

スペクトラム環境マップを用いた車車間通信方式における 複数車両の通信を考慮した経路選択アルゴリズム

杉浦 海輝† 木村 成伴‡

筑波大学情報学群情報科学類†

筑波大学システム情報系情報工学科‡

1. はじめに

近年、自動運転機能を備えた車両の自動運転技術が注目されている。自動運転システムでは、車両が自律的に加速、操舵、ブレーキをかけるなどの制御を行うが、これを既存の高度道路交通システム(ITS: Intelligent Transport Systems)と結び付け、システムの更なる高度化を目指した研究が盛んに行われている。この ITS は、人、インフラ、車両間で情報を交換し、事故や渋滞などの交通問題の解決をサポートするシステムであり、その主な用途として、安全運転のサポート、交通管理の最適化、公共交通機関や緊急車両のサポートが挙げられる。ITS では、車両間での情報の相互共有が不可欠であるため、車両間(V2V)および車両・インフラストラクチャ間(V2I)通信の利用が研究されている [1]。

車両は高速で移動するため、受信信号の品質は常に変動している。V2V と V2I の通信は、安全性と直接関係する場合もあることから、信頼性の高い通信を実現することが課題となっている。V2V / V2I の通信の信頼性を高めるため、スペクトラム環境マップを用いた車車間通信方式 [2] では、パケット受信時にそれぞれの車両で観測したネットワークの環境情報を環境マップとして共有することで、安定性の高い経路を選択することを提案している。しかし、本方式では具体的な経路選択方法については検討されておらず、シミュレーション実験では、受信電力情報による環境マップを用いて経路選択が行われていたものの、データを送信する車両が1台しかなかった。そこで本論文では、複数車両が同時に通信する状況を考慮し、受信電力とパケット損失率の情報から経路を選択するアルゴリズムを提案する。最後に、提案方式の有効性を示すためのシミュレーション実験について述べる。

2. スペクトラム環境マップを用いた車車間通信方式

スペクトラム環境マップを用いた車車間通信方式 [2] では、それぞれの車両で観測したネットワークの環境情報を環境マップとして共有し、安定性の高い経路を選択することを提案している。その具体的な経路選択方法については検討されていないが、そのシミュレーション実験では、受信電力情報による環境マップを用いた経路選択が行われている。

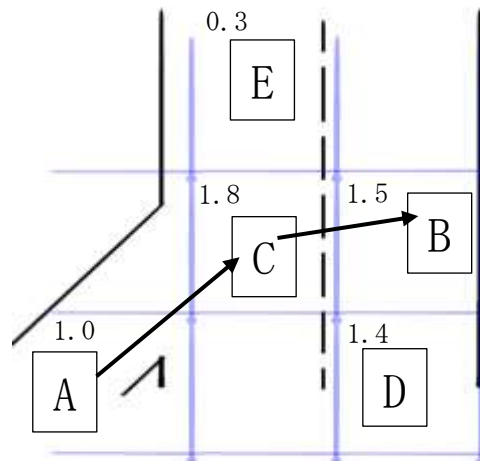


図 1 スペクトラム環境マップを用いた車車間通信方式での経路選択例

例えば、図 1 において、5 台の車両 A~E があり、その脇にある数値はその車両がある格子内の平均受信電力と値とする。ここで、車両 A から直接電波が届かない車両 B にパケットを送る場合、平均受信電力が最も高い車両 C が中継先として選択され、そこから車両 B に中継されることになる。平均受信電力が高ければ、近隣に通信可能な車両がいることを意味する。しかし、図のような道路の合流には車が滞留しやすく、これらの車両の複数が同時に通信している場合、合流先の車両が中継先に選択されやすくなるので、この車両に送ったパケットが衝突する可能性があり、その結果、パケット損失率が高くなることが懸

A Routing Algorithm for Multiple Communications on Vehicle-to-Vehicle Communication Method with Spectrum Environment Map

† Hiroki SUGIURA, College of Information Science, University of Tsukuba

‡ Shigetomo KIMURA, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

念される。

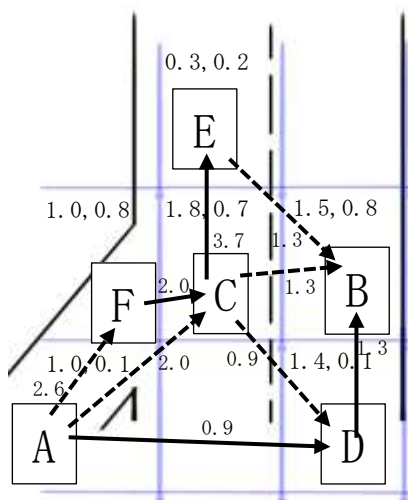
3. 提案方式

前章で述べた問題点を改善するため、提案方式では、平均受信電力に加えて、パケット損失率をスペクトラム環境マップに追加し、以下の手順で経路選択することを提案する。

まず、スペクトラム環境マップの観測値を求める格子のうち、車両が存在する格子*i*から格子*j*に通信が可能なとき、*i*から*j*に有向辺を結ぶ。そして、その辺の重み W_i は、

$$W_i = \frac{\alpha}{P_i} + \beta \cdot L_i$$

とする。ここで、格子*i*の平均受信電力を P_i 、平均パケット損失率を L_i 、 α と β は定数とする。以上の重み付き有効グラフを用いて、ダイクストラ法により最短経路を求める。



$\alpha = 1.0, \beta = 2.0$ の場合

図 2 提案方式での経路選択例

図 2 に、提案方式において、A から B、そして、F から E に同時に通信するときの経路選択例を示す。各格子にある横に並んだ 2 つの数値は、左が平均受信電力、右が平均パケット損失率を表す。また、矢印に記載した数値は、提案方式による辺の重みで、経路として選択されたものは実線で、そうでないものは点線で表している。これにより、A からの経路は、パケット損失率が高い C を通らないことが分かる。なお、本来は反対向きの有効辺も存在するが、図では省略している。

4. シミュレーション実験

本章では、提案方式の有効性を示すためのシミュレーション実験について述べる。文献[2]と同様に、高速道路の合流車線の車両から本線の車両に通信する。主な実験条件を表 1 に示す。

表 1 実験条件

合流車両(送信車両)	10 台
本線車両(受信車両)	10 台
その他の車両(中継車両)	30 台
試行回数	100 回
車線幅	5 m
本線距離	10 km
合流車線距離	200 m
通信距離	1 km

合流側の車両 10 台と本線側の車両 10 台の組を重ならないようにすべての組み合わせでランダムに選択し、これらの中でパケットを送信する。このとき、中継先をランダムに選択した場合、スペクトラム環境マップの情報をもとに平均受信電力のみで選択した場合、平均受信電力とパケット損失率を考慮した場合でこれらの結果を比較する。

5. まとめ

本論文では、複数の車両が通信する場合を考慮し、スペクトラム環境マップを用いた車車間通信方式における経路選択方式を提案した。今後はシミュレーション実験の実装を完成させ、各方式による性能を比較する。

参考文献

- [1] 伊藤敏之, 自動走行システムに必要な車々間通信・路車間通信技術の基礎的研究開発, pp. 127-139, デンソーテクニカルレビュー, Vol. 21, 2016.
- [2] Shunsuke Tsurumi and Takeo Fujii, Reliable Vehicle-to-Vehicle Communication Using Spectrum Environment Map, Proceedings of 2018 International Conference on Information Networking (ICOIN), pp. 310-315, 2018.