

移動体通信を併用した位置情報管理に基づく VANET 性能の向上

Performance Improvement of VANETs Based on Location Management Using Mobile Communication

野村 晃啓 † 多田 正範 ‡ 佐藤 健哉 ‡
Teruaki Nomura Masanori Tada Kenya Sato

1 はじめに

近年、知的交通システム (ITS) の研究において、道路交通の安全性や効率性、快適性の向上を目指す車車間通信に関する研究が進められている。また車車間通信では、接続された車両のみで構成される自律分散型ネットワークである VANET (Vehicular Ad hoc Network) がインフラ設備を必要としないネットワーク形態として注目されている。VANET は、トポロジーベースルーティング型と位置情報利用型に大別される。トポロジーベースルーティング型は、あらかじめ情報源の車両から宛先車両への経路を構築してデータを伝送する方式である。この方式は、VANET 全体に制御メッセージの配信が必要であり、伝送効率が低下する問題がある。また、位置情報利用型は各車両が GPS から得た位置情報を利用してデータを伝送する方式である。この方式では、VANET 全体への配信が不要であり、前述したトポロジーベースルーティング型に内在する問題を緩和する可能性があり、VANET における有望なアプローチであると考えられる。

本稿では位置情報利用型の通信プロトコルをベースに、移動体通信を利用し各車両の位置情報をサーバで一元管理することで、VANET におけるトラフィック量の抑制を行う手法を提案する。

2 関連研究

2.1 次ホップ中継方式

次ホップ中継方式は、位置情報を利用してデータ伝送を行う位置情報利用型の一つである [1]。この方式では、まず各車両は周期的に 1 ホップの Hello パケットを送信し、周辺車両に対して自身の車両 ID と位置情報を広告する。次に、各車両は周辺車両から送られてきた Hello パケットから位置情報を収集する。そして配送車両は収集した位置情報をもとに、最も前進距離が大きい車両 (MFR: Most Forward within Radius) あるいは最も終点車両から近い車両 (LDD: Least Distance to the Destination) を中継車両として選択することでデータを伝送する。この方式では、1 対 1 の通信である Unicast 型の通信が考えられる。

2.2 ロケーションサービス

位置情報利用型の方式では、始点車両が終点車両の位置情報が未知である場合にロケーションサービスを使用する。ロケーションサービスの動作手順は、まず終点車両の ID を入れた問い合わせ (PREQ) を VANET 全体にフラッディングする。そして PREQ を受信した車両が

終点車両の位置情報を保持していた場合は、始点車両に対して終点車両の位置情報の返答 (PREP) を行いロケーションサービスを完了する。

3 問題点

ロケーションサービスでは PREQ を VANET 全体にフラッディングする必要があるため、オーバーヘッドの増大が問題となる。この問題に対して問い合わせ範囲の限定といった手法が考えられるが、VANET は地理的に広範囲に広がるため、この手法は適していない。このため、VANET に適応したロケーションサービスの手法を検討する必要がある。

4 提案システム

4.1 概要

提案システムでは、安全運転システムのアプリケーションを想定した車車間通信プロトコルの設計を提案する。安全運転支援では、周辺車両情報を周期的に把握することが重要である。よって、提案システムでは Broadcast 通信と Unicast 型次ホップ中継方式の 2 つの車車間通信を用いて、車両 ID、位置情報、速度、加速度、方向、送信時刻などが付加された Hello パケットを、通信範囲内及び通信範囲外車両に対して周期的に送信することを目的とする。また提案システムでは、移動体通信の LTE を利用し各車両の位置情報をサーバで一元管理することで、3 章で指摘した従来のロケーションサービスで発生するオーバーヘッドの抑制を図る。

4.2 前提条件

- 全ての車両に無線通信機器が搭載されている
- 全ての車両が LTE 回線を用いた位置情報管理サービスを使用できる
- 全ての車両に車線の判別が可能な位置測位システムが搭載されている

4.3 システム構成

• LTE 通信

各車両は周期的にサーバへ自車の車両 ID、位置情報、隣接車両 ID を含むパケットを送信する。サーバは VANET 内の全ての車両の車両 ID、位置情報、IP アドレス、隣接車両 ID を記録することができるテーブルを保持し、各車両から送信された情報を管理する。ここで隣接車両 ID とは、具体的には隣接車両からの Broadcast 通信で得られた車両 ID のことであり、直接通信が可能である車両を指す。また Unicast 型次ホップ中継方式での伝送の際に終点車両の位置情報が未知の場合、サーバに問い合わせを行う。

• Broadcast 通信

† 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

直接通信範囲内の車両に対して、100ms の周期で Hello パケットを送信する。

- **Unicast 型次ホップ中継方式**
通信範囲外の車両に対して、終点を指定して Hello パケットを送信する。

4.4 位置情報管理に基づくロケーションサービス

車両からサーバへ問い合わせがあった場合、サーバはロケーションサービスを提供する。この際に従来のロケーションサービスでは PREP を行っていたが、提案システムでは問い合わせを受けたサーバは、終点車両までの経路情報をサーバ内のテーブルをもとに算出し、始点車両に返答する。ここで経路情報のやり取りを行うことから、この問い合わせと返答をそれぞれ RREQ、RREP とする。以下に、ロケーションサービスを利用した Unicast 型次ホップ中継方式の動作手順を示す。

動作手順

1. 始点車両はサーバへ LTE 通信を利用して RREQ
2. サーバは経路計算し、始点車両にむけて LTE 通信を利用して RREP
3. RREP のヘッダを基に、中継車両を選択して車車間通信
4. 中継車両の ID がヘッダの示す終点車両の ID でないなら 3 へ戻る
5. 中継車両の ID がヘッダの示す終点車両の ID なら自車両の情報テーブルに格納

図 1 に既存方式、図 2 に提案システムのロケーションサービスの概要を示す。また以下にサーバへの情報更新とサーバにおける経路算出の詳細を示す。

サーバへの情報更新

サーバへの情報更新は、各車両の移動距離をメトリックとして行う。一般的に車両密度が増加した際には、各車両の速度は一樣に低下する傾向があり、このような場合では車両の移動距離が小さいため、送信周期を大きくしても許容される。具体的には時速 70km の走行下で 100ms の更新周期を実現するために、2 メートルの走行ごとにサーバへの位置情報更新を行う。

サーバにおける経路算出

サーバは RREQ を受けると、まずサーバ内のテーブル情報をもとに、始点車両の隣接車両 ID の中から最も終点から近い車両を中継車両として選択する。図 2 の場合では始点車両 S の隣接車両 ID の中から、終点車両 D に最も距離が近い車両 b が、最初の中継車両として RREP のヘッダに追加される。この動作を始点車両から終点車両に至るまで再帰的に行い、終点車両が含まれた時点で経路を確定し、RREP を始点車両に送信する。

5 評価

図 1、図 2 を例に、既存方式と提案システムのロケーションサービスによるパケット通信量の比較を行う。ここで既存方式の Broadcast 通信と提案システムにおける

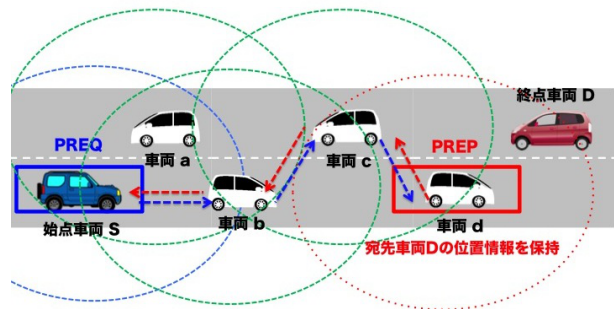


図 1 既存方式：ロケーションサービス

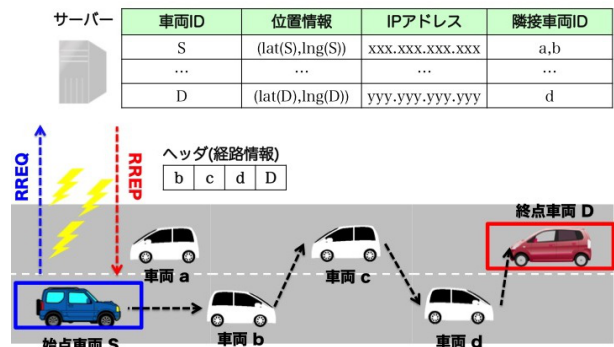


図 2 提案システム：位置情報管理に基づくロケーションサービス

RREQ, RREP が同等のパケットサイズであると仮定し、パケット通信量を通信回数で比較するものとする。

既存方式では始点車両 S が PREQ を行い、終点車両 D の位置情報を保持している車両 d に至るまでフラッディングを行い、車両 d から始点車両 S へ PREP を行っている。この際に、PREQ 時に 4 回と PREP 時に 3 回、合計 7 回の Broadcast 通信を行っている。これに対して、提案方式では各車両はサーバに位置情報を定期的に送信しているため、周辺車両によるフラッディングを行う必要は無く、始点車両 S によるサーバへの RREQ とサーバからの RREP の 2 回の通信にとどまる。従って 5 回分の通信量を削減することができている。

6 まとめ

本稿では、移動体通信を併用し各車両の位置情報をサーバで一元管理することによって、従来のロケーションサービスに伴うフラッディングオーバーヘッドを減少させ、VANET におけるトラフィック量の抑制を検討した。また各車両によるサーバ上の情報更新間隔のメトリックを移動距離とすることで、渋滞時など頻繁な情報更新が必要ない場面において、情報更新に伴うトラフィック量を抑制することができる。今後はネットワークシミュレータを用いて、Hello パケットの到達率とスループットの性能評価を行う予定である。

参考文献

[1] 間瀬憲一, “車車間通信とアドホックネットワーク”, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J89-B, No.6, pp.824-835, (2006).