

平成 21 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

高田 研究室	氏 名	三 輪 遼 平
卒業研究題目	固定優先度スケジューリング方式の組込みシステムにおける効率的なスラック時間の導出	
<p>組込みリアルタイムシステムにおいて、性能や計算精度を保証しつつ消費エネルギーを削減することは非常に重要な課題となっている。組込みリアルタイムシステムにおける消費エネルギー削減技術の1つとして、動的電圧・周波数制御（DVFS）が注目されている。DVFSは、システムへの供給電圧および動作周波数を適切に制御する技術である。動作周波数を、各タスクがデッドラインまでに持つ余裕時間（スラック時間）を利用して下げることによって、リアルタイム性を保証した消費エネルギーの削減が可能となる。DVFSの効果は、このスラック時間の導出手法に依存する。</p> <p>スラック時間導出手法は、システムの実行前に導出する手法とシステム実行時に導出する手法の2つに分類される。本研究では、システムの実行時にスラック時間を導出する手法に着目する。システムの実行時に導出することで、タスクの実行時の情報を用いることができ、実行前に導出する手法よりも正確にスラック時間を導出することが可能となる。しかし、実行時にスラック時間を導出する場合、導出にかかる計算オーバーヘッドがシステムの実行時間に含まれるという欠点がある。スラック時間を正確に見積もることは、計算オーバーヘッドが大きくなるため、実用的ではない。そこで、計算オーバーヘッドを実用的な範囲に抑えつつ、可能な限り正確にスラック時間を導出することが重要になる。</p> <p>本研究では、固定優先度スケジューリング方式を対象とした、効率的なスラック時間導出手法を提案する。既存手法には、解析区間を定めて区間内のタスクスケジューリングを解析することによってスラック時間を導出する手法がある。しかし、既存手法には解析方法を単純化することによって、スラック時間が悲観的に見積もられるという問題がある。提案手法においても同様に、解析区間を定めて区間内のタスクスケジューリングを解析することによってスラック時間を導出する。しかし、提案手法では、スラック時間導出にかかる計算オーバーヘッドを抑えつつ解析の精度を上げることで、既存手法より正確なスラック時間を導出する。区間内における対象タスクより高い優先度のタスクのインスタンス（起動された個々のタスク）を、区間より前にリリースされたインスタンス、区間内で最後にリリースされるインスタンス、それ以外のインスタンスの3つに分けることで、既存手法より正確な解析を行う。区間内で最後にリリースされるインスタンスでは、対象タスクのデッドラインを超える可能性がある。そこで、既存手法では正確に計算できなかった区間内で最後にリリースされるインスタンスを、提案手法では計算量を $O(n)$ に抑えつつ、可能な限り正確に計算することで、より正確なスラック時間を導出する。対象タスクより低い優先度のタスクのデッドライン制約は、対象タスク以下の優先度の各タスクで、高位タスクのみを考慮した暫定的なスラック時間を導出し、その最小値を対象タスクのスラック時間とすることによって保証する。</p> <p>提案手法を、導出にかかる計算オーバーヘッドと、導出されるスラック時間によって評価した。まず、計算オーバーヘッドをスラック時間の導出にかかる計算量によって評価した。評価によって、提案手法は既存手法と変わらない $O(n)$ でスラック時間を導出できることが分かった。次に、導出されるスラック時間を、シミュレータを利用して、提案手法を DVFS に適用した際の消費エネルギーで評価した。提案手法は、既存手法と比べて最大で約 30 %消費エネルギーを削減できるという結果が得られた。さらに、DVFS を行わない場合と比べて最大で 85 %消費エネルギーを削減できるという結果が得られた。以上の評価より、提案手法が組込みシステムにおける効率的なスラック時間導出手法であることを示した。</p>		