

GPS アート生成のための最適歩行経路探索システムの開発 Route Search System for GPS Art Generation

三谷哲心[†]高井昌彰[‡]

Tetsushi Mitani

Yoshiaki Takai

1 はじめに

スマートフォンなどの携帯端末の機能向上に伴って、GPS アートの創作活動が注目されている。GPS アートとは、携帯端末のGPS ログ機能を利用して、自身が実際に歩行可能あるいは走行可能な道路に沿って地上を移動した軌跡を地図上に可視化し、それによって線画を描く作品である。近年では、健康増進目的の歩行運動において、そのモチベーションを高める手段としても利用されている。しかし実際にGPS アートを制作する場合、総歩行距離などを考慮した上で適切な経路を地図上から見つけ出す必要があり、創作活動の敷居を高くしている。

そこで本研究では、描画したい画像と道路地図情報、そして総歩行距離などの制約条件を入力として与え、描画したい画像に関して最適な実際の歩行経路を出力する、GPS アートのための最適歩行経路探索システムを開発する。

2 システムの構成

2.1 システムの概要

本システム全体の処理の流れを Fig.1 に示す。ユーザは地図上に描画したい画像（以下、対象画像と呼ぶ）とGPS アートを制作する地域の道路地図画像をシステムに入力する。システムは対象画像から画像の輪郭を抽出し、道路地図画像から交差点をノード、道路をリンクとする道路ネットワークを生成する。その後、生成した道路ネットワークを探索空間として、対象画像の輪郭を最も正確に再現できる歩行経路を探索し、その経路をユーザに提示する。

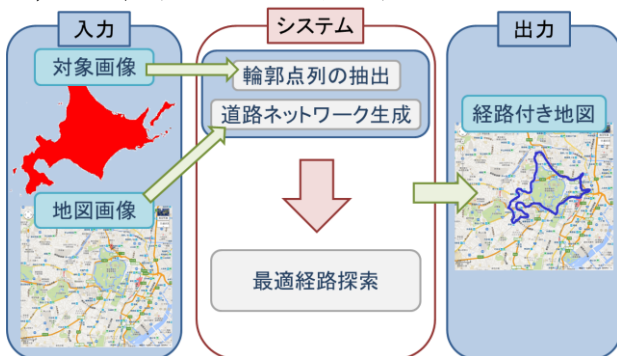


Fig.1 システム全体の処理の流れ

2.2 対象画像の処理

入力された対象画像に対して輪郭抽出を施し、対象画像の最も外側の輪郭を座標点列として取得する。また、二つの座標点間の距離がある閾値以上の場合、その二点を結ぶ線分の midpoint に新たに輪郭座標点を生成する。この処理により、輪郭から抽出される座標点間の距離は常に一定値以下となる。

2.3 道路ネットワークの生成

システムに与えられる道路地図画像は、GoogleMap (StreetView) のスクリーンショットから取得する。この地図画像に以下の処理を施すことで道路ネットワークの生成を実現する[1].

① 道路の色相値に基づく地図画像の二値化

② 細線化処理

田村の方式による4連結の細線化処理を施す。この処理により、道路の線幅が全て1画素となる。

③ 交差点の検出

細線化処理の施された道路地図画像について、ある道路画素(1画素)に注目する。その上下左右に3つ以上の道路画素が存在する場合、注目した道路画素を交差点ノードとする。交差点ノードはそれぞれノード番号と座標の二つの属性値を持つ。

④ 交差点ノード同士の接続関係の検出

抽出された交差点ノードに対して、線図形の接続関係に従ってリンクを生成する。リンクは始点と終点のノード番号を持つ。

実際に入力した道路地図画像とそこから得られた道路ネットワークを Fig.2 に示す。道路ネットワークでは、交差点ノードが点、リンクが線として表されている。

[†]北海道大学大学院情報科学研究科, Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

[‡]北海道大学情報基盤センター, Information Initiative Center, Hokkaido University



Fig.2 入力地図画像（左）と道路ネットワーク画像（右）

2.4 最適経路探索のアプローチ

生成された道路ネットワーク内で、対象画像の輪郭点列を最もよく再現できる経路を以下の手順で探索する。

まず、座標平面に道路ネットワークと対象画像の輪郭点列を初期配置する。次に、配置した輪郭点列を、順番に道路ネットワークの最も近い交差点ノードに移動させる。この際、道路ネットワークのリンクを参照し、移動後の輪郭点列が道路ネットワーク上で接続関係を失わないように移動後の交差点ノードを選択する。

全輪郭点の移動が終了すると、交差点ノード列が出力として得られる。この交差点ノード列をフーリエ記述子を使用した評価関数によって評価する。フーリエ記述子とは、平面上の曲線を周波数領域で記述する方法の一つである。フーリエ記述子には様々な種類があるが、本稿ではP型フーリエ記述子を採用した[2]。

まず得られた交差点ノード列と、移動前の輪郭点列からフーリエ記述子を導出し、この二つのフーリエ記述子の振幅スペクトルの差の絶対値の総和を評価関数の値とする。この評価値は、得られた交差点ノード列と対応させてリストに保存する。

その後、もとの輪郭点列の全体に対して、ある一定量の平行移動、回転移動及び拡大・縮小の幾何学的変換処理を順次適用し、輪郭点列の初期配置を更新する。その後新たな初期配置のもとで、上記の探索処理を繰り返す。

予め定められた探索範囲を網羅した場合、経路の探索を終了する。得られた交差点ノード列のうち、最も評価値の良い交差点ノード列を解とする。

3 実行結果

システムの動作確認のため、簡単な図形について経路の探索を実行した。その結果を Fig.3、

Fig.4 に示す。なお、入力する対象画像はそれぞれの図の左下の図形、地図画像は Fig.2 に示す札幌駅周辺の地図画像である。

単純な対象画像ではあるが、概ね正確に道路地図上に再現できていることが分かる。経路探索に要する時間はどちらも約 60 分である。本システムの実装は、開発言語に Java、画像処理ライブラリに OpenCV を用いている。また、CPU : Intel Xeon E5520 2.27GHz, RAM : 4.0GB, OS : Windows 7 Professional の PC 上で本システムを実装した。

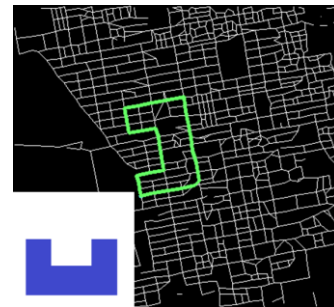


Fig.3 対象画像（凹型）と出力歩行経路



Fig.4 対象画像（ハート型）と出力歩行経路

4 まとめ

本稿では、対象画像と道路地図画像の二つを入力とし、地図画像内で GPS アートを描くための歩行経路探索システムの概要について述べた。

今後は、より複雑な対象画像を用いてシステムの評価試験を行い、最適経路探索における評価関数の精緻化と探索処理の高速化を進め、システムの完成を目指す。

参考文献

[1] 糸永 航, 松田 一朗, 米山 範隆, 伊東 晋: “地図画像からの道路ネットワークの自動抽出”, 電気通信学会論文誌(D-II), vol.J82-D-II, no.11, pp.1990-1999, (1999).

[2] 小林 不二男, 岡本 昌丈, 尾関 孝史, 坪井 始, 田中 始男: “オキアミの色彩及び形状特徴と抽出への応用”, 映像情報メディア学会技術報告 vol.22, no.49, pp.7-12, (1998).