

## マイコン組み込み S/W の開発を支援する CASE ツール: testCASE(1)

6 J-7

～ 全体構成 ～

萩原 正敏\* 山中 弘\* 別所 雄三\* 中島 毅\*\* 広田 和洋\*\*\*

三菱電機(株) 情報技術総合研究所\*

三菱電機(株) 鎌倉製作所\*\*

三菱電機セミコンダクタシステム株式会社\*\*\*

## 1. はじめに

家電製品等に使用されるシングルチップマイコンの S/W 開発では、製品の価格競争と新製品開発競争が激しいため、短納期かつ高品質・低コストが求められている。我々は、このようなマイコン組み込み S/W 開発における要求分析とシステムテストを支援する新しい開発支援方式とその支援ツール testCASE を開発した。

本稿では、この開発支援方式と testCASE の概要について述べる。

## 2. マイコン組み込み S/W 試験の現状と課題

シングルチップマイコン S/W の開発コード規模は、5K～100KLOC であり中小規模であるが、その納期は3ヶ月～1年程度である。

S/W 規模が比較的小さいこと、短納期であること、周辺機器を同時開発している場合が多くテスト環境を作りにくいことから単体テストを行わず、直接システム試験(以下、評価テスト)を実施することが多い。この評価テストは周辺機器を繋いだ状態で行うため、入力装置に手入力を行い出力装置に表示される結果を目で確認する作業となり試験に大きな負荷とコストがかかるという問題がある。

この評価テストを効率化する方法として、現状次のものが考えられる。

- (1)ソフトウェアシミュレーション法
- (2)完全ブラックボックステスト法
- (3)コード生成法

(1)の方法はマイコンおよび周辺機器をソフト的に模擬し、開発した S/W を試験する方法である。H/W を模擬するための設定が面倒であり、設定の誤りの混入の危険があるためこの分野では普及していない。

(2)は、マイコンとそれに搭載される S/W を完全な機能ボックスと考え、マイコンのポートに対する入

出力を専用の信号設定・照合装置で模擬する方法である。しかし、特殊な H/W が必要なこと、期待値の設定が難しいことから短納期の開発では導入されていない。

(3)は仕様と生成コードが等価であることを保証する。しかし、時間に関係する仕様に対応できない、状態数が大きくなるなどの問題のため実用化が充分でない。

## 3. 状態遷移表に基づく自動試験方式

我々は、要求定義からテストケースを自動生成する可能性と特殊な H/W を用いずに評価テストを実行する可能性を検討し、マイコン S/W 開発における評価テストの効率化を図る方法として、状態遷移表で仕様を記述し、ICE(In-Circuit Emulator)を用いてテストを自動実行するブラックボックステスト方式を開発した。[1]

ブラックボックス法は期待値の設定が大変であり、特殊な設備を必要とするが、この問題点は次の2点に帰着する。

- ・要求定義による機能要求からテストケースを導き出す系統的な方法が提供されていない。
- ・対象プログラムに対する期待値の設定レベルがマイコンの H/W ポートレベルのため、期待値の設定が複雑になる。

この問題を解決するため、我々は次の方法で機能要求とテストケース設定の対応をとる系統的な方法を開発した。

- (1)要求仕様を状態遷移表で記述する。
- (2)状態遷移表からテストケースを生成する。
- (3)マイコン S/W をロジック部分と入出力ハンドラ部分に分離し両者の仲立ちをする入出力メモリを界面とし、この界面においてブラックボックステストを適用する。

testCASE: CASE Tools for Microcomputer Software (1) - Outline of testCASE -

\*Masatoshi Hagiwara, \*Hiroshi Yamanaka, \*Yuzo Bessho, \*\*Tsuyoshi Nakajima, \*\*\*Kazumi Hirota

\* Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation \*\* Kamakura Works, Mitsubishi Electric Corporation \*\*\*Mitsubishi Electric Semiconductor System Corporation

- (4)状態遷移表に表れるイベントとアクションを、プログラム上のメモリに値を設定する入力ブレークと期待値を照合する照合ブレークとして対応づける。(図1参照)
- (5)テストケースに基づきICEを制御して評価テストを自動実行する。

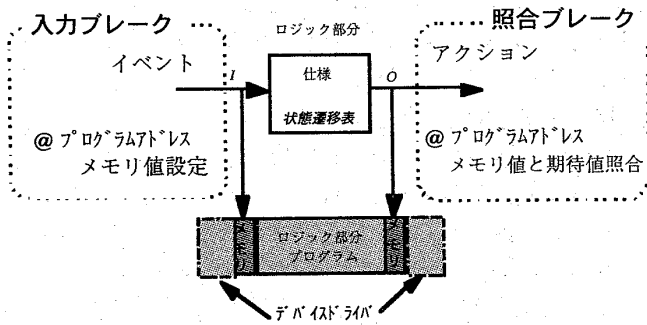


図1. イベント、アクションとプログラムの対応

本方式は、パソコンとICEだけでマイコンS/Wの入出力が模擬できるため、マイコンのポートに対する専用の信号設定・照合装置を必要としない。

また、この方式では状態遷移表からテストケースを生成するが、マイコンS/Wの仕様を記述した表から生成するテストケースが膨大になる問題が発生する。

この問題に対処するため、機能適合試験、変更による再試験など試験目的に応じたテストケースが生成できるテスト生成アルゴリズムを開発した。[2]

#### 4.testCASEの構成

##### 4.1 構成

testCASEは、要求分析ツール、テスト項目生成ツール、評価テスト実行ツールから構成される。

testCASEのツール連携を図2に示す。

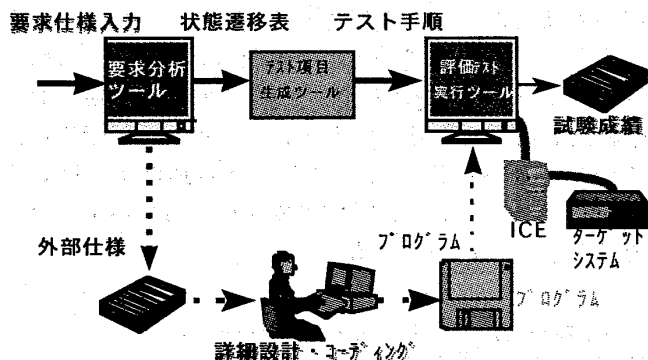


図2. testCASEのツール連携

#### 4.2 機能

各ツールの機能は以下の通りである。

##### (1)要求分析ツール

本ツールは状態遷移表編集機能とシミュレーション機能を持つ。通常の編集機能の他、状態遷移先の選択機能、アクションの登録・選択機能、セル追加・削除機能をサポートしている。また、状態・イベントのグループ化機能、表の分割表示機能をサポートしている。

##### (2)テスト項目生成ツール

要求分析ツールで作成した状態遷移表からテストケースを生成する。生成方法は次の4種類から選択できる。[3]

- (a)セル網羅パス生成法
- (b)状態指定パス結合法
- (c)レイヤ指定パス結合法
- (d)グラフパス展開法

##### (3)評価テスト実行ツール

テスト項目生成ツールで生成したテストケースに基づいて、ICEを使って評価テストを実行し結果をレポートする。実行はICEに対する制御により行い、メモリを操作して強制的なイベントの発生と入力値の設定を指示し、テストケース実行後、状態遷移先を含めたアクション結果の照合を出力側のメモリ値と期待値でおこなう。[4]

#### 5. まとめ

シングルチップマイコンS/W開発の評価テストにおける課題を明らかにし、状態遷移表からテストケースを生成し、このテストケースに基づいて評価テストを自動化する支援方式を提案し、この方式を支援するツールの概要について述べた。

本方式は一部実プロジェクトでの評価に入っているが、今後その効果を定量的に把握し実用化を図って行く予定である。

#### 参考文献

- [1] 中島 他 "シングルチップマイコン用 S/W 開発における問題点と一解決法", 情報処理学会研究報告, Vol.97, No.74 pp17-24, 1997.
- [2] 山中 他 "ソフトウェア機能適合手順の状態遷移表に基づいた生成法", 情報処理学会研究報告, Vol.98, No.20, pp119-126, 1998.
- [3] 山中 他 "マイコン組み込み S/W 開発を支援する CASE ツール: testCASE2-状態遷移表とテスト手順生成-", 情報処理学会第57回全国大会 6F-08, 1998.
- [4] 別所 他 "マイコン組み込み S/W 開発を支援する CASE ツール: testCASE3-testCASEを用いた開発の流れ-", 情報処理学会第57回全国大会 6F-09, 1998.