

Semi-Fixed-Priority Scheduling

A Dissertation Presented
by
Hiroyuki Chishiro

Submitted to
the School of Science for Open and Environmental Systems
in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Doctor of Philosophy

at Keio University

March 2012

主 論 文 要 旨

報告番号	① 乙 第	号	氏 名	千代 浩之
主 論 文 題 目： Semi-Fixed-Priority Scheduling (準固定優先度スケジューリング)				
(内容の要旨) リアルタイムシステムでは、動的な環境におけるオーバロードの問題に直面している。そのようなオーバロードの環境でリアルタイムスケジューリングを行うために、時間制約を満たしつつ結果の精度を向上させるインプリサイス計算モデルが提案された。インプリサイス計算モデルでは、動的優先度スケジューリングアルゴリズムが主に提案されているが、最短周期タスクのジッタが高い欠点がある。残念ながら、最短周期のジッタが低い固定優先度スケジューリングアルゴリズムでは、付加部分のオーバランが原因で、インプリサイス計算モデルに適応できない。 まず、本論文では低ジッタと高スケジュール可能性を達成するために、準固定優先度スケジューリングの概念を提案する。準固定優先度スケジューリングは、インプリサイスタスクの各々の部分を固定優先度でスケジュールする。また、本論文では、Rate Monotonic (RM) を基調とした準固定優先度スケジューリングアルゴリズム Rate Monotonic with Wind-up Part (RMWP) を提案する。スケジューリング可能性解析では、RM アルゴリズムでスケジュール可能なタスクセットは、必ず RMWP アルゴリズムでもスケジュール可能であることを証明する。さらに、本論文では RMWP アルゴリズムをグローバル方式とパーティション方式向けに拡張する。 次に、本論文では準固定優先度スケジューリングアルゴリズム向けリアルタイムオペレーティングシステム RT-Est を開発する。RT-Est では、独自のキューイング方式であるハイブリッドスケジューラとデュアルスケジューラを実装する。ハイブリッドスケジューラは、準固定優先度スケジューリングアルゴリズムを低オーバヘッドで実現する。デュアルスケジューラは、ハイブリッドスケジューラをグローバル方式向けに拡張する。 準固定優先度スケジューリングの有効性をシミュレーションと実機の両方で評価する。そして、準固定優先度スケジューリングは、実用的なインプリサイス計算における理論と実装に関して貢献することを示す。				

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Science for Open and Environmental Systems	Student Identification Number 81046736	SURNAME, First name CHISHIRO, Hiroyuki
Title Semi-Fixed-Priority Scheduling		
Abstract <p>Real-time systems have been encountering overloaded conditions in dynamic environments. In order to perform real-time scheduling in such overloaded conditions, an imprecise computation model, which improves the quality of result with timing constraints, has been proposed. In the imprecise computation model, dynamic-priority scheduling algorithms cause high-jitter of the shortest period task. Unfortunately, no fixed-priority scheduling algorithm with low-jitter of the shortest period task can be adapted to the imprecise computation model due to the overrun of the non-critical part.</p> <p>This dissertation first proposes a concept of semi-fixed-priority scheduling to achieve both low-jitter and high-schedulability. Semi-fixed-priority scheduling schedules the part of each imprecise task by fixed-priority. This dissertation also proposes a novel semi-fixed-priority scheduling algorithm based on the Rate Monotonic (RM) algorithm, called <i>Rate Monotonic with Wind-up Part (RMWP)</i>. The schedulability analysis proves that a task set is schedulable by the RMWP algorithm if the task set is schedulable by the RM algorithm. In addition, this dissertation extends the RMWP algorithm for global and partitioned scheduling algorithms on multiprocessors.</p> <p>This dissertation next presents a real-time operating system for semi-fixed-priority scheduling algorithms, called <i>RT-Est</i>. The RT-Est real-time operating system implements two queueing policies for semi-fixed-priority scheduling algorithms, called <i>hybrid scheduler</i> and <i>dual scheduler</i>. The hybrid scheduler is implemented to achieve semi-fixed-priority scheduling algorithms with low overhead. The dual scheduler is an extension of the hybrid scheduler for global scheduling.</p> <p>The effectiveness of semi-fixed-priority scheduling is confirmed through both simulation studies and experimental evaluations. This dissertation concludes that semi-fixed-priority scheduling contributes both theory and practice to practical imprecise computation.</p>		