

# 劣化画像解析による古地図における ランドマークの鮮鋭化

若間 俊旭\*, 岡田 至弘\*

龍谷大学が所蔵する古地図：混一疆理歴代国都之図の記録としては、異なる時期に撮影され、劣化の程度が2種類のデータが存在する。地名等のランドマークの判読容易なグレースケール画像及び文字領域が不鮮明であるが、彩色部が判別可能なカラー画像である。本論文ではグレースケール画像のランドマークをカラー画像のランドマークへ写像する手法について述べる。本手法は2点对応による鮮鋭化と多点対応による鮮鋭化で様々な種類のランドマークに対応する。

## Sharpening Landmarks on Old Maps Based on Degraded Image Analysis

Toshiaki Wakama\*, Yoshihiro Okada\*

There are two images of Honilkangli-Yokdaekukto-Chido that is an old map belonging to Ryukoku University. Degraded levels of the map were different in their capture timings. The first image is grayscale and has clear landmarks while the second image is color and has unclear landmarks. In this paper, a method to sharpen landmarks on old maps by mapping grayscale landmarks to color landmarks is described. This method has two types of sharpen for various types of landmarks.

### 1 はじめに

古地図は様々な要因で劣化しており、古地図の調査では詳細な解析が必要になるが、古地図そのものの解析はさらに劣化を進める可能性がある。そこで、古地図の保存性・閲覧性を考慮し、古地図の超高精細デジタル画像化が行われる。デジタルデータに対して操作を行うことにより、古地図そのものが持つ色や文字の精度の高い解析とあわせ色彩復元や地名・地形復元による可能性を検証することが出来る。

現在、我々は混一疆理歴代国都之図(以降、混一図と略称する)をデジタル化し、劣化した古地図の復元を行っている。混一図とは、絹を素材として、主に中国を詳細に描いた世界図である。混一図の研究は始まったばかりであり[1]、デジタル化する前の混一図では見えにくかった文字等がはっきりと見えるようになると、混一図を研究する上でも有用であると考えられる。現

在、混一図の研究においては、龍谷大学所蔵の混一図は劣化が激しいため、ランドマークが見やすいこれの写本を第一次資料として用いることがある[4]。しかし、京都大学が所蔵する写本は間違いが多く、記述内容に関しては龍谷大学所蔵の原図での確認が必要である。この方法では2度確認作業を行っているため、無駄が多く作業時間も倍かかる。このような作業の無駄を省くためには、龍谷大学所蔵の混一図でランドマークを確認できるようにすることが望ましい。本論文では、撮影された時期が異なり、劣化度合いも異なる2枚の混一図を用いて混一図のランドマークを見易くする手法を提案する。実験には混一図から一部抜き出した画像を使用する。

\*龍谷大学理工学部情報メディア学科

Department of Media Informatics, Ryukoku University

## 2 混一図

### 2.1 混一図について

藤井ら [2] は混一図について次のように述べている。

混一図は十四世紀の半ば過ぎ頃、大元ウルス治下の中華領域において、民間用として作られた二種類の原因を基に、朝鮮王朝で合成・増強された。龍谷大学所蔵の写本には明の年号で建文四年（一四〇二）と記されている。漢字で音写された中央アジア以西の数多くの地名について、極僅かなものを除いて解読されないまま現在に至っている。混一図には、大陸の形状と海が表され、大陸内には、川、湖、山と多くの地名が、海には多くの島々とそれに関わる地名が表されている。これらの山、島、地名が主要な分析対象となっているが、川や湖が地名表記の基準であるように見える。

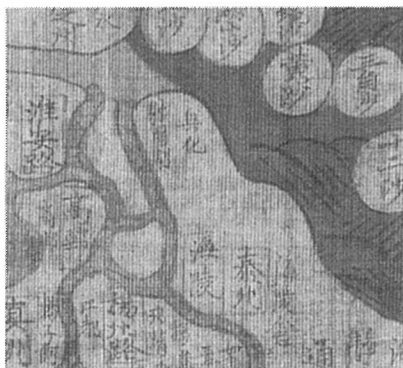


図 1: 混一図から一部抜き出した画像

図 1 に混一図の一部を示す。

### 2.2 混一図のランドマーク

混一図におけるランドマークとは川や島、山や文字などの地図上のマークのことである。図 1 の右側の暗い部分が海であり、そこには円形で表現された島が書かれている。左側の陸地は青色や黄色で描かれており、

文字が書かれていない部分は川である。そして、陸地や島に黒い文字で地名等が示されている。また、これら以外にも図 2 に示すようなランドマークがある。

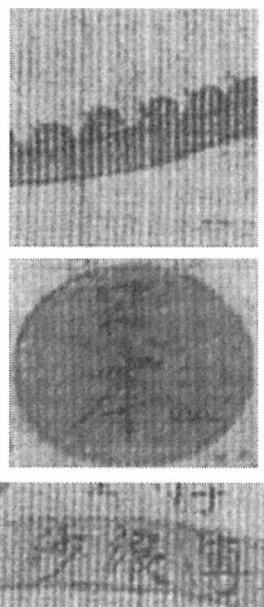


図 2: ランドマークの一部

### 2.3 撮影時期の異なる 2 枚の混一図

龍谷大学所蔵の混一図を撮影した画像が 2 種類存在する。

- グレースケールで撮影された画像

撮影時期：1970 年代  
階調：8 ビット濃淡  
解像度：2400DPI

- 最近カラーで撮影された画像

撮影時期：2007 年  
階調：RGB 各 8 ビット  
解像度：288DPI

これら2枚は撮影時期と撮影条件が大きく異なり、その間にも混一図は著しく劣化している。そのため、カラー画像撮影時にはランドマークを読み取ることが困難になっていた。そこで本研究では劣化前に撮影されたグレースケール画像を活用することで、カラー画像を鮮鋭化し、ランドマークを読み易くする。この際、2枚の画像はスケールや傾きが異なるが反転や大きく傾いているということではなく、幾何的な整合性がある。

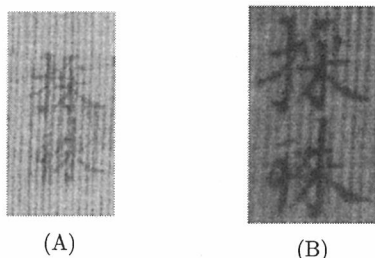


図3: カラー画像 (A) とグレースケール画像 (B) の文字の一部

図3にカラー画像とグレースケール画像の文字の一部を示す。

### 3 劣化画像解析

#### 3.1 劣化画像

劣化は古地図そのものの劣化とデジタル化された際の劣化とに分類することが出来る。そして古地図そのものの劣化はさらに経年変化による劣化と表装による劣化に分けることが出来る。本論文で提案する手法は経年変化による劣化と表装による劣化の両方に対応することが出来る。

#### 3.2 絹本の劣化

絹本の劣化には2つの原因があると考えられる。1つ目は絹本の劣化によって色が落ち、コントラストが低くなることである。コントラストが低くなると明るい部分や暗い部分のはっきりしなくなり、色情報を用いて解析を行うことが困難となる。また、色が落ちることで絹本の糸が見えてしまい解析の妨げとなる。2

つ目は絹本の経糸と緯糸がずれることである。図4にずれのない絹本のイメージを示す。絹本に地図が描かれた当時はこのようにずれのない状態であったと考えられる。この状態から劣化によって図5のようなずれが発生することで現在の状態に至ったと考えられる。このように経糸と緯糸がずれることで、描かれているものがずれてしまい、文字等が見えにくくなる現象が起こる。

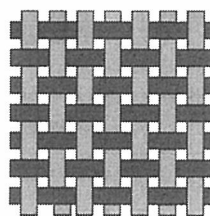


図4: ずれのない絹本の模式図

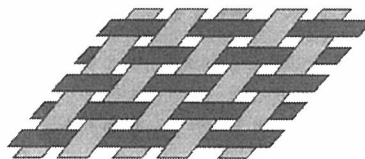


図5: 経糸、緯糸が斜めにずれている絹本の模式図

### 4 提案手法

グレースケール画像からカラー画像へランドマークを写像することで、カラー画像のランドマークを見易くする方法を提案する。今回はランドマークの文字を見易くすることを目的とし、2点对応による鮮鋭化と、多点对応による鮮鋭化の方法を提案する。これら2つの手法では共に、カラー画像について前処理としてエッジ保存型の平滑化フィルタを適用している。

#### 4.1 2点对応による鮮鋭化

図6、図7にカラー画像とグレースケール画像の文字部分を示す。

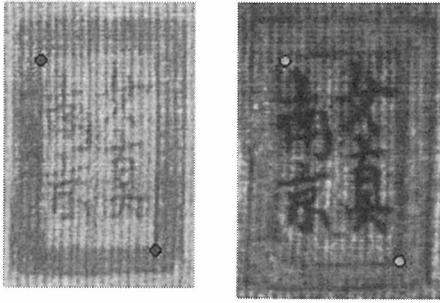


図 6: カラー画像の文字部分 図 7: グレースケール画像の文字部分

1. 図 6, 図 7 にそれぞれの画像に対して点を 2 点定め, この 2 点で文字を囲む矩形を作り文字領域とする.
2. 図 7 の文字をはっきりさせるためにヒストグラム平滑化を行い 2 値化する.
3. 2 値化した画像の黒画素部分をカラー画像とグレースケール画像の縦, 横のそれぞれの比率によってスケールを変換し, カラー画像へ合成する.

#### 4.2 多点对応による鮮鋭化

カラー画像とグレースケール画像とは, スケールや傾き, 絹本のずれの度合いが異なる. これらの 2 枚の画像の対応付けを行うために [5] で提案されている TIN とアフィン変換を用いた手法を使用する. TIN とは Triangulated Irregular Network の略で三角形分割を行った三角網のことである. より良いランドマークの鮮鋭化を行うためには, カラー画像とグレースケール画像の対応付けを行うために出来るだけ正三角形に近い三角形分割が望ましい. そのため, 最小角最大原理に基づいた Delaunay 三角形分割を行う.

1. グレースケール画像上にカラー画像へ写像したい領域の目印となる箇所に点を定め, それらの点群を用いて Delaunay 三角形分割を行う.
2. グレースケール画像で定めた目印と対応するカラー画像の目印の箇所へ点を定める.

3. グレースケール画像で行った三角形分割の結果から, それぞれの三角形を構成する 3 点と, カラー画像において, 同様の目印に打たれている 3 点でアフィン変換を行い, 座標を変換する.
4. 座標変換を行ったグレースケール画像を 2 値化し, 黒画素をカラー画像へ合成する.

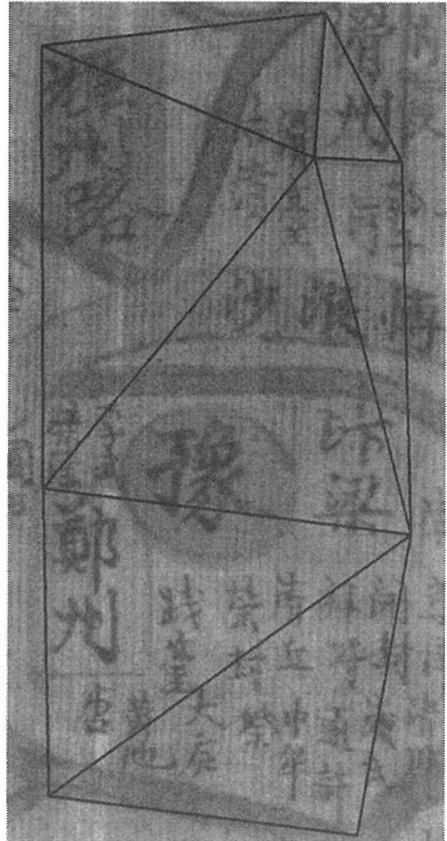


図 8: グレースケール画像を三角形分割した画像

図 8 にグレースケール画像を三角形分割した画像を示し, 図 9 にカラー画像を三角形分割した画像を示す.

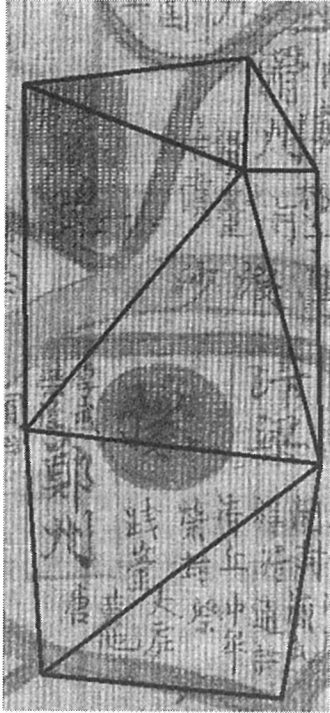


図 9: カラー画像を三角形分割した画像

## 5 実験結果と考察

### 5.1 2点対応による鮮鋭化

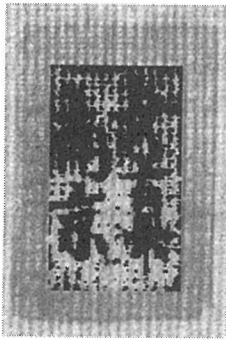


図 10: 大津の2値化



図 11: 固定閾値

図 6 と図 7 に提案手法を適用した結果を図 10, 図 11 に示す. 2 値化には大津 [6] の方法と閾値を 40(0 から 255 の範囲) とした場合とを行った. 図 6 と比較すると文字が見易くなっているのが分かる. しかし, 図 7 を 2 値化した際の影響が見られる.

### 5.2 多点対応による鮮鋭化



図 12: 合成部分を矩形として 2 値化し, 合成した結果画像

図 8 と図 9 に提案手法を適用した結果を図 12, 図 13 に示す. 2 値化には大津 [6] の方法を用いた. 図 12, 図 13 とでは, 結果に違いがある. これは, 図 12 が, グレースケール画像を合成する際に矩形として扱い, 合成する画像がない部分を背景部分とし, その色を  $RGB=(50,50,50)$  ( $RGB$  は 0 から 255 の範囲) として, その矩形に対して大津 [6] の手法を適用し, 2 値化した場合である. 図 13 はグレースケール画像の合成する



図 13: 合成部分のみを用いて 2 値化し、合成した結果画像

部分のみを用いて大津 [6] の手法を適用し、2 値化した場合である。

これらの結果を見ると、カラー画像のランドマークの上にグレースケール画像のランドマークが合成されている。しかし、川の部分なども黒くなっており、意図した文字部分以外が合成されている。これは、2 値化した際の閾値が原因であると考えられる。また、合成した文字部分がずれていない箇所とずれている箇所があるのが分かる。これは座標変換を行う際の三角形の領域が大きくなったため、グレースケール画像の傾きの影響が現れていると考えられる。そのため、アフィン変換を行う際の点の数を増やすことによって合成部分のずれを少なくすることが出来ると考えられる。

## 6 まとめと今後の課題

撮影時期の異なる 2 枚の混一図を用いてカラー画像のランドマークである文字を見易くする方法を提案した。処理前のカラー画像と処理後のカラー画像を比較すると文字が見易くなっているのが分かるが、グレースケール画像を 2 値化した際の影響が見られる。今後の課題としては、グレースケール画像を 2 値化する方法の検討、文字領域を自動で切り出す方法の検討、カラー画像のランドマークを見やすくする処理を行う使い易いインターフェースの開発、文字以外のランドマークを見易くする方法の検討が挙げられる。

## 参考文献

- [1] 藤井 譲治, 杉山 正明, 金田 章裕. "絵図・地図からみた世界像 京都大学大学院文学研究科 21 世紀 COE プログラム「グローバル化時代の多元的人文学の拠点形成」 「15・16・17 世紀成立の絵図・地図と世界観」 中間報告書". 京都大学大学院文学研究科, pp. 3-130 (2004)
- [2] 藤井 譲治, 杉山 正明, 金田 章裕. "大地の肖像 絵図・地図が語る世界". 京都大学学術出版会 (2007)
- [3] 若間 俊旭, 岡田 至弘. "劣化画像解析による古地図からのランドマーク抽出の検討", 日本国際地図学会, 日本国際地図学会平成 19 年度定期大会発表論文・資料集, pp. 48-49 (2007)
- [4] 宮 紀子. "地図は語る モンゴル帝国が生んだ世界図". 日本経済新聞出版社 (2007)
- [5] 清水 英範, 布施 孝志, 森地 茂. "古地図の幾何補正に関する研究", 土木学会論文集, No. 625/IV-44, pp. 89-98 (1999)
- [6] 大津 展之. "判別および最小 2 乗基準に基づく自動しきい値選定法", 電子通信学会論文誌, Vol.J63-D, No.4, pp. 349-356 (1980)