

ハイブリッドネットワークを利用した V2X 通信の仮想化による伝送効率化手法

Efficiency Improvement of V2X Communication with Virtualization over Hybrid Networks

田中 佳輝 † 岸田 慎之介 ‡ 佐藤 健哉 ‡
Yoshiki Tanaka Shinnosuke Kishida Kenya Sato

1 はじめに

近年、研究が活発に行われ、道路交通の安全性や利便性の向上が図られている。搭載されたセンサで得た情報を基に自律走行する車両や V2X (Vehicle-to-everything) 通信を用いた協調型システムを実装した車両が登場している。車両同士で通信を行う車車間 (V2V) 通信、路側機と通信を行う路車間 (V2I) 通信、クラウドとの (V2N) 通信など、V2X 通信は自動運転の実現においても重要な役割を果たすと考えられる。しかし、V2X 通信を行う車両が増加し、一定のエリアにおいて車両密度が高くなると、特に車車間通信における通信トラフィックが増え、衝突によるパケットロスや通信遅延が問題となることが予想される。通信遅延が起きることで運転者やシステムの判断が遅くなり、車両同士の衝突事故や人身事故などに繋がるため、遅延の少ない通信が必要不可欠である。

そこで本研究では、セルラーネットワークと車車間通信を併用したハイブリッドネットワークにおいて V2X 通信を仮想化し、自車両や周辺車両の走行状態情報に応じて車車間通信の通信範囲や送信周期を動的に変化させることで、通信の伝送効率を向上させる手法を提案する。そして、既存手法と比較して評価することで提案手法の有用性を検証する。

2 関連研究

近年、車車間通信で利用される DSRC (Dedicated Short Range Communications) に加えてセルラーネットワークを併用することで、より効率的な V2X 通信手法を目指す研究が活発に行われている [1][2]。

また、車両情報のデータ伝送効率化の手法について、車両走行状況を考慮したダイナミックマップの効率的更新手法の研究が行われている [3]。この研究では、車両が現在走行している地点が交差点か直線道路かどうかを参照する道路情報と、どの程度の速さで走行しているかを参照する速度情報の二種を考慮して送信周期を制御することによって、通信トラフィック増加に伴う負荷を低減させる手法を提案している。

3 提案手法

3.1 概要

本研究では、セルラーネットワークと車車間通信を併用したハイブリッドネットワークにおいて V2X 通信を

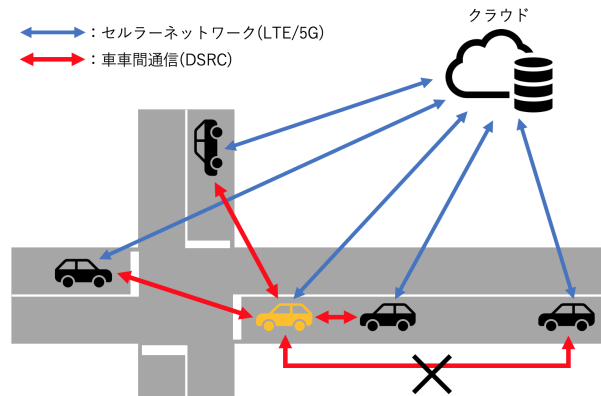


図 1 提案手法の構成

仮想化し、各車両が自車両の走行状態情報 (位置情報、速度情報、進行方向など) をセルラーネットワークでクラウドに送信し、クラウド上で全車両の走行状態情報を一元管理する。そして、クラウド上でそれらの情報を考慮した車車間通信の通信範囲や送信周期を動的に決定し、各車両がそれによって通信することで、伝送効率を向上させる手法を提案する。提案手法の構成を図 1 に示す。また、通信の効率化に伴う道路交通の安全性への影響を考慮した上で、車車間通信の効率化に適切な設定を検証する。

3.2 送信する走行状態情報

提案手法では、走行中の車両は自車両の車両 ID、位置情報 (緯度、経度)、速度情報、進行方向 (方位角)、送信時刻などをパケットにまとめ、セルラーネットワークを用いてクラウドにデータを送信する。

3.3 動作手順

各車両が提案手法を用いる場合の動作手順を次に示す。

1. 車両は走行を開始すると同時に、セルラーネットワークでクラウドへの自車両の走行状態情報の送信を開始する。
2. クラウド上で自車両や周辺車両の走行状態情報を考慮して車車間通信の通信範囲や送信周期を動的に決定し、車両に送信する。
3. 車両は設定された通信範囲や送信周期で車車間通信を行う。

† 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

4. 車両は自車両の走行状態を確認し、走行を続けている場合は手順1に戻って自車の走行状態情報を送信し、走行を完了した場合には送信を終了する。

3.4 各車両の走行状態情報を考慮した車車間通信の決定方法

クラウド上で各車両の走行状態情報を考慮して車車間通信の通信範囲や送信周期を決定する方法の例を次に示す。

- 車両速度がある一定の速度以下の場合、通信範囲を狭くする、もしくは送信周期を長くする。
- 周辺の車両密度が高い場合、通信範囲を狭くする、もしくは送信周期を長くする。

上記の決定方法から道路交通の安全性への影響を考慮した上で、車車間通信の効率化に適切な設定を検証する。

4 評価

4.1 ネットワークシミュレータ

本研究では、ネットワークシミュレータの Scenargie[4] を用いて、交通環境の実装と検証評価を行う。

4.2 評価モデル

評価環境を表1に示す。シミュレーション環境は、1km四方の交差点を含む道路とする。モビリティモデルの GIS-RANDOM-WAYPOINT は、各車両がランダムに通過点を決定し、その通過点を走行するように道路に沿って移動していくモデルである。車両速度は、各車両が 10km/h ~ 60km/h をランダムに速度変更をしながら走行するものとする。モビリティモデル及び車両速度にランダムな要素を加えることで実際の交通環境に近いものを再現する。車両台数は、日本の平均車両密度が 162 台/km²であることを考慮し、162 台とする。ITU-R P.1411 モデルは、道路マップ情報を考慮した電波伝播モデルであり、道路の形状に応じて電波が減衰するので、現実に近いモデルとなっている。

評価対象は、提案手法と各車両の走行状態情報を考慮しない場合（既存手法）とし、これらを比較して評価を行う。評価項目は、本研究の目的が通信の伝送効率化であることから、通信トラフィックを減少させることと、パケットロスや通信遅延の低減の観点より、通信トラフィック量、パケット到達率、通信遅延時間とする。

4.3 評価

提案手法と既存手法を比較した、通信トラフィック量、パケット到達率、通信遅延時間の評価を表2に示す。

5 考察

表2で示す通り、既存手法と比較して提案手法では、通信トラフィック量を削減し、パケットロスや通信遅延を低減させることができる。自車両や周辺車両の走行状態情報を考慮して車車間通信の通信範囲や送信周期を動的に変化させることで、必要のない通信を制限し、車車間通信の通信回数を減らすことによって、通信するデータ量を削減している。また、通信トラフィック量や通信遅延時間を削減できたことから、パケットロスの抑制や通信の即時性が高くなり、パケット到達率が向上した。その結果、通信の伝送効率化が可能となる。

表1 評価環境

シミュレータ	Senargie2.1
シミュレーション環境	交差点を含む道路
範囲	1000m × 1000m
モビリティモデル	GIS-BASED-RANDOM-WAYPOINT
車両台数	162 台
車両速度	10km/h ~ 60km/h
通信規格	ARIB STD-T109
電波伝搬モデル	ITU-R P.1411

表2 提案手法と既存手法の比較

	トラフィック量	パケット到達率	遅延時間
提案手法	少	高	短
既存手法	多	低	長

6 まとめ

本研究では、車車間通信における通信トラフィックの増加に伴うパケットロスや通信遅延の問題を解決するため、セルラーネットワークと車車間通信を併用したハイブリッドネットワークにおいて V2X 通信を仮想化し、自車両や周辺車両の走行状態情報に応じて通信範囲や送信周期を動的に変化させることで、通信の伝送効率を向上させる手法を提案した。シミュレーション評価により、通信トラフィック量の削減とパケットロスや通信遅延の低減を可能にしたことから、提案手法が通信の伝送効率化に有用であることを示した。

各車両の走行状態情報を考慮した車車間通信の通信範囲や送信周期の適切な設定は、交通量や車両の位置関係など様々な要因によって変化する。今後、それらを考慮した交通環境の検討や実環境の安全性への影響を考慮した通信範囲や送信周期の適切な値の検証が必要となる。また、評価項目が実環境の通信品質の要求を満たしているかどうか検討する必要がある。

謝辞

本研究の一部は戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE 195007002) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] K. Abboud, H. Omar, and W. Zhuang, Interworking of DSRC and Cellular Network Technologies for V2X Communications: A Survey, IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol.65, issue 12, pp. 9457-9470, 2016.
- [2] P. Salvo, I. Turcanu, F. Cuomo, A. Baiocchi, and I. Rubin, Heterogeneous cellular and DSRC networking for floating car data collection in urban areas, Vehicular Communications, Vol.8, pp. 21-34, 2017.
- [3] 杉坂 竜亮, 佐藤 健哉, 車両走行状況を考慮したダイナミックマップの効率化更新手法, 2018 年度情報処理学会関西支部大会講演論文集, C-03, pp1-6, 2018.
- [4] SPACE-TIME Engineering, <https://www.spacetime-eng.com/jp/products>, (参照 2019-6-10).