

機器組込み型マイコンソフトの設計・テスト支援方式

7J-8

島袋 潤<sup>†</sup> 永松 祐嗣<sup>†</sup> 佐々木 保<sup>‡</sup> 小泉 昭典<sup>\*</sup>  
<sup>†</sup>(株)日立製作所 システム開発研究所 <sup>‡</sup>(株)日立製作所 汎用コンピュータ事業部  
<sup>\*</sup>日立コンピュータエンジニアリング(株)

1.はじめに

マイコン組込み機器の多種化, 高機能化に伴い, 機器組込み型マイコンソフト(コントロールウェア, 以下ではC/W)の開発期間短縮と品質向上が重要になっている。マイコンシステムの開発ではハードウェア(H/W)とC/Wの並行開発が行われるが, C/Wのテストの効率化のために, 実機がない段階でC/Wの単体テストをクロスシミュレーションによって実施することが有効である<sup>1)</sup>。これまでにクロスデバッグ自体については研究がなされている<sup>2),3)</sup>。しかし, マイコンシステムのように複数のサブシステムの並列動作によって機能を実現するシステムのシミュレーションテストでは, 被テストC/W以外の動作を模擬するためのプログラム(以下ではI/Oモデル)を作成する必要があり, その作成には, 従来, 個々の技術者の能力に依存するところが大きい, 作成に多大な工数を要する, という問題点がある。

本稿では, 最初に, I/Oモデル作成の標準化のために, I/Oモデル作成に必要な仕様情報項目を明らかにする。次に, H/W仕様に基づいてC/Wの設計を支援しながらI/Oモデル作成に必要な仕様情報を獲得し, 仕様情報からI/Oモデルを半自動的に生成してシミュレーションテスト環境設定作業を効率化する, 設計・テスト支援システムの概要を述べる。

2. マイコンシステムとI/Oモデル

2.1 動作モデルと

シミュレーションテスト

I/Oモデルの作成に必要な仕様情報項目を体系的に抽出するために, マイコンシステムとI/Oモデルを用いたシミュレーションテストの動作を, 図1に示すようにモデル化した。

マイコンシステムは, 一般にH/WとC/Wから成るサブシステムと, 複数のサブシステムからアクセス可能なインタフェースエリア(以下I/Fエリア)とから成る。サブシステムはその内部で実行可能な機能の集合体であり, 自身のみが設定/参照可能な内部メモリを持つ。サブシステムの各機能は, 他のサブシステムによる外部レジスタ(I/Fエリアの一種)の

設定, あるいはI/Fエリア, 内部メモリの値に関する条件の成立をトリガとして起動される。起動された機能は, I/Fエリアや内部メモリの設定/参照などの動作をし, 他の複数の機能を起動する。また, 異なるサブシステム間のデータの送受信は, I/Fエリアの一種である共通メモリを介して行う(図1(a))。

I/Oモデルを用いたシミュレーションテストでは, 被テストC/Wの動作をMPUシミュレータ(クロスデバッグ)により模擬する。その他のサブシステムの機能はI/Oモデルとして実現し, MPUシミュレータに連動したI/Oシミュレータ(I/Oモデル記述言語実行系)により模擬する。I/FエリアはMPUシミュレータが内部に持つ疑似メモリで実現し, 外部レジスタが割り当てられたアドレスと, I/Oモデルとして実現した機能とを対応付けることにより, 両シミュレータを連動する(図1(b))。

2.2 I/Oモデル作成に必要な情報

2.1で述べたマイコンシステムの動作とI/Oモデルを用いたシミュレーションテストの実施形態のモデルから, I/Oモデルの作成には以下の仕様情報が必要である。以下では, シミュレーシ

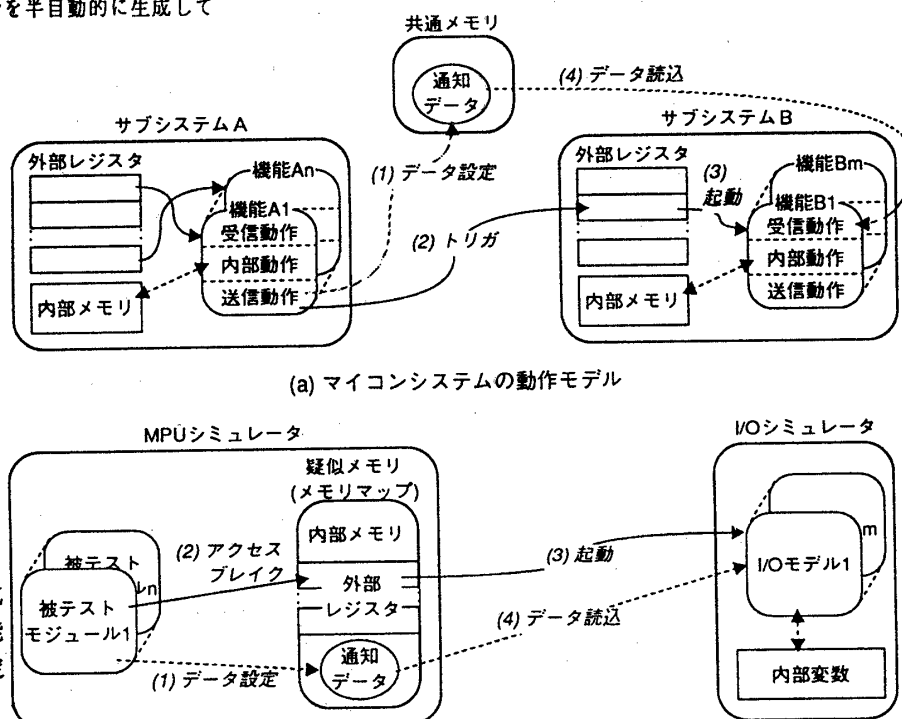


図1・マイコンシステムとシミュレーションテストの動作モデル

Design and Test Technique for Software of Embedded Systems  
 Jun SHIMABUKURO<sup>†</sup>, Yuji NAGAMATSU<sup>†</sup>, Tamotsu SASAKI<sup>‡</sup> and Akinori KOIZUMI<sup>\*</sup>  
<sup>†</sup>Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.  
<sup>‡</sup>General Purpose Computer Division, Hitachi, Ltd.  
<sup>\*</sup>Hitachi Computer Engineering Co., Ltd.

ンテストにおいてその動作をI/Oモデルで模擬するサブシステムをモデル化対象とよぶ。

(1)システム構成

システムを構成するサブシステム集合の定義。

(2)機能毎の入出力動作

モデル化対象の機能毎の動作の記述。その情報粒度はI/Oモデルに要求される動作模擬の程度に影響し、シミュレーションテストでのテスト項目に依存するが、I/Fエリアへの設定動作は必須である。必要なら、動作起動から他サブシステムの機能起動までの時間も記述。

(3)機能起動のトリガ

モデル化対象の各機能の起動条件の記述。外部レジスタの設定、あるいはI/Fエリア、内部メモリの値に関する条件である。

(4)送受信データ

サブシステム間で送受信されるデータの記述。フォーマット、値、および格納するI/Fエリアの領域。

3. マイコンソフト設計・テスト支援システムの概要

2で述べたようにマイコンシステムの動作をモデル化し、I/Oモデル作成に必要な仕様情報を体系付けることで、図2に示すマイコンソフト設計・テスト支援システムを設定した。

(1)C/W設計支援機能

支援システムへの入力データは、システム基本設計工程で作成した「基本設計仕様情報」である。これは、2.2のI/Oモデル作成に必要な仕様情報のうち、(1)、(3)のうち外部レジスタによるトリガ、(4)のフォーマットと値を含む。また、(2)のうちH/Wで実現する部分はH/W機能設計工程で定義したものを、VHDLなどの実行可能な記述形式で与える。C/W設計支援機能は、各機能におけるC/Wの動作を

規定するためのエディタであり、「基本設計仕様情報」に基づいて、処理を定義しなければならない機能やテーブルを定義しなければならない通知データをC/W設計者に示して、各機能の処理を表すPAD(Problem Analysis Diagram)や状態遷移表と、通知データ用テーブルのテーブル仕様書を対話的に入力させる。

(2)I/Oモデル仕様情報

(1)で獲得した各機能におけるC/Wの動作の記述を、モデル化対象のH/W動作およびC/W動作の起動トリガに対応付けて保持する。これは、2.2のI/Oモデル作成に必要な情報を全て含む。

(3)I/Oモデル作成支援機能

(2)のI/Oモデル仕様情報をI/Oモデル記述言語に変換する。但し、シミュレーションテストの効率的実行や異常状態の設定などのように、本来のシステムとは異なる動作を実現するI/Oモデルは、変換して得られたI/Oモデルを修正したり、新たに作成する必要がある。

4. まとめ

組込み型マイコンソフトの設計・シミュレーションテストに必要な仕様情報を、サブシステムの機能に着目して抽出した。これにより、I/Oモデル作成作業の標準化、機械的支援が可能となり、効率化が期待できる。現在、本稿で述べた仕様情報の体系化の妥当性を各種マイコンシステムに適用して評価している。

参考文献

- [1] R. L. Glass: "Real-Time: The 'Lost World' of Software Debugging and Testing", Commun. ACM, 23, 5, pp.264-271(1980).
- [2] G. Jiemin et.al.: "A Tool to Generate DEBUG Program of Arbitrary Type of Microprocessors", IEEE, Proc. of COMPSAC '89, pp.543-547(1989).
- [3] 井上他, "ハードウェア動作記述からのシミュレータ自動生成", 情処学研報, SE68-3(1989).

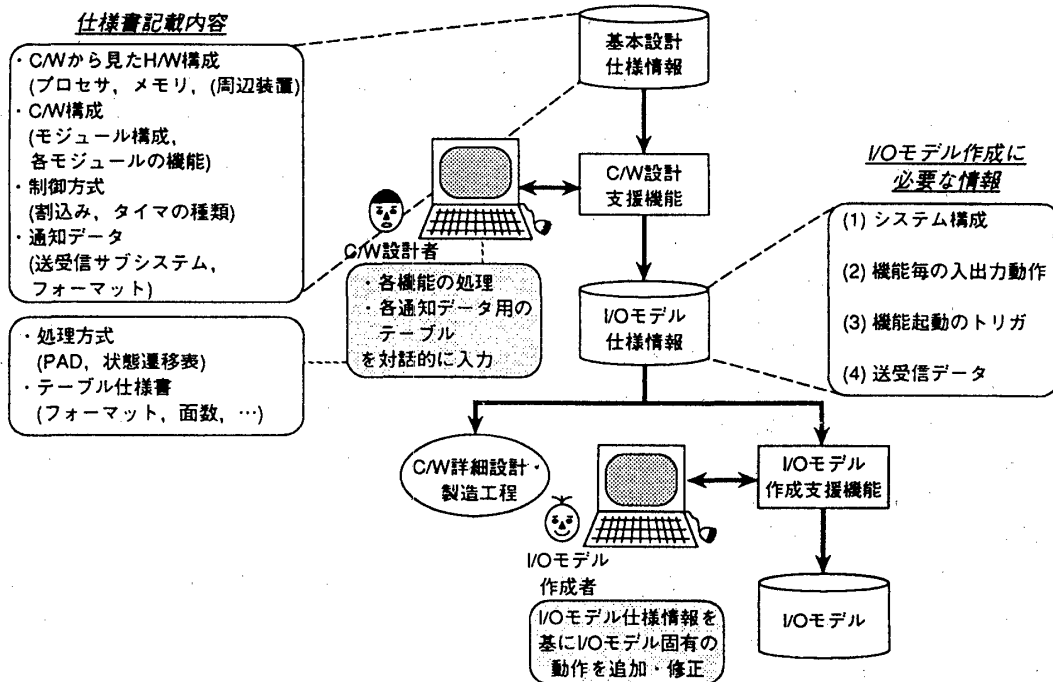


図2・仕様記述項目とマイコンソフト設計・テスト支援システムの構成