

2004 年 6 月 22 日

長谷川秀彦

情報処理演習 II まとめ課題

(D) 並列プログラミングの課題として、(1) - (6) のいずれかを 7 月 31 日までに完成させ、関連するリスト、結果などを A4 判縦サイズのレポートにまとめて提出しなさい。実験レポートの観点から、目的、経過、結果、考察などは必ず含め、図表を活用すること。ソースプログラムにはコメント・インデントをつけ、データやプログラムのファイル名もきちんとまとめておくこと。質問・ヒントは hasegawa@slis.tsukuba.ac.jp まで。

- (1) 計算時間が多くかかるアプリケーションを探し出し、そのプログラムの実行時間を短縮するような並列プログラムを作成しなさい。なお、`clover` では思うような性能がでなくともよい。行列計算、ソート、グラフ、最適化などに大規模問題がある。
- (2) 行列積プログラムを、 $N=1000$ のとき CPU 4 台で 1GFLOPS を目標に高速化しなさい。
- (3) 行列積プログラム `MatMul1.c` と `MatMul2.c` を、プロセス数と n を変えてメッセージの到着順序が変わっても正しく動作するように書き換えなさい。また、データ分散方法などを工夫し、より高性能なプログラムに改良し、最後にプログラムの読みやすさ(書き易さ?) が性能にどのような影響を与えるかを考察しなさい。
- (4) メッセージパッシングに必要な時間を測定・評価しなさい。
 - ・ 小さいメッセージを何回も送るより、大きなメッセージを 1 回送るほうが高速?
 - ・ `MPI_Send`-`MPI_Recv` で実現した放送や集約とシステム提供のプログラムでは?
 - ・ 通信時間は「通信の起動時間」+「データ量に比例した時間」になっている?
- (5) Netlib にある ATLAS (Automatically Tuned Linear Algebra Software) または HPL (A Portable Implementation of the High-Performance Linpack Benchmark for Distributed-Memory Computers) を用いて `clover` の性能を測定しなさい。
- (6) Xgrid 上で動作する並列計算プログラムを作成し、Xgrid の使い方とともにマニュアルを作りなさい。C と MPI は使える。

補記

プログラムはプロセス数に関係なく正しい結果が得られることが重要だが、時としてそれが無理なこともある。なぜうまくいかないのかをよく考え、論理的にものごとを説明する習慣をつけよう。エラーチェックなどは致命的でなければ、今回の演習レポートでは多少省いてもよい。

並列プログラムではデッドロックや、データの待ち続けなどが起こりやすいので、じゅうぶんな注意がいる。しかも並列化の結果は（コンパイラにバグがない限り）すべてプログラマの責任である。

並列処理とか高性能計算のことを HPC (High Performance Computing), あるいは通信まで含めて HPCC (High Performance Computing and Communication) という。この分野の情報は PHASE (Parallel and High-performance Application Software Exchange, <http://phase.hpcc.jp/>), Netlib (<http://www.netlib.org/>) などの Web ページを見るのが定石である。ここには、MPI や OpenMP などの仕様書の日本語訳、基本行列演算の自動チューニングライブラリ ATLAS (Automatic Tuning for Linear Algebra Software) などもある。蛇足を言えば、これこそが Network Library であり、Digital Library である。

Enjoy Parallel Computing!

参考文献

- 1) 湯浅太一、安村道晃、中田登志之編. はじめての並列処理, 共立出版, 1998, 244p. bit 別冊
- 2) William Gropp, Ewing Lusk, and Anthony Skjellum. Using MPI, Second Edition, The MIT Press, 1999
- 3) Peter S. Pacheco. Parallel Programming with MPI, Morgan Kaufmann Publishers, 1997(実は日本語訳がでている)
- 4) Marc Snir, Steve Otto, Steven Huss-Lederman, David Walker, and Jack Dongarra. MPI: The Complete Reference, The MIT Press, 1996