

車々間通信向け MANET プロトコルの提案

A Proposal of MANET Protocol for Vehicle to Vehicle Communication

加藤 隆志 † 高木 厚伸 ‡ 小坂 隆浩 † 佐藤 健哉 †
Takashi Kato Atsunobu Takagi Takahiro Koita Kenya Sato

1 はじめに

ITS の一つに、車々間通信を活用し、交通の安全性や利便性を向上させる構想がある。特に、通信インフラのない環境で、自律的にネットワークを成す Mobile Ad-hoc Network (以下、MANET) は、通信ノードが複数存在すれば、相互に通信できるため、注目されている [1]。

しかし、従来の MANET プロトコルは、ランダムに存在・移動する通信ノード間の接続を前提としており、自動車のように、位置や移動パターンに限りがある場合は、物理的な位置関係とルーティングテーブルの位置関係をリンクさせることで、通信効率の向上が期待できる。

本稿では、既存プロトコルの特性を考察した上で、車々間通信に特化した MANET プロトコルの提案を行う。

2 既存 MANET プロトコルの考察

2.1 概要

MANET とは、移動体が自律的に構成するネットワークで、具体的には、携帯電話や PDA が、アクセスポイントなしで、動的に構築するネットワークを指す。各ノードは、無線通信範囲内のノードとしか通信できないため、離れたノードと通信を行うには、マルチホップする必要がある。MANET の概略図を図 1 に示す。

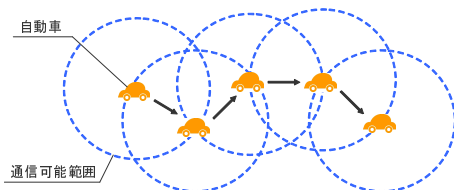


図 1 MANET 概略図

2.2 Reactive 型 ルーティングプロトコル

通信が必要な時に、通信可能な周辺ノードに宛先ノードの探索を依頼し、宛先ノードが見つかるまで探索処理をリレーする方式である。通信コストが低く、非通信時に制御メッセージが流れないという長所がある。

ただし、通信毎に、経路を探索する必要があるため、通信開始までの遅延が大きく、車々間通信に適用する場合、リアルタイム性が必要な用途には不向きである。

2.3 Proactive 型 ルーティングプロトコル

Reactive 型とは対照的に、制御メッセージを定期的に流し、ルーティングテーブルを最新に維持する方式である。そのため、通信開始までの遅延が小さく、リアルタイム性が求められる用途に向いている。

ただし、定期的に送受信する制御メッセージにより、ノード数に比例して、通信帯域が圧迫される。

3 提案プロトコル

3.1 概要

第 2 章で述べた既存 MANET プロトコルは汎用性が高く、車々間通信での利用を考えた場合、改良の余地がある。本稿では、次の項目を必要条件とし、車々間通信向け MANET プロトコルを提案する。

1. 走行中の車線と方向の情報
通信ノードを車線単位でグループ化し、安定したルーティングテーブルを生成
2. 通信ノードの相対的な位置関係の特定
物理的な通信ノードの位置関係とルーティング経路を同一にし、通信効率を向上
3. ネットワークトポロジの変化を通知するトリガ
通信以外の方法でネットワークトポロジの変化を監視し、最小限の通信および遅延で、ルーティングテーブルを管理

これらにより、Proactive 型の高いレスポンス性と Reactive 型の低い通信コストを両立し、かつ高効率で安定性の高い車々間通信の実現が期待できる。

3.2 プロトコルの動作

各通信ノードは、固有の識別子と走行車線の情報から生成されるグループ ID を持つものとして、本稿で提案するプロトコルの動作を説明する。

3.2.1 グループへの参加

本例では、図 2 において、移動体 A と C が走行中に、B が割り込んだ場合を想定する。

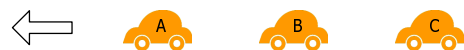


図 2 グループへの参加・離脱とグループの分断

1. 割り込みの検出

移動体 B は、グループ ID が変化するため、変化後のグループ ID に対して、識別情報を発信する (トリガ I とする)。また、A と C は、B の割り込みをセンサ類で検出する (トリガ II とする) ため、B の識別情報を物理的に読み取る。

2. 位置関係の確認

トリガ I と II が起動した場合、移動体 A と C は、B から物理的に読み取った識別情報と B が発信した識別情報の照合を行う。識別情報が一致した場合は、読み取ったセンサの方向に B が存在するため、位置特定を完了する。一致しなかった場合は、B と同時にネットワークに対応していない移動体 (以下、従来車) が割り込んだと見なす。

トリガ I のみが起動した場合は、同一車線上に B 以外の通信ノードが存在しない状態である。

トリガ II のみが起動した場合は、従来車が割り込んだと見なす。

† 同志社大学 工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 工学研究科 知識工学専攻

3. ルーティングテーブルの更新

移動体 B の位置特定が完了した A と C は、ルーティングテーブルに B を追加した後、B にルーティングテーブルを伝達し、同一グループ内の他の移動体には差分情報を伝達する。

3.2.2 グループからの離脱

本例では、図 2 において、移動体 B がグループから離脱する場合を想定する。

1. 離脱の検出

移動体 A と C は、監視している識別情報の変化から、B の離脱を検出する。また、A と C は、B の離脱以前から、互いの識別情報をルーティングテーブルで保持しているため、トリガ II は起動しない。

2. ルーティングテーブルの更新

移動体 A と C は、ルーティングテーブルから B を削除し、同一グループ内の他の移動体に差分情報を伝達する。B は、ルーティングテーブルを破棄する。

3.2.3 グループの融合

本例では、図 3 において、移動体 A~C のグループに同一グループ ID の D~F が追いついた場合を想定する。



図 3 同一グループ ID を持つ 2 グループの融合

1. 移動体接近の検出

移動体 C と D が接近すると、それまで移動体が存在しなかった方向に識別情報が検出されるため、互いに存在を通知する。

2. ルーティングテーブルの交換

反応があった場合、移動体 C と D は、互いのルーティングテーブルを交換し、同一グループ内の移動体へ伝達することで、2 つのグループを融合する。無反応の場合は、従来車を検出したと見なす。

3.2.4 グループの分断 I

本例では、図 2 において、移動体 A と B の車間距離が一定以上に離れた場合を想定する。

1. 車間距離拡大の検出と通知

移動体 A と B は、車間距離が、通信可能距離より短い一定以上に達したことを検出し、互いにルーティング経路の切断を要求する。

2. ルーティングテーブルの分断

経路切断を要求・受信した移動体は、車間距離の離れた場所でルーティングテーブルを切断し、同一グループ内の他の移動体に差分情報を伝達する。

3.2.5 グループの分断 II

本例では、通信ノード間に従来車が割り込んだ場合を、図 4 を用いて説明する。初期状態は、移動体 A, B, C, D が連続して走行中とする。

1. 割り込みの検出

割り込み発生により、移動体 B と C のトリガ II のみが起動し、割り込んだ車を従来車と判定する。

2. グループの分断

従来車の割り込みにより、移動体 B と C は、直接互いを監視できなくなり、ルーティングテーブルの

維持が困難となる。そこで、B と C はルーティングテーブル経路の切断を要求し、グループを分断する。

3. 仮想ルーティングテーブルの確立

従来車が多い環境では、分断が多発して、通信効率が悪化するため、移動体 B と C は通信可能な限り、通信をブリッジし、分断されたグループ間で、不意に切断しても支障のないサービス情報を中継する。

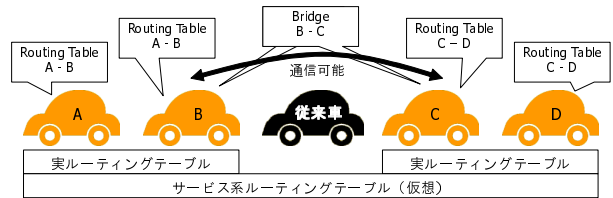


図 4 仮想ルーティングテーブルによるサービス提供

4 実現手法

4.1 走行車線と方向の特定

GPS で計測した座標と速度ベクトルの情報に、カーナビゲーションシステムの地図情報を組み合わせて、リアルタイムで走行中の車線と方向を特定する。

4.2 相対的な位置関係の特定

ナンバープレートを物理的な識別情報とし、画像認識システムでリアルタイムに監視する手法を適応する。具体例として、図 5 に、移動体 B が新たにグループに参加する場合の手順を示す。

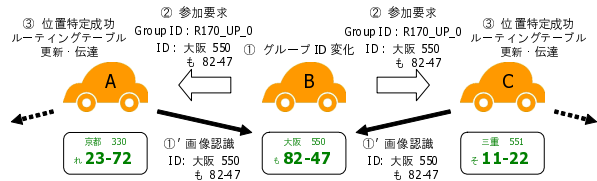


図 5 画像認識による移動体の特定

なお、法定最高速度の 100km/h 走行時の安全な車間距離が 100m であるため、100m 離れた場所からナンバープレートを認識できる精度が必要と言える。

5 まとめと今後の課題

本稿では、既存 MANET プロトコルの特性を考察し、車々間通信に特化したプロトコルを提案した。本プロトコルは、通信の低コスト化・高速なレスポンス・安定した通信を実現でき、サービス提供からリアルタイム制御まで、様々な ITS アプリケーションに応用できる。

今後は、より詳細にプロトコルの特性や問題点を調査するため、ネットワークシミュレータを用いて、提案手法の評価を行っていく予定である。

参考文献

[1] 間瀬憲一: 車々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)