

# 隊列走行可能な端末交通システムの障害時動作切り替え方法

秋谷龍太郎† 加藤和彦‡ 阿部洋丈‡ 長谷部浩二‡

†筑波大学情報学群情報科学類 ‡筑波大学システム情報系

## 1. はじめに

バスなどの端末交通機関は、地域社会での生活に欠かせないものになっている。しかし、それらの交通機関には乗り換えが存在し、それが円滑な移動の障害になっている。特に高齢者や障害者などの乗り降りが困難な人々にとって、乗り換えは負担が大きい。また、乗り降り動作に時間がかかり、交通機関の遅延を引き起こす可能性が存在する。

また、端末交通機関には、過疎地域への路線が存在する。このような路線は、旅客の需要が一定数ある。しかし、旅客が路線を利用することが不定期であるため、路線の運営の立ち行かなくなるという問題がある。

これらの問題を解決するため、電子連結車両を用いた新交通システム[1]が検討されている。本交通システムでは、運転手が操縦して先頭を走る先導車と、それを自動運転で追従する後続車の2種類の車両が電子連結によって隊列を成し走行する。電子連結車両の隊列は、路線の各分岐点で、隊列が再編成される。これによって、乗客が乗り降り動作をすることなく、目的地への移動ができる。また、中央サーバに旅客の需要を収集し、それを用いた計算を行って、運行スケジュールを最適化して、運行サービスを提供する。

しかし、中央集中型の制御では、中央サーバが故障すると運行スケジュールが提供されずに、システムの運行が完全に停止してしまう。そこで、分散管理型の制御でサービスが完全に停止することを防ぐ。分散管理をするサーバが限られた情報から、隊列の再編成や車両の目的地を決める。そして、暫定的な運行経路に従って隊

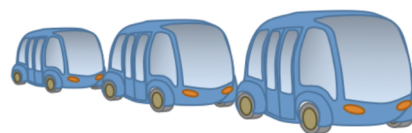


図1 電子連結車両の隊列

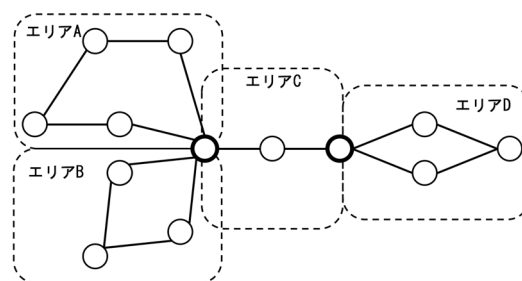


図2 路線の例

列を走行させることで、運行サービスの継続をする。

本論文では、電子連結車両を用いた新交通システムの旅客輸送方式を設計・開発をする。それによって、電子連結車両を用いた旅客の需要に応じた運行サービスの提供方式を実現する。そして、故障時に静的スケジュールに基づいた制御方式へ切り替えることによって、中央サーバの機能が完全停止した場合でもサービスを提供することができる耐故障性を実現する。

## 2. 電子連結車両による交通機関

電子連結車両は、(1)運転手が操縦して後続車を先導する先導車と、(2)自動運転により先導車に後続する後続車の2種類の車両がある。車両は、電子的な制御により連結をして隊列を作る。隊列は、路線の分岐点でのみ連結を解き、再編成する。図1は電子連結車両の隊列のイメージ図である。また、各車両は、行き先を示す行先票を表示することができる。

本交通システムの路線は、旅客が乗り降りする停留所と、停留所間を結ぶ運行経路で構成されている。路線上の停留所は、地理的な位置からエリアに分類される。停留所は1つ以上のエ

Implementation and Evaluation of Platooning Terminal Transportation System and Switching Operations in Failure

† Ryutarō AKIYA, University of Tsukuba College of Information Science

‡ Kazuhiko KATO, University of Tsukuba Faculty of Engineering, Information and Systems

‡ Hirotake ABE, University of Tsukuba Faculty of Engineering, Information and Systems

‡ Koji HASEBE, University of Tsukuba Faculty of Engineering, Information and Systems

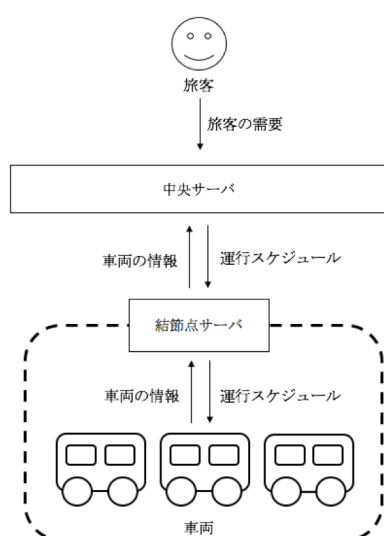


図 3 交通システムの制御

リアに必ず属している。エリア内の全ての停留所を1回以上通り周回する運行経路が存在する。

図2に路線の一例を示す。図中の丸は、停留所であり、図中の丸を結ぶ線が運行経路である。図中の太丸は複数エリアに属する停留所である。これを結節点と呼ぶ。

結節点には、電子連結車両に制御命令を送るサーバが置かれている。これを結節点サーバと呼ぶ。電子連結車両は、結節点サーバからの制御命令により、隊列を再編成する。

### 3. 交通システムの制御

図3は、旅客の需要を受けてから、旅客へサービスを提供するまでの流れである。車両の走行経路や隊列の編成などの制御命令は、運行スケジュールとして、中央サーバが発行する。中央サーバは、情報の収集と運行スケジュールを最適化する。路線、車両の位置情報、旅客の需要などの情報を収集して、一定時間ごとに収集した情報をもとにスケジュールの最適化を行う。

結節点サーバは、中央サーバが発行した運行スケジュールを受け取り、その結節点の車両グループの先導車へと命令を発行する。また、結節点サーバは、結節点での車両の発着を逐次、中央サーバへと送信する。

結節点で運行スケジュールを受け取った先導車はスケジュールを実行して、旅客へとサービスを提供する。

### 4. 障害発生時の制御方式切り替え

中央サーバに全ての情報を集約してシステムを制御する中央集中型の制御をする新交通シ

テム[2]は研究されている。しかし、中央サーバが故障した場合の耐故障性については示されていない。中央サーバが故障した場合、運行スケジュールが発行されず、システム全体が停止してしまう。そこで、結節点サーバは、静的スケジュールに切り替え、運行を継続する。

静的スケジュールは、あらかじめ決められた暫定的な運行経路とそれに割り当てられる先導車の台数が決められている。静的スケジュールは、中央サーバが故障する前に、結節点サーバへと発行される。

各結節点サーバは、中央サーバの故障を検知すると静的スケジュールに従った運行動作に切り替わる。結節点に先導車が到着するたびに、その先導車に運行経路を割り当てる。

暫定的な経路への割り当てが完了した結節点は、まだ割り当てが完了していない結節点へと先導車を誘導する。

暫定的な運行経路に割り当てられた先導車は結節点に到着すると後続車を連結し、暫定的な経路を走行する。結節点サーバは、結節点での待ち時間や後続車の行先票から接続する先導車を決め、隊列を組ませる。後続車の現在地点から後続車の行先票のエリアへの最短経路を通るように先導車への切り離し、連結をする。

結節点サーバは、結節点と同エリアの行先票の車両が到着すると、行先票を切り替える。結節点サーバは、後続車が到着するたびに、路線内にある全てのエリアを順々に後続車の行先票にする。

### 5. 結論

本論文では、本研究グループで提案された電子連結車両を用いた交通システムの制御方式[1]の手法の設計・開発した。障害時の行先票切り替えや隊列の再編成は、まだ余地がある。

今後、中央サーバがクラッシュ故障した場合以外の対応や、結節点サーバが故障した場合の対応などを実現していく。

#### 参考文献

- [1] 長谷部浩二, 加藤和彦, 阿部洋丈, 川本雅之: 隊列走行可能な端末交通システムにおける旅客輸送方式, 日本ソフトウェア科学会第33回大会(2016).
- [2] Albert, Y.S. L., Yiu-Wing L. and Xiaowen C.: Autonomous Vehicle Public Transportation System: Scheduling and Admission Control, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.17 No.5, pp.1210-1226 (2016).