

Title	リアルタイムシステムにおけるハードウェアスケジューリングに関する研究
Author(s)	大崎, 哲弥
Citation	
Issue Date	2004-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1803
Rights	
Description	Supervisor: 田中 清史, 情報科学研究科, 修士

リアルタイムシステムにおけるハードウェアスケジューラに関する研究

大崎 哲弥 (210010)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2004年2月13日

キーワード: リアルタイム, ハードウェアスケジューラ, 組込み.

1 はじめに

組込みシステムでは信頼性の高いリアルタイム性を保証しなければならない。そのため、どのタスクをいつ実行するかを管理するスケジューリング処理がデッドラインミスとなるタスク数に影響する。

本論文では、プロセッサと並列に動作する様々なスケジューリングアルゴリズムが実装可能な小規模スケジューリング専用プロセッサを提案する。これをプロセッサコアの外部に付与することにより、プロセッサの有効実行率を向上させ、さらに、的確なタイミングでプロセッサにタスクの切り替えを通知することにより、デッドラインミスとなるタスク数を最小限に抑えることを目的とする。

2 リアルタイムシステム

リアルタイム性とは、単に計算処理速度が速いことや応答時間が短いことをいうのではなく、定められた時間要件を満たして動作する性質をいう。

リアルタイムシステムにおいて、単一の処理のみを実行すべき場合は、計算機はその処理に専念することが可能なため、制限時間内に処理を完了させることは容易である。しかし、実行すべき処理が複数あり、処理を実行すべきタイミングがそれぞれ外部からあたえられる場合は、リアルタイムシステムはマルチタスクでなければならない。そのため、限られた処理能力の計算機で効率よくリアルタイム・マルチタスク処理をおこなうには、現在どのタスクを実行するかを決定するスケジューリングが重要となる。

3 ハードウェアスケジューラ

本論文では予測実行時間を用いて動的に優先度を変化させるスケジューラの一部を高機能割り込みコントローラとして実装する。高機能割り込みコントローラはプロセッサと並列に動作する。そのため、スケジューリングによるオーバヘッドが削減され、デッドラインミスとなるタスク数を削減する効果がある。

また、高機能割り込みコントローラは実行中のタスクのデッドラインを常に監視することとする。タスクがデッドラインミスとなったタイミングで、高機能割り込みコントローラはそのタスクが実行を継続する必要があるかを判断し、タスクの実行を継続させない場合は、プロセッサにタスクの終了及び切り替えを通知する。これにより、タスクのデッドラインミスを防ぐことが可能となる。

高機能割り込みコントローラは命令実行型である。これにより特定のスケジューリングアルゴリズムだけでなく、様々な種類のスケジューリングアルゴリズムを実装することが可能である。

また、本コントローラはスケジューリング専用プロセッサとして動作する。本コントローラは組込みシステムとして利用されることを前提としているため、できる限り小規模なハードウェア量に抑える必要がある。そのため、本コントローラではスケジューリング実行をおこなう最低限の命令のみを用意することとし、乗算命令、除算命令などの多大なハードウェア量となる命令は用意しない。

同様の理由により、スケジューリング実行可能な最小限のハードウェアとして、レジスタは16ビットとする。

本コントローラでは、16ビットメモリアドレス空間を使用することとし、メインプロセッサが使用するメモリアドレス空間の一部と共用する。メモリアクセスには専用データキャッシュ、及びインストラクションキャッシュを用いることによって、メインメモリにアクセスする機会を減少させ、メインプロセッサのタスク実行とのメモリアクセス衝突の機会を抑える。

4 評価結果

4.1 ハードウェア量

高機能割り込みコントローラをハードウェア記述言語を用いて設計をおこなった。ハードウェア量の評価は0.25 μm のASICライブラリを用いて、Synopsys社のDesign Compilerを使用した。

4.2 シミュレーション手法

ソフトリアルタイム，ハードリアルタイムタスクが混在するシステムにおいて，メインプロセッサがタスク処理をおこなう一方で，高機能割り込みコントローラが並列してスケジューリングをおこなうことを仮定し，代表的なスケジューリングアルゴリズムを使用しシミュレーションをおこなった．

4.3 シミュレーション結果

デッドラインミス率はハードウェアスケジューラを使用することによって，平均で12.26%デッドラインミスが減少した．ハードリアルタイムタスクを強制終了した場合，20.62%，ハードリアルタイムタスクを強制終了しない場合，3.9%デッドラインミスが減少した．

5 おわりに

ハードウェアスケジューラの提案をおこない，デッドラインオーバーとなるタスクの削減をおこなった．提案したハードウェア量について評価した．提案したハードウェアを用いたシミュレーションをおこない，様々なアルゴリズムで評価した．