

課題1

ある一連の処理の並列化を考える。ここでは、簡単のため、処理の全ては浮動小数点演算であるとモデル化し、処理量は FLOP で示され、プロセッサの性能も FLOPS で与えられるものとする。

処理全体は並列化不可能な逐次実行部分 M_{seq} [FLOP]と、最大 1000 の並列度で並列化可能な部分 M_{par} [FLOP]から成る。プロセッサの性能は以下の通りである。

実効処理性能： P_1 [FLOPS]

メッセージ手脳バンド幅： B [Byte/sec] (単方向当たり)

メッセージ手脳レイテンシ： L [sec] (ネットワーク距離によらない)

なお、各プロセッサはメッセージの送受信を同時にできるものとする。

以上の仮定において、以下の設問に答えよ。なお、全ての設問に対し、導出過程に解説をつけること。

- (1) プロセッサ 1 台でこの問題を処理した場合にかかる処理時間 T_1 を求めよ。
- (2) p 台のプロセッサを用いてこの問題を並列処理した場合の並列処理時間 $T(p)$ 、速度向上率 $S(p)$ 及び並列処理効率 $E(p)$ を p の関数として求め、 $S(p)$ の上限を求めよ。ただし、並列処理においてプロセッサ間通信等のオーバーヘッドは無視できるものとする。
- (3) この問題を実際に並列処理する際、全部で D [Byte]の全対全のデータ交換が必要であるとする(すなわち、 p 台のプロセッサで並列処理する場合、各プロセッサは D/p [Byte]のデータを他プロセッサに放送しなければならない)。全対全データ交換をできる限り最適化するとして、 p 台のプロセッサを完全クロスバ結合した場合と、バンド幅 B [Byte/sec]の単一バスで結合した場合について、データ転送全体に要する時間をそれぞれ求めよ。
- (4) 上記モデルにおいて、 $M_{seq}=10$ [MFLOP]、 $M_{par}=500$ [MFLOP]、 $P_1=100$ [MFLOPS]、 $B=20$ [MByte/sec]、 $L=1$ [msec]、 $D=10$ [Mbyte]という値を想定する。また、(3)の条件が(2)における並列処理において加味されるとする(ただし、ネットワークについては完全クロスバのみを想定する)。プロセッサ台数が 10 台、100 台、1000 台の場合について、それぞれ並列処理効率を求めよ。また、並列処理効率のボトルネックとなっている主要因を、上記パラメータの中から選び考察せよ。

課題 2

1024×1024のサイズの行列積（倍精度実数）を行うプログラムを，ブロック化やループアンローリング等の手法を用いてできる限り最適化し，演算性能（GFlops）値を測定せよ．測定には身近なコンピュータ（研究室のPCや個人所有のPC等）を用い，PCそのものの性能が必ずしも高性能である必要はない．また結果には，測定に用いたプログラムと共にPCのスペック（CPUの種類，動作周波数，キャッシュメモリの容量，メモリの種類や周波数等）も示せ．

課題 3

次世代スーパーコンピュータ「京」に関し，できる限り調べてA4サイズ1枚程度未満に収めて説明せよ．