

平成 20 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

高田 研究室	氏 名	立 松 知 紘
卒業研究題目	組込みシステムのタスク内動的電圧・周波数制御のための実行トレースマイニング	
<p>近年、組込みシステムにおいて性能向上や大規模・複雑化に伴う消費エネルギーの増加が大きな課題となっている。組込みシステムの消費エネルギー削減を狙う技術のひとつとして、動的電圧・周波数制御 (DVFS: Dynamic Voltage and Frequency Scaling) が注目されている。DVFS とは、プログラム実行中にプロセッサの動作電圧や周波数を制御し、プロセッサの消費エネルギーを削減する技術である。組込みシステムでは、プロセッサにおける消費エネルギーの割合が大きく、DVFS は組込みシステムにおいて大きな効果が期待できる。</p> <p>本研究では、組込みシステムにおけるタスク内 DVFS のための実行トレースマイニングを提案する。実行トレースマイニングとは、大量の実行トレースログ群から有益な情報を抽出する処理である。DVFS の効果を上げる情報として、分岐命令での振舞い (成立 / 不成立) と分岐後の残り実行サイクル数に注目する。これは分岐命令における振舞いが今後の処理内容を決定し、振舞いごとで残り最悪実行サイクル数が変動するためである。本研究における実行トレースマイニングでは、実行トレースログから分岐命令での情報を抽出して分岐履歴を作成し、分岐履歴をマージしマイニングテーブルを作成する。マイニングテーブルには、実行された一連の命令の情報が保持されているため、分岐の共起関係を把握でき、DVFS の効果の向上が期待できる。これに対し、既存手法では、対象プログラムの制御フローグラフから得られる残り実行サイクル数や分岐確率のみに注目しており、分岐の共起関係を把握できない。さらに実行トレースマイニングの利点は、入力データが一般に限られる組込みシステムを対象とした場合、実行トレースログから対象プログラムの性質をより捉えられることである。他に、プログラム開発時にテストデータが与えられれば、実行トレースログの取得が容易であることが挙げられる。</p> <p>マイニングテーブルを用いた DVFS 手法として、タスク実行時の情報を用いて周波数を決定する動的な DVFS 手法と、設定する周波数の値をプログラム実行前に決定する静的な DVFS 手法を提案する。動的な DVFS 手法とは、プログラム実行時にマイニングテーブルとデッドラインまでの残り時間を参照しながら周波数を切替える手法であり、静的な DVFS 手法とは、切替える周波数の値をプログラム実行前に決定した上でプログラムを実行する手法である。さらに本研究では、ソフトウェアとハードウェア両者による時間オーバーヘッドを詳細に定式化する。</p> <p>ベンチマークプログラム 4 つに対し、以下の 3 つの実験を行った。まず、DVFS を行わなかった場合と、本論文で提案した動的および静的な DVFS 手法を適用した場合での消費エネルギーを比較した。両手法共に、DVFS を行わなかった場合と比較して最大で 34.0 % の消費エネルギー削減できるという結果が得られた。次に、動的および静的な DVFS 手法を適用した場合の消費エネルギーを比較した結果、平均的に動的な DVFS 手法が静的な DVFS 手法に比べて消費エネルギーを削減できることがわかった。最後に、既存の DVFS 手法を適用した場合と、動的な DVFS 手法を適用した場合での消費エネルギーを比較した。動的な DVFS 手法を適用した場合は、既存手法に比べ、消費エネルギーを平均 13.8 % 削減できた。これは、既存手法では抽出できなかった分岐の共起関係の情報を抽出できたためと考えられる。以上の結果から、組込みシステムにおいて、タスク内 DVFS によって消費エネルギーを削減するための、実行トレースマイニングによる情報抽出手法の有効性が示された。</p>		