I-87

ＰＣクラスタによるインタレース高速相関マッチングの並列化

Interlaced Fast Correlation Matching by Using PC cluster

比嘉 克也[*1] Katsuya HIGA　比嘉 陽一[*1] Youichi HIGA　山口 力[*2] Chikara YAMAGUCHI　長山 格[*1] Itaru NAGAYAMA

[*1] 琉球大学 工学部 University of the Ryukyus
[*2] 沖縄富士通システムエンジニアリング Okinawa Fujitsu System Engineering

1. はじめに

画像から何らかの情報を抽出し、より高度な知識を得るためには、画像中のオブジェクトを迅速かつ精密に検出することが必要である。特に、大量の画像や大容量精密画像を扱う場合は、オブジェクト検出処理の高速性が重要になる。テンプレートマッチングの一手法である SSDA 法は、高速な処理が実現できるが、大容量画像が処理対象となることが多い現在では必ずしも十分ではなく、いっそうの高速化が求められる。

本研究では SSDA 法をさらに高速化するインタレース高速相関マッチング法を示す。また、複数のオブジェクトを検索するための手法として、部分探索エリアを定義することにより、重複せずかつ高速に検出できることを示す。さらに、これらのオブジェクト探索に対して PC クラスタによる並列処理を行い、さらなる高速化を図る。

2. SSDA 法（残差逐次検定法）

SSDA 法はノイズに強く、相関法などに比べ計算量の少ない手法である[1]。SSDA 法では、テンプレート画像との探索画像の濃度残差が最小となる位置を求めて探索画像内を探し回る。図１において、残差の累積である濃度残差 R を式（１）で示す。

$$R(a,b) = \sum_{y=0}^{M_y-1} \sum_{x=0}^{M_x-1} \left| i_{(a,b)}(x,y) - T(x,y) \right| \qquad (1)$$

$$(0 \le a \le N_x - M_x, \qquad 0 \le b \le N_y - M_y)$$

個々の (a,b) の位置で、部分画像 i、テンプレート画像 T の、通常はすべての対応する画素について演算を行う。また、部分画像 i は通常１画素単位で探索画像 I の内部を移動し、その都度その位置 (a,b) で式（１）の演算を行う。そのため、マッチングするまでの演算量は相関法と比較すれば少ないが、それでも相当な量となるため SSDA 法では、R に閾値を設け、演算の打ち切りによる処理時間の短縮を図っている。

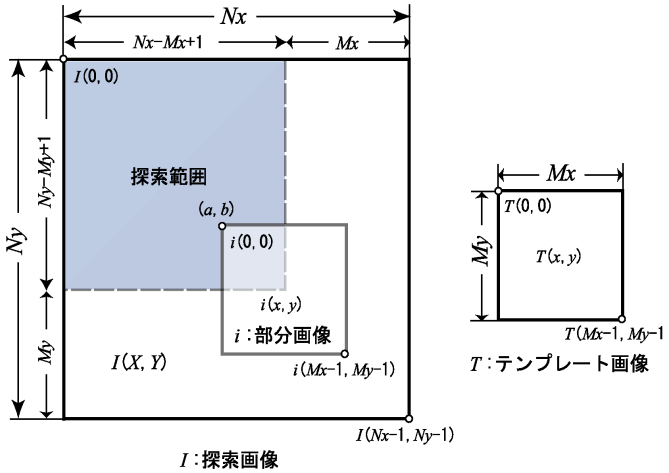

図１：SSDA 法

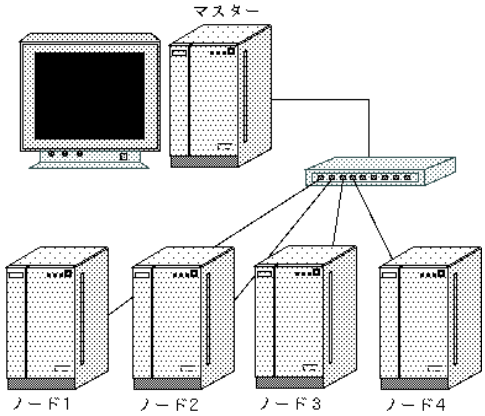

図２：PC クラスタ

3. インタレース高速相関マッチング

3.1 インタレース高速相関マッチング

インタレース高速相関マッチング(IFCM)とは、テンプレート画像、探索画像の双方の画像において、全てのピクセルについてマッチングを行うのではなく、ある一定の間隔

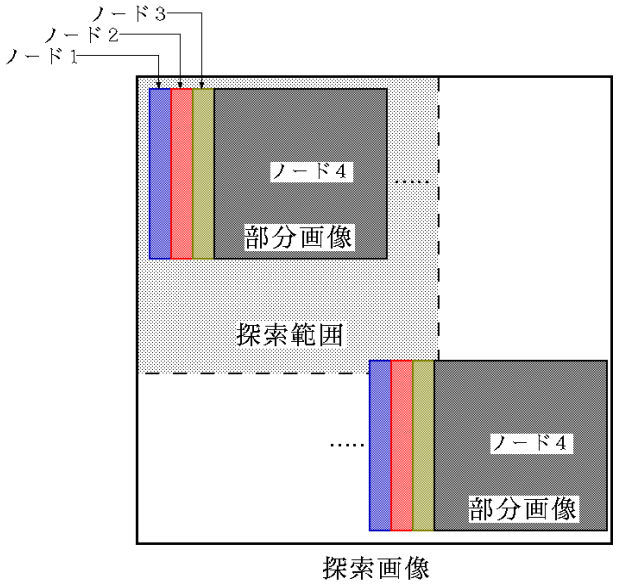

図３：IFCM の並列化

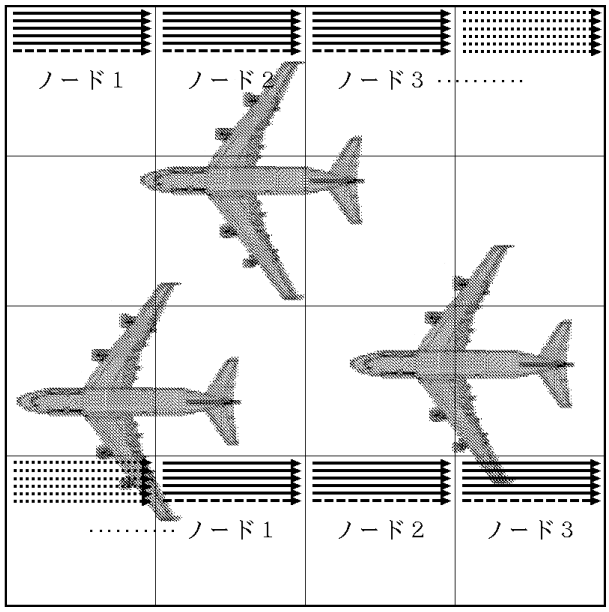

図 4：部分探索エリアの並列化

をおいた画素のみをマッチング対象とし残差を求めていく方法である。このある一定の間隔をインタレース値とする。インタレースマッチングを行う際、対象画像のサイズやインタレース値によっては誤検出の可能性もあるため、位置を補正するための精密探索を行う。

3.2 部分探索エリアの導入

従来法では、テンプレートに最も類似した部分画像の位置で自己相関がピークに達するため、オブジェクトの近傍で重複検出してしまい複数検出には向いていない。そこで、探索画像から複数のオブジェクトを重複せずに検出するために、オブジェクトのサイズを考慮した部分探索エリアを定義する。

3.3 PC クラスタによる並列処理

これらの探索プロセスを分割して並列化し、PC クラスタによる並列処理で実行し、さらに高速化する。

探索プロセスの分割法として、インタレースマッチングによるオブジェクト探索では、探索する部分画像を PC クラスタの各ノードに割り当てる。割り当てられた各ノード毎に残差を求め、最小の残差を持つ部分エリアを求める。

また、部分探索エリアを用いた複数のオブジェクト探索では、それぞれの部分エリアを各ノードに割り当て、割り当てられた部分エリアでの探索を各ノードで行うことにより並列処理を実装する。

4. 評価実験

4.1 従来法と非並列 IFCM の比較

評価実験として、従来法の処理時間と非並列 IFCM の処理時間を計測した。

まず、インタレース値の違いによる処理時間を計測するために、インタレース値をテンプレート画像、探索画像ともに 0 から 5 の範囲で変え、1024×768 の探索画像中からのオブジェクト検出を試みた(表１)。

また、画像サイズの変化による処理時間を相関法と SSDA 法、非並列 IFCM のそれぞれで比較する。

表１：非並列 IFCM の処理時間（秒）

α＼β	0	1	2	3	4	5
0	237.074	59.816	28.106	16.116	10.226	7.415
1	56.804	14.469	6.841	3.947	2.515	1.827
2	25.983	6.638	3.154	1.84	1.171	0.856
3	14.885	3.827	1.81	1.045	0.689	0.503
4	9.615	2.486	1.19	0.691	0.435	0.327
5	6.589	1.71	0.816	0.482	0.312	0.217

表２：各手法における処理時間（秒）

Image Size	相関法	SSDA 法	非並列 IFCM(α = 5, β = 5)
320×240	15.93	6.596	0.004
480×360	59.33	34.985	0.027
640×480	129.427	74.836	0.063
800×600	227.641	131.112	0.112
1024×768	407.746	240.006	0.217

α：テンプレートのインタレース値
β：探索画像のインタレース値

4.2 複数オブジェクトの検出と並列化

3.2 節で述べた部分探索エリアの評価実験として、高解像度の衛星画像から、並列化しつつ複数のオブジェクトを重複せずに検出することが可能か実験を行った。

5. まとめ

本研究では、テンプレートマッチングの一手法である SSDA 法に対して、マッチング処理にインタレースプロセスを導入し、それを PC クラスタによる並列処理を行うことにより、オブジェクトの検出に要する処理時間の高速化を試みた。

参考文献

[1] D.I.Barnea and H.F. Silverman, “A Class of Algorithms for Fast Digital Image Registration”, IEEE Trans. Compute., Vol.C-21, No.2, pp.179-186, 1972.

[2] W.k.Pratt, “Correlation techniques of image registration”, IEEE Trans., AES-10, No.3, pp.353-358,1974.

[3] 尾上 守夫, 前田 紀彦, 斎藤 優,”残差逐次検定法による画像の重ね合わせ”,情報処理,Vol.17, No.7, pp.634-640, 1976.

[4] 池田 光二, 吉田 昌司, 中島 啓介, 浜田 長晴, 依田 晴夫,” 正規化相関演算の単調関数化による高速テンプレートマッチング”, 電子情報通信学会論文誌, D-II Vol.J83-D-II, No.9, pp.1861-1869, 2000.

[5] 田村 秀行,「コンピュータ画像処理入門」, 総研出版, 1985.

[6] 高木 幹雄,下田 陽久,「画像解析ハンドブック」,東京大学出版会, 1991.

謝辞

本研究の一部は H14 年度科学研究費補助金若手(B)（課題番号 14780299）により行われた。