

マイコン組み込み S/W の開発を支援する CASE ツール : testCASE(2)

6 J-8

～状態遷移表とテスト手順生成～

山中 弘* 中島 毅** 別所 雄三* 萩原 正敏* 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)***

1. はじめに

マイコン組み込み S/W(以下マイコン S/W)開発の問題点として、要求仕様変更が頻発すること、短い納期のため試験仕様の作成に十分な時間がかけられていないこと、試験実施の作業負荷が高いこと、などが挙げられている^[1, 2]。これらが原因となり、マイコン S/W の十分な試験が行われず、製品出荷後の不具合が報告されるケースが増えている。

我々は、マイコン S/W 開発の試験フェーズ効率化と品質向上を狙って、これら問題点に対処するために必要な開発手法と支援ツールの検討を行った。その結果、要求分析仕様を基に試験仕様を生成し、かつ生成した試験仕様に基づく実機上でのマイコン S/W ロジック部の試験を自動化する手法とツール群 testCASE を開発した^[1, 2]。

本稿では、testCASE を構成する要求分析ツールとテスト項目生成ツールについて、その狙いと効果を説明する。

2. 要求分析ツール testCASE/RA

マイコン S/W 開発の要求分析フェーズでは、開発者による分析ミスや、顧客との要求仕様認識の不一致などから、開発の後段階において要求仕様の変更が頻発していた。このため、開発の後戻りが生じ、全体の開発工程に大きな支障を来していた^[1]。

testCASE の要求分析ツール testCASE/RA は、明確で誤りのない要求仕様の作成を支援することにより、要求分析の問題点の解決を狙いとする。

2.1. 要求仕様の記述法

要求仕様を明確に記述する方法として、我々はマイコン S/W の機能構造上の特徴や開発現場でのアンケート結果を基に^[1]、状態遷移表を採用した。

ただし状態遷移表による仕様記述には、表が大きくなりがちで記述/理解が困難になるという問題点がある。我々はこの問題点に対処するため、状態遷移表をコンパクトに記述することを狙って次の表記法をサポートした(図 1)。

(1) 状態/イベントのグループ化

状態やイベントの階層的定義を可能とする。

(2) 状態遷移表に対する変数値定義

状態遷移表に変数値を定義することを許し、状態/イベントの表記を抑える。

(3) 状態遷移表の階層化

マスタ状態遷移表の一部分を別表として切り出し、部分表毎の編集を可能にする。

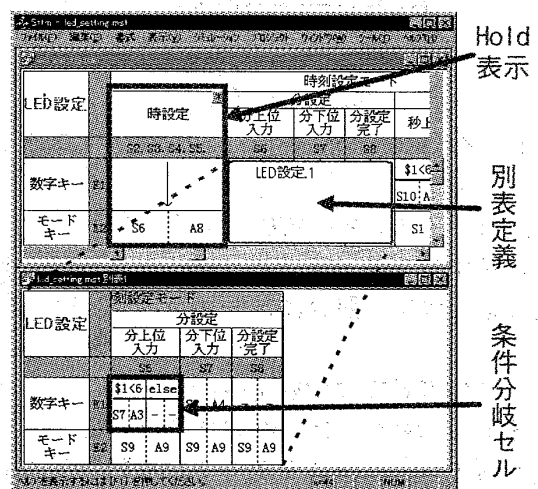


図 1. testCASE の状態遷移表

2.2. 要求仕様の動的検証

顧客との要求仕様認識の不一致を防ぐためには、顧客に対して仕様の確認を行うことが必要である。要求分析ツールでは、状態遷移表を基に仕様実行を行い、仕様誤りの早期検出を支援する。この機能を用いることによって、より直感的な仕様の検証が可能となり、顧客との仕様確認作業を効率化できる。

この機能を実行すると、ユーザがイベントを発生させるための入力パネルが表示され、発生イベントに従って、実行されるアクション/状態遷移と、遷移先の状態がマーク表示される(図 2)。

またアクション動作の検証を行うため、状態の属性値更新と装置制御を記述するアクション動作記述言語を設けている。シミュレーション実行時には、この記述内容に従ってアクションの動作が評価される。このアクション動作の結果は、出力パネル上で確認することができる。

testCASE : CASE Tools for Microcomputer Software (2) - State Transition Table and Test Sequence Generation -

*Hiroshi Yamanaka, **Tsuayoshi Nakajima, Yuzo Bessho, *Masatoshi Hagiwara, ***Kazumi Hirota

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

***Mitsubishi Electric Semiconductor System Corporation

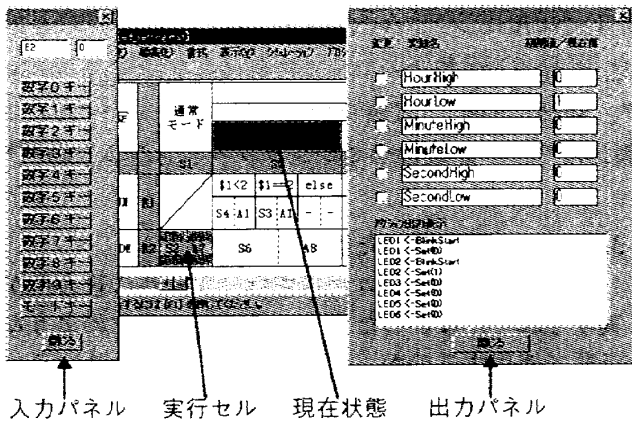


図2. シミュレーション実行画面

3. テスト項目生成ツール testCASE/TG

試験仕様の作成に対するツール支援はこれまでなく、ユーザが手作業で試験実施時の入力手順(下記のテスト手順)仕様を作成していた。このため、ユーザの経験や作業時間によって試験仕様の品質にばらつきが生じていた。

testCASE のテスト項目生成ツール testCASE/TG は、要求分析ツールで作成した状態遷移表を基に試験仕様を自動生成することにより、上記問題点の解決を狙いとする。

testCASE で作成される試験仕様には、次の三つがある。テスト項目生成ツールは、このうちテスト手順仕様を完全自動生成する。

(1) テスト手順仕様

開始状態と、イベントの系列と、それに呼応して発生するアクションの系列との組を、テスト手順と呼ぶ。イベント系列に呼応するアクション系列は、状態遷移表から決定する。

(2) 入力/照合ブレイク仕様

マイコン S/W に対する入力操作と出力結果の確認をコンピュータで自動実行するための仕様を、それぞれ入力ブレイク仕様、照合ブレイク仕様と呼ぶ。入力/照合ブレイク仕様は、試験実施を自動化するために必要な仕様である^[3]。

(3) テストケース仕様

テスト手順仕様、入力/照合ブレイク仕様を組み合わせた、コンピュータで自動実行可能な試験仕様を、テストケースと呼ぶ。

3.1. テスト手順生成法

一般にテスト手順は無数に存在するため、ユーザが行う試験の目的や期間に合わせ、適切な数のテスト手順を生成する方法が必要である。テスト項目生成ツールでは、次の四つの生成法と、手順数を制限する機能をサポートし、ユーザの目的/期間に合わ

せたテスト手順の自動生成を可能にした^[4]。

(1) セル網羅パス生成法

状態遷移表の各状態遷移セルを一度以上通ることを必要十分条件として、テスト手順を生成する。マイコン S/W の全機能の動作を少なくとも一度以上確認したい場合に有効である。

(2) 状態指定パス結合法

特定状態間における指定長のテスト手順を網羅的に生成する。特定状態間における一連の S/W 機能動作を数多く試験したい場合に有効である。

(3) レイヤ指定パス結合法

指定された状態を中心としたごく短いテスト手順を網羅的に生成する。状態の追加などの、仕様変更部を中心とした再試験に有効である。

(4) グラフパス展開法

状態遷移表の一部を指定し、それに対して有向グラフ簡約化アルゴリズムを適用することにより、テスト手順を網羅的に生成する。範囲指定された機能の組み合わせを網羅的に試験したい場合に有効である。

4. まとめ

これらの二つのツールにより、要求仕様(状態遷移表)を誤りなく分析する作業、試験仕様の作成作業を支援した。特にこれまでツールによる支援がなかった、要求仕様からのテスト手順自動生成を可能としたことにより、次の定性的効果が得られた。

これまでテスト手順仕様はユーザが手作業で作成していたが、この作業に要するユーザの作業負担を大幅に削減した。しかも、ユーザの経験によることなく、ごく短い作業時間で一定レベル品質の試験仕様を作成することが可能となった。

また要求仕様が変更された場合も、そこから即時にテスト手順仕様を再生成可能なことから、要求仕様変更に伴う作業負担の軽減をはかれた。

今後は実プロジェクトへの適用を行い、得られたデータを基に、定量的効果の解析を行う予定である。

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, pp. 17-24, 1997.
- [2] 萩原, 他, "マイコン組み込み S/W 開発を支援する CASE ツール: testCASE(1)~全体構成-", 情報処理学会第 57 回全国大会, 6J-07, 1998.
- [3] 別所, 他, "マイコン組み込み S/W 開発を支援する CASE ツール: testCASE(3)~testCASE を用いた開発の流れ-", 情報処理学会第 57 回全国大会, 6J-09, 1998.
- [4] 山中, 他, "ソフトウェア機能試験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, pp. 119-126, 1998.