

車車間通信における優先制御によるリアルタイム情報の通信方式に関する研究

山本 英生 指導教員：井手口 哲夫

1 はじめに

自動車の高度化・自動車の電子化の進展により、自動車は優れた生活基盤、物流基盤として社会に経済活動の発展に貢献している。

さらに最先端の情報通信や制御技術を活用して、道路交通を最適化し、事故や渋滞の解消、省エネや環境との共存を図っている。ITS 安全運転支援無線システムでは「道路」と「自動車」が通信をする路車間通信と「自動車」と「自動車」が通信をする車車間通信が主に研究されている。本研究では無線通信の信頼性を向上させる制御方式の提案と提案方式をシミュレーションにより評価する。

2 通信データの制御方式の提案

安全運転支援のようなリアルタイム性が必要なデータに送信遅延が発生しないようにするための対策として 3 つの対策が考えられる。

2.1 対策 1：専用回線

リアルタイム性の高い情報のみを扱う回線とそれ以外の情報を扱う回線を別々に用意する方法である。これにより、非優先データの通信が増加してもリアルタイム性の必要なデータに対して遅延が発生することを回避する。

2.2 対策 2：非優先データの抑制

安全運転支援以外の通信量を制限する方法である。優先データが一定の基準を満たすように非優先データを制限することで大きな遅延が発生することを回避する。

2.3 対策 3：優先制御

通信データに優先度を割り当てて優先度の高い通信データから送信を行う方法である。非優先データと優先データが別の送信バッファに格納され、優先データから送信するため、非優先データが多く送信バッファに格納されていても、優先データから送信されるため送信待ちとして発生する遅延を回避する。

3 優先制御方式

優先制御には、現在無線通信で用いられている IEEE802.11e 利用することで実現する。

IEEE802.11e には QoS 制御方式として、HCCA(HCF Controlled Channel Access) と EDCA(Enhanced Distributed Channel Access) の 2 つの方式がある [2]。

3.1 IEEE802.11e

IEEE802.11e は無線通信においてリアルタイム性が求められるアプリケーションに対して帯域保証を規定するものである。

3.2 QoS(Quality of Service) 制御

通信される各データはそれぞれ種類によって性質が異なり、満たさなければならぬ条件も変わってくる。例えば、電子メールや Web ページの情報を伝送する場合は、その伝送に多少時間がかかっても構わないが、絶対に誤りのないこと、ロスしてはいけぬ。これに対してリアルタイム性が要求される AV データを送信する場合は、一般にそのデータを構成する各要素は一定の遅延時間以内に伝送される必要がある。電子メールや Web

メールはリアルタイム性が要求されるデータを先に送信したあとの空いている帯域を使って送信されれば十分である。

このようなリアルタイム性を有するデータに対して、その通信に必要な帯域を予約したり優先的に割り当てたりすることで、それに求められるスループットや伝送遅延時間要求を保証することを QoS 確保と呼ぶ。IEEE802.11e には QoS サポートとして HCCA(HCF Controlled Channel Access) と EDCA(Enhanced Distributed Channel Access) の 2 種類のチャンネルアクセス方式を提供している。

3.3 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access)

EDCA は従来の分散制御型チャンネルアクセス方式 DCF に対し、データの種別ごとに優先順位付けができる。

MAC 層に入ってきた各送信データはその優先順位に関連した User Priority(UP) と呼ばれる 3bit の情報を持っている。EDCA で送信されるデータはその UP 値に応じて 4 つの AC(Access Category) に分類され優先度に応じて各カテゴリから送信される。カテゴリは AC_VO(Voice), AC_VI(Video), AC_BE(Best Effort), AC_BK(Background) が用意されており、音声伝送用の AC_VO が最高の優先順位を持ち、AC_VI, AC_BE, AC_BK の順に優先順位が低くなる。

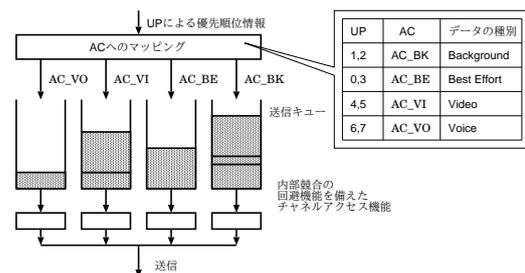


図 1 EDCA の実装モデル

3.4 車車間通信での実現

通信帯域を有効かつ高い信頼性を目指し、本研究では通信データの制御方式には対策 3 の優先制御を用いる。

また、IEEE802.11e の QoS 制御方式には EDCA の優先制御を用いる。HCCA では中央制御型チャンネルアクセス方式でありアクセスポイントなど、通信スケジューリングを行う端末が必要になる。すべての道路にアクセスポイントを設置するインフラ整備コストが必要であり、すべての道路に設置されるには時間がかかると考えられる。対して EDCA は各車両・各端末ごとに制御を行うため HCCA のようなインフラ整備コストがかかるとはならない。

4 シミュレーションモデル

評価には、OPNET Modeler を利用する。車に見立てた通信ノードを OPNET 上にエージェントとしてモデリングする。

4.1 フィールド・経路

フィールドは 1000m × 1000m を用意する。フィールド上に図 2 のように片側一車線の 8 の字の経路を作成する。ノードはこの 8 の字の経路上を移動する。

8 の字の経路は自動車事故統計データで事故発生頻度が顕著である、「出会い頭衝突事故」「右左折衝突事故」「カーブ追突事故」の状況を再現するためであり、線が交差する地点で、出会い頭衝突事故、右左折衝突事故が発生する状況を、カーブを描いている地点でカーブ追突事故が発生する状況を模擬している。

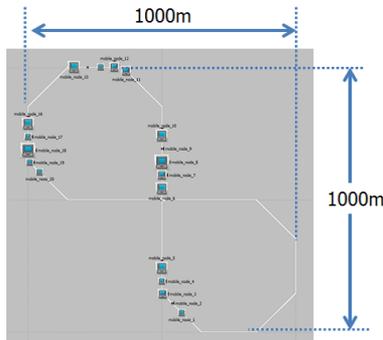


図 2 シミュレーションモデル

4.2 通信ノード

通信ノードの設定を表 1 に示す。通信ノードの設定は 700MHz 帯高度道路交通システム標準規格に則り使用周波数帯・送信電力・受信感度を設定した。

表 1 通信設定

使用周波数	760MHz (755.5MHz ~ 764.5MHz)
送信電力	10mW
受信感度	-85dm

パケットの発生条件について表 2 に示す。

背景通信のパケット発生サイズを 10kbps から 50kbps の 5 段階に変化させ評価を行う。

表 2 パケット発生条件

	パケットサイズ	通信発生間隔
制御通信	1000(bits)	20 秒
背景通信	10k,20k,30k 40k,50k(bits)	1.0 秒

4.3 環境とパラメータ

表 3 にシミュレーション環境を示す。シミュレーション時間を 10 分とし、各背景通信においてシミュレーションを 10 回行う。

表 3 シミュレーション環境

車両数	20 台
車速度	60km/h
車間時間	3 秒
シミュレーション時間	10 分
シミュレーション回数	10 回

5 シミュレーション結果

シミュレーション結果を以下に示す。

シミュレーション結果の一例と制御通信の遅延時間の割合を出力する。

5.1 シミュレーション時間に対する制御通信の遅延時間

背景通信 30kbps で制御を行わない場合を図 3 に、背景通信 30kbps で制御を行う場合を図 4 に示す。縦軸を通信遅延時間、横軸をシミュレーション時間とし、安全運転支援のようなリアルタイム性が必要な制御通信を青色、リアルタイム性が不必要な背景通信を赤色で示す。

背景通信 30kbps では優先制御無しの場合では 100 ミリ秒を超える通信遅延が発生している。優先制御を行うと、ほぼすべてが 100 ミリ秒以内に収まっていることが確認できた。10 回のシミュレーションで制御無しでは 1.13% が 100 ミリ秒以上であったが、制御有りでは 99.98% が 100 ミリ秒以内となった。

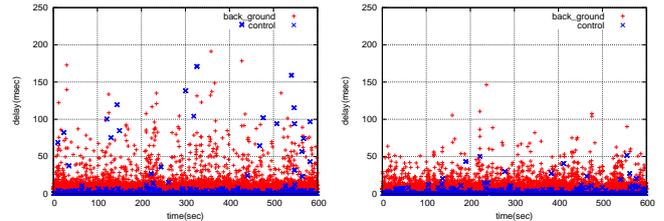


図 3 背景通信 30kbps(制御無し) 図 4 背景通信 30kbps(制御有り)

5.2 通信時間割合

制御通信において通信遅延時間が 100 ミリ秒以内で通信できたものと、100 ミリ秒以上遅延が発生した割合について、優先制御無しの場合を図 5、優先制御有りの場合を図 6 に示す。赤が 100 ミリ秒以内、青が 100 ミリ秒以上の遅延時間を示す。

優先制御無しに比べ、優先制御有りでは各背景通信で 100 ミリ秒以上の遅延が低減できていることが確認できた。

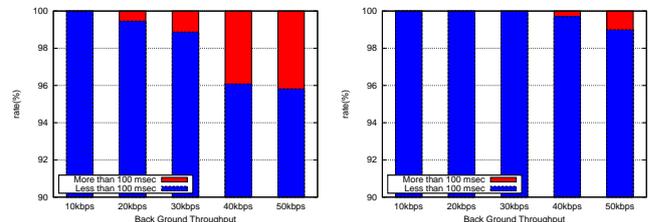


図 5 通信時間比率 (制御無し) 図 6 通信時間比率 (制御有り)

6 おわりに

本研究では、車車間通信において無線通信の信頼性を向上させるための優先制御方式を提案し、提案方式をシミュレータに実装した。また、構築したシミュレータの評価を行い、送信遅延時間が低減されていることを確認した。

今回は送信バッファ内での制御により送信遅延時間の低減を図った。各通信ノードが同時に送信することで発生する送信遅延の改善が今後の課題として挙げられる。

参考文献

- [1] 一般社団法人 電波産業会 『700MHz 帯高度道路交通システム』,2012.2
- [2] 阪田史郎 『ユビキタス技術 無線 LAN』 オーム社,2004.6
- [3] 財団法人 日本自動車研究所 『ITS 通信シミュレーション評価シナリオ』 ITS シミュレータ利用促進検討委員会,2012.3