

2E-5

パステスト向き有向グラフ簡約法と それに基づくテストケース選択法

中所武司, 田中 厚

(日立製作所システム開発研究所)

1. はじめに

ソフトウェアテストに最も重要なテストケースの選択法は、プログラムの機能仕様からそれを選ぶ機能テスト法と、プログラム構造に基づいて選ぶ構造テスト法がある¹⁾。最近、後者の代表的技法であるパステスト法を簡略化した分岐テスト法が注目され、その交換ツールも幾つか開発されている²⁾。これは、プログラム内の全分岐方向のテスト実行をめざすものであるが、従来の分岐網から率判定法では、すべての分岐方向を并列に扱っているため、冗長なテストケースが選択され易いとか、テストの品質が過大に評価されるなどの欠点があった。

そこで、我々は、パステストに本質的な分岐だけに着目する新しい網から率尺度を考案した。本方式で用いるパステスト向き有向グラフ簡約法については既に報告³⁾したが、ここでは、そのテストケース選択法への応用について述べる。

2. 従来方式の問題点

パステスト法は、被テストプログラムの制御構造を有向グラフで表現し、その入口から出口に至るすべての実行可能なパスのうちのできるだけ多くをテストしようとするものである。しかし、一般に実行可能なパスの数は膨大なもので、実際には、パスの代りに分岐点から分岐点までの部分パス (ddパス: decision-to-decision path) に注目した分岐テスト法が用いられている。以下に、パステストと分岐テストに用いる尺度を示す。

$$C_{path} = \frac{\text{実行済みパス数}}{\text{実行可能パス数}}, \quad C_{dd} = \frac{\text{実行済み ddパス数}}{\text{ddパス総数}}.$$

次に C_{dd} の問題点について述べる。

(1) 冗長なテストケース選択:

今、ある被テストプログラムの制御フローグラフを図1とする。a, b, c の3つの ddパスがある。そこで、まず c に注目して ac というパスを選ぶ。次にこのパスに含まれていない b に注目して abc というパスを選ぶ。これで $C_{dd} = 100\%$ になったが、実はそのためには才2のパスだけで十分であり、才1のパスは冗長である。

(2) テスト品質の過大評価:

同じく、図2の例を考えると、 C_{dd} を 100% にするためには、abd, abe, ac の3つのパスが必要である。これらを順に実行した時、 C_{dd} の値は、60% → 80% → 100% と変化する。ところが、従来のパステスト法では1つ実行する毎に 1/3 ずつ線形増加することが望ましい。(C_{path} : 33% → 67% → 100%)
このように C_{path} の代りに C_{dd} を用いると、途中の段階ではテストの品質が過大に評価される。

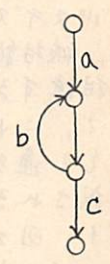


図1. 冗長なテストケース選択例

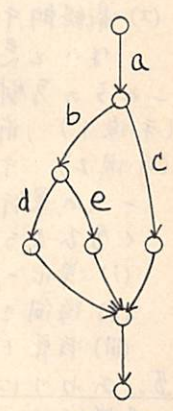


図2. 品質過大評価の例

3. パスリスト向き有向グラフ簡約法

前章で述べたような問題の生じた理由は、図1のa, c, 図2のa, bのような、パス選択に本質的でないddパスを他のddパスと併列に扱ったためである。よって、我々は、これら2種類のddパスを識別するために、本質的なddパスに対応するグラフだけ残すような有向グラフ簡約法を考案した。

まず、有向グラフの2つのグラフ P , Q の関係について次の概念を導入する。

[定義] P を含む任意のパスが必ず Q を含む時、 Q を P の 相親子グラフ と呼ぶ。

[定義] 他のグラフの相親子にはなりえないグラフを 原始グラフ と呼ぶ。

次に、ノード x からノード y へのグラフ (x, y) が相親子となる条件を4種類示す。なお、 $IN(x)$, $OUT(x)$ はノード x の入力, 出力グラフ数, w は隣接ノード, $DOM(w)$, $IDOM(w)$ は w の支配子, 逆支配子の集合, A はグラフ集合。

(R1) $IN(x) \neq 0 \wedge OUT(x) = 1$

(R2) $IN(y) = 1 \wedge OUT(y) \neq 0$

(R3) $OUT(x) \geq 2 \wedge x \in IDOM(w)$

但し $\forall w \in \{w \mid (x, w) \in A \wedge w \neq y\}$

(R4) $IN(y) \geq 2 \wedge y \in DOM(w)$

但し $\forall w \in \{w \mid (w, y) \in A \wedge w \neq x\}$

パスリストの観点からは、相親子グラフは、被相親子グラフ (上記 P) の網羅情報を相親子するため、注目する必要はない。そこで、これら4つの条件を相親子消去規則

として適当な手順で適用することにより、制御フローグラフを原始グラフだけで構成される簡約グラフに変換できる。詳細なアルゴリズムは略す。

図1, 図2に適用した例を図3に示す。

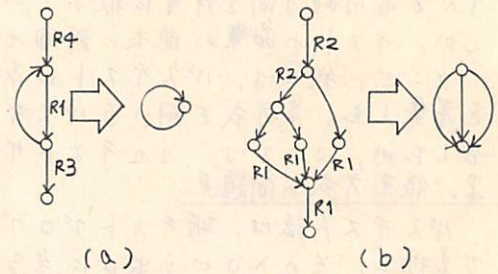


図3. 有向グラフ簡約法の適用例

4. テストケース選択への応用

分岐テストの観点からの冗長なテストケース選択防止のため、次の方針を採用する。

- (1) 被テストプログラムの制御フローグラフにおいて、原始グラフにのみ注目。
- (2) 最終的テストケース集合の中で、ある原始グラフを含むテストケース数が少ないと思われるような原始グラフに優先的に注目。

これらの方針に基づくテストケース選択法は次のようなものである。

(手順1) 前章の手法で、制御フローグラフを相親子簡約グラフに変換する。

(手順2) テストケースの選択は、本グラフを用いて、既に選択されたテストケースの単行パスに含まれないグラフのうち、以下に示すグラフをできるだけ多く含むように行う。その際、上位の項目を優先する。

(i) 単ループ (同一ノードを結ぶグラフ)

(ii) 後向きグラフ

(iii) 特定ノード間に複数のグラフがあるもののうち、その数が多いもの。

5. おわりに

品質評価への応用効果についても検討済み³⁾。今後は実際の適用評価を行う。

参考文献

- 1) 中瀬: ソフトウェアのテスト技法, 信学文誌 64, 5, 549-552 (1981).
- 2) 田中他: 構造化プログラム用テスト充分性評価ツールの開発, 第5回情報処理学会 (557集期) 2E-7.
- 3) 中瀬: パスリストに本質的な分岐に着目した網羅率尺度の提案, 情報論文誌, 23, 5 (74).