

平成 22 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

高田 研究室	氏 名	松 村 潤
卒業研究題目	消費エネルギー削減のためのキャッシュウェイ数切替ポイントの抽出	
<p>組込みシステムでは、バッテリー寿命の長期化や環境保全などの観点から消費エネルギーを削減する意義は大きい。組込みシステムにおいては、性能向上を目的としてキャッシュが用いられる。しかし、キャッシュは、プロセッサにおけるエネルギー消費の主要因となっており、キャッシュアクセスにかかる消費エネルギーを最小化することが重要となる。そこで、本研究では、ウェイ数可変キャッシュに着目する。ウェイ数可変キャッシュとは、有効とするウェイ数をプログラム実行中に変更できるキャッシュである。ウェイ数が多い場合には、キャッシュアクセス当たりの消費エネルギーは増大するが、キャッシュミスに起因して発生する主記憶アクセスの機会を抑制できる。一方、ウェイ数を少なくすると、アクセス当たりの消費エネルギーは抑えられるが、キャッシュミス回数が多くなり、消費エネルギーが増大する恐れがある。ゆえに、以上の関係を考慮して有効とするウェイ数を適切に切り替えることで、キャッシュにおける消費エネルギーの削減効果が期待できる。</p> <p>本研究では、命令キャッシュにウェイ数可変キャッシュの機能を活かすことにより、組込みシステムにおける消費エネルギー削減を目指す。ウェイ数可変キャッシュの有効性を向上させるには、プログラムの振る舞いに応じた適切なウェイ数に切り替える箇所（以下、切替ポイント）を定めることが重要である。そこで、本研究では、プログラムの実行トレースの解析により、消費エネルギー削減に寄与する切替ポイントを抽出する手法を提案する。</p> <p>提案手法では、まず、実行トレースをある区間ごとに走査して解析していく。これにより、区間内における命令キャッシュのアクセス番地履歴を取得する。本解析では、対象とする一定の長さの区間の開始地点を、実行トレースの先頭から末尾まで移動させることにより、プログラム全体のアクセス番地履歴を取得する。アクセス番地履歴から、各区間で必要とする最小のウェイ数が計算できる。最小のウェイ数が変動する箇所は、キャッシュのウェイ数を制御するのに適していると考えられる。ゆえに、この箇所を、有効な切替ポイントの候補として列挙する。</p> <p>切替ポイントの候補には、実際にウェイ数を変更しても消費エネルギー削減に寄与しないものも含まれる。そこで、次に、列挙された切替ポイント候補の中から、消費エネルギー削減効果のある切替ポイントを抽出する。抽出手段としては、まず、着目する切替ポイントの候補において、ウェイ数を切り替える場合と切り替えない場合の双方で消費エネルギーを見積もる。見積もり区間は、プログラムの先頭から、すでに決定された切替ポイントと着目している切替ポイントの候補を通過した次の候補までとする。ここでは、ウェイ数を切り替える際の消費エネルギーのオーバーヘッドも計上する。そして、双方の消費エネルギーを比較し、前者のほうが小さい場合は、着目する候補を切替ポイントとして決定する。この処理を、列挙された切替ポイントの候補の先頭から順に行い、消費エネルギー削減効果のある切替ポイントを抽出する。</p> <p>提案手法の有効性を、ウェイ数可変キャッシュをもつプロセッサにおいて評価した。抽出された切替ポイントにおいてウェイ数を適切に切り替えてベンチマークプログラムを実行した際の、命令キャッシュにおける消費エネルギーを評価した。比較対象には、プログラム実行前にのみ、有効とするウェイ数を決定する場合を用いた。評価実験の結果、最大で 16.2 % の消費エネルギーの削減を達成した。さらに、提案手法において、消費エネルギーの削減効果を向上させるためには、実行トレースの解析区間の長さを適切に設定することが重要であることがわかった。以上の結果から、提案手法の有効性が確認できた。</p>		