

超並列処理による 魔方陣全解出力プログラムの評価

はじめに

用いるプログラムと実行環境

- ・ X次魔方陣の全解を求めるプログラム
- ・ 筑波大学のスーパーコンピュータT2K-Tsukuba上で実行
- ・ プログラムに与えるパラメータによる実行時間の変化を調査

魔方陣

- ・ 縦X、横X、計X²マス
- ・ 1からX²までの数が1つつ入れられている
- ・ 縦のX列、横のX列、斜めのX列それぞれの数字の合計が全て等しい

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

- ・ 5次魔方陣

1	7	13	19	25
18	24	5	6	12
10	11	17	23	4
22	3	9	15	16
14	20	21	2	8

1列の合計:65
総数:275305224

図:5次魔方陣の一例

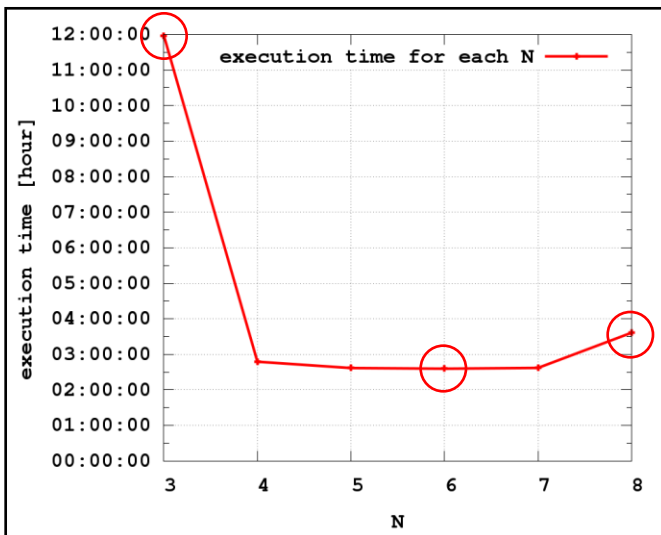
アルゴリズムの開発

- ・ 総当りをベースにし、枝刈り法を改良
- ・ 列中の(X-1)個のマスが埋まったとき、残りの1マスはLから(X-1)個マスの数の合計を引くことにより計算可能
- ・ 数字を入れる順番を工夫することで、X=5のとき総当りで数字を入れるマスの個数Aを25から14に削減

並列プログラムの開発

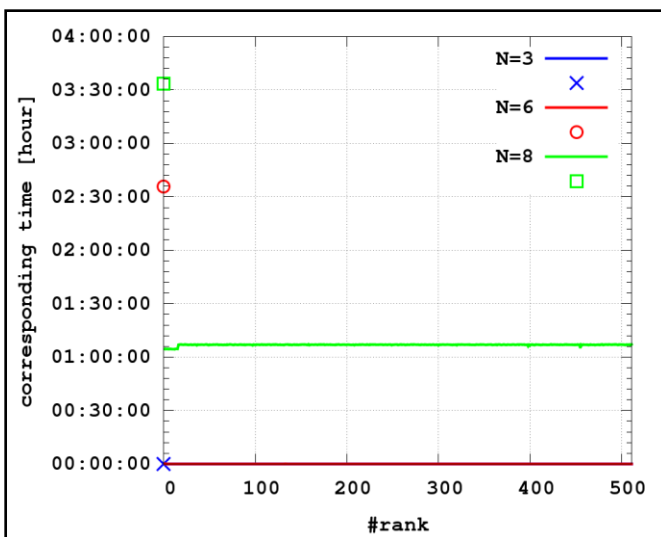
- ・ マスタ・ワーカー型並列
⇒ マスタがN番目 (0 ≤ N ≤ A) のマスまで総当りし、それをワーカーに配布
ワーカーはN+1番目のマスから総当り
- ・ Nの値が大きいほど粒度が小さく、Nの値が小さいほど粒度が大きい

並列プログラムの実行



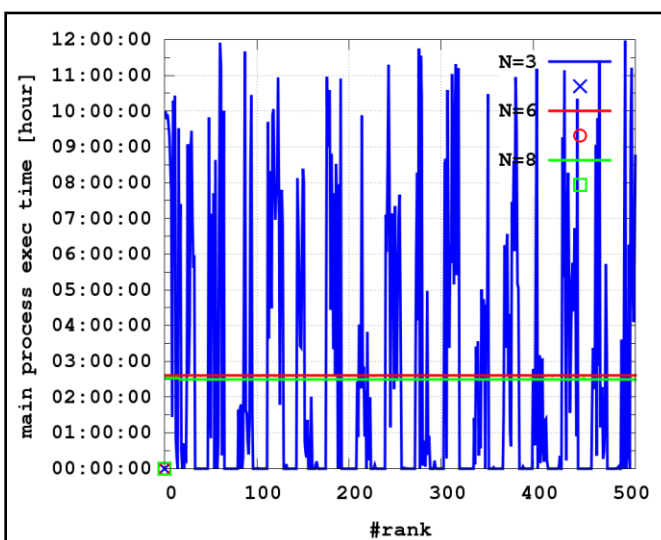
各Nにおける
実行時間

N=3, 6, 8で
実行時間が
顕著



各Nにおける
各ワーカーの
総通信時間

N=8で
総通信時間が
長い



各Nにおける
各ワーカーの
主要処理
実行時間

N=3で
ワーカーに
よって
ばらつきが
ある

考察 (N=3, 6, 8のみに注目)

- ・ 各Nにおける各ワーカーの総通信時間はN=8で長い。N=8では粒度が小さすぎるため、通信回数が多くなったことが原因だと考えられる
- ・ 各Nにおける各ワーカーの主要処理実行はN=3でばらついた。N=3では粒度が大きすぎるため、各ワーカーの処理量が偏ってしまったことが原因であると考えられる
- ・ バランスのとれたN=6が最短時間で実行終了した

本研究における数値計算は筑波大学計算科学研究センター学際共同利用プログラムによる