

蟻コロニー最適化を用いた鉄道代替バスの経路探索法

長岡慧† 山本佳世子‡

電気通信大学情報理工学域† 電気通信大学大学院情報理工学研究科‡

1. 序論

1.1. 研究の背景と目的

近年, JR 西日本が公開した資料によると, ローカル鉄道利用客数が低迷している(図1). これにより, 対応方法の1つとして鉄道の廃線と路線バスの走行による代替が考えられる. 本研究では, 蟻コロニー最適化(ACO)を用いた代替バス走行経路の探索法を提案する.

1.2. 関連分野における先行研究と本研究の位置付け

後藤ら(2015)は通常のフェロモンに加えて消臭フェロモンを使った改良 ACO を用いて, 危険区域を避けた被災時避難誘導経路を導出した. 一方で泉田ら(2005)は, 岩手県滝沢村における路線バス停留所の要求条件を満たした自動配置の方法を提案し

た. 本研究は以上の先行研究と比較し, 要求条件を満たすようにバス停留所の候補地を手動で配置した上で, ACO を用いてバス停留所候補地のうちいくつかを停留所とするバス経路を導出することで独自性を示す.

2. 研究の枠組みと方法

本研究では, 以下の枠組みと方法に従って研究を行う. まず, 研究対象地域となる路線を選定する. その対象地域におけるデータを取得し, 幅員付きの道路ネットワークデータを作成する. 次に, 対象路線沿線に停留所候補となる道路を複数選定する. 作成した道路ネットワークデータに, 改良した蟻コロニー最適化によって対象路線における各駅間を1区間とし, 各区間において路線バスの走行する最適経路を導出する.



図 1. JR 西日本 線区別利用状況
出典:西日本旅客鉄道株式会社(2022)

Path Search Method for Bus Operation as Substitute for Railway Using Ant Colony Optimization Algorithm

†Kei NAGAOKA

†Faculty of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

‡Kayoko YAMAMOTO

‡Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

3. バス停留所の選定

本研究では, バス転換の対象の鉄道線路の周辺に, 要求条件を満たすようにバス停留所の候補地を手動で選定する. 泉田ら(2005)の研究を参考に, 路線バス停留所設置における要求条件を次の5点とする.

- (1) 路線の潜在的利用者数を確保する
- (2) 駅や役場、郵便局などのシンボルマークの近くに停留所候補地を設置する
- (3) 信号機・交差点などの付近は停留所を置かない
- (4) 幅員の4.7m未満の道路には停留所を置かない
- (5) 対象路線にできるだけ近い経路を選択する

4. 研究対象地域の選定

本研究において、研究対象地域となる路線は既に周辺地域を走行している路線バスが無い、収支率が低い、比較的走行距離が短いという3つの理由から、加古川線（西脇市駅～谷川駅）とした。

5. 蟻コロニー最適化

5.1. アルゴリズムの経路選択

本研究では、アルゴリズムは、アントコロニー最適化（Ant Colony Optimization Algorithm: ACO）を用いる対象地域の道路ネットワークデータについてACOを適用する。これをモデルにした経路の決定は、図2に示す手順で行われる。

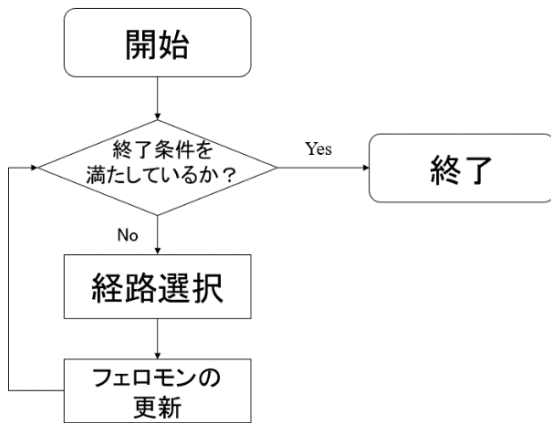


図2. 蟻コロニー最適化（ACO）の手順

5.2. 経路選択

通常のACOにおいて、頂点*i*から隣接する頂点*m*への経路選択の確率関数には以下の関数を用いる。

$$p_{im}^k(t) = \frac{a_{im}^k(t)}{\sum_{n \in \Omega} a_{in}^k(t)}$$

- t : 時間
- k : アリの識別番号
- Ω : i の隣接頂点の集合
- $a_{ij}^k(t)$: 頂点*i, j*を結ぶ辺に対する評価値
- $a_{ij}^k(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in \Omega} [\tau_{il}(t)]^\alpha [\eta_{il}]^\beta}$
- τ_{ij} : 辺*ij*のフェロモン濃度
- η_{ij} : 辺*ij*における距離の逆数
- α, β : 重み付けパラメータ

今回は右左折回数を考慮する点、ゴールに向かう途中で停留所を通る点を鑑みて、この関数を基に改良した関数を用いて経路を選択する。

6. データの加工

本研究では、対象地域における幅員付きの道路ネットワークデータを取得するため、道路中心線データ（国土地理院ベクトルタイル提供実験のデータ）と道路縁データ（基盤情報地図情報のデータの道路縁（RdEdg）データ）を扱う。算出した幅員と道路中心線データを元に、道路ネットワークデータを生成する（図3）。

これを加工して、幅員が一定以上の道路を抽出し、各辺から辺に移動する際、右左折となるか、直進となるか判定できる情報を残したままネットワークを単純化する。

7. 評価実験

上記で示した改良ACOにより求めた経路と同様のバス停留所を通る経路をダイクストラ法によって探索し、両経路を距離と右左折回数などの観点から比較する。

8. 今後の研究計画

本研究で用いるACOアルゴリズムの概要を確定させ、実際に実験を行う。そして評価実験を行い、ACOアルゴリズムの評価を行う。



図3. 幅員を付与した道路データ（西脇市駅～新西脇駅）

参考文献

- [1] 後藤大貴, 太田飛鳥, 松澤智史, 滝本宗宏, 神林靖, 武田正之, 「被災時避難誘導に向けたフェロモン調節による改良ACOアルゴリズムの提案」, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.14, No.4, pp65-70
- [2] 泉田幸永, 菊池大輔, 池田哲夫, 高山毅, 「地域バス路線における停留所の最適配置方法の研究」, 情報処理学会第67回全国大会講演論文集 2005, Vol.1, pp. 503-504
- [3] 西日本旅客鉄道株式会社, 「JR西日本, ローカル線に関する課題認識と情報開示について」, JR西日本 West Japan Railway Company, 2022-04-11, https://www.westjr.co.jp/press/article/items/220411_02_local.pdf (参照 2022-09-09)