

車車間通信における複数符号を用いた CDMA 通信方式

0481018 村山 高康

指導教員： 屋代 智之 助教授

1. はじめに

ITS 技術の一つである車車間通信は、車同士のコミュニケーションを行うものであり、渋滞抑制や安全走行支援の効果があると期待されている。現在研究されているものとして、協調走行のためのプロトコルである DOLPHIN[1] や走行位置によって通信タイミングを変更する V-PEACE 方式 [2] などがある。

こういった車車間通信では通信失敗が事故に直結してしまうため、通信の信頼性が非常に重要である。

しかし、近年の車車間通信における研究では通信の信頼性だけでなく様々なアプリケーションを動かすために通信速度も求められてきている。通信速度を上げる方法として帯域幅を拡大する方法があるが、車車間通信では ITS に割り当てられた帯域を利用することが電波法で決まっている。

そこで本研究では、ETC などにより実用化されている 5.8GHz 帯において CDMA 通信を利用した車車間通信を行う。この時、送信データの種類によって制御を行い、信頼性の確保と同時に通信速度の向上を図る手法を提案する。

2. 提案方式

2.1. 通信リンクの確立

提案方式は通信リンクの確立と、その後の通信に分けられる。まず、通信リンクの確立について説明する。

各車両は通信リンクの確立のために、全車両が共通で使う PN 符号系列 (共通 PN 符号系列) を利用する。その後の通信には、各車両が固有に保持する PN 符号系列を使用する。

各車両は自車両及び自車両から 1 ホップで通信できる車両が使用している PN 符号系列を共通 PN 符号系列を利用して定期的に交換し、リスト形式で保持している。これにより、2 ホップまでの車両が使用している PN 符号系列を把握する。

自車両と同一の PN 符号系列を使用している車両が周辺にあった場合には、符号系列の衝突を避けるために自車両の PN 符号系列を変更し、共通 PN 符号系列を用いて周囲の車両に通知する。これにより PN 符号系列の重複を避け、安定した通信を行うことが可能となる。

通信リンク確立の具体的な手順を以下に示す。

図 1 は通信リンク確立前後のリスト状況である。

ここでは A と C がリンクの確立を試みている。

1. A は共通 PN 符号系列を利用して C のリストを受取る。

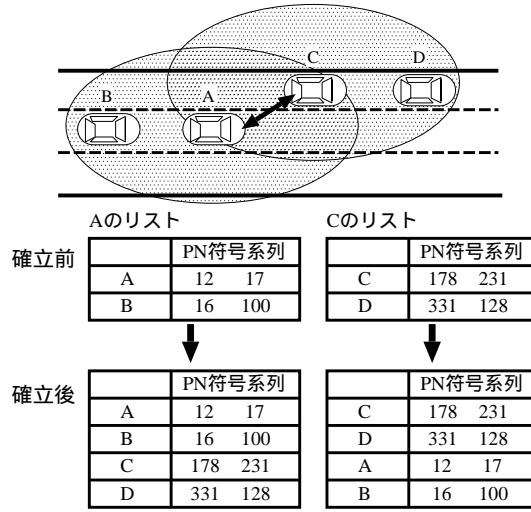


図 1: 通信リンク確立前後のリスト状況

2. A は C および周辺車両が利用している PN 符号系列を把握し、符号系列の衝突を確認する。
3. 利用している PN 符号系列が衝突していた場合、A は PN 符号系列の変更を行う。
4. A が符号系列のリストを共通 PN 符号系列で C に伝える。

これにより、互いのリストに利用する PN 符号系列が書き込まれ通信リンクが確立する。

2.2. 通信

リンクの確立が行われた後は、各車両は自身が保持する PN 符号系列を用いてデータの通信を行う。

ここでやり取りされるデータは車両制御用データとエンタテインメントデータに分けられる。車両制御用データとは車両の制御に必要な速度、位置、加速度などの情報を指す。これらの情報は、通信失敗が事故に直結する可能性があるため求められる信頼性も高い。一方、音楽、動画などのエンタテインメントデータはデータサイズは非常に大きなものであるが、高い信頼性は必要としない。送信されるデータには車両制御用データとエンタテインメントデータが混在している。

通信では保持している 2 つの符号系列を効率的に利用する。情報量の多いエンタテインメントデータを送信する場合は 2 つの符号系列を利用してデータを並列的に送信する。重要データである車両制御データは制御に支障が出ないようにエンタテインメントデータに割り込ませて送信する。

3. シミュレーション環境

シミュレーション環境を表 1 に示す。

表 1: シミュレーション環境

パラメータ	値
車線数	片側 3 車線, 双方向
シミュレーション範囲	直線 2km
車両走行速度	80,100,120km/h
通信範囲	100m
ビットレート	1Mbps
車両制御データのサイズ	128bits
PN 符号系列数	500

ここでは、通信用の PN 符号系列を 1 つにした 1 符号方式と提案方式である 2 符号方式で通信成功率と情報伝達時間を計測して比較を行った。

通信信頼性を表す通信成功率はシミュレーション範囲内の車両が通信を行った際に、1 ホップ内の車両に対する PN 符号系列の衝突と通信範囲内からの車両の離脱を失敗として計測したものである。

通信伝達時間はある車両が隣接する車両に対して送信したエンタテイメントデータが全て受信されるまでの時間を計測したものである。これは、情報量の多いエンタテイメントデータの通信にかかる時間を計測することにより提案方式の有効性を示すものである。

4. 結果

まず、両方式における通信成功率を図 2 に示す。

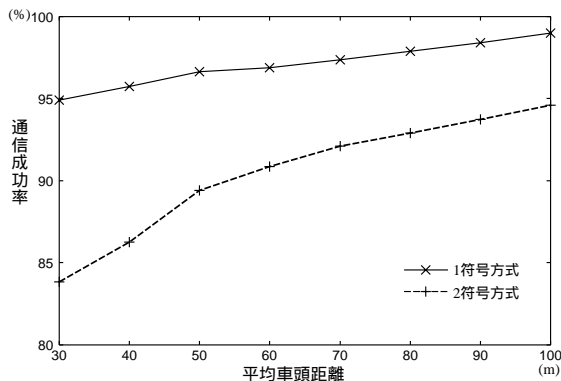


図 2: 平均車頭距離と通信成功率

これより、両方式とも 80 % 以上の成功率を示している。失敗の原因は今まで通信を行っていない車両が通信範囲に入った際の符号系列割り当て前の衝突である。よって、車両密度が低い方が新しい車両の通信範囲に入りにくいいため、通信成功率が高くなっている。提案方式の方が成功率が低い理由は、利用できる符号系列数が限られている上に割り当て

られる符号系列数が多いため、その符号系列が衝突しやすいためである。なお、通信範囲に入り PN 符号系列の衝突が解消された後の通信では、両方式とも車両密度によらず 99 % 以上の通信成功率となった。ここでの失敗原因は車両の移動に伴い電波が届かなくなったというものであり、近傍にいる車両との通信成功率は十分に高いといえることができる。

次に、情報伝達時間の結果を図 3 に示す。なお、平均車頭距離は制動距離より少し短い 50m で測定した。

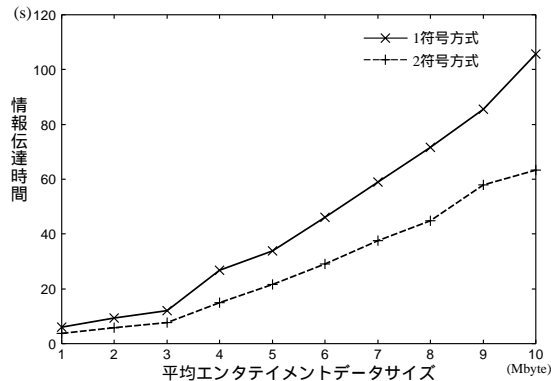


図 3: エンタテイメントデータサイズと情報伝達時間

この結果より、情報量の大きなエンタテイメントデータの伝達時間は 1 符号方式と 2 符号方式で約 2 倍の差が確認できる。完全に 2 倍の速度とならなかったのは、1 符号方式と 2 符号方式ではエンタテイメントデータを送信する際に送る車両制御データの割合が変わるためである。

5. 結論

本研究では、車車間通信に必要な通信信頼性と通信速度の向上を図るために、CDMA 通信における複数符号を用いた通信方式を提案し、シミュレーションによって評価した。

その結果、複数符号を用いることにより通信速度の向上が確認できた。これより、提案方式は将来の車車間通信における大容量通信の必要な環境にも対応でき有用であるといえる。

文献

- [1] 徳田清仁. “デモ 2000 協調走行の車々間通信技術” 電子情報通信学会研究報告, ITS2000-42-49, pp.25-30, 2001 年 1 月
- [2] 北村長, 永長知孝, 森香津夫, 小林英雄. “V-PEACE 方式におけるドップラーシフトの影響改善のための一検討” 電子情報通信学会研究報告, ITS2003-110-118[ITS], pp.43-48, 2004 年 3 月