

電気自動車を用いたデマンドバスシステムの評価 Evaluation of Demand-Bus System using Electric Vehicles

河村 公輔[†] 向 直人[†]
Kousuke Kawamura Naoto Mukai

1. はじめに

近年、自動車保有台数の増加に伴う CO₂ 排出量増加の環境への影響や、公共交通利用者減少に伴う路線バスの廃止・赤字運営が問題となっている。そこで、本論文では、従来の路線バスに代わる新しい公共交通システムとして期待されるデマンドバスシステムに電気自動車を導入することで、環境に優しく利便性の高い、新しい交通システムを提案する。

2. 運行計画導出

デマンドバスシステムに電気自動車を導入するには、充電時期を考慮した運行計画を作成する必要がある。従来のデマンド処理方法では、充電を考慮して設計されていないため、適切な充電スケジュールを組むことが難しい。充電のタイミングが不相当である場合、デマンドの受理率の低下、電池残量の不足といった問題が起こり得る。そこで、本研究では、内村らの研究[1]を基に、ノード挿入法(NIA)と遺伝的アルゴリズム(GA)に基づく充電時期を考慮したアルゴリズムを設計する。

2.2 運行計画のモデル

電気バスに l 個の要求が割り当てられている場合の運行計画（走行経路）を式(1)で与える。また、要素 r は、利用者の乗車地点、利用者の降車地点、充電スタンドの位置のいずれかを表す。

$$R_m = \{r_{m_0}, r_{m_1}, \dots, r_{m_{l-1}}\} \dots (1)$$

例えば、図 1 は、1 人目の乗車地点 → 2 人目の降車地点 → 充電スタンド → 2 人目の降車地点 → 1 人目の降車地点という順序の走行経路であることを表す。

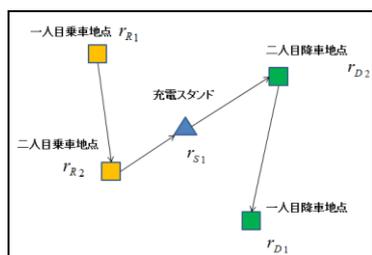


図 1 運行計画の例

2.1 ノード挿入法(NIA)

車両の電池残量が一定以下になったとき、最短距離にある充電スタンドを選択し、地点情報 r_{SO} を走行経路に挿入する(図 2)。同様に、新規の利用者が発生したとき、利用者の希望乗車位置から最も近い車両を、車両の集合から選択し、走行経路に乗降車の地点情報 $r_{RN} \cdot r_{DN}$ を挿入する(図 3)。このとき、乗車地点は降車地点より前方になるように挿入する。最後に、利用者の制限時間と電池残量を考慮して最良の走行経路を決定する。

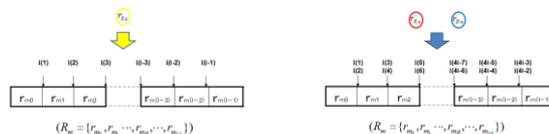


図 2 充電スタンドの挿入 図 3 乗降地点の挿入

2.2 遺伝的アルゴリズム(GA)

NIA によって導出された走行経路を遺伝子座とし、突然変異、交叉を作用させることで、より評価の高い走行経路を生成する。交叉は、親の遺伝子座から交叉点をランダムに選び、一方の親の交叉点より右側の遺伝子座を、他方の親の左側の遺伝子座に置き換える(図 4)。このとき、致死解の生成を防ぐため、両親の遺伝子座において、充電スタンドを表す遺伝子の位置を比べ、後方の遺伝子を交叉点として選択する。

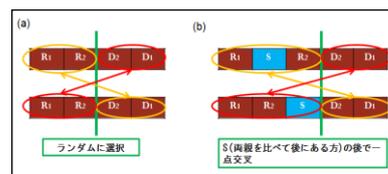


図 4 交叉

2.3 評価関数

評価関数は、遺伝子座に含まれる全てのデマンドを処理した時の経過時間と電池残量の線形重みで定義する。評価値の値が小さいほど、評価が高い走行経路であることを示す。

3. シミュレーション

シミュレーション結果を図 5 に示す。提案システムでは利用者の受理率を約 8% 改善させることができた。

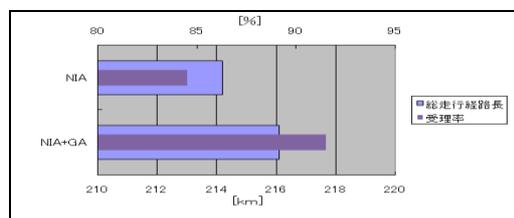


図 5 GA による経路最適化

4. まとめ

提案システムは、従来システムに比べ、利便性・採算性において優れており、かつ、電気自動車に導入により環境にも優しい。車両間での乗継が今後の課題である。

参考文献

[1] 内村圭一, 前田竜士, “動的な交通情報を用いたリアルタイム Dial-a-Ride システムの評価”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.j88-A, No.2, pp277~285 (2008).

[†] 東京理科大学 工学部第一部 電気工学科