

車両密度変化に対応した車車間ルーティングプロトコルの提案*

春名 恒臣[†] 成田 干城[‡] 重野 寛[‡]

慶應義塾大学理工学部[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科[‡]

1 はじめに

ITS では、車両アドホックネットワークを利用した情報伝達や安全運転支援に関する研究が盛んに行なわれている [1] . このようなネットワークでは、制御パケットのオーバーヘッドが少なく、信頼性の高いネットワークが必要となる [2] . そこで本稿では、既存のリアクティブルーティングプロトコルである DSR[3] の始点経路制御方式を用い、車両密度に応じ動的に経路選択を行うルーティングプロトコルを提案する . シミュレーションにより、提案プロトコルの性能を評価し、経路を再構築する際に生じるパケットロスを低減できることを示す .

2 既存方式とその問題点

現在、DSR や AODV など様々なアドホックルーティングプロトコルが提案されているが、車両特有の運動を考慮したプロトコルは少ない . DSR では、始点ノードが終点ノードまでの経路を指定する始点経路制御方式を用い、ノードが他ノードのデータパケット転送をスキップして傍受した場合、経路の自動短縮を行うことができる . しかし、車両アドホックネットワークでは、信号や道路形状などの外的要因により、車両走行状態が変化し頻繁に通信経路の更新が発生するため、常に経路自動短縮を行うと、制御パケットのオーバーヘッドが増大する問題がある .

3 提案方式

3.1 想定環境と前提条件

本提案で想定する道路環境は、信号のある一般道路を車両が走行し、一定周期で信号が切り替わる状況である . 信号で停止する前の車両の配置が、信号で停止した後の車両の配置に類似すると予想できることに着目する .

提案方式を用いる前提として、各車両は自車の通信範囲内の周辺車両密度と周辺車両加速度をビーコンにより定期的に測定し更新しているとする . ここで、各車両のそれぞれの通信範囲内にある車両台数を各車両における周辺車両密度、それぞれの通信範囲内にある周辺車両の加速度の平均を各車両における周辺車両加速度と定義す

る . そして、更新する直前の周辺車両密度を記憶しており、これを前周辺車両密度と呼ぶ .

また、各車両は GPS 受信機などの車両の位置を測定する手段を持つことを前提としないものとする .

3.2 車両密度変化に対応した経路選択

始点経路制御方式を用い、周辺車両密度に応じ動的に経路選択を行う方法を説明する . 以下では、提案方式の具体的な経路構築、経路切り替えの方法を示す .

走行中のある車両ノード (データ送信車両) から特定のある車両ノード (データ受信車両) への通信要求が発生すると、DSR と同様な方法により経路発見・経路構築を行う . 構築した経路は、通信中のノードの周辺車両加速度が負にならない限り、経路自動短縮を禁止する . これにより、周辺車両密度があまり変化しないカーブなどの緩やかな加減速で生じる頻繁な経路変更を防止する .

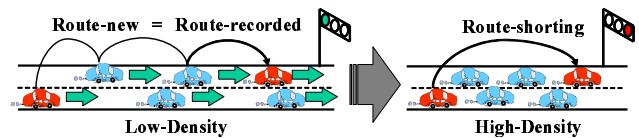


図 1: 赤信号での車両停止による経路変更

信号が赤に変わるなどの周辺車両全体が停止する状況になると、通信中のノードの周辺車両加速度は負になり、周辺車両加速度が負になったノードは経路自動短縮を許可するメッセージをデータ送信車両に送信する . 以後、データパケット転送を傍受した場合、経路自動短縮を行う (図 1) . このとき、データ送信車両は経路自動短縮を行う前の経路を履歴経路として記憶する .

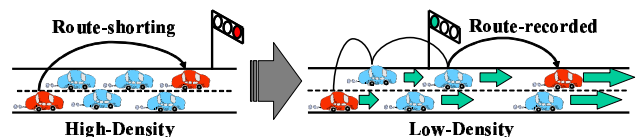


図 2: 青信号での車両発進による経路変更

信号が青に変わるなどにより、車両が加速し始めると、徐々に車間距離が広がり、全体的に周辺車両密度が低下する . 各ノードは、自身の周辺車両密度と前周辺車両密度を比較し、周辺車両密度が前周辺車両密度よりも大きくなり、かつ、自身の加速度が正になったとき、経路自

*A Proposal of Density-based Vehicle-to-Vehicle Routing Protocol

[†]Tsuneomi Haruna, Hiroshi Shigeno

[†]Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Tateki Narita

[‡]Graduate School of Science and Technology, Keio University

動短縮を禁止させるメッセージをデータ送信車両に通知する。そして、データ送信車両は一番はじめに用いた経路である履歴経路に切り替える(図2)。データ送信車両とデータ受信車両の車間距離が広がり通信が途切れる前に、ホップ数は増えるが、あらかじめ中継ノードを増やすことで通信を維持することができる。

4 シミュレーション評価

提案方式の有効性を計算機シミュレーションにより評価した。シミュレーションモデルを図3に、シミュレーション条件を表1に示す。シミュレーションでは、信号が青から赤に変わったとき、信号付近のノードから約200m後方のノードに通信要求が発生し通信を開始し、信号が赤から青に変わり、通信中のノード全体が概ね走行状態に戻ったときに通信を終了するものとした。ここで用いる平均車両台数とは、1車線1km内を走行中の車両台数の平均である。

提案方式の比較対照として、DSR及び経路自動短縮を行わないDSRを用いた。以後、通常のDSRをDSR-org、経路自動短縮を行わないDSRをDSR-modifyと呼ぶ。

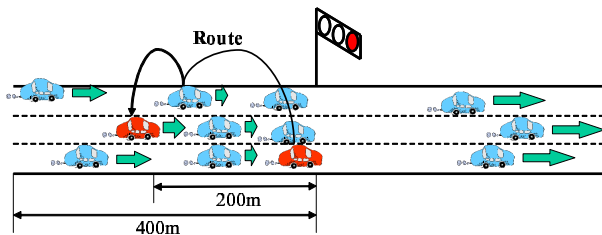


図3: シミュレーションモデル

表1: シミュレーション条件

道路	直線 1000m, 片側 3 車線
信号間隔	青 赤:50sec, 赤 青:30sec
平均初期速度	50km/h
ビーコン送信間隔	2.5sec
無線通信方式	IEEE802.11b
通信可能距離	70m

4.1 平均車両台数とパケット到着率

図4に、平均車両台数とパケット到着率の関係を示す。図より、提案方式はDSR-orgやDSR-modifyに比べ、全体的に高いパケット到着率を実現していることがわかる。これは提案方式が信号からの発進時に、履歴経路に戻ることを予想することで、リンクの切断回数やホップ数の低減することができるため、パケットロスが減少しているからである。

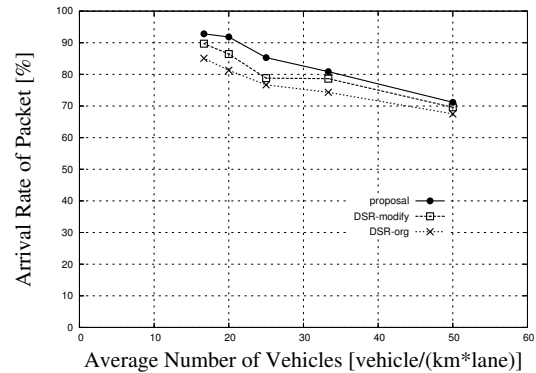


図4: 平均車両台数とパケット到着率

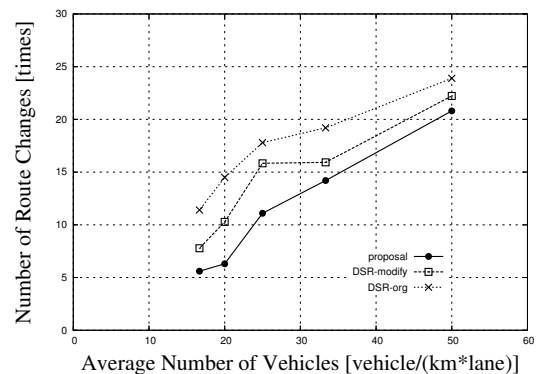


図5: 平均車両台数と経路変更回数

4.2 平均車両台数と経路変更回数

図5は、平均車両台数とデータパケットが10000パケット送信した際の平均車両台数と経路変更回数の関係を示す。図より、提案方式はDSR-orgやDSR-modifyに比べ、より少ない経路変更回数で経路を構築できていることがわかる。これは提案方式が、停止や発進に対応して経路を動的に変更しているためである。

5 おわりに

本提案では、車両密度を用いて経路を動的に変更させることにより、信号における車両ノード特有の停止や発進に対応し、少ない経路変更回数で高いパケット到着率を達成できることが確認できた。

参考文献

- [1] 朝倉啓充他, “連続型路車間通信システムにおける動的ゾーン制御アルゴリズム”, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.8, pp.2152-2161, 2005
- [2] 吉田成志他, “車両アドホックネットワーク向けルーティング方式の提案”, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J88-B, No.8, pp.1434-1443, 2005
- [3] D.Johnson, et al., “The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)”, Internet-Draft, 2004