

車両ネットワークにおけるセルラ V2X と DSRC の性能比較検証

高草木 政史[†] 湯 素華[†] 上野 高明[‡] 大岸 智彦[‡] 小花 貞夫[†]

電気通信大学 大学院情報理工学研究所[†]/株式会社 KDDI 総合研究所[‡]

1. はじめに

700MHz 安全運転支援システムや 5.8GHz 専用狭域通信 (DSRC) は、従来から主たる車両ネットワークとして検討されているが[1]、近年話題となっているセルラ V2X (LTE support for V2X services) による車車間通信 [2] では、車両同士が直接通信を行うサイドリンク方式と、基地局を経由して広範囲にブロードキャストする 2 方式が検討されている。本稿では、従来の車両ネットワークのセルラ V2X による置き換えや、それらの併用によるネットワークの性能比較検証を行い、高信頼、低遅延車両ネットワークを実現する方式の基礎検討を行う。

2. LTE を用いた配信方式

図 1 に LTE による基地局を経由する通信 (ブロードキャスト) と基地局を経由しない通信 (サイドリンク) を示す。

2.1 サイドリンク

サイドリンクには、1) 配信スケジューリングの際リソースブロック (無線リソースの最小割り当て単位) 割り当てを端末が自律的に行う Mode4 と、2) 基地局がリソースブロック割り当てを行う Mode3 の方式が存在する [3]。

2.2 ブロードキャスト

無線リソース管理を通信事業者が行う携帯基地局からの同報配信である。ブロードキャストには、1) 基地局間同期配信の eMBMS と、2) 基地局間非同同期配信の SC-PTM の方式が存在する。どちらの方式もネットワーク上に存在するサーバを経由することで広い通信エリアをカバーすることができ、既存商用網を利用できるのが特徴である [3]。

3. 検討方式

3.1 基地局経由配信 (B 方式)

本稿では車両が観測した歩行者位置情報や事故・渋滞情報を他車両に拡散することを目的と

する。そのため車両が生成した情報を基地局に送信し、基地局がその情報を同報配信することを基地局経由配信と定義する。

3.2 組み合わせ

低遅延通信が可能なサイドリンクや従来から検討されている DSRC と広域配信が可能なブロードキャストを組み合わせることで、見通し外の通信をブロードキャストで補う以下の 2 つの方式を検討する。

① サイドリンク+基地局経由配信 (SB 方式)

② DSRC+基地局経由配信 (DB 方式)

サイドリンクには 2.1 で述べた 2 つの方式が存在するが、今回は Mode4 を適用する。理由は Mode3 の要件詳細が通信事業者の実装に任されているためである。

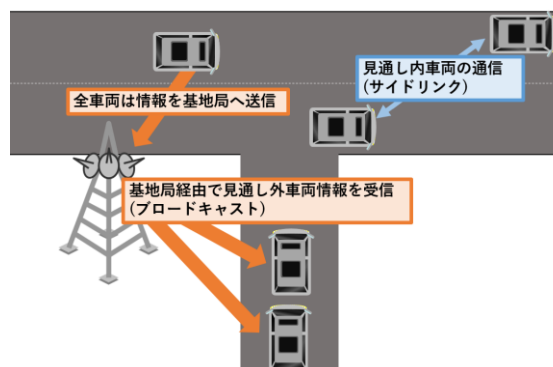


図 1 LTE の通信方式

4. シミュレーション評価と考察

検討した組み合わせ方式の有効性を検証するため、シミュレーション評価を行った。

4.1 評価項目

評価に使用するパラメータは情報が拡散される距離 (観測距離) とし、次の 2 点を評価項目とした。

- 1) パケット拡散率の平均 (情報を受信した車両数/観測距離内の全車両数)
 - 2) 車両がパケットを生成してから他の車両が受信完了するまでの遅延時間の平均
- 評価に使用する値は、同一パラメータに対して 10 通りにシード値を変化させたときのそれぞれの平均値とした。

Performance comparison between Cellular V2X and DSRC in vehicle network

[†] Masashi Takakusaki [†] Suhua Tang [‡] Takaaki Ueno

[‡] Tomohiko Ogishi [†] Sadao Obana

[†] Graduate School of Informatics and Engineering The University of Electro-Communications/ [‡] KDDI Research, Inc.

4.2 シミュレーションの条件と概要

シミュレーションは交差点間隔 100m で 4×4 のグリッド状のマップに、縦横とも交差点 1 つおきに基地局を設置したエリアを作成し、ネットワークシミュレータ(Scenargie)をベースに作成した V2X シミュレータ (3GPP リリース 14 準拠) で評価を行った。組み合わせ方式の帯域幅は各 10MHz, 1 方式のみの場合は 20MHz とした。例えばサイドリンクと基地局経由配信の組み合わせ方式(SB 方式)において前者は 10MHz, 後者は上り下り合計 10MHz である。ブロードキャストには既に普及が進んでいる eMBMS を用いる。その他のシミュレーション条件を表 1 に示す。

表 1 シミュレーション条件

| 項目 | 値 |
|----------|---|
| 基本通信方式 | IEEE802.11p Sidelink(Mode4), broadcast |
| 比較方式 | B 方式, SB 方式, DB 方式 |
| 周波数 | 5.9GHz |
| パケットサイズ | 256byte |
| 電波伝搬モデル | ITU-RP.1411 LTE_Pico |
| 車両台数 | 100 台 |
| 基地局数 | 12 台 |
| 情報発信元 | 車両 |
| 車両位置 | ランダム(固定) |
| パケット生成間隔 | 1 秒/台 |
| 観測距離 | 100~400m(100m 刻み) |

4.3 結果と考察

図 2 に方式毎の観測距離によるパケット受信成功率の変化を示す。SB 方式が最も拡散率が高い。これは見通し内においてサイドリンクが行うスケジューリングに高い信頼性があるためと考えられる。DB 方式は SB 方式と比較して拡散率が最大 1.4%程低下している。これは DSRC がスケジューリングを行わない分、パケット衝突により受信成功率が低下するためと考えられる。DB 方式において観測距離 100~200m では交差点間隔が 100m であることから見通し外の車両が増加することで値に大きな差が見られ、観測距離 200~300m で値が大きく変化しないのは車両が直接通信可能な距離が 350m 程度であり、この区間では通信環境に大きな変化が起こらないことが原因だと考えられる。また、基地局経由配信のみの拡散率が低いのは基地局の狭間に存在する車両が両基地局からの電波の干渉によりパケットをロスしていることや、他の方式と違い 1 回限定の受信機会しか与えられていないことが原因であり、観測距離毎のその値に相関が無いのは基地局間同期配信の eMBMS を用いたためだと考

えられる。観測距離が広がるほど SB 方式と DB 方式の差は大きくなるが、DSRC において隠れ端末になる車両が増加するためと考えられる。

図 3 に方式毎の観測距離による遅延時間を示す。DB 方式の遅延時間が他の方式と比較して最大 72%削減できることがわかった。これは見通し外の車両が少ない環境下で効果を発揮する DSRC の特徴が要因だと考えられる。サイドリンクはスケジューリングを行う分、観測距離毎に大きな変化は無いとわかった。観測距離を広げると各方式の差が小さくなるのは基地局経由配信のサンプル数割合が増加するためだと考えられる。

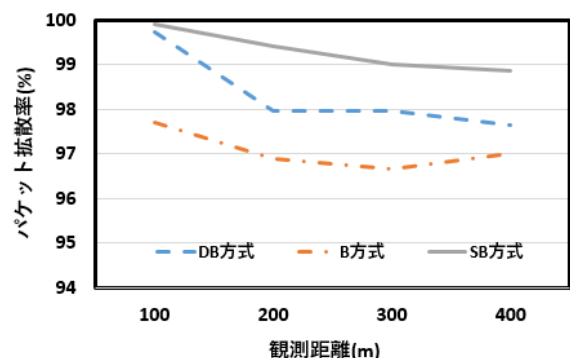


図 2 方式毎の観測距離によるパケット拡散率

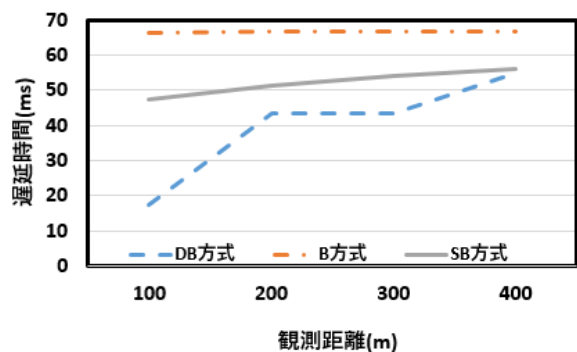


図 3 方式毎の観測距離による遅延時間

5. おわりに

従来の車両ネットワークのセルラ V2X による置き換えや、それらの併用によるネットワークの性能比較検証を行った。評価の結果、DB 方式は近くの車両へ情報を素早く配信する際に有効な方式であり、SB 方式は広範囲に高い信頼性を維持して情報を配信する際に有効な方式であることがわかった。今後は情報の種類毎に使用すべき方式が異なることへ着目し検討を進める。

参考文献

- [1] “700MHz 帯高度道路交通システム,” ARIB 標準, STD-T109 1.3 版, 2017
- [2] “Release 14,” 3GPP, <http://www.3gpp.org/release-14>
- [3] ITS 情報通信システム推進会議 “2018 年度 Vehicle Safety Communications セミナー - VSC 国連国際会議結果と推進会議活動報告-”