

1. はじめに

現在、情報処理機器は並列化の流れが急速に進展しており、今後は並列コンピュータに最適化されたソフトウェアが望まれる。しかし、並列プログラミングの世界はまだ発展段階であり、特に Cell プロセッサのような特異な CPU 向けのプログラミング技術情報はあまり研究されていないのが実情である。

そこで、本研究では Cell プロセッサを用いて数値計算を効率化するプログラムを製作し、その製作過程や実行結果の考察を行う。なお、開発環境は、Cell プロセッサを搭載するPLAYSTATION 3に Linux をインストールして使用する。

2. 効率化技法と実際のプログラム

Cell プロセッサを用いて数値計算を効率化する主な手法として、複数 SPE を用いた並列化、SIMD 演算による並列化がある。複数 SPE を用いた並列化とは、複数の処理がある場合に、通常は一つの PPE で逐次処理するのに対して(図 1)、Cell プロセッサに実装されている複数の SPE で並列処理する手法である(図 2)。SIMD 演算による並列化とは、複数の演算があった場合に、通常はそれぞれをスカラ演算で処理するのに対して(図 3)、PPE、SPE にそれぞれ実装されている VMX 命令、SPU SIMD 命令を用いて SIMD 演算を行って並列処理する手法である(図 4)。なお、PLAYSTATION 3 の性能を十分に引き出した場合、1 台でスーパーコンピュータ並の処理能力を実現できると言われている。

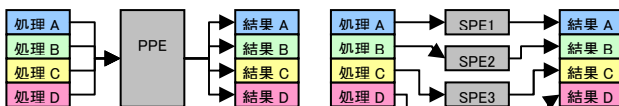


図 1. 逐次処理

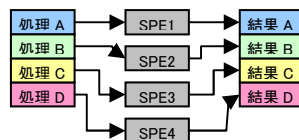


図 2. 並列処理

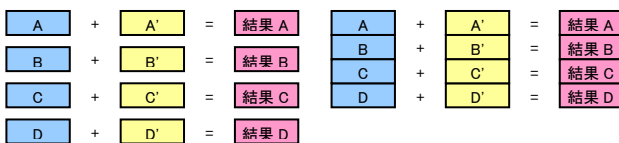


図 3. スカラ演算

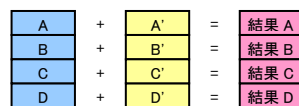


図 4. SIMD 演算

評価を行うための問題として、行列加算と行列乗算を用いる。基本的には行列数は任意に指定できるようにする。行列乗算では 32 行列を超えるとエラーが発生してしまう。このため、処理の繰り返し

回数を指定できるようにした。実際の性能評価で使用した行列数と繰り返し回数は、行列加算では 4~2048 行列を 1 回だけ処理し、行列乗算では 4~32 行列をそれぞれ 1000 回繰り返している。

3. 評価結果

数値計算によるスカラ演算と SIMD 演算の処理時間を以下で比較する。行列加算を PPE 単体で処理した場合に約 3 倍(図 5)、行列乗算を PPE 単体で処理した場合に約 1.4 倍(図 6)の処理能力を得ることがわかった。行列加算については良好な結果を得ることができたが、行列乗算についてはまだ改善の余地があると思われる。なお、複数 SPE を使用した並列化については動作をさせることはできたが、高速化は実現できなかった。

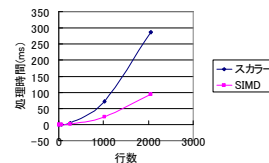


図 5. 行列加算

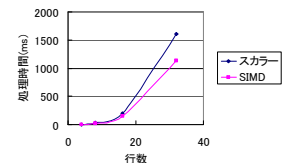


図 6. 行列乗算

4. おわりに

並列プログラムの製作過程では、正しい計算結果を出力するようになっても高速化するどころか遅くなってしまう場合があった。今回の研究では、SIMD 演算による並列化でしか高速化することが出来ず、主な効率化手法の一つである複数 SPE を用いた並列化では高速化することはできなかった。

Cell プロセッサには他にも高速化手法があるので、本来の処理能力の一部しか活用出来なかった。行列加算を PPE 単体でスカラ演算で処理することについては良好な結果を得られたが、他のものは、計算可能な行列数が少ないとか高速化を実現できていないとか、様々な問題が明確になった。

文献

- [1] 塩田伸二ほか:PLAYSTATION 3 Linux 完全攻略ガイド. 2007.
- [2] 安田 絹子ほか:マルチコア CPU のための並列プログラミング. 2006.
- [3] Cell BE 情報サイト:<http://cell.fixstars.com/>
- [4] 小笠原 嘉泰, 島川 陽一:Cell/B.E.における地理情報システムの高速度の検討, サレジオ工業高等専門学校研究紀要(第 33 号), 2007.