

# ArcGIS を用いた交通事故地点回避経路探索システムの評価

2013SE016 深見真綾野 2013SE224 土田誠人

指導教員：河野浩之

## 1 はじめに

ウェブ上のオープンデータを使用して、交通事故や交通事故に伴う交通渋滞に対する問題解決に IT 技術を活用していく活動が行われている。車社会となった現代、カーナビゲーションシステムの普及により、我々は現在地から目的地への経路探索を使用する機会が増えてきた。代表的なデータとしてプローブカーデータがあるが、リアルタイムの情報で解析ができる一方、入手することが困難である。我々は情報が確立している過去の交通データを使用する。

本研究では、交通データは愛知県警察から提供を受けた交通事故データ、地図データは BBBike より名古屋駅付近の OpenStreetMap[1] をダウンロードして使用し、地理情報システム ArcGIS を用いて過去の交通事故地点を回避する経路探索システムの評価を行う。

本論文は 6 章では構成されている。2 章では最適経路探索に関する先行研究について紹介する。3 章では、2 章で述べた先行研究の課題をもとに我々が提案する最適経路探索システムのアーキテクチャを提案し、4 章でシミュレーション結果を示す。5 章では、実験結果ならびに、考察を示し、6 章ではむすびを示す。

## 2 最適経路探索に関する先行研究

この章では、本研究に対する先行研究について紹介する。2.1 節では GIS を用いた交通に対する待ち時間の削減について、2.2 節では運転手ルート推薦手法、交通データを用いた自動異常検出について、2.3 節では関連研究の比較について述べる。

### 2.1 GIS を用いた交通に対する待ち時間の削減 [2]

Firas らは GIS を用いた交通に対する待ち時間の削減について研究した。交通渋滞などによる待ち時間は大変な脅威をもち、一般的な現象と重なっている。理由の 1 つとしてあげられるのは、人口増加による車両の増大によるものである。交通ルールの違反により事故が発生して、その結果交通渋滞が発生するといったこともしばしばある。ここ数十年で IT 業界の活動分野の 1 つとして地理情報システムの開発が進められている。GIS とは、地理情報の取得、保管、分析、表示のためのソフトウェアシステムである。Firas らは ESRI 社が開発した ArcGIS を用いて解決している。

### 2.2 カーナビ利用時の運転手ルート推薦手法の実験的評価 [3] と交通データを用いた自動交通異常検出について [4]

濱田らはカーナビによる推薦経路に対して、運転手が意識的に別ルートを走行した際に元の推薦経路に戻るように推薦するのではなく、複数のコストを考慮して運転手の意向に沿ったルート推薦を行うアルゴリズムを開発し、良好な結果を得ている。距離、道幅、信号数の 3 つのコストの中で道幅を重視して実験を行った場合、従来のものよりも平均の道幅が最初の推薦経路よりも広い経路が推薦され、運転者の意向を反映することができている。

赤塚らは交通データを用いて交通異常を自動的に検出する研究を行った。交通異常をはやく検出することは、それによって引き起こされるその後の渋滞やそれに伴う損失を減らすために重要とされている。そこで時間的平均速度と空間的平均速度の関係に対して 2 つの指標を求め、それによって交通事故を検出する。

### 2.3 関連研究の比較

各先行研究の比較を表 1 に示す。先行研究 [2] では運転手の意向に沿った経路推薦を可能としているがコストが距離、道幅、信号機で実験が行われているため、渋滞を避けたいという意向には沿うことができない。先行研究 [3] では広範囲の走行データの入手が可能ではあるが、特定の道路に注目したときに交通状態が頻繁に変化するため、間違っただけを検出する可能性があり、また、疎なデータしか取得できない。本研究では、過去の交通事故地点とそれによって発生する事故渋滞地点を避けた最短経路探索を ArcGIS を用いて行う。

表 1 先行研究の比較

先行研究	メリット	デメリット
[3]	距離、道幅、信号数それぞれの意向に沿った経路推薦が可能	コストが 3 つのみ
[4]	広範囲の走行データの入手可能	交通状態が頻繁に変化する道路では間違っただけを検出

## 3 交通事故地点を避けた最短経路探索の提案

この章では、本研究の最適経路算出の提案について示す。3.1 節では、最適経路探索手法について説明する。3.2 節では地理情報システムについて、3.3 節では交通データについて、3.4 節では GIS データと地図データについて紹介する。

### 3.1 最適経路探索手法

図1に最適経路探索システムのアーキテクチャを示す。地図データと交通データを地理情報システムのモジュールに読み込む。過去の交通事故地点を避けるために交通事故データを使用し、地図上にデータをのせ、ネットワークを作成するために地図データを用いる。

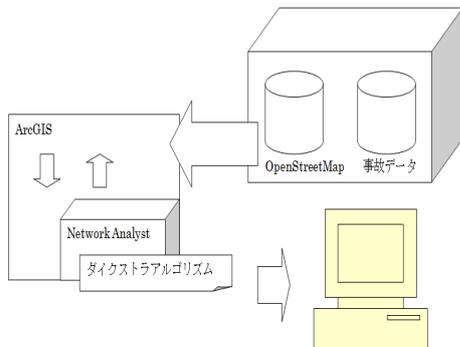


図1 最適経路探索システムのアーキテクチャ

最適経路探索手法のフローチャートを図2に示す。はじめに、交通事故地点を通行不可地点に設定する。次に出発地と目的地を設定し、最適経路を探索する。探索した経路上に、通行不可地点を含む場合、回避した経路の探索をする。繰り返し探索し、経路上に通行不可地点を含まなくなった経路を最適経路とする。

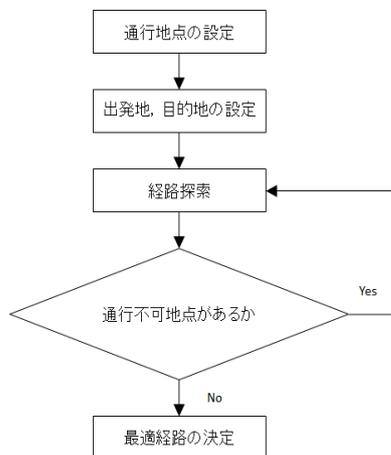


図2 最適経路探索手法のフローチャート

### 3.2 地理情報システム

地理情報システム (GIS) とは、地理学と情報技術を融合したもので、事物に位置情報や属性を付与し地理空間上で表現・分析を可能とするシステムである。

QGISは無料のフリーソフトであるが、シェープファイル等の測地系の自動的認識が不可能である。MANDARAは無料のフリーソフトで、統計地図描画に特化している。

ArcGISはEsri (<https://www.esri.com>)が開発しているもので、誰もが地図や情報を検索、作成、共有、利用できるようにするための統合プラットフォームで、有料である。エクステンション製品として、Network AnalystやTracking Analystなどがある。Network Analystは、交通ネットワーク状況をモデル化し解析可能であり、Tracking Analystは、時間や位置情報を含んだ時系列データを定義して可視化と解析が可能である。また、Tracking Analystは他のArcGISエクステンション製品と組み合わせて使用することも可能である。本研究では、地図データと交通データを基に最適経路を求めていく過程で、Network Analystを使い解析していくので、ArcGISを使用する。

### 3.3 交通データ

交通データとして、我々は都道府県が公開しているオープンな交通事故データを使用する。例えば、鳥取県警察は交通事故発生状況を、「道路、時間、曜日」属性を含むExcelデータで公開している。群馬県警察が公開している、防犯・交通事故情報の交通死亡事故発生場所データは、「時間、天気、場所、路線、事故類型、関係者」属性を含むExcel形式である。愛知県警察が公開している安心・安全マップ[5]は、愛知県で発生した交通事故地点を死亡・重傷事故と高齢者が被害者となる死亡・重傷事故に分け、プロットした地図である。地図上の交通事故地点から、「発生年月日、時間帯、管轄警察署」属性を含む詳細情報を読み取ることができる。

我々は安心・安全マップで使用されている、交通事故地点を交通データとして使用する。安心・安全マップはすでに完成した地図であり、編集するために基となるデータが必要なため、愛知県警察から、2014年、2015年に愛知県で発生した事故全体の一部の412件の「発生年月日、時間、天候、緯度、経度」属性を含むExcel形式の交通事故データの提供を受けた。

### 3.4 GISデータや地図データ

地理院地図は国土院の地図や空中写真をWebブラウザで閲覧することができる。また、各地図を重ね合わせて表示することもできる。日本のオープンデータ都市マップはデータ公表都市をマッピングした地図であり、公表されている都市は235ある。公表されている都市は多いが都市によってファイル形式が異なるため扱いにくい。愛知県の安心・安全マップは愛知県が地域の犯罪発生状況や交通事故発生状況を確認し、安全対策につなげることを活用目的として公開しているデータである。

オープンストリートマップはフリー地理情報データを作成することを目的としたプロジェクトである。誰でも自由に編集でき、誰でも自由に利用することができる。全世界の全都市に対応しており、利用者は150万人を越えている。また、オープンストリートマップは利用者拡大に伴い情報量も増加する性格をもっている。ArcGISとの連携可能で

形式は osm ファイルに対応している。

## 4 最適経路探索のシミュレーション

この章ではシミュレーション実験の流れを説明する。4.1 節では、ArcGIS 上にオープンストリートマップを読み込む様子を示す。4.2 節では、オープンストリートマップ上に交通事故データをプロットさせる様子を示す。4.3 節では 2 点間における最適経路探索のシミュレーションについて示す。

### 4.1 ArcGIS 上でのオープンストリートマップの読み込み

ArcGIS 上で経路探索を行うには、地図データを読み込まなければならない。我々はオープンストリートマップ (OSM) を基となるデータとして使用する。OSM を使用するには、ArcGIS Editor for OpenStreetMap が必要となるので、Esri のホームページからダウンロードしインストールする。

本研究では、名古屋市の地図データのみ使用するため、BBBike から名古屋市の範囲を選択し osm.xz 形式ファイルでダウンロードした後、ファイルを解凍する。ArcMap を起動させ、Systemtool box の Load Osm Data を用いてオープンストリートマップ上にデータを反映させた。地図データを読み込むことにより、各道路に隣接するノードやエッジが表示されネットワークを作成することが可能となる。

### 4.2 交通事故データの読み込み

愛知県警察から提供を受けた交通事故データは、日時、緯度、経度、天候属性を含む Excel 形式ファイルである。緯度と経度は 60 進数表記であったため、関数 SUBSTITUTE、CONCATENATE、FIND を使用して 10 進数に変換する。Arc カタログから Excel データを選択し、XY データから X 軸を経度、Y 軸を緯度、空間座標系 OpenStreetMap と同様 WGS1984 に設定し、フィーチャクラスを作成し地図上に読み込む。

事故が発生した際、事故発生地点のみではなく事故地点周辺も通行止めになる。また、事故により周辺道路に規制がかかり交通渋滞になりうる可能性が高いため、最適経路の選択には適していない。本稿では、交通事故地点から東西南北に 100 メートル範囲で地点をとり、ポリゴンを作成し通行不可地点に設定する。地図上の距離で 100 メートルを緯度、経度に換算すると 0.002 度になるため、交通事故地点の緯度と経度データからプラスマイナス 0.002 度の 4 地点を算出する。Arcpy の Points to Line を使用し 4 地点を結ぶラインを作成し、ジオメトリ変換ツールを使用し、4 本のラインからなる閉じた領域をポリゴンに地図上に読み込む。作成したポリゴンを Network Analyst 上で通行不可地点として設定し、ポリゴンバリアにする。名古屋駅周辺の交通事故地点周辺をポリゴンに設定した地図を図 3 に表示する。



図 3 名古屋駅周辺の交通事故地点をポリゴンで表示

### 4.3 2 点間における最適経路探索のシミュレーション

4.1 節、4.2 節でオープンストリートマップと交通事故地点を読み込んだ。本節では、長さをコストに設定し、任意の 2 点間における最適経路の探索を ArcGIS のエクステンションの Network Analyst を使用して行う。交通事故を回避する最短経路探索アルゴリズムとして、ダイクストラアルゴリズムを使用する。

今回の実験では、名古屋駅周辺の任意の 2 点を選択し交通事故地点を 1 件含む場合と 2 件含む場合の経路を解析し、交通事故が発生していない場合と発生し事故地点を避ける場合の経路の距離を求める。交通事故が発生していない場合の経路を図 4 に、交通事故地点を避けた場合の経路を図 5 に示す。交通事故が発生していない場合の経路が 2.3km に対し交通事故が発生し、事故地点および周辺道路を避けた場合の経路は 2.5km となり、9% 増加することが分かる。

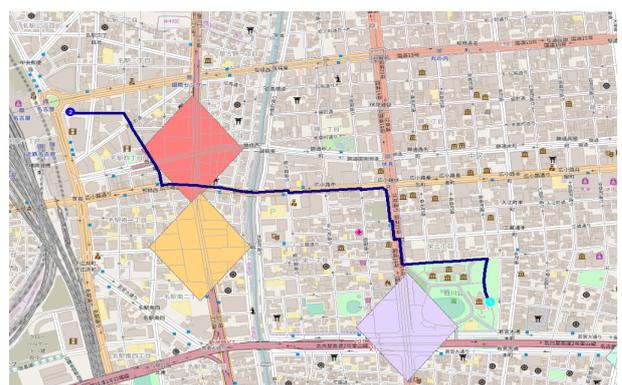


図 4 2 点間における最短経路

図 4 は Network Analyst を用いて、通行不可地点がない任意の 2 点間における最短経路を求めた結果である。次に図 4 で探索した経路上に、通行不可地点を設定する。ここでは任意の地点を設定したが、本研究では交通事故地点を通行禁止地点として設定する。その際安心・安全マップの

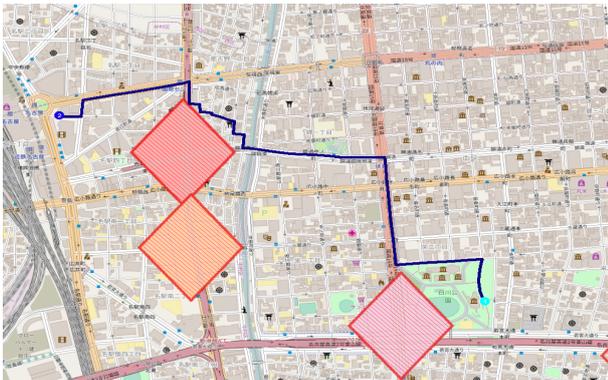


図5 2点間における交通事故地点を避けた最短経路

交通事故発生情報を使用した。任意の2点間における通行不可地点を避けた最短経路を求めた結果を図5に示す。

## 5 実験結果

5.1節では、4章をもとに行った実験結果を示す。5.2節では実験の考察を示す。

### 5.1 実験結果

任意の2点間における最適経路内に、交通事故地点を1件含む場合と2件含む場合において、交通事故地点を避ける前の経路の距離と避けた後の経路の距離をそれぞれ10件計測した。実験結果の一部をそれぞれ表2、表3に示す。出発地点と到着地点は緯度と経度で示す。実験の結果、交通事故が発生した際、交通事故地点を避ける経路に変更した場合、交通事故が発生していない最適経路に比べて19%増加することが分かった。

表2 事故1件回避する場合の実験結果

出発地点 (北緯, 東経)	到着地点 (北緯, 東経)	最適経路 (m)	事故地点回避経路 (m)	短縮 (m)
35.162,136.902	35.161,136.911	817	1165	348
35.163,136.921	35.155,136.913	1257	1427	170
35.155,136.894	35.153,136.904	1125	1596	471
35.170,136.885	35.164,136.905	1749	1834	85
35.172,136.890	35.165,136.886	1265	1326	61

表3 事故2件回避する場合の実験結果

出発地点 (北緯, 東経)	到着地点 (北緯, 東経)	最適経路 (m)	事故地点回避経路 (m)	短縮 (m)
35.172,136.889	35.163,136.890	1036	1599	563
35.169,136.895	35.162,136.910	1965	2054	808
35.167,136.896	35.166,136.887	928	1595	667
35.164,136.889	35.164,136.905	1749	2307	558
35.170,136.884	35.164,136.900	2054	2291	237

### 5.2 考察

国土交通省の最新の平成27年度の自動車燃料消費量統計年報の表6燃料別・都道府県別・10車種別、燃料消費量(ガソリン)および、表7燃料別・都道府県別・10車種別、

走行キロ(ガソリン)[6]より、愛知県での乗用車の燃費を計算すると約11kmとなる。実験結果より、交通事故が2件含む場合、交通事故が発生していない最短経路は交通事故を避ける経路よりも平均0.42km短縮され、交通事故が1件の場合は平均0.28km短縮された。今回の実験では十分な速度データの取得ができなかったため時間での議論はできていない。乗用車の燃費を11km/L、ガソリンの値段を120円/Lとして、交通事故が1件発生した場合を計算すると、1台当たり3円削減することが可能だと分かった。しかし、交通事故が1件発生した場合にその影響を受ける自動車や公共交通機関の規模は把握できない。1件の事故渋滞による損失金額は算定されているが主要道路以外には対応されていないので全体の損失金額は分からない[7]。

## 6 むすび

本研究ではArcGISを用いた経路探索を行った。はじめにBBBikeからArcGIS上に、名古屋駅周辺のOpenStreetMap読み込みを行った。次に、OpenStreetMap上に交通事故地点を読み込みを行った。ArcpyのPointsToLineより、交通事故地点周辺に領域をラインで作成し、ジオメトリ変換ツールを使用してポリゴンに変換した。作成したポリゴンを通行不可地点に設定し、通行不可地点を避けた最短経路の探索と評価を行った。20回の実験の結果、交通事故を1件回避する場合0.28km、2件回避する場合0.42km経路が延長した。交通事故を1件回避する場合、一台あたりガソリン台を1Lあたり120円とすると3円削減可能である。

## 7 参考文献

- [1] OpenStreetMapJapan, <https://openstreetmap.jp/>
- [2] F. F. Jawad, B. T. Shabana, H. M. El-Bakry, "Reducing Waiting Time for Transportation using GIS," IJARCSST Vol.4, pp.62-71, 2016.
- [3] 濱田恵輔, 中島伸介, 北山大輔, 角谷和俊, "カーナビ利用時の運転者ルート選択意図の学習およびルート推薦手法の実験的評価," DEIM Forum, H1-6, 2016.
- [4] 赤塚裕人, 高須淳宏, 安達淳, "プローブカーデータを用いた自動交通異常検出," 電子情報通信学会, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.112, No.202, 2012.
- [5] 愛知県警察, 安心・安全マップ, <https://www.pref.aichi.jp/police/anzen/>
- [6] 国土交通省, "自動車燃料消費量統計年報, 最新の統計資料", <http://www.mlit.go.jp/k-toukei/22/annual/22a0excel.html>
- [7] 共生社会政策統括官, "平成23年度交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査報告書", 2011, <http://www8.cao.go.jp/koutu/chou-ken/h23/houkoku.html>