammer GM, Roos RS. 「Time aware test suite prioritization」 ISSTA, ACM Press: New York, Pages 1-12,2006.
- [5] Elbaum S, Malishevsky A, Rothermel G. 「Incorporating varying test costs and fault severities into test case prioritization」 ICSE, ACM Press: New York, Pages 329-338, 2001.