

### 3 次元並列型画像処理ライブラリの構築とその性能評価

○平野靖<sup>a</sup>, 出口大輔<sup>b</sup>, 高橋友和<sup>b</sup>, 北坂孝幸<sup>b</sup>, 伊野文彦<sup>c</sup>, 森健策<sup>b</sup>, 萩原兼一<sup>c</sup>, 末永康仁<sup>b</sup>

<sup>a</sup>名古屋大学情報連携基盤センター, <sup>b</sup>名古屋大学大学院情報科学研究科, <sup>c</sup>大阪大学大学院情報科学研究科

#### Development of Three-dimensional Parallel Image Processing Library and Its Performance Evaluation

Y.Hirano<sup>a</sup>, D.Deguchi<sup>b</sup>, T.Takahashi<sup>b</sup>, T.Kitasaka<sup>b</sup>, F.Ino<sup>c</sup>, K.Mori<sup>b</sup>, K.Hagihara<sup>c</sup>, Y.Suenaga<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Information Technology Center, Nagoya University, Nagoya, Japan

<sup>b</sup> Graduate School of Information Science, Nagoya University, Nagoya, Japan

<sup>c</sup> Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University, Osaka, Japan

**Abstract:** We developed a three-dimensional parallel image processing library. By progressing of medical imaging devices, data volume of medical images used in practical medicine has been growing. It takes an extraordinary amount of time to develop methods to quantify image features and to optimize many parameters. It is becoming impossible to perform such tasks using single CPU. The library we developed is based on MIST library that is a serial media processing library. MIST library is expanded using MPI for parallelization. MPI is a parallel processing library which is commonly used in many large-scale computation environments. Users can use the same source programs on both of PC clusters and High Performance Computers (HPC). We did performance evaluation of the proposed library using PC cluster and HPC. It was confirmed effectiveness of the parallelization and need of improvement such as reduction of communication traffic.

**Keywords:** image processing library, parallel processing, PC cluster, high-performance computing

#### 1. まえがき

医用画像を計算機によって処理し、診断や治療に利用するためには、前処理(画像特徴の強調やノイズの低減など)、画像特徴の定量化、パターン分類(存在診断、鑑別診断など)が必要になる。近年の医用画像撮影装置の発展により、撮影枚数および1画像あたりの情報量が急激に増加している。このような画像に対して、有効な処理方法や、最適なパラメータを決定するためには膨大な計算が必要になり、単一CPUによる処理では現実的な時間では処理できなくなりつつある。そこで、我々は頻繁に用いられる画像処理手法を並列化・ライブラリ化した。これによって、並列プログラミングをほとんど意識することなく、処理の高速化を行うことが可能となる。また、現在、一般的な大規模計算環境には、PC クラスタとスーパーコンピュータ(HPC, High Performance Computer)があり、計算規模によって使い分けることが可能である。我々は、これらのいずれでも標準的に用いられる並列計算環境であるMPI[1]によって、並列化を行った。

本稿では、作成したライブラリ内の画像処理手法をPC クラスタ、およびスーパーコンピュータで、使用するCPUの数を変化させて実行し、性能の評価を行った。

#### 2. 3次元並列型画像処理ライブラリ

これまでもSLIP[2]やSPIDER[3]などの画像処理ライブラリが提案されており、広く利用されてきた。これらはFortranで書かれているが、現在の医用画像処理の分野では、C言語、あるいはC++の方が使いやすい。そこで、C++で書かれた画像処理ライブラリMIST[4]を並列化することによって並列型画像処理ライブラリの構築を行った。並列化した画像処理手法をTable 1に示す。これらの関数の多くは1次元データ列、2次元画像、および3次元画像に対応しており、並列化した画像処理手法の合計

Table 1 Image processing algorithms parallelized

Category	Function
Orthogonal transformation	FFT, DST, DCT
Filter	Liner, Median, Mode
Interpolation	Nearest-Neighbor, Mean, Liner, B-spline, Approximate Sinc function, Sinc function
Thresholding	p-tile, Discriminant analysis
Distance transformation	Euclidean
Fusion	City block distance
Morphological filter	Erosion, Dilation
Rendering	Volume rendering

は 42 個である。なお、画像の入出力関数や乱数発生関数、あるいは平均値の計算など、並列化することが困難であるものや並列化する必要がないものは、MIST に収録された関数をそのまま用いることができる。

### 3. 実験

使用する CPU の数を変化させて、いくつかの画像処理手法を PC クラスタとスーパーコンピュータで実行した。使用した PC クラスタとスーパーコンピュータの 1CPU あたりの性能を Table 2 に示す。胸部 CT 像から抽出した骨領域(画像サイズ: 512×512×512[Voxel], 2 値画像(1Byte/Voxel)) にマンハッタン距離による図形融合(拡散1回)を適用した際の計算時間(10回の平均値)を Fig.1 に示す。今回利用した MIST の図形融合では各軸方向にそれぞれ画像を走査し、原画像の注目画素が図形画素であれば操作方向に隣り合う画素も図形画素に置き換える方法を採用している。そのため、MPI で単純に並列化を行うと、各軸方向の走査が終了する毎に画像全体(128MB)を親プロセスが動作している CPU に伝送する必要がある。したがって、4 個の CPU を用いる場合には、親プロセスと3つの子プロセスとの間で 1,152MB(=128MB×3 回×3CPU)のデータ伝送が発生する。

### 4. 考察

スーパーコンピュータを用いた場合では、CPU を 16 個程度使うことで 7 倍程度の速度向上が確認された(Fig.1(b))。一方で、それより多くの CPU を用いても速度の向上はほとんど見られない。また、今回の実験では、PC クラスタで CPU を7つ以上用いた場合には、伝送に要する時間がそれ以外に要する時間よりも多くなっている(Fig.1(a))。そのため、データの伝送時間を除けば CPU を 16 個程度使うことにより7倍程度の高速化が確認できたが、伝送時間を含めると 2 倍程度の高速化にとどまる上、使用する CPU の個数を増やすにしたがって伝送時間も増加する傾向にある。これは PC クラスタを構成するノード間を 1000Base-TX を用いて接続していること、および使用する CPU の個数が増えるにしたがって CPU 間の伝送量が増加することが主な要因であるため、データ伝送量の削減が必要である。

### 5. むすび

本稿では、我々が構築した 3 次元並列型画像処理ライブラリの性能評価を行い、その性質を明らかにした。今後の課題として、アルゴリズムの変更による通信量の削減、およびより効率的な並列化が挙げられる。

### 謝辞

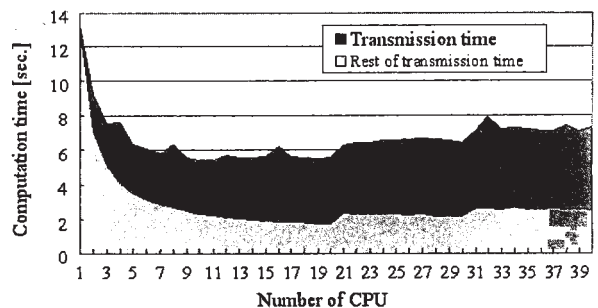
本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金、文部科学省 21 世紀 COE プログラム「社会情報基盤のための音声・映像の知的統合」、厚生労働省がん研究助成金、および柏森情報科学振興財団研究助成金による。なお、実験の一部には名古屋大学情報連携基盤センターのスーパーコンピュータシステム PRIMEPOWER HPC 2500 を用いた。

### 参考文献

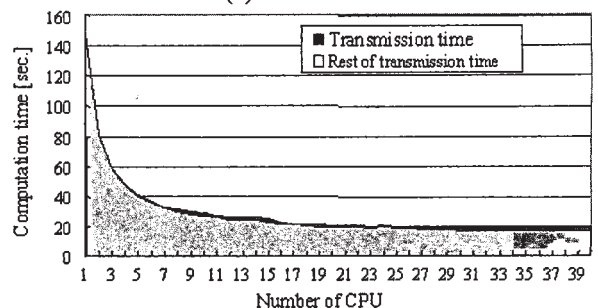
- [1] <http://www.mpi-forum.org>
- [2] 鳥脇純一郎, “画像処理のソフトウェアについて(その1)- サブルーチンライブラリ SLIP の解説”, 名古屋大学大型計算機センター・センターニュース, 6, 2, pp.105-145, 1975
- [3] 田村秀行, 坂根茂幸, 富田文明, 他, “ポータブル画像処理ソフトウェア・パッケージ SPIDER の開発”, 情報処理学会論文誌, 23, 3, pp.321-328, 1982
- [4] <http://mist.suenaga.m.is.nagoya-u.ac.jp>

Table2 Specification of the computer systems

	PC Cluster	HPC
CPU	Xeon(EM64T)	SPARC 64 V
Clock [GHz]	3.6	2.08
Peak Performance [Gflops]	7.6	8.0
Transmission bandwidth [Gbps]	1	512×2



(a) PC Cluster



(b) HPC

Fig.1 Computation time