Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool.

ZIPC HUB

状態遷移モデルを用いた MC/DCテスト技法

キャッツ株式会社
田村 政和 松本 充広

ZIPC HUB
Communication
At
Technology
Systems

Copyright© 2009 CATS Co.,Ltd. All rights reserved. www.ZIPC.com

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool.

ZIPC HUB

目次

1. はじめに
2. テスト網羅度の必要性
3. MC/DCとは
4. 状態遷移モデルとは
5. 状態遷移モデルを用いたMC/DCテスト技法
6. まとめ

Copyright© 2009 CATS Co.,Ltd. All rights reserved. 2

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool.

ZIPC HUB

1. はじめに

背景

- 組込みソフトウェア規模が大きくなり、テスト工数の割合が増している
- 組込みソフトウェアの品質確保が困難になっている
- 組込みソフトウェアは信頼性が求められる
- 完璧なテストをすることは不可能である

目的

上記の課題を解決するために、
状態遷移モデルを用いたMC/DCテスト技法を紹介する

Copyright© 2009 CATS Co.,Ltd. All rights reserved. 3

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool.

ZIPC HUB

2. テスト網羅度の必要性

ソフトウェアの品質を向上させるには、テストは不可欠！

全てのパスをテストすることは不可能...

テスト技法網羅度を品質基準にする

どのテスト網羅度を基準にすれば良いのだろうか？

よく知られるテスト網羅度

- Statement Coverage/SC (命令網羅度)
- Decision Coverage/DC (判定網羅度)
- Condition Coverage/CC (条件網羅度)
- Condition Decision Coverage/CDC (条件判定網羅度)
- Multiple Condition Coverage/MCC (複合条件網羅度)

⇒ A and BとA or Bの記述誤りが検出できないことがある
⇒ テスト数が膨大になる

網羅する範囲が狭い

Copyright© 2009 CATS Co.,Ltd. All rights reserved. 4

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool. ZIPC HUB

3. MC/DCとは

MC/DCとは
Modified Condition/Decision Coverageの略でソフトウェアのテスト網羅度の1つ。米国の航空無線技術委員会(RTCA)に、航空機ソフトウェアのテスト時に使用するテスト網羅度として、DO-178Bの中で開発された。

<MC/DC100%の定義>

- ① プログラムの全入口/出口を少なくとも一回はテストすること
- ② プログラムの判定に含まれる全条件は可能な値を少なくとも一回はテストすること
- ③ プログラムの全判定は可能な値を少なくとも一回はテストすること
- ④ プログラムの判定の全条件は判定の出力に独立に影響することを示すこと

MC/DCは、従来のテスト網羅度の課題を解決するテスト網羅度である。
 ・SC/DC/CCの網羅度より**網羅する範囲が広い!**(②、③の定義より)
 ・CDCで検出できない**誤りを検出**できる!(④の定義より)
 ・MCCより**テストケースが少なくなる!**(②、③、④の定義より)

近年では、航空業界だけでなく、組み込みソフトウェアでも注目が高まっている

テスト網羅度と網羅する範囲

Copyright© 2009 GATS Co.,Ltd. All rights reserved. 5

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool. ZIPC HUB

4. 状態遷移モデルとは

状態遷移モデルとは
外部からのイベントや内部イベントに応じて振る舞いを変えるシステムを表現したモデル。状態遷移図や状態遷移表が状態遷移モデルになる。

状態遷移表の例

状態遷移表モデル	S	初期	送信中
E	1	初期	送信中 Entry: タイマ起動 Exit: タイマ停止
ホストからの送信要求	1	初期	送信中
ドライバーからの送信要求	2	初期	送信中
ドライバーからの送信完了	2	初期	送信中
タイマからのタイムアウト	3	初期	送信中

状態遷移図の例

初期 → 送信中 (Hostからの送信要求 / ドライバにデータ送信する)
 送信中 → 初期 (Entry: タイマ起動 / Exit: タイマ停止)
 送信中 → 初期 (タイマからのタイムアウト / ホストに異常完了を返す)

状態遷移表の例

初期 → 送信中 (ドライバーからの送信要求)
 送信中 → 初期 (タイマからの送信完了)
 送信中 → 送信中 (ドライバーからの送信完了)
 送信中 → 初期 (タイマからのタイムアウト)

状態遷移モデルの比較

- ・状態遷移図は、状態遷移表に比べ直観的に捉えやすい
- ・状態遷移表は、状態遷移図に比べミス検出できる
- ・状態遷移表は、状態遷移図に比べ異常、例外ケースを記入できる
- ・状態遷移表は、状態遷移図に比べ変更しやすい

検証を考えた場合、状態遷移が網羅されているため状態遷移表が適している

状態遷移表を用いたMC/DCテスト技法を紹介する

Copyright© 2009 GATS Co.,Ltd. All rights reserved. 6

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool. ZIPC HUB

5. 状態遷移モデルを用いたMC/DCテスト技法 (1)

状態遷移表テストの種類

状態遷移表マトリクステスト:
状態遷移表の全てのセルの処理/遷移を1回以上、テストする
⇒ 紹介するMC/DCテストは、状態遷移表マトリクステストに相当する

状態遷移表バスターテスト:
初期状態にテスト事象列を入力し、任意の状態であることをテストする

MC/DCテストケースを作成するには、モデルまたはソースのロジックを解析する必要がある。
⇒ 状態遷移表は、決められたロジックに基づいているため、ロジックの解析を容易にできる

状態遷移表の解析順序

Case	Case1	Case2	Case3	Case4
E1	Act1(1)	Act1(2)	Act1(3)	Act1(4)
E2	Act2(1)	Act2(2)	Act2(3)	Act2(4)
E3	Act3(1)	Act3(2)	Act3(3)	Act3(4)
E4	Act4(1)	Act4(2)	Act4(3)	Act4(4)

注1) 状態遷移表の意味論は、拡張階層化状態遷移表設計手法Ver2.0に基づく 注2) 上記はイベント駆動型の状態遷移表になる

Copyright© 2009 GATS Co.,Ltd. All rights reserved. 7

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool. ZIPC HUB

5. 状態遷移モデルを用いたMC/DCテスト技法 (2)

状態遷移表からMC/DCテストケースを作成する方法
(状態遷移表レベルの抽象度のMC/DCテスト)

- 1) 状態遷移モデルを設計する
- 2) 事象・状態・処理ロジックを解析する
- 3) MC/DC基準を満たすテストケースを作成する
- 4) 無駄な組み合わせを削除する

下記の状態遷移モデルの場合、条件が1つの条件判定40個、条件が2つの条件判定4個の状態遷移表モデルから**34通り**のテストケースでMC/DCを満たすことができる。

84通りのテストケース
34通りのテストケース

MC/DCテスト技法の活用により、網羅的かつ有効なテストが可能!

Copyright© 2009 GATS Co.,Ltd. All rights reserved. 8

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool. ZIPC HUB

5. 状態遷移モデルを用いたMC/DCテスト技法 (3)

MC/DCテストケースを利用し、状態遷移表モデルを検証する方法
(状態遷移表モデルをサポートするZIPCを活用する)

- 1) テスト状態への遷移シーケンスを作成する
- 2) 状態遷移表モデルにテスト性質を記述する
- 3) ZIPCでシミュレーションする
- 4) 結果を確認する(ログ or ZIPOウインドウ)

The diagram illustrates a four-step process: 1) Creating a transition sequence to a test state, 2) Recording test properties in the state transition table model, 3) Simulating with ZIPC, and 4) Verifying results in the log or ZIPO window. It includes screenshots of the ZIPC interface showing test cases and simulation results.

Copyright© 2009 CATS Co.,Ltd. All rights reserved. 9

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool. ZIPC HUB

6. まとめ

まとめ

- ・MC/DCを満たすテストケースを作成することで、網羅的かつ有効なテストができる
- ・状態遷移表は論理構造が可視化されているため、MC/DCテストケースを容易に作成できる
- ・状態遷移表であるため、テスト状態への遷移を容易に考えられる
- ・状態遷移表モデルをツール(ZIPC)でシミュレーションできる
- ・検証性質は、状態遷移表モデルに埋め込みシミュレーションできる

今後の課題

- ・MC/DCテストケース自動生成機能のツール化
- ・MC/DCテストケースの自動試験機能のツール化
- ・遷移シーケンスの登録機能のツール化
- ・関数レベルのMC/DCテスト対応方法の検討

弊社では、上記の課題を解決するために、日々取り組んでおります。

Copyright© 2009 CATS Co.,Ltd. All rights reserved. 10

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool. ZIPC HUB

参考文献

- Kelly J. Hayhurst, Dan S. Veerhusen, John J. Chilenski, and Leanna K. Rierison, "A Practical Tutorial on Modified Condition / Decision Coverage", NASA/TM-2001-210876, 2001.
- 松本充広, "MC/DCによる現実的網羅のススメ", <http://www.zipc.com/cesl/info/Q3.pdf>
- 渡辺政彦, "拡張階層化状態遷移表設計手法 Ver.2.0 - Embedded SEのための設計手法-", 1998.
- 松本充広, "状態遷移表のMC/DC100%テストをやってみよう!", <http://www.zipc.com/cesl/info/O6.pdf>

Copyright© 2009 CATS Co.,Ltd. All rights reserved. 11

Modeling does the future with the state-of-the-art engineering tool. ZIPC HUB

お問い合わせ先

**Communication
Art
Technology
Systems**

ZIPC
COVER Test for Embedded Systems

HUB A NICE DESIGN!

キャッツ株式会社
〒222-0033
神奈川県横浜市港北区新横浜2-11-5
TEL: 045-473-2816
FAX: 045-473-2673
E-Mail: info@zipc.com
<http://www.zipc.com/>

CESL - CATS Embedded System Laboratory -
キャッツ細込みソフトウェア研究所
〒814-0001
福岡県福岡市早良区百道浜3-8-33
福岡システムLSI総合開発センター514
TEL: 092-832-7131
FAX: 092-832-7132
<http://www.zipc.com/cesl/>

CESLホームページにてテクニカルペーパーを公開しています。
シリーズ1: 網羅度 ~完全な網羅度に代わる技術を求めて~
1. 概論: 組込みソフトウェア開発課題への挑戦
2. 置換表超入門(1)
3. MC/DCによる現実的網羅度のススメ
4. 進化的アルゴリズムGA入門
5. 直行表超入門(2)
6. 状態遷移モデルのMC/DC100%テストをやってみよう!

Copyright© 2009 CATS Co.,Ltd. All rights reserved. 12