

道路情報を用いた古地図の自動位置合わせ

亀ヶ森 理史[†] 川嶋 稔夫[†]

公立はこだて未来大学 システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科[†]

1. はじめに

近年、文化財のデジタルアーカイブ化が進み、貴重な古地図データも容易に扱えるようになった(図1)。古地図は当時の様子を空間的に捉える貴重な資料であり、それらの比較は時代の変化を時系列で分析する研究に有用である。また近年ではGPSと連携した街歩きの観光コンテンツとしても利用されている。その為地図の重ね合わせが必要であるが、古地図の幾何的精度の低さにより容易ではなく、従来は二つの地図のランドマークを対応付ける作業を専門家が手作業で行っていた。しかし、街歩きで利用する為の精度を得るには、数百もの対応点が必要となる。手作業で行った場合、一般的な古地図でも2~3時間はかかる。本研究では古地図の位置合わせを自動化し、コストと時間の削減へと繋げる。

2. 従来の研究

本研究では位置合わせに道路情報を用いる。主に、(1)地図画像中から道路領域を認識し道路ネットワークを作成(2)二つの地図の対応付けの2段階で行う。(1)の手法は、色情報から道路情報を得る方法^[1]と図形的な特徴を利用して道路を判別する方法^[2]などが提案されているが、前者は色情報を用いるため、白黒等の単調な色で描かれることが多い古地図には不向きである。後者は道路の特徴である二重線を検出し、それらの繋がりから交差点接続をグラフネットワーク化していく。(1)は多くの研究が行われ、自動化の手法も確立されている。しかし(2)に関しては全て手作業で行われているのが現状である。

3. 道路の照合による古地図の位置合わせ

3.1 道路の照合問題

本研究は、道路の照合問題を交差点同士の対応付けと捉える。ただし、道路網の変更で交差点の増加、減少が発生することがあり、それらを踏まえたアルゴリズムの考案が必要である。なお、交差点の情報については2章で述べた方

法により既に抽出済みであると考える。また、自動化は初期入力として2点の交差点対応付けを与えることとし、この2点を基準に全ての交差点を対応付けるマッチングアルゴリズムを考案する。



1922 函館市街新全図 1943 改正区画地番入実測函館詳図
図1 古地図の例

3.2 道路ネットワークの表現

古地図中から道路と交差点を抽出し、道路ネットワーク(表1)を構成する。これは抽出した各交差点に対し、交差点番号、交差点の位置となる座標(以下、座標)接続された交差点の番号(以下、接続先)接続された交差点の数(以下、接続数)そしてその交差点が地図中で最外郭ノードであるかを判断する数値(以下、最外郭ノード)が要素として含まれている。

表1 道路ネットワークの表現例

交差点番号	座標	接続先	最外郭ノード(1)
①	(10,10)	2,4	1
②	(20,10)	3,5,1	1
③	(30,10)	7,2	1
⋮			
⑪	(10,20)	1,5	1
⑫	(20,20)	2,6,8,4	0
⋮			
⑳	(10,34)	7,9,5	1
㉑	(15,26)	3,10,6	0
㉒	(20,36)	5,9	0
⋮			
㉔	(10,42)	6,10,8	1

3.3 交差点の対応付け

まず初期入力として、交差点の対応付けを2点手作業で与える。この2点を中心に交差点を対応付ける。図2に示されるように初期入力を与えた点をそれぞれs, pとし、これらに隣接する共通の区画を抽出する。その抽出された区画

に含まれる交差点を反時計回りで対応付ける。交差点の対応付けとは、二つの地図間で一点ずつ対応候補となる交差点 a と a' を抽出し、それぞれの接続先に注目した時に、その接続数が a と a' の接続先全てで等しい場合、 a と a' が同じ交差点であると判断するというものである。区画内の交差点全てをチェックしたら、 p の位置をずらし、 s の周りの全ての区画で対応付けを行う。これら作業を s 、 p をずらしながら全ての交差点がチェックされるまで繰り返す。

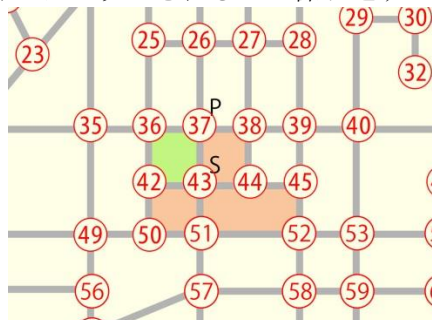


図2 区画と交差点の抽出

3.4 道路情報変化部分の対処

ここで問題になるのが道路情報の変化である。代表的な変化例をふたつ挙げる。ひとつは、道路の増加や減少などの変化、もうひとつが最外郭ノードの違いである。最外郭ノードの違いとは地図の記載範囲の違いによって生じるもので、ノードに隣接する区画の一部が対応できずに残ってしまう状態である。以上の二つの問題の対処法を以下に示す。まず交差点の対応付けを行う際、対応付ける前に区画の中の交差点の数を比較する。



図3 区画内交差点数の変化

この時、道路が増加、または減少している場合、区画の中に含まれる交差点の数も変化する（図3参）。このような区画に出会った場合、その区画は対応付けの比較対象から外し、次の区画へスキップする。最外郭ノードに関しても同様に、最外郭ノードの交差点に s が与えられた時、その周りの区画はチェックせずにスキップする。この方法では変化のあった道路付近の交差点とそれに隣接する区画の一部は検出出来ないが、地図において、道路の変化が全ての区画の中で

起こる事はほぼない為、変化が生じた区画を省略しても、地図の重ね合わせには十分な対応付けが得られると考えた。

4. 実験・結果

提案した手法の精度と、街歩きで使用する上で十分な量の対応点を抽出することが出来るのか検証する実験を行った。実験に用いた地図は図4のものを利用した。図4の地図内の緑の線は道路の増加を意味しており、計5個の道路と2個の交差点が増加している。これらふたつの地図に3章で説明したアルゴリズムを適用した。結果は交差点の色で判断する。青い交差点は対応付けが取れたもの、赤い交差点は対応付けが取れなかったものである。

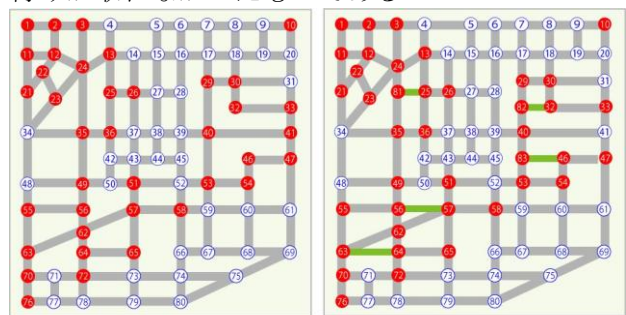


図4 交差点対応付け結果

5. 考察とまとめ

実験結果から、変化のあった交差点が含まれる区画以外の部分は全て対応付けることができた。変化のあった道路区画を飛ばすことでその先の交差点対応に影響が与えることはなかった。また、実際の古地図は実験で用いた道路ネットワークよりも範囲が広い為、対応する交差点の数も増えると予想され、位置合わせをする分には問題ないと考えた。仮に未対応の交差点が多く出てきてしまった古地図に関しては、他の幾何学的情報などを利用した方法が必要になってくる。

今後はこれらの手法を加え、実際に函館の古地図コレクションで実験、検証を行い、精度の向上を図る。

参考文献

- [1] 糸永航ら：信学総，pp. 234, 1999.
- [2] 小林富士男ら：福山大学紀要 23, pp. 67-72, 1999.

「Automatic registration of historical maps using road network」

† 「Satoshi Kamegamori・Future University Hakodate」

† 「Toshio Kawashima・Future University Hakodate」