

歩行者の混雑状況を考慮した自転車推奨経路探索

大谷 紀子 研究室

1972094 本所 真鞠

1. 背景と目的

au 損保保険株式会社が 2020 年 9 月に全国の自転車利用者男女 1000 人を対象として行ったアンケートでは、23.9%がコロナ禍において自転車利用頻度が増えたと回答した。自転車の利用頻度が増加した要因には、外出自粛による運動不足の解消や公共交通機関での通勤回避などが挙げられる。2021 年には全国で自転車交通事故が 69694 件も発生している。事故が自転車対歩行者の場合、過失割合は自転車の方が大きくなる。自転車と歩行者の接触事故を回避するためには、歩行者の混雑状況を考慮し混雑した場所を避けて移動する必要がある。現在使用率が最も高い地図アプリである Google マップでは、2020 年 9 月 18 日から 10 都道府県で自転車経路に対応し、急な坂、トンネル、悪路、自転車レーンを考慮した経路が表示される。しかし、歩行者の混雑状況は考慮されていない。

本研究では、自転車での移動中、歩行者に対して危機感を覚える機会をなくすことを目的とし、アントコロニー最適化 (ACO; Ant Colony Optimization) [1]による混雑状況を考慮した経路の探索手法を提案する。

2. 提案手法

提案手法では、混雑場所、急な坂道を回避し移動距離が短い経路を推奨経路とする。対象地域の交差点と分岐点をノード、2 地点間の道をエッジとする交通ネットワークを探索対象とし、指定された地理座標 v_s , v_g から直線距離が最も短いノード v_s' , v_g' を出発地と目的地とする。特定の時間に多くの歩行者が出入りする駅や学校、繁華街を混

雑場所とし、該当するエッジに回避したい度合いを設定する。スクールゾーンが設定されている小学校を中心におおむね半径 500m の範囲を混雑場所とする。経路探索時の時間帯区分は、通勤通学時間の 7 時から 9 時、昼休憩時間の 12 時から 13 時半、下校時間の 14 時から 16 時、帰宅時間の 17 時半から 19 時とする。

経路探索には ACO を用いる。ACO とは、アリの採餌行動の経路生成過程にヒントを得た探索方法である。アリがフェロモンを残しながら移動し、別のアリがフェロモンに誘引されて経路を選択することで、ほとんどのアリが巣から餌場までの最短経路を通りようになる。ノード v_i の次にたどるエッジは、ノード v_i と未訪問のノード v_j の両方に接続しているエッジから選択する。巣を表すノードから餌場を表すノードまでエッジの選択を繰り返し、各アリがたどる経路を決定する。

繰り返し回数を t と表すとき、サイクル t において現在のノード v_i にいるアリ A_k が次のノード v_j に進むノード選択確率 $p_{ij}^k(t)$ は式(1)で算出される。

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{\phi_{ij}(t)^\alpha h_{ij}^\beta}{\sum_{v_l \in \Omega_{ik}} \phi_{il}(t)^\alpha h_{il}^\beta} & v_j \in \Omega_{ik} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 v_i , v_j に接続するエッジを e_{ij} とするとき、 $\phi_{ij}(t)$ はサイクル t における e_{ij} のフェロモン量、 h_{ij} は e_{ij} のヒューリスティック情報、 Ω_{ik} はアリ A_k の未訪問ノードのうち v_i と隣接しているノードの集合、 α と β はフェロモンとヒューリスティック情報を考慮する度合いを制御するためのパラメータである。ヒューリスティック情報 h_{ij} は、式

(2)によって算出される.

$$h_{ij} = \frac{1}{d_{ij}c_{ij}^2} \quad (2)$$

ここで, d_{ij} はノード v_i, v_j 間の距離, c_{ij} は v_i, v_j 間の回避したい度合いを表す. ヒューリスティック情報に経路の回避したい度合いの 2 乗を付加することで, 距離の長さよりも回避したい度合いを考慮した経路が高確率で選択される.

3. 評価実験

アリの数を 200 として経路選択とフェロモン更新を 10000 回繰り返して導出された経路と Google マップで出力された最適ルートと比較し, 提案手法の有用性を確かめる. 出発時刻を 15 時, 出発地を西ノ久保公園, 目的地を①厚木市金田うしくぼ用水コミュニティパークとしたときと, 出発地を厚木市金田うしくぼ用水コミュニティパーク, 目的地を②蓮生寺としたときの経路の距離, 混雑場所に含まれる道の距離, 自転車専用レーンの有無を表 1 に示す.

また, 厚木市在住の 5 名, 東京都市大学の学生 2 名を被験者として, Google マップで出力した経路と提案手法で出力した経路を自転車で走行し, 「歩行者に対して危機感を覚える場所」や「きつい坂道」の有無と, 2 つの経路を比較してどう感じたかをアンケートで回答させた. 自転車での走行は, 出発時刻を同じにするため, 平日の 2 日間で行った. 2 つの経路を比較したときの評価は「そう思わない」を 1, 「そう思う」を 5 とした 1~5 の 5 段階で, 評価値が大きいほど高評価とする. 走行した地域ごとの評価値の平均を表 2 に示す. また, 「2 つの経路を走行し意見や感じたことはあるか」という質問に対して「大型トラックのよく通る道があり, 曲がり角で接触の危険性があると感じた」, 「柵などの設置がされていない用水路が傍にある道があり, やや危険」, 「提案手法の経路では, 歩行者も車も少ない道を通ったが, 道が狭く良くなかった」という回答が得られた.

表 1: 比較項目の距離

比較項目	Google マップ	提案手法
出発地から目的地までの距離	① 1.9km ② 1.5km	① 3.0km ② 5.4km
混雑場所に含まれる道の距離	① 0.4km ② 0.9km	① 0.9km ② 0.3km
自転車専用レーンの有無	① なし ② なし	① なし ② なし

表 2: 評価値の平均

評価項目	厚木市	横浜キャンパス周辺
混雑場所を避けた経路になったか	3.2	4.5
坂道の多さやきつさが軽減されたか	2.2	2.5
危機感を覚える機会は減ったか	3.4	5.0
提案手法の経路は自転車の推奨経路に適しているか	2.6	4.0

4. 考察

表 1 より, ①, ②の経路ともに提案手法の方が経路の距離が長いため, 混雑場所を迂回することで, 距離が長くなったと考える. 混雑場所に含まれる道の距離は, ①では Google マップの方が短く, ②では提案手法の方が短いため, すべての経路で提案手法の方が短くなるとはいえない. ①の出発地が混雑場所に含まれていたことと, 通学路が非公開により小学校から半径 500m 圏内の回避したい度合いをすべて同じ値にしたことから, 混雑場所を含む道の距離が長くなったといえる.

表 2 の評価値の平均が中央値の 3 を上回った項目から, 提案手法では混雑場所を避け危機感を覚える機会の少ない経路の導出が可能であるといえる. しかし, 「提案手法の経路は自転車の推奨経路に適しているか」の評価値の平均が地域によって差があることと記述式の回答より, 推奨経路の条件は混雑場所と急な坂の回避のみでは不十分であるといえる.

参考文献

- [1] M.Dorigo, T.Stützle., "Ant Colony Optimization", MIT Press, 2004.