

# 重複領域を有する複数の部分画像からの原画像再構成

塩谷 裕・大倉 充\*・島田 恭宏\*・塩野 充\*  
橋本 禮治\*\*

岡山理科大学大学院工学研究科修士課程電子工学専攻

\*岡山理科大学工学部情報工学科

\*\*岡山理科大学工学部電子工学科

(1995年9月30日 受理)

## 1. まえがき

近年、マルチメディアの普及に伴い、画像解析、画像処理の要求のために、コンピュータへ画像を入力する必要性が高まっている。画像の入力装置としては、ビデオカメラ、イメージスキャナ、ドラムスキャナ、レーザースキャナ等が考えられるが、一般的にはイメージスキャナを用いる場合が多いと思われる。理由として、パーソナルコンピュータ用の安価なものでも解像度が高く、濃度補正、明度指定等の豊富な画像処理機能を搭載し、他の画像処理用のアプリケーションソフトウェアを用意しなくとも、独自に画像の制御を行うことが可能と考えられるからである。

パーソナルコンピュータに接続して用いられるイメージスキャナ（以後、単にスキャナと記す）は、複写機と同様な操作で平面ステージ上にフィルムや印刷物を置いて画像を入力するフラットヘッドスキャナである。市販されているスキャナの最大取り込み画像サイズはA3サイズであるが、一般的には、A4サイズ（縦297mm×横216mm）に対応したスキャナを用いる場合が多い。したがって、A4サイズ以上の大きさを持つ画像を入力する場合には、画像を裁断し、複数の部分画像として入力する必要がある。しかし重要と思われる画像は裁断することができないため、入力する複数の画像を部分的に重複させ、その重複領域を検出した後に再構成して原画像を復元する必要がある。

本論文では、任意のカラー画像を対象として、スキャナを用いて部分的に重複した領域を持つ複数の画像を入力して、重複領域の検出法及び隣接する画像の接合法について検討する。なお、部分的に重複した複数の画像から原画像を再構成する研究例としては、新聞画像<sup>1)</sup>及びリモートセンシング画像<sup>2)</sup>を対象としたものが挙げられる。

## 2. 実験に使用した画像データ

実験に使用した画像は、縦230～450mm×横200～380mmの範囲にある6種類のカラー画像（最大画像サイズは縦450mm×横380mmである）で、いずれの画像も本実験で用いたA4サ

イズに対応したスキャナ（後述）では、そのままコンピュータに入力することができないサイズを持つ。これらの原画像を図1に示すように、各々の部分画像が重複領域を持つように4分割し、RGB各256階調、解像度50 dpiで入力した。各原画像に対して15組（4枚/組）の部分画像を入力したため、各組を1データとすると計90データとなる。なお、部分画像の入力の順番は任意であるが、大きく傾いた画像の傾き補正を行うと著しく画質が劣化するため、現段階では、1度以上の傾きがないように画像の入力を行う必要がある。人間が傾きがないように慎重に画像を入力した場合、1度以内の傾きで入力できることは実験的に確めた。

### 3. 重複領域の検出

原画像を分割してスキャナで入力すると、各部分画像に含まれる同一画素の値に±15程度の差が生じる。このため、Rの画像を8階調に階調数を落とし、重複領域検出用の画像として、以下の処理に用いた。

2章で述べたように、部分画像は傾きがないように入力したが、わずかな傾きは生じるために、まずアフィン変換<sup>3)</sup>により画像の傾き補正を行った。アフィン変換とは、画像の幾何学的変換処理を行う場合に用いられるもので、平行移動、回転、拡大縮小などの単純な変換を含んでいる。本実験ではアフィン変換の回転変換を用いた。図2に示すように、画像中の画素 $(x, y)$ を原点を中心として反時計回りに $\theta$ 回転させ、画素 $(X, Y)$ に移動させる。この処理を全ての画素について式(1)、(2)を基に行う。

$$X = x \cdot \cos\theta + y \cdot \sin\theta \quad (1)$$

$$Y = -x \cdot \sin\theta + y \cdot \cos\theta \quad (2)$$

次に、部分画像の縦及び横方向の濃度ヒストグラムを求め、得られた情報からスキャナにより入力した場合に生じる画像周辺の空白領域の削除を行った。なお、4枚の部分画像の基本的な位置関係は、この画像周辺の空白領域の存在する場所によって判定する。

重複領域の検出は、まず、図1に示す部分画像Aと画像Bに関して行う。画像Bの最上行でx方向に5画素離れた点の画素値の±1以内の値を持つ画素を画像Aに関して求める。

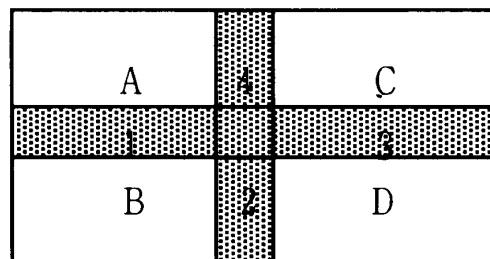


図1 4枚の部分画像と重複領域  
(図中の1～4は重複領域を示す)

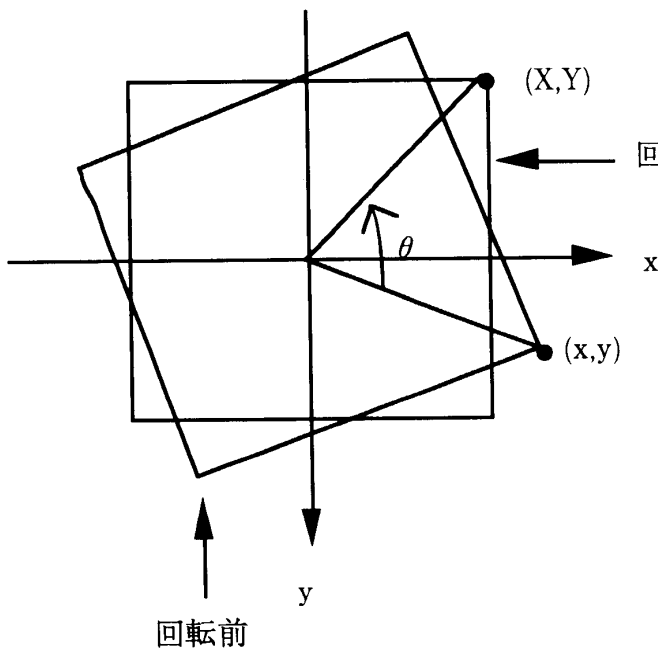


図2 アフィン変換

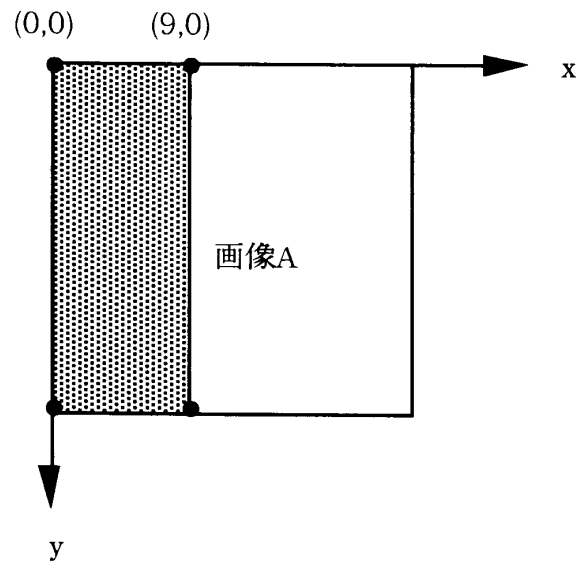


図3 部分画像A中の画素の探索範囲

画像A中の画素の探索範囲は、 $x$ 方向は最左の画素から+10画素まで、 $y$ 方向は最下の画素から最上の画素までとした(図3参照)。画像Bの探索に用いた画素は、アフィン変換および画像入力時における雑音の影響を受けにくい画素ということで選定した。次に画像Aで求められた画素と画像Bの探索用の画素を基準として、画像Aと画像Bを重ね合わせ重なり合った領域の類似度<sup>4)</sup>を求める。類似度とは2枚の画像の近さを測る尺度であり、次式で定義される。

$$\gamma = \frac{(D_1, D_2)}{\|D_1\| \cdot \|D_2\|} \quad (3)$$

ここで、 $D_1$ 、 $D_2$ はそれぞれ画像Aと画像Bの重なり合った領域(画素値列)を表す。画像Aで求められた全ての画素についてこの処理を行い、最大の類似度を示した領域を重複領域と決定する。同様の処理を画像Aと画像Cに関して行う。本方式では、画像A-Cにおける重複領域が検出されると、基本的に原画像が矩形であるという条件から画像Dの位置は決定される。

#### 4. 部分画像の接合

隣接する部分画像を接合する場合、単純に接合すると以下の問題が生じる。

- (1) 3章で述べたように、2枚の部分画像の重複領域における同一画素の濃度レベルが異なっているため、接合箇所付近において濃度レベルが不連続となる。
- (2) 部分画像をスキャナで入力する場合、図4に示すように、画像のスキャナの端付近

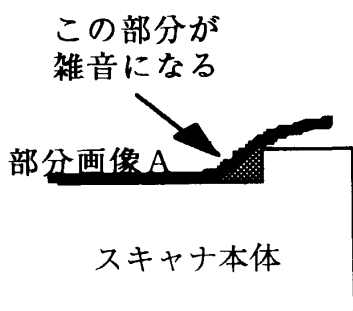


図4 画像A中の入力時における雑音部



エッジ部分の ■ が雑音になる

図5 画像Aの雑音部分

に位置する箇所でスキャナとの間に隙間が生じてその部分が雑音となり（図5参照）、この雑音部分で接合してしまう場合がある。

これらの問題に対処するために、本論文では、接合する2枚の部分画像の重複領域における画素の濃度レベルを次に示す方法で決定した。

図1に示す画像Aと画像Bの重複領域を  $D_A$ 、 $D_B$  で表す（図中1の領域）。この1の領域左上を原点として  $(0, 0)$  とし、領域の  $x$  方向の画素数を  $m$ 、領域の  $y$  方向の画素数を  $n$  とし、座標  $(i, j)$  における画素値  $D_A(i, j)$  および  $D_B(i, j)$  で表す。また再構成画像の座標  $(i, j)$  における画素値を  $D(i, j)$  とする。本実験では、次式によって  $D(i, j)$  を決定した。

$$D(i, j) = \frac{n-j}{n} \times D_A(i, j) + \frac{j}{n} \times D_B(i, j) \quad (4)$$

上式を用いることで、重複領域の上部では画像Aの画素情報を多く用い、重複領域の下部では画像Bの画素情報を多く用いて、重複領域における画素値の決定を行うことになる。このため、両画像を接合する場合の接合点付近における濃度レベルの不連続と部分画像周辺に存在する入力時における雑音の影響を低減することが可能と考えられる。

## 5. 実 験

A4サイズに対応したスキャナGT-6000（EPSON）を用いて、パーソナルコンピュータMachintosh LC475（APPLE）に部分画像を入力した後に、ワークステーションNWS-5000VI（SONY）に画像を転送して原画像の再構成を試みた。使用言語はC言語である。

### 5.1 重複領域の検出実験

重複領域の検出が正確に行われたかどうかの判定は、部分画像をパーソナルコンピュータ上で手動で再構成し、再構成された画像の縦横の画素数を用いて行った。なお、手動で原画像の再構成を行っているので、再構成画像が手動で再構成された画像の±2画素以内

の縦横の画素数である場合には、重複領域の検出が行われたとした。

重複領域の検出結果を表1に示す。表中の Data 1—Data 6 は実験に使用した6種類の原画像に対応している。また、L、M、Sは、図1に示す部分画像Aの重複領域1と4の画像Aに対する割合を示しており、順に50(%)以上、30—50(%)、10—30(%)である。これらの割合を持つデータを各々5データ作成し実験を行った。

正確に検出できたデータ総数は88データであり、検出率は97.8%である。検出の失敗は、重複領域が小さいSの場合に生じている。本実験では、3章で述べたように、傾き補正のために部分画像に対してアフィン変換を施している。そのために画質の劣化が生じ、重ね合わせる領域が小さい場合、類似度計算を行った際に低い類似度値が得られてしまったことが検出失敗の原因と考えられる。しかし、重複領域が30(%)以上の場合の検出率が100(%)であることから、本実験で用いた最大の画像サイズを考慮すると、画像サイズがA 3サイズまでならば本手法で重複領域の検出が可能と考えられる。

### 5.2 部分画像の接合実験

部分画像の接合結果の判定は、見た目に違和感があるかどうかということで行い、特に接合部分とエッジ部分に注目した。実験に使用したデータは、表1に示した Data 1—Data 6の6種類の画像であり、各々割合Lの中から3データ(計18データ)選出した。

違和感なく接合されたと思われるデータは16データであった。残り2データは、接合箇所付近がかなりぼけた画像となった。接合失敗の原因の一つとして、5.2で述べた重複領

表1 検出結果 (%)

	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6	平均
L	100	100	100	100	100	100	100
M	100	100	100	100	100	100	100
S	100	100	80	100	80	100	98

(Lは重複率50%以上、Mは30~50%、Sは10~30%を示す)

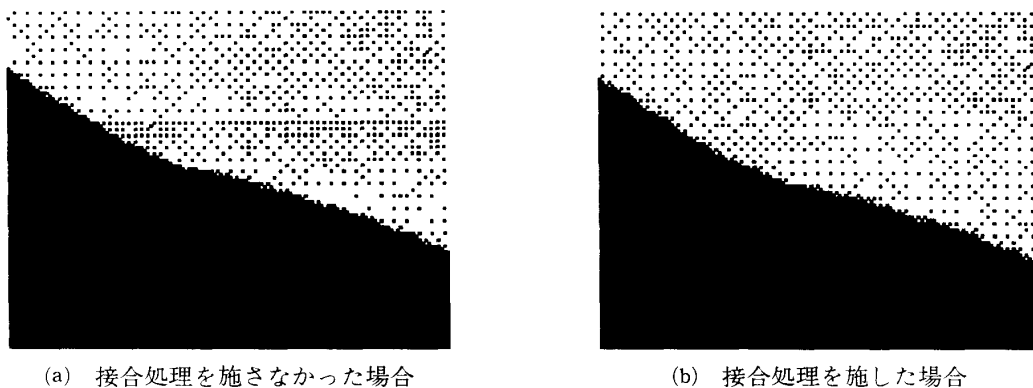
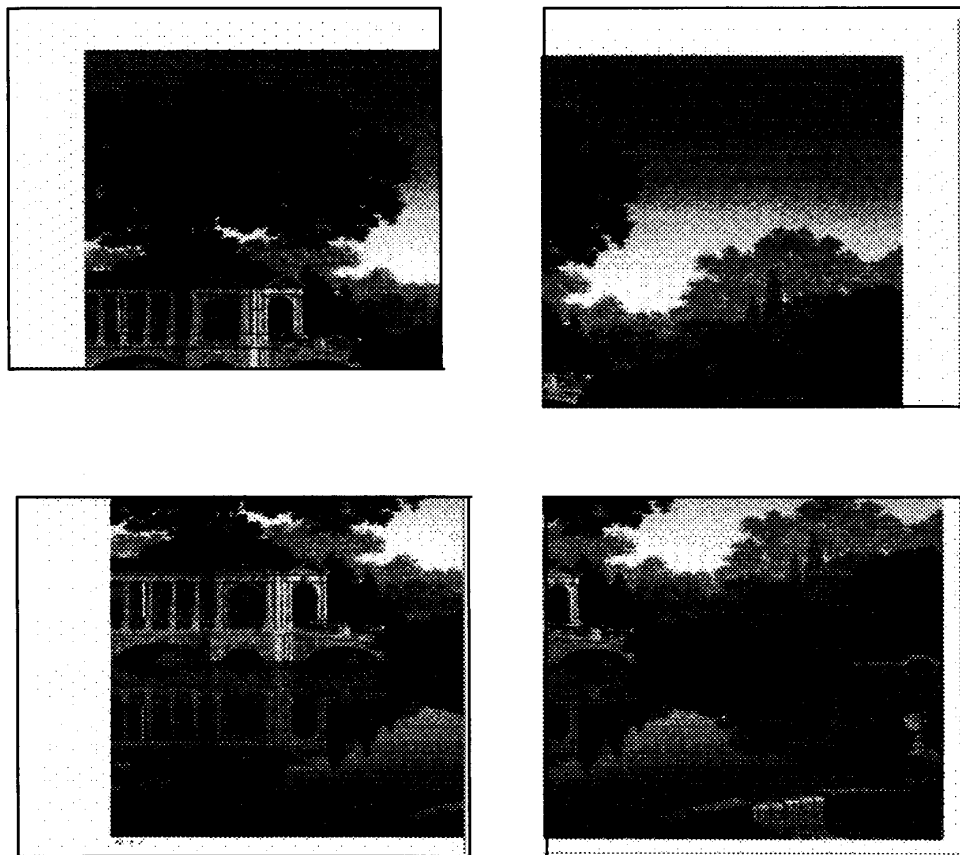


図6 接合処理を施した例 (2値画像表示)



↓再構成後



図7 再構成結果例（濃淡画像表示）

域の検出判定が挙げられる。見た目には問題がなくとも、再構成画像の縦横画素数が、手で再構成された画像の縦横±2画素以内であれば検出成功としたために、重複領域で若干のずれが生じ、重複領域の画素の濃度レベルを決定した段階で画像がぼけたと考えられる。また前処理で行ったアフィン変換は、図2に示す原点を中心として画像の回転を行ったために、原点から遠い位置に重複領域が存在する場合には、重複領域中の画素の濃度レベルに大きな影響を与える。このことも重複領域部分で画像がぼけた原因の一つと推測される。

図6に違和感なく接合された例を示す。本来はカラー画像であるが、本論文では、R画像をしきい値229で2値化して得られた結果を示す。接合処理を施した場合には、接合処理を施さない場合に見られる画像中心部の破線がなくなっていることがわかる。また図7に最終的な再構成結果例を濃淡画像で示す。

## 6. む す び

本論文では、部分的に重複した領域を持つ複数の画像から原画像を再構成することを目的として、重複領域の検出法および部分画像の接合法について検討した。重複領域の検出実験では、A3サイズまでの画像であれば、重複領域の検出が可能であることが示された。しかし接合実験では、重複領域における接合箇所付近でぼけた画像が得られる場合があり、さらに検討が必要であることが判明した。今後は、画像の傾き補正、色情報の積極的利用、さらに分割数が増えた場合に対する検討を行う。

## 参 考 文 献

- 1) 有田一穂, 秋山照雄: 文書構造認識を用いた大画面入力の検討, 平成元年度信学全大, D-474, p.6-194 (1989).
- 2) 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).
- 3) 長谷川純一, 輿水大和, 中山 晶, 横井茂樹共著: 画像処理の基本技法, 技術評論社 (昭61).
- 4) 橋本新一郎編著: 文字認識概論, オーム社 (昭57).

## Reconstruction of an original image from several partial images using overlap areas

Yutaka SHIOTANI, Mitsuru OHKURA\*, Yasuhiro SHIMADA\*,  
Mitsuru SHIONO\* and Reiji HASHIMOTO\*\*

*Graduate School of Engineering,*

*\*Department of Information and Computer Engineering,*

*\*\*Department of Electronic Engineering,*

*Faculty of Engineering,*

*Okayama University of Science,*

*Ridai-cho 1-1, Okayama 700, Japan*

(Received September 30, 1995)

We attempt to input a large image data to the computer using an image scanner for an A4 paper without cutting up the data. We input an original image data as 4 partial images with overlap areas to the computer. The original data is reconstructed by sticking 4 images at the overlap areas together. The data used in an experiment are 6 different color images and 15 data sets (4 partial images/sets) are made from each image. Using these 90 data sets, we made an experiment to detect overlap area of each partial image and obtained the detection rate of 97.8(%). We also examine how to join one partial image to other partial images.