

# 6方向結合再構成メッシュ上で ハニカム状デジタル画像の連結成分を求めるアルゴリズム

大島教雄 松前進 都倉信樹

大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻

## 1 まえがき

デジタルカメラなどに使用される CCD の画素の高密度化が進んでおり、6角格子状（ハニカム状）に画素を並べる CCD が登場した。今後、6角格子状に画素が並んだデジタル画像を高速に処理することが必要になると考えられる。

本論文では、6角格子状に画素を配置したデジタル画像における連結成分を、プロセッサを6角格子状に配置した6方向結合再構成メッシュを用いて求める並列アルゴリズムを提案する。

## 2 計算モデル

再構成メッシュ (Reconfigurable Mesh: 以下 RM) とは格子状にプロセッサを並べた並列計算モデルである [1][2]。各プロセッサはバスで接続されており、そのバスの接続関係を動的に変化させることが可能である。RM ではバスの分岐を許しているが、バスの分岐を禁止したモデルとして、線形再構成メッシュ (Linear RM: 以下 LRM) がある。

6方向結合 RM は RM のバスの基本トポロジを6角格子状に変化させたものである。プロセッサ (以下 PE) は6角格子状に並んでおり、6方向にバスで接続されている (図1)。各 PE には固有のプロセッサ番号が与えられ、各 PE は自分のプロセッサ番号を知っているものとする。

## 3 問題定義

ハニカム状デジタル画像の例を図2に示す。各画

Connected Component Labeling on 6-Connectivity Reconfigurable Mesh

Norio Oosima, Susumu Matsumae, and Nobuki Tokura  
Department of Informatics and Mathematical Science,  
Graduate School of Engineering Science, Osaka University

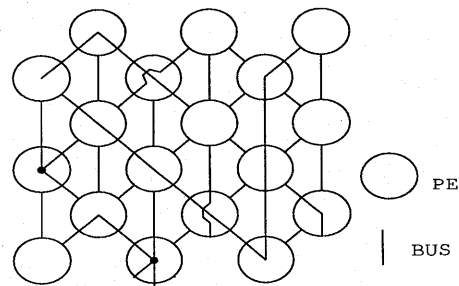


図1: 6方向結合再構成メッシュ

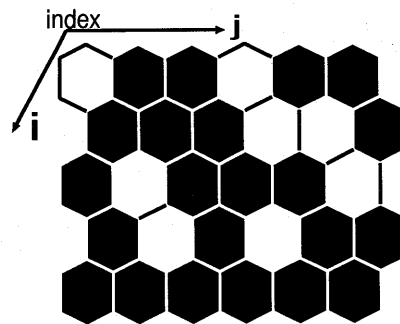


図2: ハニカム状デジタル画像の例

素は  $\text{pixel}(i, j)$  と表す。

各  $\text{pixel}(i, j)$  に対して  $\text{pixel}(i \pm 1, j)$ ,  $\text{pixel}(i, j \pm 1)$ ,  $\text{pixel}(i - 1, j - 1)$ ,  $\text{pixel}(i + 1, j + 1)$  を隣接する pixel とする。  $\text{pixel}(i, j)$  と、  $\text{pixel}(i', j')$  が隣接し、なおかつその色が同色である場合、2つの pixel は直接連結している。  $\text{pixel}(i, j)$  から  $\text{pixel}(i', j')$  へ直接連結している pixel をたどって到達できる場合、2つの pixel は連結である。相互に連結である pixel の集合を連結成分と呼ぶ。

本論文では次に示す問題を解く6方向結合LRM上でのアルゴリズムを提案する。

#### ハニカム状デジタル画像の連結成分ラベル付け問題

入力 白, 黒 2 色からなるハニカム状デジタル画像

出力 色が黒である連結成分の要素に同一のラベルが付けられる.

## 4 アルゴリズム

2次元格子状 LRM 上でのアルゴリズム [3] を元に, 本論文では 6 方向結合 LRM 上のアルゴリズムを提案する.

入力である pixel のデータ (黒/白) を持つ PE の間に pixel データを持たない PE (以下 補助 PE) を間にはさむ形で画像をマッピングする. 図 3, 4 は図 2 の入力データをマッピングしたものである. ここで,  $n$  画素の画像を処理するのに必要な PE の数は  $3n$  個である.

アルゴリズムを以下に示す.

**Step1** 補助 PE で黒の連結成分の領域を囲むようにバスを構成. 各バスごとに, リーダーとなる PE を決定

**Step2** 連結成分の外周部にできるバスと内周部にできるバスを一筆書きになるように連結

**Step3** 外周部のリーダーになっていた PE のプロセッサ番号をその連結成分のラベルとしてバス内部の PE にブロードキャスト

アルゴリズム実行時の例を図 3, 4 に示す.

Step1 においてバスの構成は  $O(1)$  時間で実行できる. リーダー決定は, 2次元格子状でのアルゴリズムと同様であり,  $O(\log n)$  時間で実行できる. Step2 は 2次元格子状でのアルゴリズムと同様に処理することはできないものの  $O(1)$  時間で実行可能である. Step3 は  $O(1)$  時間で実行可能である.

以上のことからこのアルゴリズム全体の時間計算量は  $O(\log n)$  となる.

## 5 まとめ

本論文では 2次元格子状のデジタル画像の連結成分を求めるアルゴリズム [3] を元に, ハニカム状

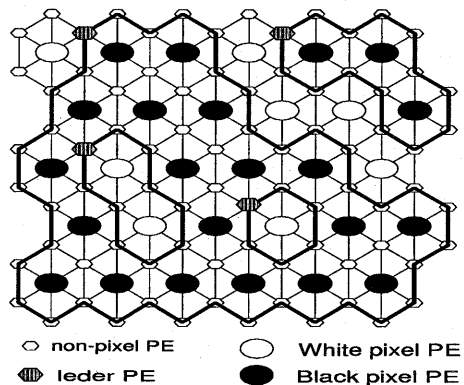


図 3: 黒の連結成分を囲むようにバスを構成 (Step1)

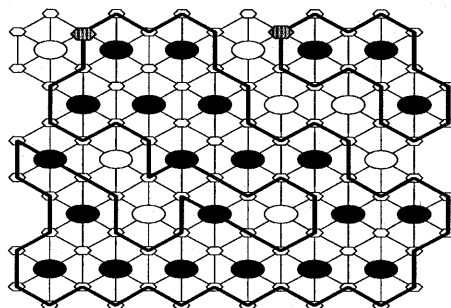


図 4: 外周のバスと内周のバスを連結 (Step2)

デジタル画像の連結成分を求めるアルゴリズムを提案した. このアルゴリズムは  $n$  画素の画像に対して  $3n$  個のプロセッサを用いて  $O(\log n)$  時間で実行できる.

## 参考文献

- [1] B. Wang and G. Chen: Constant time algorithms for the transitive closure and some related graph problems on processor arrays with reconfigurable bus systems, *IEEE Trans. Parallel and Distributed Systems*, vol.1, no.4, pp.500-507, Oct, 1990.
- [2] R. Miller, V.K. Prasanna-Kumar, D.I. Reisis, and Q.F. Stout: Parallel computations on reconfigurable meshes, *IEEE Trans. Computers*, vol.42, no.6, pp.678-692, June, 1993.
- [3] S. Olariu, J.L. Schwing, and J. Zhang: Fast component labeling on reconfigurable meshes, *Proc. International Conference on Computing and Information*, Toronto, pp.121-124, 1992.