

地図画像からの曲がり角密集地域検知ツール

奈良 清仁[†] 森田 瑛登[†] 村上 久[†] 秋吉 政徳[†]
 神奈川大学[†]

1 はじめに

曲がり角での、車と歩行者の接触事故防止や、自動走行する移動物体が方向転換するためには、予め曲がり角を通知する必要がある。しかし、曲がり角の密集地域では、通知の頻度の多さにストレスや処理の負荷の向上の問題が発生する。この問題は、曲がり角密集地域を予め検出し、通知を一度にすることが有用である。上瀧ら [1] は、航空写真から曲がり角を検出したが、全ての検出はなされていない。

本稿では、GoogleMap のような容易に入手出来る地図画像をもとに、画像解析による曲がり角・曲がり角密集地域検出ツールを提案する。さらに、使用した様々なパラメータ値や、曲がり角密集地域検出の際に使用するクラスタリング手法を複数比較して、適したものを見つける実験結果についても述べる。

2 提案ツール

2.1 アプローチ

地図画像には GoogleMap のスタイル変更を用いて、道路情報のみを抜き出したものを使用する。地図画像から曲がり角を見つけるために、道路の交点座標を見つける必要がある。そのため、地図画像に対してまず直線検知を行い、その直線検知結果をもとに交点を求める。この時の交点を曲がり角とする。また、発見した交点に対しクラスタリングと面積の計算を行い、1 クラスタの面積に対する点の密度が一定値を超えたものを曲がり角密集地域とする。

2.2 ツールの構成

今回作成したツールの構成図を図 1 に示す。

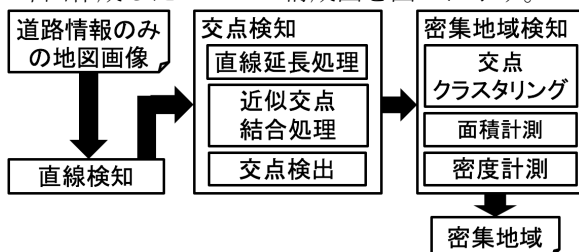


図1: 曲がり角検知ツール

2.2.1 道路情報のみ地図画像生成

GoogleMap には、ユーザーの好みに合わせて地図のスタイルを変更できる GoogleMapsAPIsStyling-Wizard がある。これを用いて、今回は道路の情報のみを黒、それ以外を白で表示した地図画像を使用する。実際にスタイルを変更した前後を図 2 に示す。これを行うことにより、必要な情報のみを抜き出すことができるため、曲がり角の発見を容易にすることができる。

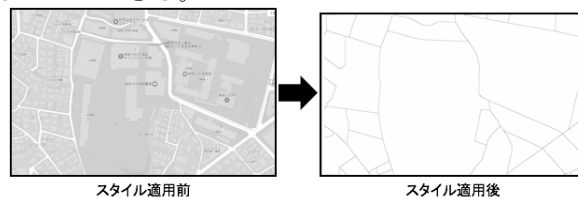


図2: スタイルの適用

2.2.2 直線検知

画像解析による直線検知には、オープンソースのライブラリである OpenCV を用いる。直線検知には 5 つのパラメータが必要になるが、そのパラメータ値は予備実験を行い、ある画像に対して最適であったものを以降使用する。用いるパラメータ値を表 1 に示す。

表 1: 直線検知のパラメータ値

パラメータ名	パラメータ値
投票空間の分解能	1 ドット
投票空間の角度分解能	$\pi / 180$
最小投票数	16
最小の線分長	16 ドット
投票点の最大間隔	12.5 ドット

2.2.3 交点検知

直線検知結果から、任意の二線分に対して交差判定を行う。その際に直線検知の性質上、隙間が発生し、T 字路や L 字路に対する未検知が発生する可能性がある。それを回避するため、図 3 に示すように線を延長することで交点を発生させている。

また、直線検知では多くの場合で線が重複して検知される。そのため、地図上での一つの交点に対し複数交点が重なって検出される。その上、数ドットずれて検出されることもあるので、極めて近い点を一つにまとめる必要がある。

Dense corner area detection tool from map image
[†]Kiyohito Nara, Akito Morita, Hisashi Murakami, Masanori Akiyoshi, Kanagawa University

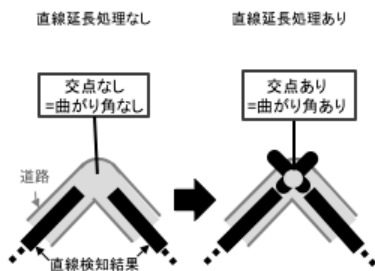


図3:線分延長による交点の発生

2.2.4 密集地域検出

交点検知結果から、クラスタリングを行うことで密集地域を検知する。クラスタリングの手法は、画像内にいくつの密集地帯があるかは開始段階では不明な為、終了時のクラスタの数を指定しなくてよい階層型クラスタリングを使用する。

3 実験

3.1 交点検知に対する評価実験

表 2: 直線延長距離の実験結果

距離範囲	8.1-9.8	9.9-14.9	15.0-16.5	16.6-17.0
誤検知数	0	1	2	3

直線を延長する適切な距離を求める予備実験を行った。まず延長距離 0 ドットから、20 ドットまでを 0.1 刻みで変化させて曲がり角検知を行う。その後、目視で全ての画像に対し、全ての L 字路・T 字路が検出された画像の誤検知数を調べた。結果を表 2 に示す。8.0 ドット以下は未検出な箇所があった為、省略する。17.1 ドット以降は誤検知数が減ることはなく増加していくため、省略する。結果を見ると、9.8 ドットまでは誤検知数を増やさずに延長することが可能であった。また、9.9 ドット以降は次第に誤検知数が増加する傾向にあることも判明した。本研究では、誤検知がされなかった範囲の中央値である、9.0 ドットを採用する。

3.2 交点検知に対する評価実験

ここでは、5 つの地図画像に対して曲がり角検知を行った。検出すべき正解数、本ツールで検出した検知数、誤検知数を人手で確認した結果を表 3 に示す。F 値の平均は 0.9226 と低くない数値であった。しかし、road10 に対しては 0.8414 と低い結果であり、その原因は短い道が多く含まれ、それらが直線と検知されなかったためである。

表 3: 実験結果と F 値

画像名	正解数	検知数	誤検知	適合率	再現率	F 値
road5	78	69	2	0.972	0.885	0.926
road8	41	34	0	1.000	0.829	0.907
road9	24	23	1	0.958	0.958	0.958
road10	93	69	2	0.972	0.742	0.841
road11	157	155	4	0.975	0.987	0.981

3.3 密集地域検出に対する評価実験

ここでは、密集地域検出のための、クラスタリングの適切な手法と、適切なクラスタリング距離の決定を目的とした。しかし、密度を尺度にしてしまうと、クラスタリング距離が極めて短いものが最適に選ばれる。これでは高密度の密集地域のみが密集地域とされ、人間の感覚でいう密集地域とは乖離している。そこで、21 人の被験者に対して、4 種の地図にクラスタリングしてもらって予備実験を行った。4 種の地図の中から、似たクラスタリング結果が多数存在する地図を選択し、クラスタごとに分割することで区域を作成した。区域ごとに、最も多かったクラスタリング結果をそれぞれ採用し、本実験の正解データとした。その後、クラスタリング手法ごとに、正解データに最も近い結果を出す距離と、F 値を計測した。ここでは、距離の範囲が短いものは小数点第 1 位、桁が大きいものは k(キロ)単位で計測した。

表 4 に示すように、最短距離法が最も F 値が高く、値も 0.959 と高い数値となった。これは、近い曲がり角がまとまった箇所を、人は密集地域と呼ぶことから考えても妥当と考えられ、本ツールでは最短距離法でのクラスタリングで、曲がり角密集地域を求めるのが最適である。

表 4: クラスタリング実験結果

手法名	距離	適合率	再現率	F 値
最短距離法	85.2-86.7	0.921	1.000	0.959
最長距離法	253-292	0.800	0.759	0.779
ウオード法	255k-400k	0.817	0.845	0.831
群平均法	167.4-170.2	0.810	0.879	0.843

4 おわりに

本稿では、地図画像から直線検知を行うことで、曲がり角と曲がり角密集地域を検知するツールの提案を行った。曲がり角、曲がり角密集地域はともに高い評価で検知することができた。しかし、本稿ではクラスタリング時、単純に曲がり角どうしの距離のみを考慮しているが、これでは道路が考慮されていないため、曲がり角どうしの距離は近くとも、道のりは遠い全く関係のない曲がり角がクラスタリングされてしまった。また、曲線の道路では近い間隔で曲がり角が検出されてしまうため、曲がり角の密集地域ではないのに誤認識してしまう問題がある。

参考文献

[1] 上瀧 剛, 内村 圭一, 脇坂 信治 “交差点の検出に基づく航空画像からの道路の抽出”, 電子情報通信学会技術研究報告. ITS, 103(294), 55-61, 2003.09.02.