

# ワークステーションクラスタ上における ステレオマッチングの並列処理

古屋 穂高 羽田 泰啓 宮本 和則 高田 勝久 前川 仁孝 伊與田 光宏

千葉工業大学工学部情報工学科

## 1 はじめに

ステレオマッチングは多くの繰り返し計算を行うため処理の高速化が求められている。高速化手法の1つにワークステーションクラスタを用いた並列処理が注目されている。低速なネットワークで結合しているワークステーションクラスタは、プロセッサ間の通信時間が大きいと計算領域を分割する際、通信時間を考慮する必要がある[1]。そこで本稿では、ワークステーションクラスタ上において通信時間を考慮した画像領域の分割を行い並列処理することでステレオマッチングの高速化を行ったのでその実験結果を報告する。

## 2 ステレオマッチングの並列処理

### 2.1 ステレオマッチング

対応点探索の方法に相互相関法がある。相互相関法は入力画像の小領域をウィンドウと定義し、右ウィンドウと左ウィンドウのウィンドウ間で相関係数を計算する方法である。相関係数  $\rho$  の計算は(1)~(3)式で求められる。

$$\rho = \frac{1}{N} \frac{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (I - \bar{I})(T - \bar{T})}{\sqrt{I_\sigma T_\sigma}} \quad (1)$$

$$I_\sigma = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (I - \bar{I})^2 \quad (2)$$

$$T_\sigma = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n (T - \bar{T})^2 \quad (3)$$

ここで、 $I, T$  は各ウィンドウの集合、 $\bar{I}, \bar{T}$  はウィ

ンドウの集合の平均値、 $m*n$  はウィンドウサイズとする。探索する範囲内で左ウィンドウの中心を1画素ずつずらしながら右ウィンドウとの相関係数の計算を繰り返す。求まった相関係数のうち相関係数の最も高い左ウィンドウの中心点を対応点とする。

### 2.2 並列処理手法

ステレオマッチングの並列処理の手法に処理画像をプロセッサ数に均等分割しプロセッサに割り当てる手法[2]や、画像領域を1ラインずつ分割しサイクリックにプロセッサに割り当てる手法[3]がある。しかし、これらの手法をそのままワークステーションクラスタ上に実装すると、通信時間によるオーバーヘッドのため必ずしも最適な並列処理ができるとは限らない。そこで本稿では、ワークステーションクラスタの通信時間を測定し、その結果から通信時間を考慮した画像の分割を行い、ステレオマッチングの並列処理を行う。

はじめに、通信時間を考慮した分割をするために、評価に用いた環境であるワークステーションクラスタの通信に要する時間(転送データ数と通信時間)の関係を求める。送信側プロセッサではデータ数を変化させながら送信時間を計り、同様に受信側プロセッサでは受信時間を計る。得られた結果に対して最小2乗法により(4),(5)式が導出される。

送信側プロセッサ

$$t = 1.097 * 10^{-7} * n + 1.79 * 10^{-4} \quad (4)$$

受信側プロセッサ

$$t = 1.75 * 10^{-8} * n + 6.4 * 10^{-5} \quad (5)$$

ここで、 $t$  は送受信にかかる時間、 $n$  は送受信するデータ数を表す。

次に、相関係数の1ラインや1画素の計算にかかる処理時間を測定する。相関時間の計算はウィンドウごとに多少の処理時間の差が出るので処理時間の平均値をとる。

最後に、(4),(5)式を用いて、送信側がデータを

A Parallel Processing of Stereo Matching on Workstation Cluster

Hodaka FURUYA, Kazunori MIYAMOTO,

Yasuhiro HADA, Katsuhisa TAKADA,

Yoshitaka MEKAWA, Mitsuhiro IYODA

Department of Computer Science, Chiba Institute of Technology

送信している間に受信側が何画素の相関係数が計算できるか求め、通信時間を含めた処理時間が等しくなる様に処理を分割する。また、複数のプロセッサが同時に 1 つのワークステーションにデータを送信しないように送信側プロセッサが送信開始時間をずらして送信する。

### 3 評価

評価するための環境として、CPU に Pentium II 333MHz、メモリが 64MB、OS に Linux2.2.13、100Base-T の Switching Hub によってつながれたワークステーションを 4 台用いる。使用した画像サイズは 630×480、ウィンドウサイズは 3×3 にて処理を行う。図 1 に使用した対象画像を示す。

画像領域を均等に分割した場合と 1 ラインずつサイクリックに分割した場合と通信時間を考慮に入れて分割した場合の各処理時間をワークステーションの台数を 1 台～4 台に変化させながら測定する。測定した結果、速度向上率は全く並列化していない場合を 1 とすると図 2 のようになる。通信時間を考慮した領域分割の場合、ワークステーション 1 台のとき 123.9[s]、4 台のとき 31.4[s]となり約 3.95 倍の速度向上が得られた。また、通信時間を考慮した領域分割の場合と、均等分割を用いた場合及びサイクリック分割の場合と比べると、それぞれ約 28%、約 1.1%の処理時間が短縮することが確認できた。

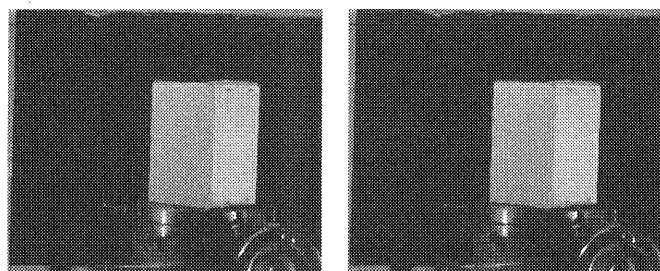


図 1 対象画像

### 4 おわりに

ステレオマッチングに通信時間を考慮した画像領域分割を行い、並列処理することで高速化を図った。評価の結果、通信時間を考慮した領域分割を用いた場合とサイクリック分割を用いた場合の処理時間との差が顕著に表れなかったが、本手法は通信時間を考慮した領域分割が最も高速化され有効であると考えられる。

サイクリック分割と大きな差が出なかったのは、ワークステーションが最大で 4 台と少なかったためと思われる。ワークステーション数を増やすことで、通信回数と相関処理時間に対する通信時間の割合の増加により、通信時間を考慮した領域分割による通信の最適化の効果が大きくなり、サイクリック分割との差が大きくなると思われる。今後は、通信時間を考慮した領域分割をより多くのワークステーションに実装することでこの本手法の優位性を確かめる。

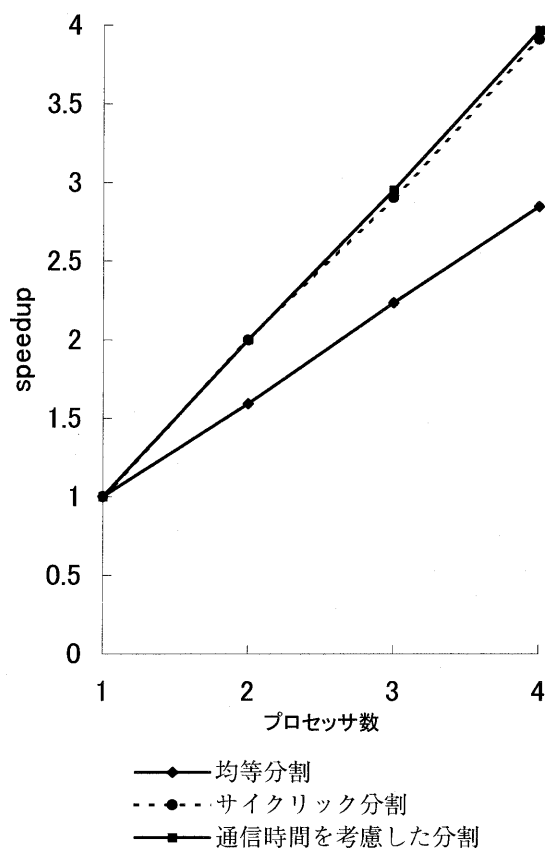


図 2 各分割方法の速度向上比

### 参考文献

- [1]笠原博徳: 並列処理技術, コロナ社, 1991.
- [2]美濃導彦: 並列画像処理, コロナ社, 1999
- [3]柿沼武史, 星仰: サンプルング法によるステレオマッチングの並列処理, 情報処理学会第 60 回全国大会論文集, 6X-5, 1999.