

超並列処理による魔方陣全解出力プログラムの評価

茨城県立並木中等教育学校

杉崎 行優（4年次），担当教員：齊藤 達也，粉川 雄一郎

本研究では、X 次魔方陣の全解を求めるプログラムを開発し、それを筑波大学のスーパーコンピュータである T2K-Tsukuba 上で並列実行した。また、プログラムに与えるパラメータによる実行性能の低下の原因を究明した。

●魔方陣の定義

X を自然数とすると、魔方陣とは、縦 X マス、横 X マス、計 X^2 個のマスに 1 から X^2 の数が入れられており、縦の X 列、横の X 列、斜めの 2 列それぞれの数字の合計が全て等しく、L となるものを指す(式 1)。X=5 の場合 275305224 通りの魔方陣が存在する。

●研究内容

1. 全 X 次魔方陣出力プログラムの開発

現時点では X 次魔方陣の全解を効率的に求める方法は発見されていない。よって今回のプログラムでは総当たりを基本にして考え、その上で探索するパターン候補を減らすための枝刈り法を改良した。結果、総当たりするマスの個数が X=5 では 25 個から 14 個となり、少なくすることができた。

また、このプログラムの並列方式としてマスタ・ワーカー型並列を用いた。具体的には、1 台のマスタが N 番目のマスまでを処理し、暇なワーカーの内 1 台がそれを受け取り、N+1 番目のマスからの処理をするというものである。

2. T2K-Tsukuba でのプログラム実行

前述のプログラムを、X=5 で N の値を 0 から 14 まで変化させて並列実行した。実行時間の遷移のグラフを図 1 に示す。グラフを見ると、実行時間は N=3, 8 で長く、N=6 で最も短くなっていることが分かる。今回はそれらに着目した。

N=3 の場合、全体問題を分ける粒度が荒く、うまく処理分散できなかったため、処理性能が低下した。N=8 の場合、全体問題を分ける粒度が細かすぎることにより通信回数が多くなり、処理性能が低下した。N=6 の場合、問題を分ける粒度や通信回数が適当であり、処理性能が最も高かった。

$$L = \frac{1}{X} \sum_{i=1}^{X^2} i = \frac{1}{2} X(X^2 + 1)$$

式 1: L の式

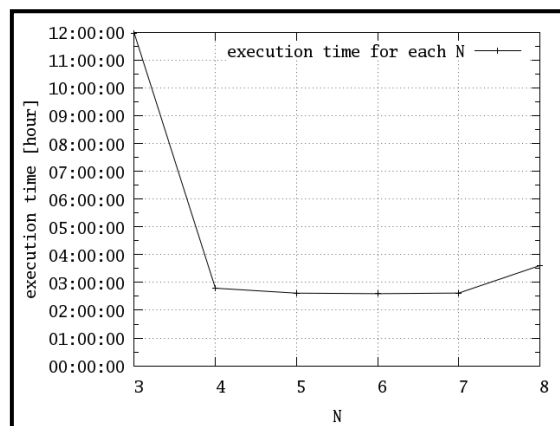


図 1: 実行時間の遷移のグラフ