

# 近似分岐点を利用した画像合成実験†

守田 圭\*1 黒須 顕二\*2

ファイバースコープによる検査画像や、神経細胞や眼底写真などの医用画像は視野が比較的狭く、人間が全体像を明白に把握することは困難なことが多い。対象物の全体像を人間が容易に把握できるようにするには、複数枚の部分画像を、そのオーバーラップ部分を利用して1枚の画像に合成することが必要となる。このとき、合成の対象となる画像間に回転のずれや倍率の差がある場合には相関法では合成が困難である。本論文では、部分画像に含まれる線が交差する分岐点を利用して画像の合成を行うアルゴリズムを提案し、さらに、ファジィ推論により探索される近似分岐点を用いて、合成に必要な最低限の分岐点を含むように処理範囲を限定し、高速に合成画像を得る手法を提案し、顕微鏡写真に適用した実験結果とその修正案について述べる。

キーワード：ファジィ、近似分岐点、モザイク合成

## 1. まえがき

計算機で画像を処理して対象の認識を行う場合、観測視野の物理的制約などの事情により、有限の範囲しか観測できない場合、例えば、観測視野に対して観測対象が大きい場合には、観測した複数の部分画像を、それらの重複部分の情報を利用して張り合わせ、一枚の画像に合成し全体像を把握することが可能となる。

これまでに報告されている画像合成の方法には大きく分けてカメラの位置情報を利用する方法と、部分画像自身の持つ情報を利用して合成を行う方法がある。

前者に属する研究として、辻はパノラマ写真の作成法<sup>[1]</sup>において、カメラの移動にともなって、一定間隔で部分画像を連続撮影し、その規則性から部分画像相互の位置関係を決定して張り合わせを行った。また、移動が規則的でない場合でも、鈴木らは<sup>[2]</sup>、カメラの座標系と撮影された画像平面の座標系の写像関係が明確で、かつ、カメラの移動量が正確に分かっている場合に、これらの情報を利用して部分画像のはり合わせに成功している。

一方、カメラの姿勢や位置が不明な場合には、部分画像自身の持つ情報から位置関係を求める必要がある。部分画像の持つ情報として、画素(点)の明るさなどの濃度値を用いる方法として、相互相関係数法や残差逐次均等化法(SSDA法)などがあり、田中らの画面張り合わせ法<sup>[3][4][5][6]</sup>に用いられている。各画像の平均濃度値が異なる場合にはこの方法が困難なので、その対策

として線分や、線分が交差する点(分岐点)などの構造的特徴を画像から抽出し、特徴を重ねることで張り合わせを行う方法が提案されている。用いられる特徴としては、線分の長さ $L$ 、角度 $q$ 、線分間の距離 $D$ や線分の幅 $W$ 、分岐点から出る枝の数 $N$ 、枝の長さ $L'$ や角度 $q'$ である。この手法は眼底写真の合成<sup>[7][8]</sup>や指紋照合に用いられている。しかし、これらの方法は、部分画像の間に回転移動によるずれがある場合や拡大縮小のずれがある場合には成功しない。

本論文では、部分画像の位置関係が不明で、回転や倍率の違いによるずれが存在する場合でも動作する合成法として、画像の持つ分岐点の情報を利用した画像合成アルゴリズムを提案し、さらに、近似分岐点という概念とその合成のための必要近似分岐点数制御を導入することにより、前処理の省略による分岐点の検出時間と合成処理時間の短縮を図った実験結果について述べる。

## 2. 分岐点情報を利用した画像合成アルゴリズム

まず、図2-1に分岐点情報を利用した画像合成の処理手順を示す。処理は大きく2つに分けられる。前半の処理は、各々の部分画像における線図形及び分岐点を抽出、記述する過程であり、後半の照合処理は得られた各々の分岐点情報に基づいて部分画像の一致部分を抽出し、それらの間の位置偏差から部分画像相互の合成パラメータを決定し両者を合成表示する過程である。3枚以上の部分画像の合成の場合には、この処理を逐次繰り返すことで合成を行う。

† Assembling of Subpictures using Approximate Junctions  
Kiyoshi MORITA and Kenji KUROSU

\*1 近畿大学 大学院 産業技術研究科  
Graduate School of Advanced Engineering, Kinki University

\*2 近畿大学 九州工学部  
Kyushu School of Engineering, Kinki University

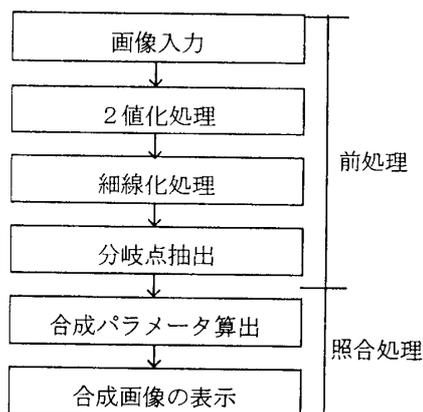


図2-1 合成処理の流れ

## 2.1 合成パラメータの算出

合成しようとする部分画像の間に、回転や倍率の違い、平行移動によるずれがある場合の画像合成に用いるパラメータとしては、倍率  $k$ 、回転角  $q$ 、平行移動量  $dx$ 、 $dy$  の3種類が必要である。

これら3種類のパラメータは、合成する2つの画像のうちどちらか一方を基準画像とした場合の、これに結合する対象画像の移動量を算出するためのものであり、これを合成パラメータと呼ぶことにする。

合成パラメータ算出方法は三角形の相似則にもとづくものであり、全体の流れのステップは次の通りである。

ステップ1 基準画像となる画像を画像1とし、対象画像となる画像を画像2として、2つの画像の分岐点データを読み込む。

ステップ2 画像1から、任意の分岐点3点の組み合わせを選ぶ。

ステップ3 選んだ3点によって出来る三角形と、相似な三角形を形成する3点を画像2から探索する。相似な三角を形成するような3点が画像2に存在しなければステップ2.に戻り、異なる3点の組み合わせを画像1から選ぶ。

ステップ4 その2つの三角形の幾何学的な位置情報から、倍率、回転角、平行移動量という3種のパラメータを算出する。

ステップ5 算出されたパラメータについて、次に述べる手順で合成の正否を判定する

得られたパラメータを用いて式(2-1)のアフィン変換を行い、下記の条件1~条件3の実用上の条件により合成の正否を判定する。ここで判定上用いている数値は、画像の解像度等によって調整が必要となるが、今回使用している数値は、実験で用いた画像に対して、試行錯誤の結果選んだものである。

$$\begin{aligned} px &= k \times (\cos\theta \times x - \sin\theta \times y) + dx \\ py &= k \times (\sin\theta \times x + \cos\theta \times y) + dy \end{aligned} \quad (2-1)$$

ここで、 $(px, py)$  : 変換後の座標値  
 $(x, y)$  : 変換前の座標値  
 $k$  : 倍率  
 $\theta$  : 回転角  
 $(dx, dy)$  : 平行移動量

条件1 画像1と重複する領域に変換された画像2の分岐点の7割以上が、画像1の分岐点と誤差5ドットの範囲で一致している。

条件2 画像2を変換した後の画像1と画像2が重複する領域において、画像1の分岐点の7割以上が、画像2の分岐点と誤差5ドットの範囲で一致している。

条件3 画像1と画像2が重複する領域において、そこに含まれる画像1の分岐点の数  $n_1$  と画像2の分岐点の数  $n_2$  との差  $\Delta n$  が、 $n_1$  に対しても  $n_2$  に対しても2割以下である。

ステップ3.において、相似な三角形を作る3点の組み合わせが複数ある場合には、すべてについてステップ4.~5.の処理を行い、条件をすべて満たすパラメータが算出された時点で、パラメータの算出処理を終了する。条件を満たすパラメータがなければステップ2.に戻り、画像1の別の3点の組み合わせについて同様の処理を行う。

## 2.2 合成シミュレーション

単純な線図形を対象として合成シミュレーションを行った結果を図2-2に、処理時間を表2-1に示す。

図2-2(b)の線図形(2)のように、画像から抽出される分岐点の数が少し増えると処理時間が急激に増大する。これは、合成パラメータの算出処理で行う相似三

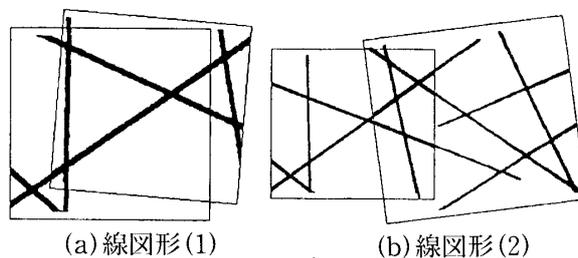


図2-2 合成結果

表2-1 処理時間

処理内容	処理時間(秒)	
	線図形(1)	線図形(2)
基準画像の前処理	9	8
対象画像の前処理	10	8
合成パラメータの算出	7	190
計	26	206

角形のマッチング回数が急激に増大するからである。

実際には、条件を満たす合成パラメータが算出された時点で処理を打ち切っているし、3点の組み合わせの中で、合成パラメータの算出に不適当な三角形を作るものは処理から省いているので、全ての組み合わせについてマッチングを行うとは限らないが、分岐点の数が増加するほどマッチングの回数が急激に増大することは否めない。実際、分岐点数が10個を増えると3分以上の処理時間を要し、20個以上となると1時間以上かかるような現状では、分岐点が10個を越えるような複雑な図形の合成において実用的とは言えない。そこで、処理時間の短縮のために開発した、近似分岐点の概念を利用した画像合成法について次章に述べる。

### 3. 近似分岐点を利用した画像合成<sup>[9][10][11]</sup>

普通、分岐点検出には細線化、メッシュごとの連結数計算などの前処理を必要とする。また、分岐点の数は合成に必要な最小数で十分である。したがって、本研究では、前処理を行う前の2値画像について分岐点があると思われる場所を推定し、そこを近似的な分岐点(以下、近似分岐点と呼ぶ)として扱い、合成に必要なだけの近似分岐点数を含む最小範囲(以下、処理範囲と呼ぶ)を定め、この範囲についてのみ処理を行う事で処理時間の短縮を図る。

#### 3.1 近似分岐点探索

近似分岐点とは、分岐点である可能性を持ったメッシュとも言える。その、近似分岐点を探索する手順は以下の通りである。

手順1 入力した部分画像を同じ大きさのメッシュに区切る。このとき、メッシュの数が多すぎると処理に要する時間が長くなるので、メッシュのサイズは画像全体のサイズの1/16とする。また、メッシュの境界線上に分岐点が存在する場合を考え、図3-1(a)のようにメッシュ同士がそのサイズの1/2の距離で互いに重なるようにする。

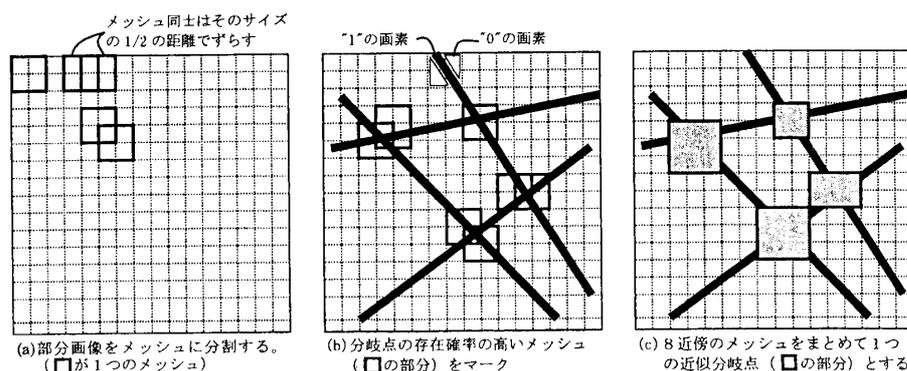


図3-1 近似分岐点の探索

手順2 画像内の全てのメッシュについて、後述する方法でメッシュごとに分岐点が存在する確率を算出し、図3-1(b)のようにその確率の高いメッシュをマークする。

手順3 2.でマークしたメッシュのなかには互いに重複している場合がある。そのようなメッシュは同じ分岐点を表しているものと考え、図3-1(c)のように、重複しているメッシュを囲む矩形領域を設定し、1つの近似分岐点とする。

手順2.における、メッシュに分岐点が存在する確率は、2値画像において、メッシュ近傍で黒の画素“1”の画素数が多く、かつ、“1”の画素によって分断される白の画素“0”の領域数が多いメッシュに分岐点の存在する確率が高い、という発見的ルールをファジィ推論を用いて算出する。つまり、“1”が多く、かつ、“1”によって分断される“0”の領域の数が多ければ、そのメッシュ近傍で分岐点が存在する可能性が高いと考えるわけである。

ファジィルールは式(3-1)に示すように、メッシュ内の“1”の画素の数  $x_1$  と、“0”の画素の領域の数  $x_2$  を前件部の入力変数とし、分岐点の存在確率  $y$  を後件部の出力変数とする。

用いたファジィルールテーブルを表3-1に示す。ここで、分岐点の存在する確率  $y$  はメッシュ内のブロック数  $x_2$  が大きければ画素数  $x_1$  が小さくても高くなるので、 $A_{j2}$  が大きければ  $A_{i1}$  が小さくても  $y$  が大きくなるように、やや非対称なルールになっている。

$$R_{ij} : \text{IF } x_1 \text{ is } A_{i1} \text{ and } x_2 \text{ is } A_{j2} \\ \text{then } y \text{ is } B_{ij} \quad (3-1)$$

ここで、  
 $x_1$  : メッシュ内の“1”の画素数  
 $x_2$  : メッシュ内の“0”のブロック数  
 $A_{i1}, A_{j2}$  :  $x_1, x_2$  のファジィ集合  
 $y$  : 分岐点の存在する確率  
 $B_{ij}$  :  $y$  のファジィ集合  
 $i, j$  : ファジィラベル番号

各ファジィ集合のメンバーシップ関数は図3-2に示すものを用いる。ファジィ推論法としては簡略推論法を用いる。

ここで、メッシュ内に分岐点が存在する場合の最も典型的なパターンは“0”のブロック数が3以上の場合であり、分岐点の存在は“1”の画素数よりも“0”のブロック数に大きく影響を受ける。“0”のブロック数が3以上であれば、表3-1のファジィルールと図3-2のメンバーシップ関数の関係から、後件部の出力  $y$  は0.75以上の値をとる。したがって、以上のファジィ推論によって得られた確率  $y$  が、0.75以上の時、メッシュに分岐点が存在する確率は高いと判定する。

近似分岐点探索を行った例を図3-3に示す。

図3-3(a)、図3-3(b)のように線の太さが整っている場合は近似分岐点と細線化して求めた分岐点は一致しているが(c)のように太さの異なった線が混在すると実在の分岐点との一致度が減る傾向がある。

### 3.2 処理範囲の決定とカメラの移動

つぎに2値画像から探索した近似分岐点とその数を用いて正確な分岐点を抽出するための処理範囲を、部分画像の内部に決定する。

ここで決定される処理範囲はその内部に合成を行うために必要かつ十分な数の分岐点を含む必要がある。前述の画像合成アルゴリズムにおいて、分岐点の数は少なくとも3個必要であり、また、分岐点の数が多いと合成パラメータ算出に要する時間が増大するので、処理範囲から抽出される正確な分岐点の数は3個以上10個未満であることが望ましい。

ここでは、近似分岐点の数と正確な分岐点の数には誤差が存在することを考慮し、処理範囲に含まれる近似分岐点の目標数  $N$  が6個となるように処理範囲の大きさを決定する。

処理範囲を決定した後、その内部について細線化と分岐点抽出を行い、処理範囲内の正確な分岐点を抽出する。このとき、正確な分岐点の数が合成パラメータの算出に不適当な数であった場合には、近似分岐点の

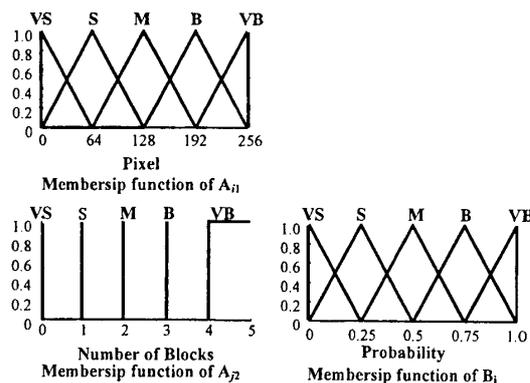


図3-2 メンバーシップ関数

表3-1 ファジィルールテーブル

$A_{i1} \backslash A_{j2}$	VS	S	M	B	VB
VS	VS	VS	VS	S	S
S	VS	VS	S	S	M
M	S	S	M	B	B
B	M	B	B	VB	VB
VB	B	B	VB	VB	VB

VB: Very Big  
B: Big  
M: Medium  
S: Small  
VS: Very Small

目標数  $N$  を増減して処理範囲の大きさを再度調整し、合成パラメータの算出に適当な数の正確な分岐点を含む処理範囲を決定する。

そのアルゴリズムは次の手順で行い、結果の例を図3-4に示す。

まず、処理範囲を決定する基準となる点を部分画像内に定める。次に、基準点との距離が近い近似分岐点を順に選ぶ。目標数  $N$  個が含まれる最小の矩形領域を処理範囲とする。ただし、次の議論では、図3-5に示したように部分画像は一定幅でロボットハンドに取り付けられたカメラによって横方向へ取り込まれていく状況を考える。しかし、位置情報の精度は高くなく、合成には分岐点情報による合成パラメータが必要となる。

この場合の問題は、対象画像の処理範囲内に合成のための必要十分な数の分岐点が含まれるようにカメラ

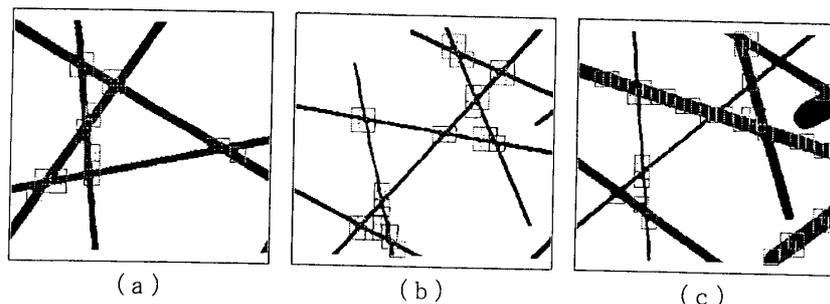


図3-3 “1”の画素数と“0”のブロック数による近似分岐点探索

の移動を高速に行うことである。これを実現するために、まず、近似分岐点数によって、粗く分岐点数を見積もり、その後正確な分岐点を算出し、合成パラメータを求める。

もし、合成パラメータが得られなかった場合は、処理範囲内に合成を可能にする分岐点が存在しないと考えられる。そこで、処理範囲を大きくし、近似分岐点数を増やして、合成パラメータの算出に用いる分岐点数が多くなるようにする。その様子を図3-5に示した。

### 3.3 近似分岐点探索アルゴリズムの修正と評価

近似分岐点探索に誤差があると処理範囲を正しく決定できず、正確な分岐点を確認した後で処理範囲の再決定が必要になり、処理効率が低下する。そこで、近似分岐点探索法について改良を行った。

前節のアルゴリズムの検証のため、まず、図3-6に示すような出現可能な“1”“0”パターンを考え、前述の提案アルゴリズムで正解率を求めてみた。

この結果によると図形番号12,13,14,17,18,20および22のような分岐点とみなされないパターンについて

分岐点の存在確率が高くなり、誤った結果を与えている。

これは、推論に用いているルールが不十分であることと、分岐点の判定条件が完全でなかったと考えられ、以下のように変更を行った。

まず、分岐点は線要素が接続する部分であるので、メッシュ内の“1”画素の領域は1つになるはずである。従って、次の条件を追加して、これを満たさないものは分岐点ではないとする。

条件の追加：分岐点であるメッシュ内の“1”の画素は1つにつながっている。

ただし、図形番号23のように、メッシュ内に線の端や点の要素が含まれる場合を考慮して、“1”の領域の面積が小さいものはノイズ成分として計算から除外する。

また、“0”の領域の数が多く場合でも、図形番号16や20のように“0”の領域の面積が小さい場合、すなわち“1”の画素数が非常に多い場合には分岐点であることが疑わしいため、このようなパターンについては分岐点の存在確率が低くなるようにルールの変更を行い、表3-1のファジィルールテーブルを表3-2に変更する。

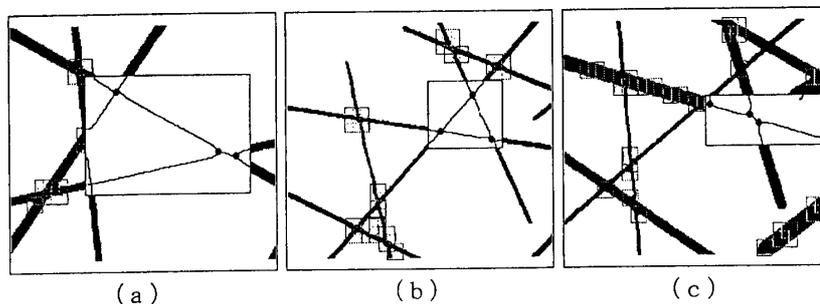


図3-4 処理範囲の決定の例

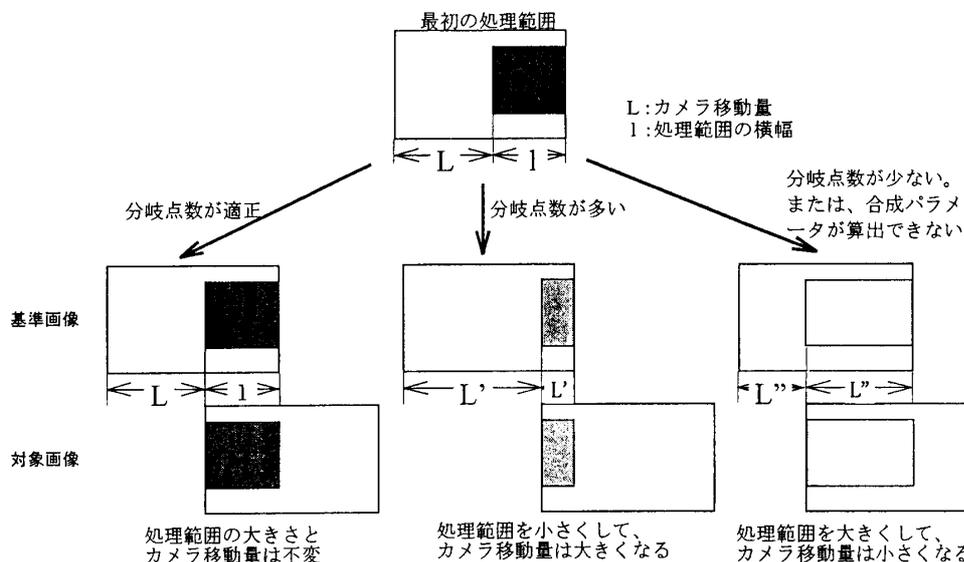


図3-5 処理範囲とカメラの移動量

メッシュ内画素パターン							
図形番号	0	1	2	3	4	5	
分岐点存在確率	修正前	0.00	0.00	0.43	0.00	0.26	0.25
	修正後	0.00	0.12	0.50	0.07	0.40	0.25
メッシュ内画素パターン							
Picture No.	6	7	8	9	10	11	
分岐点存在確率	修正前	0.75	0.38	0.57	0.66	0.75	0.25
	修正後	0.79	0.25	0.25	0.75	0.88	0.25
メッシュ内画素パターン							
Picture No.	12	13	14	15	16	17	
分岐点存在確率	修正前	0.60	0.75	0.75	0.75	1.00	1.00
	修正後	0.25	0.58	0.00	0.84	0.50	0.00
メッシュ内画素パターン							
Picture No.	18	19	20	21	22	23	
分岐点存在確率	修正前	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75
	修正後	0.00	1.00	0.39	1.00	0.00	0.80

図3-6 メッシュ内の画像と分岐点存在確率計算例

表3-2 ファジイルールテーブル(変更後)

$A_{j1}$ \ $A_{j2}$	VS	S	M	B	VB
VS	VS	VS	S	M	S
S	VS	S	M	B	S
M	S	M	B	VB	S
B	M	B	VB	VB	M
VB	B	VB	VB	VB	M

VB: Very Big  
B: Big  
M: Medium  
S: Small  
VS: Very Small

表3-3 処理時間

処理内容	処理時間(秒)
基準画像の処理範囲決定	5
基準画像の処理範囲の前処理	3
対象画像の処理範囲決定	4
対象画像の処理範囲の前処理	2
合成パラメータの算出	1
計	15

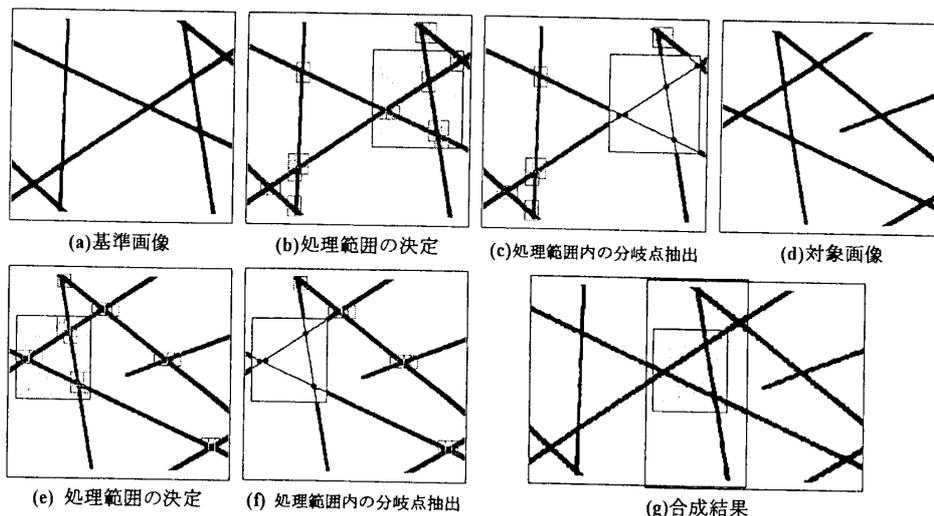


図3-7 近似分岐点を利用した画像合成

この修正の結果、図3-6の図形番号12,13,16,20のような分岐点かどうか疑わしいものは分岐点の存在確率が低くなり、14,17,18,22のようにあきらかに分岐点でないものを判別できるようになった。

3.4 シミュレーションによるテスト

簡単な線図形について合成シミュレーションを実行した。図3-7(a)~(f)にその途中経過を、(g)に合成結果を示す。図中の□が近似分岐点、網掛けの部分が処理範囲である。また、処理時間を表3-2に示す。

処理時間は、前処理を行う範囲が小さくなっていることと、合成パラメータの算出に用いる分岐点の数が減ったことでかなり短縮されていることが分かる。

4. 実験結果

4.1 実験装置

実験装置は図4-1に示す構成であり、ロボットハンドの先端に取り付けたカメラにより撮影した画像は、画像処理ボードで2値化され、パソコンに入力される。パソコンで合成処理を行い、カメラ移動のための制御信号をロボットへ出力しカメラの位置を制御する。

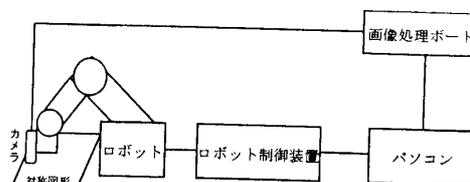


図4-1 実験装置

## 4.2 実験条件

今回実験を行うにあたり、実験を簡単にするために、以下の条件を設定している。

### 観測対象

観測対象は分岐点が抽出できるような網目状の構造を持ったもので、2値化処理しやすいように前もって処理された白黒の写真を用いており、カメラによって拡大して観測するものとする。カメラにより撮影された映像は256×240pixel モノクロ濃淡画像で、画像処理ボードにおいてリアルタイムで2値化されパソコンに入力される。

### カメラの移動方向

カメラの移動方向は与えられているものとし、右方向に移動させることとする。

### 観測対象と部分画像との関係

入力された部分画像の、対象における実際の横幅(mm)はあらかじめ測定してあり、入力された画像のサイズ(256×240pixel)との関係と、部分画像のドット数からカメラの移動量を計算出来るものとする。ただし、測定された数値は厳密なものではなく、 $10^{-1}$ mmのオーダーで誤差が存在する。

## 4.3 実験結果

図4-2に示す対象を用いて、分岐点情報を利用した画像合成、および、近似分岐点を利用した画像合成の実験を行った。(a)は金属表面写真であり、(b)神経細胞の写真である。合成を行った結果を図4-3、図4-4に、それぞれの処理時間を表4-1に示す。

図中の網掛けの部分が処理範囲である。

この結果を見ると、いずれの場合も合成処理に用いる範囲は小さい。なお、金属表面の合成については1度目の処理範囲では合成が出来なかったが、処理範囲の自動調整を行い、対象画像を入力しなおして合成が行われている。

処理時間については、かなり短い時間で処理できていると言える。

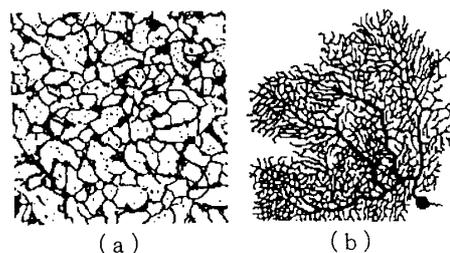


図4-2 観測対象

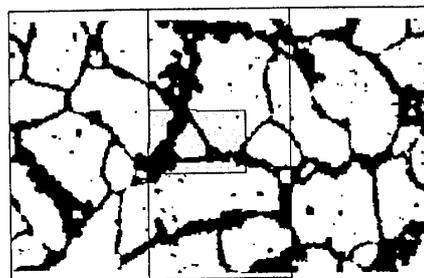


図4-3 金属表面写真の合成

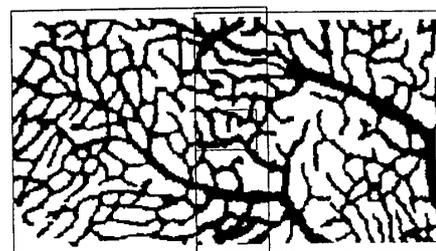


図4-4 神経細胞写真の合成

## 5. おわりに

提案した分岐点情報を利用した画像合成法は、相似三角形の幾何学的特徴を利用するため、倍率の違いや回転移動によるずれを含む、部分画像の位置関係が不明な場合でも合成が可能である。しかし、この方法は画像の分岐点から3点の組み合わせを用いてマッチングを行うため、繰返し処理の回数が多くなり、分岐点数の多い複雑な図形の合成には処理時間が長くなるという問題があった。

今回提案した、近似分岐点を利用した画像合成法は、

表4-1 処理時間

合成法	処理内容	基準画像		対象画像		合成パラメータ算出(秒)	計(秒)
	画像	処理範囲決定(秒)	前処理(秒)	処理範囲決定(秒)	前処理(秒)		
近似分岐点利用	金属表面	12	5	12	6	2	37
	神経細胞	10	1	8	2	5	26
分岐点のみ	金属表面	-----	42	-----	43	261	346
	神経細胞	-----	69	-----	63	24時間以上	-----

合成処理の対象とする範囲を近似分岐点の数で推定し、処理を行う分岐点を限定することで、細線化や分岐点探索の前処理や合成パラメータの算出などの、合成に必要な処理時間を短縮する事ができた。また、近似分岐点の数を用いてカメラの位置をロボットハンドで制御することで、効率よく部分画像を入力することが可能なことが確認できた。

今回の実験ではカメラの移動方向を右方向としているため、横長の合成画像しか実験していないが、カメラの移動方向に対応した処理範囲で合成を行うことで、任意のカメラの移動に対しても、対象から部分画像を逐次自動的に選択し対象全体の合成画像を効率よく得ることが可能になると期待できる。

### 参考文献

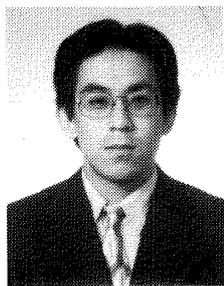
- [1] 辻 三郎、“環境のパノラマ表現”、電子情報通信学会誌、Vol.74, No.4, pp.354-359, 1991.
- [2] 鈴木 元、岡田 敦嗣、河野 隆志、“Scopehandを用いた走査型空間撮像方式”、Human Interface, Vol.7, pp.217-224, 1992.
- [3] 田中 稔、田村 進一、田中 幸吉、“部分画面の張り合わせにおける隣接位置関係の決定”、電子通信学会論文誌、Vol.58-D, No.9, pp.570-577, 1975.
- [4] 田中 稔、田村 進一、田中 幸吉、“部分画面の張り合わせに関するグラフ理論的考察”、電子通信学会論文誌、Vol.58-D, No.3, pp.170-172, 1975.
- [5] 田中 稔、田村 進一、田中 幸吉、“部分画面の張り合わせにおける空白領域・冗長画面の検出”、電子通信学会論文誌、Vol.59-D, No.3, pp.165-172, 1976.
- [6] 田中 稔、田村 進一、田中 幸吉、“階層的画面はり合わせ法によるモザイク画面の構成、情報処理”、Vol.19, No.1, pp.46-52, 1978.
- [7] 富岡 芳文、田中 稔、田村 進一、田中 幸吉、“血管構造に基づく眼底写真の張り合わせ”、情報処理、Vol.19, No.2, pp.135-144, 1978.
- [8] D. T. Pham and M. Abdollahi, “Automatic Assembly of Ocular Found Images”, Pattern Recognition, Vol.24, No.3, pp.253-262, 1991.
- [9] 守田 圭、黒須 顕二、“近似分岐点を用いた画像合成実験 II”、第13回ファジィシステムシンポジウム講演論文集、pp.107-108, 1997.
- [10] 守田 圭、黒須 顕二、“近似分岐点を用いた画像合成実験”、第12回ファジィシステムシンポジウム講演論文集、pp.71-74, 1996.
- [11] Kenji Kurosu, Kiyoshi Morita and Minoru Ohta, Tadayoshi Furuya, and Mitsuru Soeda, “A Study on assembling of subpictures with Visual Servo”, Proceedings of the 1996 IEEE IECON, Vol2, pp. 864-869, 1996.
- [12] 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.
- [13] 本多 中二、大里 有生、“ファジィ工学入門”、1989.

(1998年12月24日 受付)

[問い合わせ先]

〒820-8555  
福岡県飯塚市柏の森11-6  
近畿大学九州工学部経営工学科  
黒須 顕二  
TEL : 0948-22-5655  
FAX : 0948-23-0536  
E-mail : kurosu@fuk.kindai.ac.jp

### 著者紹介



守田 圭 (もりた きよし)

近畿大学 大学院 産業技術研究科博士後期課程

1988年 九州工業大学制御工学科卒業、1997年 近畿大学大学院産業技術研究科修士課程修了、1997年 同博士課程後期入学、現在に至る。主にファジィやニューラルネットワークを用いた知的画像処理とその応用に関する研究に従事。日本ファジィ学会、計測自動制御学会各学生会員。



黒須 顕二 (くろす けんじ)

近畿大学 九州工学部

1956年 東京教育大学理学部物理学科卒業。同年 運輸技術研究所(現船舶技術研究所)入所。1978年 九州工業大学工学部教授。1991年 九州工業大学情報工学部教授。1994年 近畿大学九州工学部教授。ヒューマン・インタフェース、知的技術の応用に関する研究に従事。博士(工学)。

## Assembling of Subpictures using Approximate Junctions

by

Kiyoshi MORITA and Kenji KUROSU

### Abstract :

It is difficult to observe a whole image of object, when a view through fiberscopes or microscopes with higher magnifying power is too narrow to inspect them. So, It is necessary to assemble a set of subpictures automatically into a mosaic picture. This paper presents a method of assembling subpictures using structural information on junctions of branches in the pictures. Moreover, to reduce processing time, an idea of approximate junctions computed by fuzzy reasoning is introduced to decide the image processing area, which contains the optimum numbers of junctions for assembling. Some demonstrations, exemplified by assembling microscopic, are given to show feasibility of this method.

**Keywords** : Fuzzy, Approximate Junction, Mosaic

Contact Address : **Kenji KUROSU**

*Kyushu School of Engineering, Kinki University*

11-6, *Kayanomori, Izuka-shi, Fukuoka-ken, JAPAN.* 820-8555

TEL : 0948-22-5655

FAX : 0948-23-0536

E-mail : kurosu@fuk.kindai.ac.jp