

# ドライバの習熟度に応じた経路探索システムの設計

## —右折レーンを考慮した経路探索—

2020SE074 若園凌汰

指導教員：張漢明

## 1 はじめに

代表的なナビゲーションシステムに、Google Maps や市販されているカーナビゲーションシステムがある。Google Maps では時間や距離、料金を優先する経路の中から1つを選択することができる。市販されているカーナビゲーションシステムでは、時間や距離、料金に加え幹線道路を優先する経路の中から1つを選択することができる。現状のナビゲーションシステムの問題点は情報が限定的であり、ドライバの好みに応じた経路探索ができないことである。

本研究ではドライバの好みに応じた経路探索の実現を目指す。ドライバの好みには安全さや楽しさ、快適さなどがある。安全さでは、歩道がある道や道幅の広い道などが、楽しさではカーブの連続する山道や高速道路などが、快適さでは信号の少ない道や堤防などの選択が考えられる。

本研究の目的は、ドライバの習熟度に応じた経路探索システムの設計である。運転習熟度の高いドライバは、山道やカーブの連続する道、堤防などを選択し経路探索を行うことが考えられる。運転習熟度の低いドライバは、右折レーンのある交差点、道幅の広い道、歩道のある道、追い越し車線に合流しない高速道路出入口などを選択し経路探索を行うことが考えられる。本研究では、運転習熟度に関する情報の複数の項目を考慮した経路探索を目指す。本研究では右折レーンを考慮した経路探索に着目する。

本研究の目的を達成するための技術課題は運転習熟度に関する情報の分析と抽出をすること、運転習熟度に関する情報のグラフによる表現をすること、複数の観点による探索する方法を提案することである。

本研究の問題を解決するための基本的なアイデアは地図と運転習熟度に関する情報を重み付きグラフで表現すること、ダイクストラ法で経路探索をすることである。

## 2 関連研究と関連技術

### 2.1 好みに応じた経路探索の関連研究

竹森 [1] は経路探索時の好みを自動二輪車の走り心地として、道路形状から得られる道路特徴と走行時の自動二輪車の挙動データから得られる走行特徴を用いて走り心地を定量化し、同属の経路片で同じ走り心地を得られると仮定し、経路を推薦することを提案している。

河野ら [2] は、経路片から景観となるスポットがどの程度見えるかを表す尺度、可視率を定義し、それに基づき景観の良い経路を推薦する手法を提案している。

### 2.2 右折禁止の関連研究

鈴木 [3] は、愛知県の事故死亡者数が多く、道路形状別の事故発生場所を見ると、交差点が全体の半分以上を占めている。その結果から、交差点の安全性の確認や見直しが必要であるという考えから、交通事故減少に向けた手法として、右折・Uターン禁止通行を提案している。

### 2.3 習熟度に関する情報の分析と抽出

運転習熟度の低いドライバには、判断力の低さや視野の狭さ、車両感覚がつかめていないなどという特徴が考えられる。このような特徴から運転習熟度の低いドライバが避けるべき箇所や状況は、右折レーンのない交差点での右折や先の見えないカーブが連続する山道、路上駐車が多い街中、対向車とのすれ違いが難しい狭い道などが考えられる。

以上のことから運転習熟度に応じた経路探索時に必要な情報は、交差点、車線数、道幅、カーブや直線などの道の特徴が考えられる。

### 2.4 ダイクストラ法

ダイクストラ法はグラフ理論における辺の重みが非負数の場合の単一始点最短経路を解くための最良優先探索によるアルゴリズムである。

## 3 右折レーンを考慮した経路探索

### 3.1 交差点のグラフ化

地図には交差点を表現するノードと、ノード間の距離を表現するエッジがある。地図をグラフとして表現する際に、交差点での直進、左折、右折、をそれぞれエッジとして表現することで、交差点や道等の情報を追加したものを、ここでは詳細モデルと呼ぶ。

詳細モデルによってグラフを詳細化した際のエッジには2種類ある。1つ目は単純にノード間の距離を表現するエッジである。2つ目はグラフ詳細化後に現れる直進、左折、右折を表現するエッジである。

交差点をグラフ化した例を図1に示す。

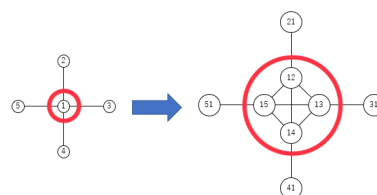


図1 交差点のグラフ化

### 3.2 重み付け

詳細モデルによって表現される右折を表すエッジのうち、右折レーンのない交差点での右折を表すエッジの重みを大きくすることで経路探索時に選択されにくくなり、重みを小さくすることで経路探索時に選択されやすくなる。

重み付けを変更し実験することで、適切な重み付けを検討する。ここでの重み付けは、右折レーンのない交差点を避けるためならどれほどの距離まで遠回りしてもよいかという意味に相当する。

### 3.3 経路探索の実験

実験は5×5の格子状の地図を用い、スタートを左下に、ゴールを右上に設置し経路探索を行う。ノード間の距離を表すエッジの重みはランダムで30から100の間で与える。グラフ詳細化後に現れるエッジの重みは直進、右左折時の手間であり、30で統一する。

右折レーンのない交差点での右折を表現するエッジの重みを1.8倍する。周りのエッジの重みとの関係を相対的に考え、1.8倍を選択した。右折レーンのない交差点での右折をなるべく通らない実験で3か所すべての右折レーンのない交差点での右折を通らなかった実行結果を図2に、経路を図示したものを図3に示す。

```
最適経路ノード: ['start', '2122', '2221', '2217', '1722', '1712', '1217', '127', '712', '78', '87', '89', '98', '910', '109', '105', '510', 'goal']
Total Weight of Optimal Path: 740
```

図2 実行結果

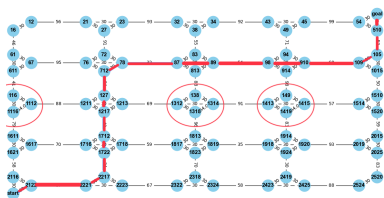


図3 右折レーンのない交差点を通らない経路

## 4 考察

### 4.1 実験の考察

ノード間の距離を変更したところ、右折レーンのない交差点での右折をなるべく通らない実験で1か所右折レーンのない交差点での右折を通った実行結果を図4に、経路を図示したものを図5に示す。

```
最適経路ノード: ['start', '2122', '2221', '2223', '2322', '2324', '2423', '2419', '1924', '1914', '1419', '1415', '1514', '1510', '1015', '105', '510', 'goal']
Total Weight of Optimal Path: 654.0
```

図4 実行結果

この実行例では右折レーンのない交差点での右折('1419', '1415')を通っている。ノード間の距離を変更したことで図3で選択された緑でなぞった経路ではなく、あ

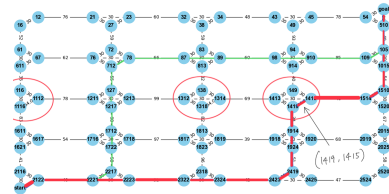


図5 右折レーンのない交差点を通る経路

まりにも遠回りすることを避け、右折レーンのない交差点での右折を表現するエッジが経路に選択された。

提案した重み付きグラフを用いた経路探索の有用性について評価する。右折レーンを考慮した経路探索の実験では重みを1.8倍にすることで遠回りをしすぎない、かつなるべく右折レーンのない交差点での右折をしない最適経路を探ることができた。

### 4.2 複数の観点による経路探索の考察

提案した詳細モデルでは交差点(ノード)を直進、右左折のエッジに分解して表現した。これにより交差点内と道にそれぞれ重みが付けられるようになる。ドライバーの好みは1つではなく複数あることが考えられる。右折レーンの有無に加え、道幅の広狭の情報を追加しても同様に適切な経路探索ができる見込みである。交差点内のエッジの重みに右折レーンの情報を追加し、道のエッジの重みに道幅の広狭の情報を追加することで実現できると考える。

## 5 おわりに

本研究ではドライバーの習熟度に応じた経路探索システムの設計を目的として、習熟度に関する情報を重み付きグラフに統合し経路探索を行った。遠回りしすぎないよう距離との関係を考え重み付けを検討した。

今後の課題は好みの多次元化である。実現するためにドライバーの好みに関する情報の抽出と分析を行い、より多くの好みに対応できるグラフの詳細化をする必要がある。実地図での実現も課題である。5×5の実験ではグラフ変換後のノード数が82であった。実際の経路探索では交差点が100×100以上の地図が想定され、グラフ変換後のノード数は2326以上である。実際の地図でも提案する方法での実現が妥当であるか検討する必要がある。

## 参考文献

- [1] 竹森 有裕, "ユーザの嗜好を反映した自動二輪車の経路推薦", 奈良先端科学技術大学院大学情報科学科情報科学専攻修士論文, 2015.
- [2] 河野 亜希, 谷村 孟紀, 崔 楊, 河合 由起子, 川崎 洋, "景観を考慮したドライブナビゲーションシステムの検討", 情報処理学会論文誌, Vol. 2007, No. 4, pp. 205-206, 2007.
- [3] 鈴木 翔貴, "交通事故減少に向けた走路網の数理的分析". 南山大学卒業論文.