

ハードウェアトレーサを用いた性能解析ツールの適用

7P-3

寺峯 和裕* 米田 潔* 中本 幸一* 小川 正吾** 岩永 雅洋**

*NEC マイコンソフトウェア開発研究所

**NECマイコンテクノロジー 共通ソフトウェア部

1. はじめに

筆者らは、ハードウェアトレーサを用いた性能解析ツールを開発した^{[1][2]}。本性能解析ツールは、問題箇所のソフトウェアの振舞いを時間軸上にあらわすことにより、性能問題の把握を非常に容易にしている。また、マルチタスク構成のアプリケーションプログラムに対応した、タスクレベルの解析が可能となっている。本稿では、本解析ツールを実際のマイコン組込みシステムに適用した解析事例について述べ、ソフトウェアの振舞いを時間軸上にあらわすことの有効性について考察する。

2. 解析事例

本性能解析ツールを用いて、実際のマルチプロセッサシステムを解析した事例を示す。

2.1 被解析システムの概要

被解析システムのシステム構成を図1に示す。システムは1つのメイン・モジュールと2つのスレーブ・モジュールの計3つのモジュールで構成されている。各モジュール間は OMNI-NET で接続されており、モジュール内の各ボード間は SCSI バスで接続されている。また、各ボードは OS に ITRON 仕様に準拠したマルチタスク・リアルタイム OS を使用している。

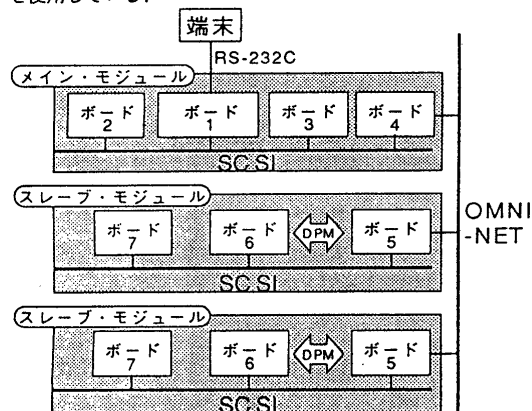


図1 被解析システムのシステム構成

このシステムの主要機能として、ユーザが端末から入力したコマンドを処理する機能がある。端末から入力されたコマンドは、「端末 → ボード1 → (SCSIバス) → ボード4 → (OMNI-NET) → ボード5 → ボード6」という経路で伝達される。そして、そのコマンドの応答が逆の経路でボード6から端末側に帰ってくる。

2.2 解析方針

解析前、2.1で説明したコマンド処理時に、ボード1(CPU: V50¹, 動作周波数: 10MHz)が SCSI バスへのデータ送信に失敗していることが確認されていた。その結果、ボード1が繰り返しデータ再送信を行なうことになり、それがシステム全体の性能を悪化させているのではないかと推測された。そこで、ボード1が SCSI バスへのデータ送信に失敗する原因を明らかにすることを本解析の目的とした。

上記の解析目的を達成するため、ボード1の SCSI バスへのデータ送受信処理のソフトウェアの振舞いに特に着目し、本性能解析ツールを用いて以下の手順で解析を行なうことにした。

- (1) タスクレベルのタイミングチャートを作成。
- (2) SCSI ドライバタスクのみに着目し、関数レベルのタイミングチャートを作成。
- (3) タスク/関数レベルのタイミングチャートより、データ送受信処理に失敗した箇所のソフトウェアの詳細な振舞いを確認。
- (4) 問題点の解明。

2.3 タイミングチャート

SCSI バスへのデータ送受信処理部のタイミングチャートを図2及び図3に示す。横軸は時間軸、縦軸は割り込み及びタスク/関数名である。

2.3.1 タスクレベルのタイミングチャート

タスクレベルのタイミングチャートを図2に示し、図2の①、②の処理内容を以下に示す。

- ① SCSI バスからのデータ受信割り込み
- ② SCSI バスへのデータ送信処理(送信失敗)

A Case Study of Performance Analyzing Tool with Hardware Tracer
Kazuhiro TERAMINE*, Kiyoshi YONEDA*,
Yukikazu NAKAMOTO*, Shougo OGAWA**,
Masahiro IWANAGA**
*NEC Corporation
**NEC Micro Computer Technology Ltd.

1. NEC製16ビットCPU

2.3.2 関数レベルのタイミングチャート

SCSI ドライバタスク(図2の“SCSI_DRIVER_TASK”)のみに着目し、そのタスクから呼ばれる関数のタイミングチャートを図3に示す。図3は図2と同じ時間軸上の振舞いであり、SCSI ドライバタスク以外のタスクが走行している部分は縦軸の一番下の“OTHER TASK”にひとまとめで示した。図3の①～⑦の処理内容を以下に示す。

- ① SCSI バスへのデータ送信処理(送信成功)
- ② データ送信完了割り込み
- ③ データ送信完了割り込みに対する処理
- ④ SCSI バスからのデータ受信割り込み
- ⑤ SCSI バスへのデータ送信処理(送信失敗)
- ⑥ データ受信割り込みに対する処理
- ⑦ SCSI バスへのデータ送信処理(送信成功)

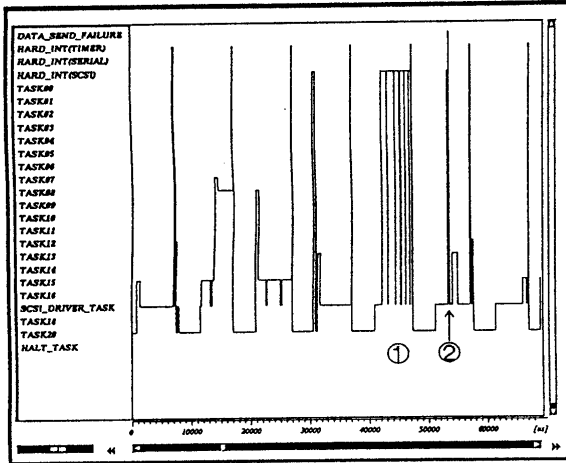


図2 タスクレベルのタイミングチャート

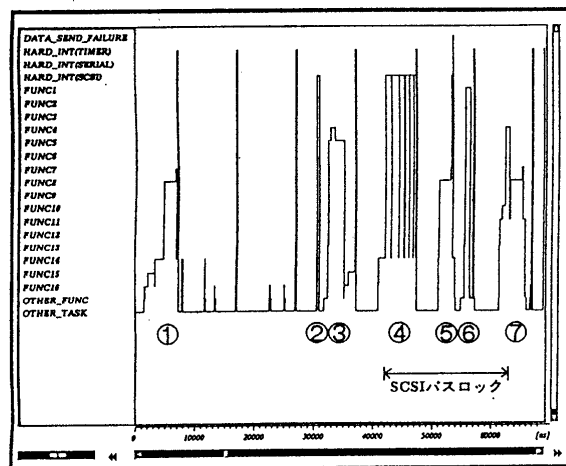


図3 関数レベルのタイミングチャート

2.4 考察

図3より、SCSI バスからのデータ受信割り込み (④の処理)の終了後に、SCSI バスへのデータ送信 (⑤の処理)が失敗していることがわかる。すなわち、SCSI バスが競合していないのに送信に失敗していることになる。

検討した結果、SCSI バスからのデータ受信割り込み処理終了後も、SCSI バスを開放する関数 FUNC9 が処理されるまでは、SCSI バスがソフトウェア的にロックされた状態で、SCSI バスへのデータ送受信ができないことが判明した。これは、ボード1の SCSI バスへのデータ送信の失敗の原因となるばかりか、SCSI バスに接続されているボード全ての SCSI バスへのデータ送受信処理を妨げることになる。その結果、各ボードで SCSI バスへのデータ送信失敗が同時に発生し、システム全体の性能が急激に悪化する。

この SCSI バスロック時間を短縮することがシステムの性能改善に大きく貢献すると予想されるので、その改善策を検討し、実際に改善を施した。その結果、SCSI バスロック時間が約43%改善された。

3. 性能解析ツールの有効性

現在、本性能解析ツールを用いて、各種リアルタイムシステムの性能解析を行なっている。これまでに行なった解析で明らかになったシステムの問題点を以下に示す。

- SCSIバスロックによるシステム全体の性能劣化。
- 周期処理の妨害によるクリティカル処理の実行遅延。
- 不適切なタスク分割によるタスク間通信の増加。
- 処理時間全体の40%ものCPU時間を消費しているタスクの発見。

リアルタイムシステムは、特定処理を定められた時間内で処理しなければならず、タイミング的な問題が原因で、時間的な性能要求を満たせなくなることがよくある。本性能解析ツールを用いると、ソフトウェアの振舞いを時間軸上にあらわすことによって、視覚的にシステムの動作を理解できるため、上記のようなタイミング的なシステムの問題点を容易に検出することが可能であり、性能問題の把握に非常に有効である。

本稿で示した解析事例のように、被解析システムの詳細な処理を知らない者でも、システムの性能に関わる問題を容易に発見でき、性能向上への手がかりを得ることができた。本性能解析ツールをシステム設計者が活用すると、さらに効率良く問題点を発見でき、より適切な性能改善が期待できる。

【参考文献】

- [1] 片山 他：ハードウェアトレーサを用いた性能解析ツールの概要，情処第45回全国大会，7P-1，1992。
- [2] 上野 他：性能解析ツールのユーザインタフェース，情処第45回全国大会，7p-2，1992。