

狭域交通情報を効率的に共有するための 中継車両選択制御と優先送信制御を両立する車車間通信方式

森 拓也[†] 湯 素華[‡] 小花 貞夫[‡]

電気通信大学 情報理工学部[†] / 大学院情報理工学研究科[‡]

1. はじめに

近年、車車間通信により狭域の交通情報をマルチホップブロードキャストして周辺車両と共有させ、ドライバーに利便性や安全性を提供するための無線ネットワーク制御技術が注目されている。特に、1)周辺車両に効率的に情報配信させるための適切な中継車両の選択、ならびに2)通信混雑時でも、緊急性の高い情報を優先して配信させる優先送信、の制御は重要であり多々研究されてきている。本稿では、これまで別々に研究されてきた中継車両選択と優先送信の制御を統合する4つの方式を検討し、シミュレーションにより比較評価する。

2. 先行研究と課題

2.1. 中継車両選択制御[1][2][3]

マルチホップブロードキャストの中継車両選択では、効率的な中継ができるように、送信車両から遠いほど、また交差点にいる車両ほど、ひとつ前の通信が終了した後の待ち時間を短く設定して中継するよう制御する。

2.2. 優先送信制御[4][5]

車両が密集して通信が混雑する場合でも、急ブレーキ等の高緊急度情報のロスや配信の遅れが生じないように、情報の特性(緊急度)に応じた待ち時間を設定(高緊急度ほど待ち時間を短く設定)し、高緊急度な情報を優先的に送信する。

2.3. 課題

車車間通信では両制御とも重要であるが、それぞれは互いの制御を考慮していない。また、両制御を統合した実現方法は、これまで議論されていない。

3. 検討方式

中継車両選択制御と優先送信制御を統合した制御を実現する際、それぞれの制御機能の実装場所(MAC層/アプリ(APP))の組み合わせから表1に示す4通りが考えられる。以下3.1および3.2では、それぞれの制御のMAC層、APP層での実装方法を述べ、3.3で4通りの組み合わせによる実装、3.4で想定される効果について述べる。

3.1. 中継車両選択制御の実装方法

1) MAC層での実装

MAC層における送信までのランダムな待ち時間であるバックオフ時間を送信車両から遠いほど短く設定する(図1)[3]。

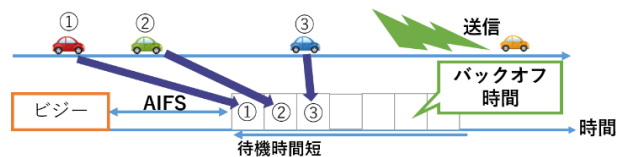


図1 MAC層での中継車両選択制御

2) APP層での実装

受信情報をMAC層に渡す前にAPP層で待ち時間を設ける。待ち時間を送信車両から遠いほど短く設定する[2]。

3.2. 優先送信制御の実装

1) MAC層での実装

無線LANのQoS制御に用いるEDCA(Enhanced Distributed Channel Access)により、MAC層の待ち時間であるAIFS(Arbitration Inter Frame Space)とCW(Contention Window)の長さを緊急度ごとに設定(緊急度高のものほどAIFSを短く設定)する(図2)[4]。

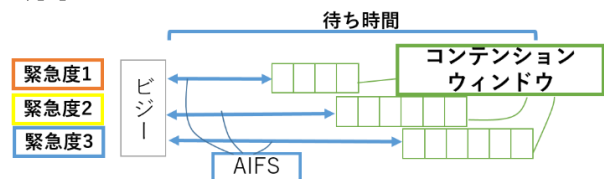


図2 MAC層での優先送信制御

2) APP層での実装

受信情報をMAC層に渡す前に緊急度に応じた待ち時間を設ける。緊急度高のものほど待ち時間を短く設定する。

3.3. 組み合わせ方法

組み合わせ(中継車両選択制御-優先送信制御)ごとの追加実装・制御を表1に示す。

3.4. 想定される効果

1) 異なる層での実装

異なる層で実装される場合、必ずAPP層での待ち時間(大)制御からMAC層での待ち時間(小)制御と処理が行われる。この待ち時間の大小関係から、APP層制御の効果が優先されると考えられる。

Inter-vehicle communications with both relay vehicle selection control and transmission priority control together for efficient local traffic information sharing among vehicles

[†]Takuya Mori [‡]Suhua Tang [‡]Sadao Obana

[†]Faculty of Informatics and Engineering/[‡]Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

表 1 中継車両選択と優先送信の組み合わせ

組み合わせ	追加実装・制御
MAC-MAC	緊急度毎に中継車両選択用の CW が重ならないように AIFS と CW を設定.
MAC-APP	APP 層に優先送信制御用のキューを作成. MAC 層での中継車両選択の待ち時間と重ならないように, APP 層での待ち時間を設定.
APP-MAC	MAC 層の優先送信で設けられる待ち時間と重ならないように, APP 層での待ち時間を設定.
APP-APP	APP 層に優先送信用のキューを作成. 緊急度高の中継が他緊急度の中継と重ならないように, 待ち時間を設定.

2) 同じ層での実装

同じ層で実装される場合, 同環境下での待ち時間制御が行われるため, 待ち時間の大小関係による影響が無く, 両制御の効果が得られると考えられる.

4. シミュレーション評価と考察

4.1. 評価項目

評価項目は, 情報生成間隔を変化させた時の緊急度ごとの拡散率(情報受信車両数/全車両数)とした.

4.2. シミュレーション条件

シミュレーションでは 1.6km 四方で縦横ともに道路間隔 400m の格子状の道路環境を模したシナリオをネットワークシミュレータ Scenargie[6]上に作成した. その他のシミュレーション設定値を表 2 に示す.

表 2 シミュレーション条件

項目	値
通信方式	IEEE802.11p
伝送速度	3Mbps
パケットサイズ	256byte
電波伝搬モデル	ITU-RP.1411
情報生成頻度	0.5s~8s/台
車線数	2(片側 1 車線)
車両位置	ランダム(固定)
実行時間	15s
車両数	500 台
緊急度別情報発生率 (緊急度 1:緊急度 2:緊急度 3)	1:4:8

4.3. 結果と考察

4 通りの実装方法のうち, 以下では両制御の効果の有無が明確に現れた MAC-MAC, APP-MAC 方式の結果のみを示す.

結果では, MAC-MAC 方式が情報の緊急度ごとの拡散率の差が最も顕著であった(MAC-MAC, APP-APP, MAC-APP, APP-MAC 方式の順に拡散率に差が現れた). また情報生成間隔が短くなり通信トラフィック量が混雑した場合の緊急度高の拡散率は, 他の 2つの方式を含めて, MAC-MAC 方式が

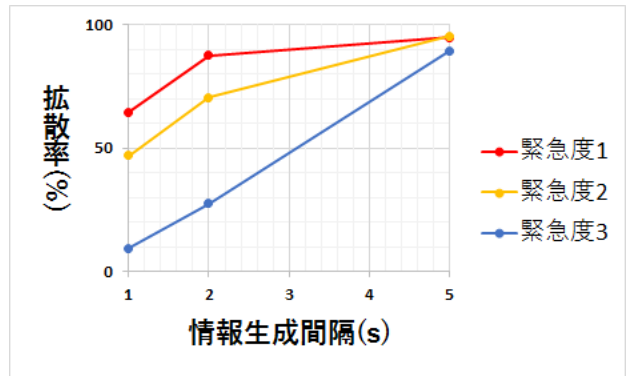


図 3 MAC-MAC 方式の緊急度別拡散率の変化

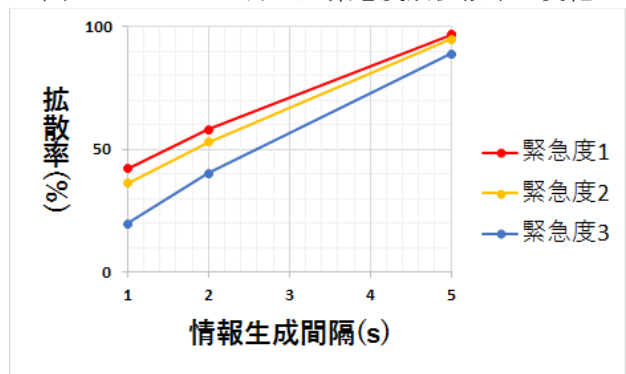


図 4 APP-MAC 方式の緊急度別拡散率の変化

最も高い結果となった.

これは, 中継車両選択と優先送信の両制御とも, パケットを受信してから中継送信するまでの待ち時間を制御することで実現しており, いずれも CW や EDCA といった MAC 層の機能を使ってパケットの信号伝送レベルで制御する MAC-MAC 方式が一番効果が大きかったためと考えられる.

5. おわりに

本稿では, 中継車両選択制御と優先送信制御を両立させる制御方式の 4つの実現方法を検討, 評価した. 評価の結果, トラフィックが混雑している場合, 両制御とも MAC 層で実装する方式が, 拡散率の視点で最も優れていることを示した. 今後は, 中継回数や遅延時間の観点からも評価を行う.

参考文献

- [1] G. Korkmaz *et al.*, "Urban Multi-Hop Broadcast Protocol for Inter-Vehicle Communication System", Proc. VANET '04, pp. 76-85, 2004.
- [2] Abdelmalik Bachir *et al.*, "A Multicast Protocol in Ad hoc Networks Inter-Vehicle Geocast", Vehicular Technology Conference, 2003.
- [3] 吉川 潤 他, 狭域交通情報共有のための車車間通信における車両位置情報に基づく効率的な中継転送方式の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.57, pp. 43-53, Jan. 2016.
- [4] Chakkaphong Suthaputthakun *et al.*, "Priority Based Inter-Vehicle Communication in Vehicular Ad-Hoc Networks using IEEE 802.11e", Vehicular Technology Conference, 2007.
- [5] Chakkaphong Suthaputthakun *et al.*, "Priority based Routing Protocol with Reliability Enhancement in Vehicular Ad hoc Network", ICCIT 2012, pp.186-190, 2012.
- [6] "Products," Space-Time Engineering, <https://www.spacetime-eng.com/en/>