

平成 26 年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

石井 研究室	氏 名	榊 井 晃 基
卒業研究題目	Intel Xeon Phi Coprocessor を使用した行列の並列 LU 分解法に関する研究	
<p>近年、コンピュータの性能はますます向上している。しかし、CPU の動作周波数の増加は限界に近づいてきており、単一のプロセッサでのこれ以上の速度向上はあまり見込むことができない。この問題を解決するために、演算器・レジスタ・キャッシュからなる CPU コアを一つのチップに複数個載せたマルチコアのプロセッサが考案されている。また、描写処理の大きな負荷を CPU から機能を独立させ、性能向上を目的としたグラフィックス処理専用の GPU を、計算に使用することも行われている。これらは 1 つのチップに多数のコアを持つのでメニーコアと呼ばれる。また、2013 年初頭に並列処理を目的とした Intel Xeon Phi が発表された。Intel Xeon Phi は、プロセッサ (Xeon) とコプロセッサ (Xeon Phi) を利用して計算速度の向上を図っているものであり、そのピーク性能は約 1TFLOPS を達成している。具体的には、Xeon Phi はコアごとに複数のスレッドを扱うことができる 50 個以上のコアを持ち、512 ビット SIMD 命令を実行できる x86 ベースの SMP オンチップにより、計算の高速化を図っている。</p> <p>本研究では、多くの科学技術計算において必要となる連立一次方程式の並列計算による求解法についてその性能を検討する。その連立一次方程式を直接法で解く際に、重要となる LU 分解に着目し、Intel Xeon Phi を用いて LU 分解を並列計算する。LU 分解には様々なアルゴリズムがあり、並列計算の方法に多くのパターンが存在する。そこで、Intel Xeon Phi を用いた LU 分解処理の並列化を様々な角度から考察し、計算機実験により最適な並列化を目指すことを目的とする。</p> <p>本研究では LU 分解の手法として、外積形式ガウス法、内積形式ガウス法、クラウト法の 3 つについて実験を行った。これらは LU 分解する際のデータの参照方法、また更新方法が異なる。また、並列計算に特化した方法としてブロック形式ガウス法がある。これは、行列を小行列のブロックに分解し、ブロックごとに LU 分解と前進代入、もしくは行列積の差を使うことによって LU 分解を行う方法である。これにより、小さなサイズの LU 分解と行列積で全体の LU 分解を行うことができる。このときの計算において、行列積は各要素の計算が独立に行うことができるので、その部分を並列化することができる。</p> <p>実験では、これらの方法で LU 分解を行い、Intel と Fujitsu の C コンパイラについてスレッド数など変えてその速度性能 (GFLOPS) の評価を行った。また、各コンパイラで利用可能な自動並列機能や共有メモリ方式で並列計算を行う OpenMP を利用して実験を行った。Xeon Phi を動作させる方法として、native モードと offload モードがある。native モードとは、コプロセッサ用にプログラムをコンパイルし、その上でプログラムを実行するものである。offload モードとは、CPU と接続されたコプロセッサが一つのノードになり、プロセッサ用にプログラムをコンパイルし、実行時にデータをコプロセッサとやりとりする方法である。このモードでは、仮想的にデータ領域を共有している。本実験では、名古屋大学のスーパーコンピュータで利用可能な offload モードを使用して並列計算を行った。</p> <p>実験の結果として、CPU 上で計算させた場合、逐次の方法よりもブロック化して LU 分解を行った結果のほうが短い時間で LU 分解を行うことができた。また、Intel Xeon Phi にオフロードし計算させることによってさらなる性能向上を達成することができた。ただ、キャッシュミスなど、性能の改善の余地があると考えられる。</p>		