

SDN を用いた V2V・V2N2V 通信の併用による コネクテッドカーの通信品質向上

田牧浩月[†] 松下翔太[‡] 左近透[§] 佐藤健哉^{‡§}

[†]同志社大学理工学部情報システムデザイン学科

[‡]同志社大学大学院理工学研究科情報工学専攻

[§]同志社大学モビリティ研究センター

1 はじめに

近年、車両間の通信に関する研究が活発に行われている。車車間通信は様々な場面において低遅延性と高信頼性が求められており、中でも特に、車両走行中に遭遇する突発的な危険事象を他車両に通知する際には低遅延性と高信頼性が重要である [1]。車車間通信は主に、車車間直接通信 (V2V) と基地局経由の車車間通信 (V2N2V) の 2 方式がある。

V2V 通信は、車両間が近距離な状況では直接伝送による低遅延な通信が可能である。しかし、車両間が遠距離な状況では、中間車両を介したマルチホップ通信が行われる。そのため、車両間の距離が遠くなるにつれて中継する車両台数が増加し、遅延が大きくなる問題がある。一方で、V2N2V 通信では広域なエリアで通信を行うことができる。しかし、車両間が近距離な場合においても基地局を介した通信を行うため、V2V 通信と比較して遅延が大きくなる問題がある。

前述の問題点を踏まえて、本研究では、Software-Defined Networking (SDN) を利用し、車車間通信を行う際に V2V 通信と V2N2V 通信を動的に切り替えることで通信品質の向上を図る。

2 関連研究

V2V 通信のルーティング手法として、Ziyi らは、SDN を利用したルーティングである Cross-layer SDVN を提案した [2]。Cross-layer SDVN は、SDN を用いて、転送確率、リンクが安定して維持される期間、および無線帯域幅の 3 つのパラメータを考慮して通信経路を決定する。この手法によって、ルーティングする際のオーバーヘッド、車両間の通信遅延時間、パケットロス

Improving communication quality of connected vehicles by combining V2V and V2N2V communication using SDN

Hirotsuki tamaki[†], Shota Matsushita[‡], Toru Sakon[§] and Kenya Sato^{‡§}

[†]Doshisha University

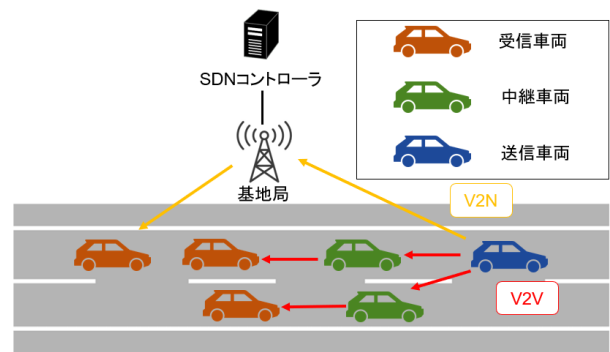


図 1: 提案手法の概要

率、および平均スループットにおいて、従来のルーティングプロトコルよりも優れた結果を示した。しかし、このプロトコルは、V2V 通信のみを用いているため、送信車両と受信車両が遠距離な状況においては、通信遅延時間が大きくなる問題がある。

3 提案手法

3.1 概要

本研究では、SDN を用いて、車車間通信を行う際に、V2V 通信と V2N2V 通信を動的に切り替えを行う手法を提案する。全車両が定期的に自身の位置情報とデータレートを SDN コントローラへと送信する。SDN コントローラは受け取った情報をもとに、通信品質として通信遅延時間と信頼性を考慮し、V2V 通信と V2N2V 通信の切り替えを行う。

提案手法の概要を図 1 に示す。本研究のシステム要素は SDN コントローラ、基地局、送信車両、受信車両、および受信兼中継車両からなる。送信車両は SDN コントローラからの指示に従って各車両に対して通信方法を選択する。

本研究における SDN コントローラと車両間の通信では、Packet In メッセージと Flow Mod メッセージを利用する。Packet In メッセージは、車両から SDN コン

トローラへパケットの情報を送信するためのメッセージである。Flow Mod メッセージは、フローエントリを追加や削除、変更するためのメッセージである。各車両はSDN コントローラからの Flow Mod メッセージにもとづいて自身のフローテーブルを更新し、通信を行う。

3.2 動作手順

提案手法の動作手順を説明する。

1. 各車両はSDN コントローラに対して、定期的に自車両の位置情報およびデータレート情報を Packet In メッセージとして送信する
2. SDN コントローラは各車両から得た情報をもとに通信遅延時間と信頼性を考慮し、送信車両が各車両と通信を行う際に経由する通信経路を決定する
3. SDN コントローラは Flow Mod メッセージを用いて、各車両に対して宛先 IP アドレスとアクションが書かれたフローエントリを送信する
4. 各車両は Flow Mod メッセージに従ってフローテーブルを更新する
5. 各車両はフローテーブルに従ってデータの送信・中継を行う
6. 1 から 5 を繰り返す

4 評価

4.1 評価手法

本研究では、提案手法と提案手法の V2V 通信のみを利用した場合、V2V 通信の既存通信プロトコルである OLSR、V2N2V 通信のみの場合を比較する。評価指標は車両間の通信遅延時間およびパケット受信率とする。

4.2 評価シナリオ

本研究では、片道 2 車線モデルと 2 車線モデルの 2 つのモデルで評価を行った。片道 2 車線モデルでは、送信車両を含む第 1 走行車線の車両の移動速度を 8.33 m/s、車両間の距離を 30 m、受信車両を含む第 2 走行車線の移動速度を 13.88 m/s、車両間の距離を 40 m とした。2 車線モデルでは、車両の移動速度を 16.66 m/s、車両間の距離を 50 m とした。

また、V2V 通信には IEEE802.11p を利用し、V2N2V 通信には LTE を用いた。

4.3 評価結果・考察

片道 2 車線モデルの評価結果を図 2 と図 3 に示す。通信遅延時間において、常に提案手法が最良であり、パケット受信率は OLSR 以外 100 % という結果になった。

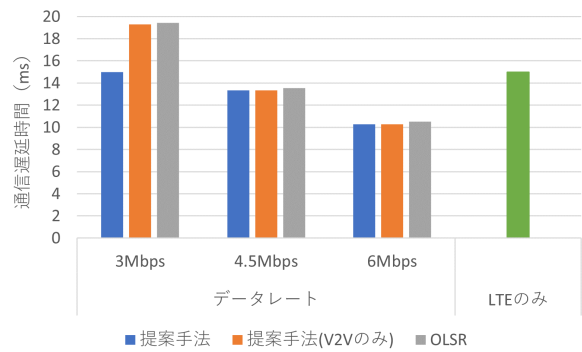


図 2: 車両間の通信遅延時間

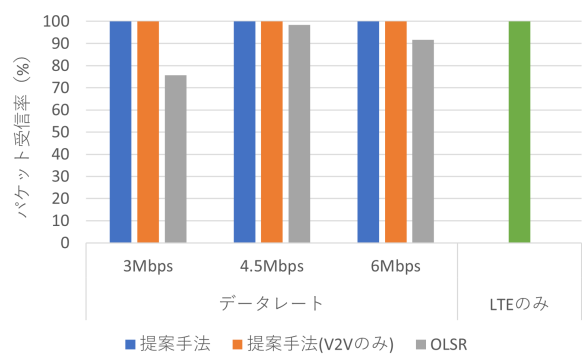


図 3: 車両間のパケット受信率

これは、車両の位置情報およびデータレート情報を参照することで、常に通信可能範囲内の中継車両を選択し、遅延が短い通信経路を選択したためである。

5 まとめ

V2V 通信は車両間が遠距離の場合は遅延が大きくなる問題がある。一方で V2N2V 通信は車両間が近距離な場合においては V2V 通信に比べて遅延が大きくなる問題がある。本研究では、車車間通信を行う際の通信品質向上のため、SDN コントローラを利用し、V2V 通信と V2N2V 通信を通信品質に応じて動的に切り替える手法を提案した。シミュレーションによる評価により、通信遅延時間およびパケット受信率を向上できることを示した。

参考文献

- [1] 日本電気株式会社 ”2021 年度「戦略的イノベーション創造プログラム (S I P) 第 2 期/自動運転 (システムとサービスの拡張) /協調型自動運転のユースケースを実現する通信方式の検討”, 2022
- [2] Ziyi You, Guixian Cheng, Yi Wang, Pu Chen, and Shiguo Chen, Cross-Layer and SDN Based Routing Scheme for P2P Communication in Vehicular Ad-Hoc Networks, Applied Sciences, Vol.9, No.22, 4734, 2019.