

走行状態を考慮した効率的車両情報送信手法の提案と評価

岸田 慎之介¹ 英 翔子¹ 佐藤 健哉¹

概要：近年，ITS(Intelligent Transport Systems)の発展により，車両が通信する技術が登場し安全性や利便性の向上が図られている．今後，車両は周辺の情報を自ら取得するだけでなく，周辺の車両やサーバと協調し，情報を取得することが重要になると考えられる．しかし，他の車両やサーバと通信する車両が増加すると通信遅延が発生し，事故や渋滞が引き起こす危険がある．そこで本研究では，走行する車両の状態によってデータを送信するかどうかを判断して，通信トラフィックを削減する手法を提案する．シミュレーション評価から，車両から送信されるデータの削減を確認することを示した．

Proposal and Evaluation of Efficient Vehicle Information Transmission Method Considering Driving Condition

SHINNOSUKE KISHIDA¹ SHOKO HANABUSA¹ KENYA SATO¹

1. はじめに

1.1 背景

近年，車両の安全性や利便性の向上のための ITS の研究開発が盛んに行われており，車両同士で無線通信を行い，車両情報(位置，速度等)を共有する車車間通信，道路の路側機から道路情報や歩行者情報などを通信する路車通信，また，路側機同士を通信させることで信号機制御の高度化させる路路間通信などが登場している [1]．

携帯電話の通信規格である LTE(Long Term Evolution)と車車間通信を利用して，特定の場所に留まり情報を蓄積して提供することで固定のサーバを必要とせず，特定の場所の情報を管理することができるモバイルエージェントの一種である NA(Nomadic Agent)を仮想インフラとするシステムがある [2]．

また，車両の情報や周辺環境の状況を共有する手段の一つにダイナミックマップがある [3]．ダイナミックマップは車線の数や信号機の有無といった静的情報，道路を走行している車両数や速度，道路工事の有無などの動的情報，そして，これらに基づいて計算された予測情報を効率的に収集，管理，活用することを支援する基盤システムである．このシステムを利用することでドライバーの運転技量や苦

手なシチュエーションに合わせたナビゲーションが可能になり，道路の合流や車線変更などの交通流を妨げる場所での混雑回避に貢献できる．さらに，各車両のセンサー情報を共有することで死角やセンサー範囲外の自車両だけでは得られなかった情報から危機予測が可能になるなど，ダイナミックマップを用いた，道路交通の安全性の向上や効率化の研究開発が行われている [4]．

今後，常時ネットワークに接続する車両が登場し，車両から送信されるデータ量や通信トラフィックなどが増加することで，データの欠如や通信遅延などが発生する．そして，交差点などの歩行者や車両が多く存在する場所での事故につながるため，送信するデータ量を変化させたり，通信トラフィックを減少させたりする方法を検討する必要がある．

1.2 目的

本研究の目的は，車両が道路を走行している状態(走行状態)によって車両情報を送信するかどうか判断することによって，サーバへ送信するデータ量を削減し，通信トラフィックを減少させることである．

2. 提案手法

2.1 概要

車両は道路を走行している間，一定時間ごとに速度や位

¹ 同志社大学大学院 理工学研究科 情報工学専攻

置などの車両情報を取得し、その情報から走行状態を決定する。決定した走行状態から車両情報をサーバへ送信するかしないかを变化させることで、車両から送られてくるデータ量を削減し、データ伝送の効率化を行う。図 1 に提案手法の概要を示す。各車両はサーバへ送信する時に LTE 通信で車両情報を送信する

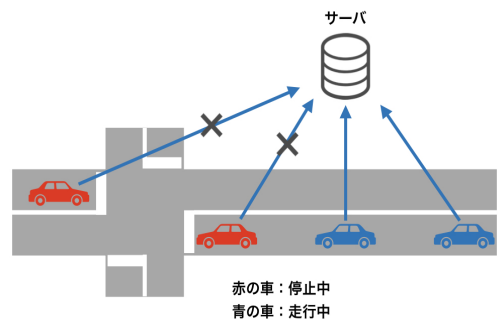


図 1 提案手法の概要

2.2 前提条件

以下の前提条件を設ける

- 各車両は LTE 通信モジュールを搭載している
- エンジンのかかっていない車両は考慮しない
- 各車両は位置や速度などの車両情報を取得できる

2.3 車両の走行状態の定義

提案手法で用いる車両の走行状態について述べる。車両の走行状態とは事前決められた速度の範囲によって決定する車両の状態である。本研究は 2 種類の車両の走行状態を定義する。まず、車両の速度が 0 km/h ならば、車両状態を停止中とする。次に、車両の速度が 0 km/h より大きければ、車両状態を走行中とする。

2.4 送信する車両情報

車両が一定時間ごとに取得する車両情報について、先進安全自動車 (ASV:Advanced Safety Vehicle) に関する技術の開発、実用化、普及などを行う ASV 推進計画の第 4 期 ASV 推進計画の車車間通信用メッセージセット [5] を参考にして、車両 ID、位置情報 (緯度、経度)、車両速度、進行方向が北からどれだけずれているかを表した方位角、送信時刻をパケットに一纏めにして車両からサーバへ送信する。図 2 に送信する車両情報の例を示す。

2.5 動作手順

各車両が一定時間ごとに行う車両情報の送信する手順を図 3 に示す。

車両ID	緯度	経度	車両速度 (km/h)	方位角	送信時刻
154	139.739	35.6617	40	90	10.007475
120	139.744	35.6563	66	0	10.009642
86	139.724	35.6545	52	180	10.011809

図 2 送信する車両情報の例

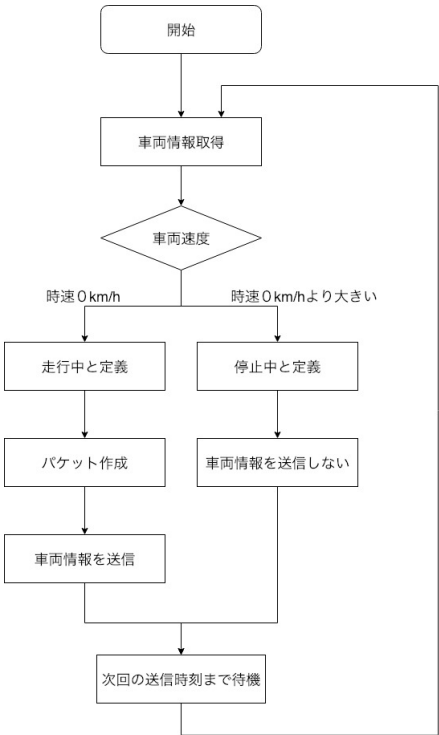


図 3 動作手順

3. 評価

3.1 シミュレータ

提案手法の性能評価にネットワークシミュレータの Scenargie[6] を使用した。Scenargie は Space-Time Engineering 社が提供するネットワークシミュレータである。複雑なシステムの分析や評価を行う、シナリオ作成・管理フレームワークである。また、無線 LAN の標準規格の IEEE802.11 や LTE, ITS などを実現できる拡張モジュールを追加することで、エンドツーエンドのシステムの性能評価や ITS のシミュレーションといった様々なモデルを構築することができる。さらに、Scenargie はソースコードをカスタマイズすることで、各自がそれぞれのモデルを構築することもできる。

3.2 評価モデル

本研究では、交通量の多く通信トラフィックが多くなると考えられる交差点のある道路環境でのシミュレーションを行う。シミュレーション環境は片側一車線で 200 m 間隔で交差点が存在する 1 km 四方のマンハッタンモデルで行う。車両は目的地をランダムに設定して走行し、目的地に到着した場合、再度、目的地を設定し走行するようにし

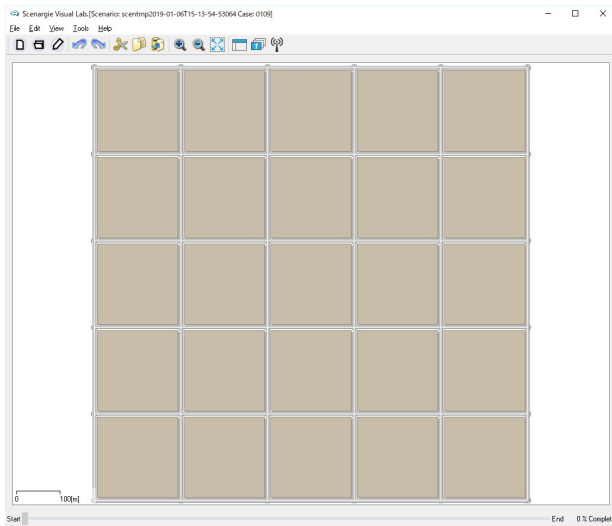


図 4 マンハッタンモデル

表 1 評価パラメータ

シミュレータ	Scenargie2.1
シミュレーション環境	交差点を含む道路
シミュレーション時間	120 秒
車両台数	158 台
最高速度	14m/s ~ 20m/s
ネットワークインターフェース	無線
通信方式	LTE
送信間隔	100 ミリ秒

ている。最高速度を 14 m/s ~ 20 m/s とすることで、実際の車両の走行状態に近い状況にしている。また、交差点には信号機を設置することで、道路環境も実際の環境に近づけている。

車両台数については日本の平均車密度が 158 台 /km² であることと、1 km 四方のシミュレーション環境のため 158 台とした。

車両からの送信間隔は、ヨーロッパ圏の電気通信の標準化を行っている欧州電気通信標準化機構において、車車間通信の送信間隔の要件を 10 Hz を前提に検討している [7] ので 100 ミリ秒とする。

評価対象は本研究で提案する提案手法と、各車両の走行状態を考慮しない場合 (既存手法) について評価していく。評価項目は、本研究の目的がサーバへ送信するデータ量を削減し、通信トラフィック量を減少させることと、通信遅延の低減の観点から、パケット損失率、通信トラフィック量、通信遅延とした。

図 4 にマンハッタンモデルのシミュレーション環境を、表 1 にシミュレーションで用いる評価パラメータを示す。

3.3 評価結果

評価モデルを用いて提案手法と既存手法で行った評価結果を示す。

パケット受信率は車両から送信したデータ数に対して

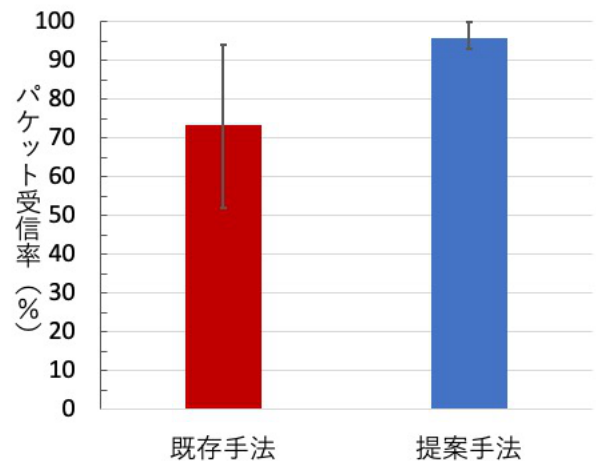


図 5 パケット受信率

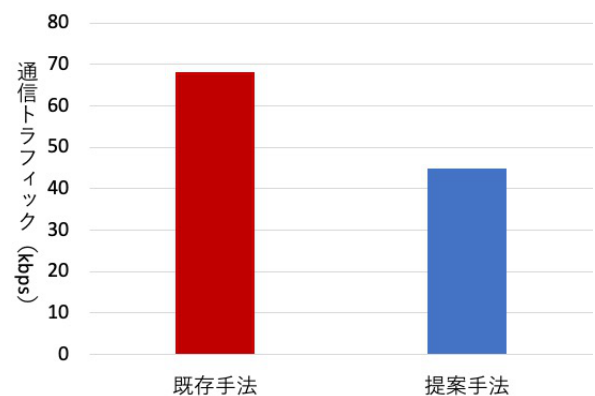


図 6 通信トラフィック

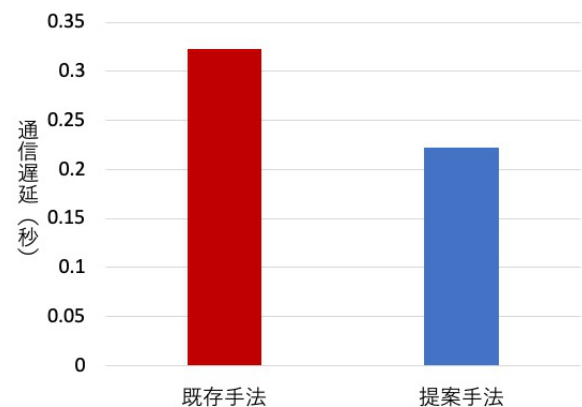


図 7 通信遅延

サーバが受信したデータ数の割合である。提案手法と既存手法のパケット受信率を図 5 に示す。既存手法の受信率は平均約 73 %。提案手法の受信率は平均約 96 %で約 20 %の差が生まれた。受信率の最大値、最小値に注目すると、既存手法は最大値は約 94 %、最小値は約 52 %。提案手法では最大値 100 %、最小値は約 92 %となった。

次に通信トラフィック量について、通信トラフィック量は車両から送信された車両情報のデータ量が 1 秒間にどれくらいかを示したものである。既存手法と提案手法結果を

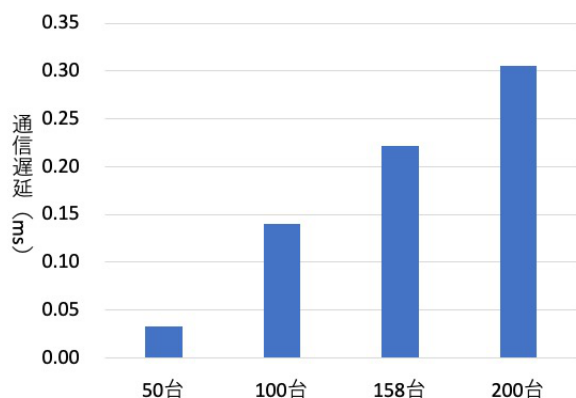


図 8 車両台数ごとの通信遅延

図 6 に示す。既存手法は約 68 kbps, 提案手法は約 44 kbps であることから, 提案手法では約 24kb, これをバイト換算すると 1 秒 あたり, 約 3 キロバイトの通信トラフィックの差が生まれた。

最後に通信遅延について, 本研究では各車両の自身の車両情報を取得する時刻からサーバがデータを受信するまでの差を表した時間である。結果を図 7 に示す。既存手法では約 323 ミリ秒, 提案手法では約 222 ミリ秒となり, 既存手法と提案手法では約 100ms の差ができた。また, 提案手法の通信遅延は第 4 期 ASV 推進計画の 成果報告書に記載されている通信遅延の条件の 300 ミリ秒以下を満たしていることを確認できた。

4. 考察

通信トラフィック量について, 評価結果から既存手法よりも 1 秒あたり約 3 キロバイトの通信トラフィックが削減している。このことから車両の走行状態によってデータ伝送の効率化を確認することが出来た。評価モデルの送信する車両情報のデータ量は使用したシミュレーションである Scenargie の出力結果から 56 バイトであった。なお, サーバへ送信した車両情報の項目は必要最低限の情報を送信した。今後, 車両の周辺情報や, 車両に乗車している人の健康状態, アプリケーション情報などを送信するようになりデータ量が増加しても, 提案手法を用いることで, 通信トラフィックを削減することができる。

通信遅延に関しては, 提案手法では, 車両の走行状態が停止中となれば, 車両は車両情報を送信しないことで既存手法よりも車両からサーバへの送信回数が減少した。送信回数が減少することで, サーバでの処理待ちするデータ量が減るので, データの待ち時間が減少し, 通信遅延の減少に繋がった。図 8 は車両台数を 50 台, 100 台, 158 台, 200 台と変化させた場合の通信遅延を示している。提案手法で設定した車両台数の 158 台より少ないほど通信遅延は減少していることがわかる。しかし, 200 台になると通信遅延時間は通信遅延時間の条件の 300 ミリ秒を超えている。

車両台数の 158 台は 日本の平均車密度から算出した数値であることから, 平均以下の地域では提案手法による通信遅延の減少は可能である。一方, 平均以上の地域では提案手法のみでは通信遅延を減少させるのは困難であることを示した。

5. おわりに

現在, ITS の研究が活発に行われており, 車両同士が通信する車車間通信や, 道路上に設置されている路側機と通信する路車間通信によって, 衝突防止や渋滞緩和などの解消が期待されている。実際にこれらの通信は車両に搭載されている車種も存在する [8]。また, 携帯電話で利用されている通信方式の LTE を利用して車両とサーバが通信して車両情報の共有が行われている。しかし, 走行している車両数が多い都市部の道路や交差点などでは車両から情報を送信すると, 通信トラフィックが増大し, 通信遅延が発生する。通信遅延が原因で車両同士の事故や歩行者との事故が発生する。この問題を回避するために, 本研究では, 車両の走行状態によって車両情報を送信するかしないかを決定することで通信トラフィックを減少させる手法を提案した。

評価では, 車両の走行状態を考慮しない既存手法との比較を行い, パケット受信率, 通信トラフィック, 通信遅延について評価した。評価結果から, 提案手法に比べて提案手法が通信トラフィックを削減し, 通信遅延が小さいことを示した。提案手法は通信要件で与えられている条件についても満たしていることを確認できた。

参考文献

- [1] 岸本 健吾, 山田 雅也, 神野 正之, "700MHz 帯無線による車車・路車・路路間通信システム", SEI テクニカルレビュー 184 号 (2014)
- [2] 勝田 将太, 鈴木 勘久郎, 屋代 智之, "LTE と車車間通信を用いて情報配信の安定性を高める NAvi システムの提案", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム, pp.1510-1516
- [3] 小崎 成治, 立床 雅司, 平 明徳, 松田 哲史, 中山 正敏, "リアルタイム情報収集配信技術", システム制御情報学会紙 システム/制御/情報 Vol.60, No.11, pp.481-487, 2016
- [4] 渡辺 陽介, 高木 建太郎, 手嶋 茂晴, 二宮 芳樹, 佐藤 健哉, 高田 広章, "協調型運転支援のための交通社会ダイナミックマップの提案", DEIM Forum 2015 F6-6
- [5] 自動車総合安全情報, 第 4 期 ASV 推進計画 成果報告会 (成果報告書), 入手先 <http://www.mlit.go.jp/jidosha/anken/01asv/resource/data/asv4pamphlet_seika.pdf>, (参照 2019-1-25)
- [6] Space-Time Engineering Scenargie, 入手先 <<https://www.spacetime-eng.com/jp/products/>>, (参照 2019-1-26)
- [7] ETSI EN 302 637-2 V1.3.1 (2014-09), Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Part 2: Specification of Cooperative Awareness Basic Service, 入手先 <https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302600_302699/30263702/01.03.01_30/en_30263702v010301v.pdf>, (参照 2019-2-14)

- [8] トヨタ ITS Connect,
入手先 (<https://toyota.jp/technology/safety/itsconnect/>),
(参照 2019-2-1)