

## 隣接する紙地図の連結法

三好孝治<sup>1</sup> 永井康雄<sup>2</sup> 中前栄八郎<sup>3</sup>

広島工業大学環境学部<sup>1</sup> 広島工業大学工学部<sup>2</sup> (株)三英技研<sup>3</sup>

### 1. はじめに

デジタル地図の普及が進展しているが、現状の紙地図（主に 1/1000 または 1/2500 の地形図）に立脚した研究に、そのデジタル化は欠かせない。紙地図利用の問題点は、スキャナでの読み込んだラスター画像の歪みにあり、紙地図を連結（図 1 参照）する際に発生する隣接地図間の不連続の解消にある。特に道路設計分野では、隣接する複数の紙地図を連結してデジタル化することが求められる。

本研究の目的は、隣接ラスター画像の不連続（図 2 参照）を回避し、デジタル化した場合のベクトル図の連続性を確保することにある。そのための歪み補正アルゴリズムおよび隣接地図間の連結手法を提案する。

### 2. スキャナで読み込んだ紙地図の歪み

2 枚の地図を連結する場合の直接的な影響をも

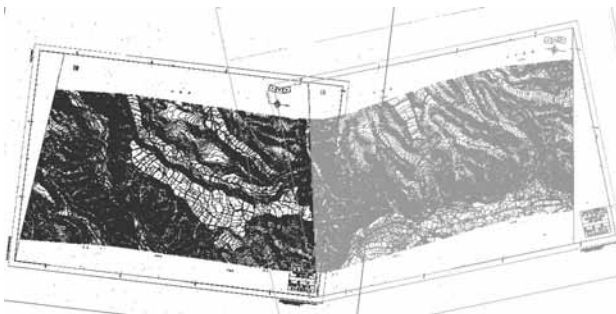


図 1 隣接地図の連結

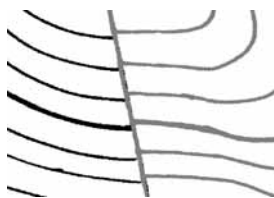


図 2 隣接地図の接合部（等高線）

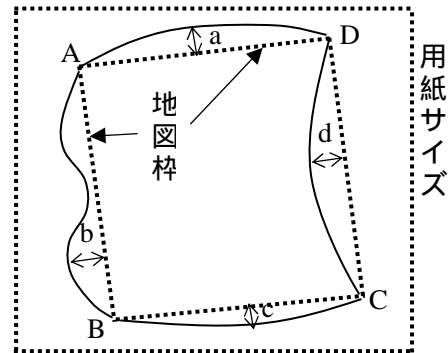


図 3 地図枠の伸縮・湾曲歪み

つ枠部分の伸縮および湾曲歪みについて考察する。ドラム式スキャナ（800[dpi]）で読み込む地図の用紙サイズ（実寸：横約 1[m]、縦約 1.2[m]～3[m]）を表 1 に示す。

緯経度値を記している地図枠は図 3 の内側の点線の四角形 ABCD であり、表 1 に各枠の長さおよび湾曲歪みの計測結果を示す。縦方向の辺 AB と辺 CD の長さの差は、最大 70[pixel]（2.2[mm]）。横方向の辺 BC と辺 DA の長さの差は縦方向の差の 1/3～1/10 程度であり、縦方向の伸縮がより大きい。湾曲歪みについては、四角形 ABCD の各辺からの最大距離を計測し、湾曲が四角形 ABCD の内側にある場合は数値にマイナス記号を記す。S の字状に湾曲している場合は 2 と -2 のように両方記載している。これらの結果から、左右の辺の湾曲がより大きい傾向がみられた。地図を連結する前に、これらの歪みを補正するのが本研究の目的である。

### 3. 歪み補正法

地図の伸縮および湾曲による非線形歪みを補正するために用いる入力情報は、4 枠上の緯（経）線と枠線との交点座標とする。緯（経）線が水平あるいは垂直でなく、4 角の頂点座標が確定できない場合は、それらの座標を入力する。以下に補正手順を示す。

(1) 各緯（または経）線間の伸縮率を求める。ここでは緯線を用いた場合について説明する。図 4(a) に示す  $K_0$ ,  $K_1$ ,  $K_s$  は緯線と枠線との交点

The Connection of Two Adjoining Paper Maps  
 1 Takaharu Miyoshi · Hiroshima Institute of Technology  
 2 Yasuo Nagai · Hiroshima Institute of Technology  
 3 Eihachiro Nakamae · Sanei Co. LTD

であり、最初の区間である $K_0$   $K_1$ の伸縮率を1として、 $K_1$   $K_2$ 間、 $K_2$   $K_3$ 間、 $\dots$ 、 $K_{(s-1)}$   $K_s$ 間の伸縮率を折れ線の長さの比によって求める。

(2) 地図の4つの枠線分を適当な幅（例えば、緯線間の1/3~1/5程度）で等分割する。その一例（上枠）を図4(a)の $P_{00}$ ,  $P_{01}$ ,  $\dots$ ,  $P_{0n}$ に示す。伸縮率を考慮して分割するため、それらの長さは同じでない。他の3枠についても同様に等分割する。

(3) 4つの枠の分割点を用いて、図4(b)に示す格子を生成する（ $m$ 行 $n$ 列）。地図内部の格子の頂点座標 $P_{ij}$  ( $x_{ij}$   $y_{ij}$ )は次式より求める。

$$x_{ij} = ((x_{ij} - x_{(i-1)j}) - (x_{(i-1)j} - x_{(i-1)(j-1)})) + (y_{(i-1)j} - y_{(i-1)(j-1)}) / (y_{ij} - y_{(i-1)j}),$$

$$y_{ij} = (x_{ij} - x_{(i-1)j}) + y_{(i-1)j}$$

ここで、

$$\theta_{ij} = \tan^{-1}((x_{(i-1)j} - x_{ij}) / (y_{(i-1)j} - y_{ij})),$$

$$\theta_{ij} = \tan^{-1}((x_{ij} - x_{(i-1)j}) / (y_{ij} - y_{(i-1)j})).$$

また、 $\theta_{ij}$ は図4(c)に示す角（単位：radian）の大きさであり、 $\theta_{ij} + \theta_{ij}$ を常に満たす。

(4) 地図画像を、これらの各格子からそれに対応する歪みのない座標系の格子に写像する。

#### 4. 連結法

補正後の画像は、接合部となる2つの地図枠線を削除して連結する。緯（経）線が水平あるいは垂直でない地図の場合には、連続性の確度を高めるため、下記の処理をおこなう。

- (1) 接合部である2つの地図枠線のそれぞれの中点に最も近い緯（経）線と枠の交点を求めて、これを連結の基準点とし、その点で2枚の地図を合わせる。
- (2) 接合部の2つの枠上に存在するすべての緯（経）線と枠との交点について、連結の基準点の左右（または上下）の領域で対応する2点の距離を求め、その距離の自乗和が最小となるような枠の伸縮処理をおこなう。

#### 5. おわりに

補正前の地図の枠上の歪みは、大きいもので

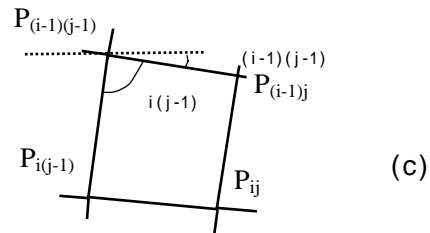
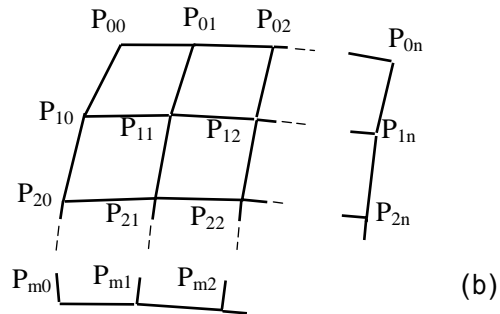
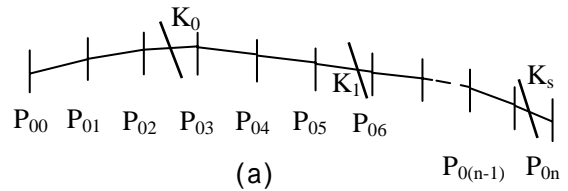


図4 (a)上枠の分割, (b) 格子の生成, (c)角

約1.2[mm]あり、線（細線：約0.1[mm]、太線：約0.2[mm]）の連続性の確保が難しい場合があった。補正後の歪みの大きさは、最大でも約0.3[mm]程度に改善され、提案補正法を用いることにより、線分連続性の確度向上が期待できる。今後の課題は、連結画像の精度検証をおこなうことである。

#### 6. 文献

[1]三好孝治, 李偉青, 金田和文, 山下英生, 中前栄八郎 『スキャナで取り込んだ地図画像の幾何補正』 土木学会論文集, No.751, -62, pp.27-38, 2004.

表1 地図枠の歪み（単位：pixel）

地図	用紙サイズ		縮尺	4辺（枠）の長さ				湾曲の大きさ			
	横	縦		辺 AB	辺 BC	辺 CD	辺 DA	a	b	c	d
1	28,816	86,212	1:1,000	82,609	27,486	82,537	27,485	2	15	2	-17
2	28,816	32,379	1:2,500	26,482	18,712	26,473	18,714	2, -2	3	-2,3	-3
3	28,816	38,258	1:2,500	32,201	22,768	32,172	22,747	3	6	5	-5
4	28,816	38,979	1:1,000	32,190	25,925	32,147	25,921	3	5	1	-6
5	28,816	37,701	1:1,000	32,210	22,756	32,180	22,759	1	5	2	-4