

システムシミュレータの開発

7R-7

土井 敬介 木龍 清治 西山 好雄

富士通株式会社

1. はじめに

近年、通信システムの保守・監視システムは、より高信頼でより効率の良い保守と運用を目指して、ソフトウェアを内蔵するCPU搭載機器を用いたネットワーク化と階層化が急速に進展している。その結果として全体が複数CPUで構成されるシステムが主流となっている。このようなマルチCPUシステムに搭載されたソフトウェアの試験は、現在実機を用いて実施しているのが一般的であるが、ハードウェアの完成時期にソフトウェアの開発期間が左右されるという問題があり、開発期間の短縮を図りつつ品質をさらに向上させるためには、実機に依存しない試験環境を構築することが重要な課題である。我々は、現在このようなマルチCPUシステム向けのソフトウェア試験環境としてシステムシミュレータを開発中である。

本稿では、はじめに機器組込み型ソフトウェア開発におけるシミュレータの必要性和従来のシミュレータの問題点について考察する。次に、解決策として我々が開発を進めているシステムシミュレータの実現方法について述べ、最後に現在までの成果と今後の課題について説明する。

2. シミュレータの必要性

機器組込み型ソフトウェア開発の実機試験において生じる問題点としては、以下のようなものがある。

- ① 実機試験時にハード完成待ちが生じた場合、ソフト単独で試験が行えない。
- ② 試験条件に合わせた実機・各種測定機器の準備・調整・組み替えに手間がかかり大変である。
- ③ ソフト実装直後は、ハードとソフトの動作不良が重なり合って、デバッグ作業にハードとソフト両方の専門知識が必要となり、デバッグできる人が限られる。

以上のような問題点に対してシミュレータは、①実機の開発状態に影響されない、②コマンドファイルを作成するだけで簡単に試験条件を設定できる、③安定したハード上での試験と同様の環境を設定できる、ということから非常に有効な解決手段である。

3. 従来のシミュレータの問題点

一般に、図-1に示すようなマルチCPUシステムにおけるソフトウェアの試験を行う場合、次に挙げるように試験を段階的に行う。

(1) 単体CPU機能の試験

ターゲットOS、アプリケーションタスクおよびI/Oドライバを結合したロードモジュールが仕様通りに動作するかの試験を単体CPUレベルで行う。

(2) 複数CPU結合システム機能の試験

CPU間インターフェイス、すなわちCPU間通信データとプロトコル処理の正当性の確認を中心に、複数CPU結合レベルでの動作試験を行う。

(3) 全システム機能の試験

システム稼働時と同一条件でのシステム安定化試験、重負荷試験、環境試験等を行う。

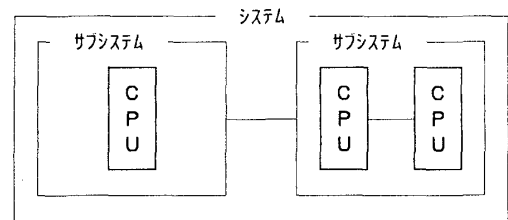


図-1 マルチCPUシステムの構成例

このうち、(3)についてはシステム稼働時の条件下で行われるため、シミュレータによる試験の対象外であるが、(1)と(2)はシミュレータによる試験対象となり得る。これらの試験を、従来からある単体CPUの演算処理だけを擬似するシミュレータによって実施させるためには以下の問題がある。

- ① 周辺デバイスとCPUの連携を擬似する機能が標準的に部品化され提供されていないため、マルチタスク動作のシミュレーションが行えない。
- ② ソフトシミュレーションは実機に比べてはるかに大きい計算機時間(数百倍)を消費するため、シミュレーション規模が大きくなると実用に耐えない。
- ③ 複数CPU結合システムを擬似する機構を持たないため、複数CPUで構成されるシステムにおいて、CPU間で交わされる通信データとプロトコルの正当性の確認が行えない。

我々は、以上の三つの問題点を同時に解決することを目

Development of a System Simulator

Keisuke DOI, Seiji KIRYU and Yoshio NISHIYAMA

FUJITSU LIMITED

的としてシステムシミュレータの開発を開始した。

4. システムシミュレータ実現の方法

我々は、システムシミュレータを開発するにあたって、上述した従来型シミュレータの問題点を以下のように解決することとした。

- ① OS動作に必要な周辺デバイスをモデル化しマルチタスク動作のシミュレーションを可能にする。
- ② ①の機能を有する単体CPU擬似機能（CPUシミュレータと呼ぶ）を複数の計算機に分散させ並行処理させることでシミュレーション時間の短縮を図る。計算機としては、従来のメインフレームに比べコストパフォーマンスに優れた高性能EWSを採用し、経済的なシミュレーションの実現を可能にする。
- ③ 分散したCPUシミュレータ間をLANで結び相互のデータ交換を可能にし、複数CPU結合システムを擬似する。また、複数CPU間の交信を監視する通信データモニタリング機能を持たせ、CPU間通信処理の正当性の確認を可能にする。

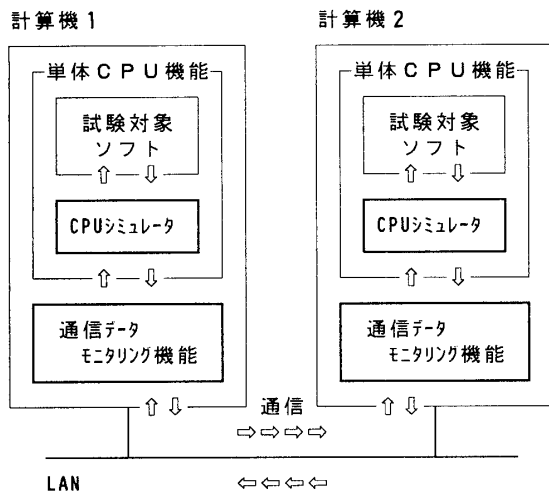


図-2 システムシミュレータのしくみ

5. 現在までの成果

我々はシステムシミュレータ開発の第一ステップとして、CPUシミュレータを開発し、通信ソフト開発に一部適用している。このCPUシミュレータは、大型計算機上で単体CPU機能のシミュレーションを行うものである。実プロジェクトに適用し、得られた結果を以下に挙げる。

- ① ソフトウェア実装直後に問題が発生しやすいアプリケーションとOSのインターフェイス部分の検証が実機無しでも行えるようになった。
- ② 対向装置からのイベント発生によりアプリケーションが起動、処理後対向装置に対してデータを出力するといった実機における一連の動作の確認が

CPUシミュレータを用いた試験でも十分可能なことが分かった。

- ③ 大型汎用計算機を用いてシミュレーションを行うと実機CPUの約300倍のCPU時間を要することが分かった。

6. 今後の課題

現在開発を進めているシステムシミュレータで、当面の問題点は解決できるが、さらに効率的に試験を支援するためには、まだ様々な課題を抱えている。以下にその主なものを挙げる。

- ① ソフトウェアの見え方（ビュー）の統一

開発工程全般にわたってソフトウェアの見え方に一貫性を持たせることは、開発時にソフトウェアの振舞いを理解したり把握するのに必要である。試験時においても、製造時とのソフトウェアの見え方の隔り（マシン語と高級言語とのギャップ）により故障位置の特定が困難になるといった問題があり、ビューの統一は重要な問題である。このため上流工程でのビューとして採用しているYPS言語によってデバッグ手段を提供することが課題となっている。

- ② 試験支援機能の高度化

現在進めている通信ソフト開発用統合環境との連携を深め、上流工程からの情報をもとに、シミュレーション環境条件の定義や試験項目自動生成、試験結果自動判定などの試験支援機能の高度化を図る必要がある。

7. おわりに

マルチCPUシステムに組み込まれるソフトウェア試験の一手法としてシステムシミュレータを取り上げ、その実現方法について説明した。システムシミュレータは、実機に搭載するソフトウェアそのものを全く変更することなく、実機に依存しない環境で試験できることに特徴がある。また、上流工程との統合化により高度な試験支援機能の提供が可能となる。我々は、本シミュレータの完成によって効率的で安定したソフトウェアの試験作業が可能となり、開発期間の短縮と高品質なシステム開発が実現されるものと考えている。

参考文献

- 1) 木龍清治, 深尾至, 西山好雄, 豊島康文: "組込みソフトウェア向けビジュアル試験システムの開発", 情報処理学会第37回全国大会講演論文集(II), 1988, pp. 740-741.
- 2) 深尾至, 西山好雄, 豊島康文, 藤本洋: "通信ソフトウェア開発用統合環境", 情報処理学会CASE環境シンポジウム論文集, 1989年3月, pp. 73-80.