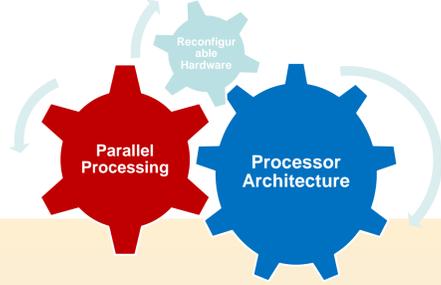


高性能計算機システムに関する研究

工学部情報工学科 中條研究室



研究概要

中條研究室では、計算機システムの高速化に関して、コンピュータの頭脳にあたるプロセッサの内部から、そのプロセッサを用いたコンピュータシステムや、携帯電話などの高性能化、さらにはこれらを複数用いた並列計算機システムに至るまで、世の中のコンピュータをいかに高速に動作させ、科学技術上における問題解決に寄与したり、より豊かな生活環境の実現に向けて研究を行っています。ここでは、その研究内容、現在の取り組みや今後の展開などについて紹介します。

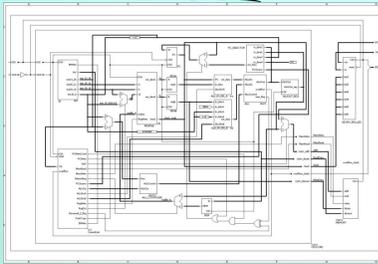
プロセッサの回路規模削減に関する研究

「グリーンIT」に象徴されるように、情報機器が環境に与える負荷への関心が年々高まっています。中でも、情報機器の消費電力は増加の一途をたどっており、環境への負荷が高い要素として注目を集めています。低炭素社会の実現に向けて情報機器の消費電力抑制は急務の課題であり、現在、さまざまなレイヤにおいて革新的な省電力化技術の開発が求められています。

消費電力を抑える場合、リーク電力をいかに減らすかが鍵です。リーク電力はトランジスタが通電している限り消費される電力です。現在のLSIのデザインでは、消費電力の約半分がリークによるものです。根本的な解決のためには、通電するトランジスタの数自体を減らす必要があります。

本研究では、マイクロ・アーキテクチャ・レベルから構成を見直すことで、プロセッサの回路規模そのものを減らす研究を行っています。少ないトランジスタ数で現在と同等の性能を持つプロセッサの実現を目指しています。これまでに、主要なモジュールの1つであるマップ表に関して、その回路面積を半分にまで削減しても問題ないことを明らかにしました。他にも、レジスタ・ファイルの面積を削減する手法、あるいは、面積効率に優れたマルチスレッド・プロセッサについて、現在研究を進めています。

プロセッサの内部ブロック図



ブレードサーバにおいて、シミュレータにより提案アーキテクチャの性能評価



クラスタコンピューティング用高速ネットワークインタフェース - DIMMnet

現在、低コストなPCを高速なネットワークで接続したクラスタシステムが実用化されています。高性能なPCクラスタ用にInfiniBand等の高バンド幅、低レイテンシの高機能ネットワークインタフェースカード(NIC)が各種開発されています。これらのNICはいずれも入出力バスであるPCIバスに接続されます。しかし、PCIバス等の入出力バスは、バンド幅および遅延とも力不足です。このような背景から、メモリスロットに搭載するタイプのNICであるDIMMnetが開発されました。

さらにDIMMnetに高性能計算において頻出する不連続なアクセスを効率よく実行するためのメモリアクセス機構を組み込み、スーパーコンピュータのメモリスistemとしての可能性を探ります。



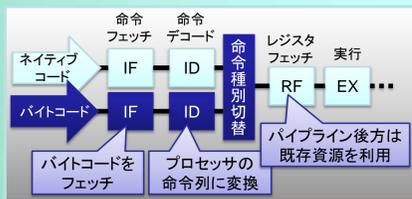
DIMMnet-3 ネットワークインタフェース

AndroidプラットフォームにおけるDalvikバイトコードアクセラレータ

携帯電話向けプラットフォームAndroidでは、アプリケーションはすべてJavaで記述されています。そして、Dalvikバイトコードと呼ばれる独自のバイトコードに変換し、それを仮想機械であるDalvik VMによって実行します。これにより、プラットフォームの差異を超えてアプリケーションを実行することができますが、動作速度や電力効率に制約があります。

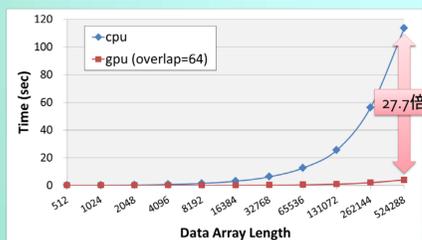
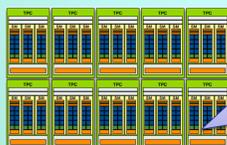
本研究では、プロセッサに、VMを介さずにバイトコードを直接実行するアクセラレータを組み込みます。既存のプロセッサパイプラインのうち、フェッチ、デコードに相当するステージに並行して、Dalvikバイトコードを解釈するフェッチ、デコードステージを追加します。このようにすることで、プロセッサの回路面積の上昇を抑えつつ、バイトコードの処理速度向上を目指しています。

今後の携帯端末としてのAndroid携帯機器



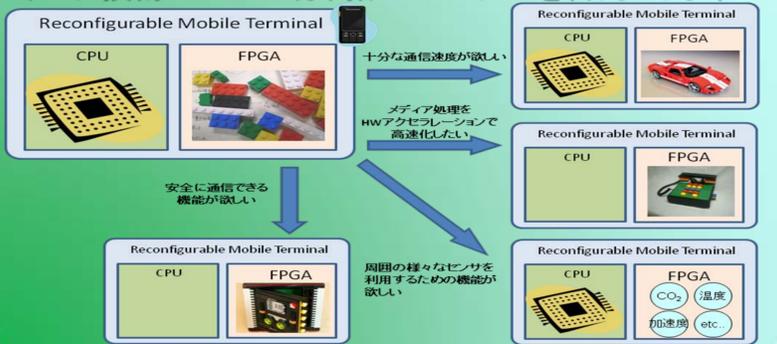
Hilbert-Huang変換の並列化およびGPUによる高速化

GPU(Graphics Processing Unit)を用いた高性能計算というテーマで、信号解析アルゴリズムである「Hilbert-Huang変換(HHT)」の並列化および高速化を研究しています。HHTによる解析は数時間を要し、あまり実用的ではありません。本研究では、近年汎用計算のアクセラレータとして注目を集めているGPUを用いることで、実用的なHHTの実現を目指しています。これまでに、HHTのボトルネックとなっている部分の処理をGPUへ移植しました。その結果、CPUで実行した場合と比べて、27.7倍もの高速化を達成し、先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS 2010 における GPU Challenge 2010 の自由課題部門において、満倉研究室と共同で、第二位入賞を獲得しました。



次世代リコンフィギュラブル携帯端末の研究開発

今後日本の生産技術力の優位性を世界に示していくものとして、組み込み技術と低消費電力技術に期待が寄せられています。本研究では、書き換え可能LSIであるFPGAを組み込んだAndroid携帯機器を開発し、将来の携帯機器における研究開発基盤を整備するとともに、低炭素時代に向けてのアプリケーションを含めた、さまざまなソフトウェアの高速実行のためのハード/ソフトウェア技術について切り拓いていくことを目的とします。



OCTAVE (Objective Computing Technology with Accelerating Virtual Engine) システムの実現

ユーザの目的に即して、さまざまな形態をとることのできる拡張性のある、高性能計算機システムの実現を目指しています。負荷の高い処理をFPGA内においてハードウェア化し、マルチコアプロセッサと協調して高性能計算を行います。また、大規模回路を実装するための新たな回路分割手法について研究を進め、小さなスパコンを机の上に載せます。

OCTAVEシステム (FPGA+Core2Duoプロセッサ)

