

交差点付近でのゾーン情報共有による 車車間方向指定ルーチング手法の検討

畑上 智彦[†] 大関 和夫[‡] 平川 豊[‡]

芝浦工業大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻[†] 芝浦工業大学 工学部 情報工学科[‡]

1. 背景と目的

近年、車車間や路車間での無線通信を利用し、安全運転支援や車両間の情報交換による事故や渋滞の解消といった快適な運転支援の実現を図る ITS(Intelligent Transport Systems)の実用化の研究が盛んに行われている。ITS の実用化に向け、基地局を用いず無線通信が可能な端末のみで構成されるアドホックネットワークの研究がさかに行われている。本研究では、渋滞や路面状況、駐車場の空きスペースなどの交通情報収集/提供といった快適な運転支援を想定し、従来のルーチング手法によるデータ送信よりも通信の信頼性に関する特性向上を目的とした改善手法を提案・実装し、性能評価を行う。

2. 先行研究

車車間向けアドホックネットワークのルーチングプロトコルの先行研究として、自動車が道路に沿って移動し車両間の位置関係が変化しにくい性質を利用し、互いの相対的な位置関係を基にパケットの転送方向を決定する方向指定ルーチングプロトコル DORP[1]と、その拡張手法である道路ゾーンという概念を導入したプロトコル DORPz[2]が提案されている。方向指定ルーチングの特徴は、中継車両を固定せず、あて先車両方向へ存在する全ての隣接車両を中継車両候補とする点にあり(図1)、リンク切れが発生しにくくルート再構築処理が低減でき、良好なパケット到達率や遅延特性が実現できる点にある。

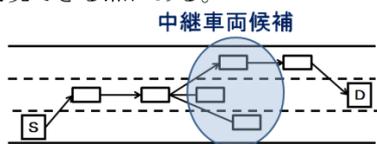


図1: DORPの中継車両候補

DORPz では、1本の道路を1つのゾーンと考えると番号を与える(図2)。送信元車両はあて先車両が存在しているゾーンと進行方向、送信元車両との位置関係を基にルーチングを行う。

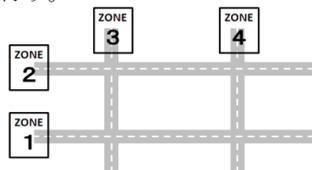


図2: 道路ゾーンのイメージ

2. 1. 先行研究のルーチング手順

各々の車両は直接通信が可能な車両の情報が格納される「隣接車両テーブル」と、直接通信できないが存在するゾーンが判明している車両の情報が格納される「ゾーンテーブル」を持つ。また、車両はGPSによる位置情報や指向性アンテナにより互いの前後関係を知ることができ、全ての道路ゾーンの位置と走っている方向を知っているものとする。

【ステップ1】送信元車両は、隣接車両テーブルとゾーンテーブルを参照し、あて先車両の存在している方向とゾーンを特定する。テーブルに存在しない場合、パケットをブロードキャストしあて先車両の位置(ゾーンと移動方向)の探索を行う。

【ステップ2】中継車両候補を決定する。

(1) あて先車両と直接通信が可能な場合、次ホップはあて先車両とする。

(2) 自車両とあて先車両のゾーンが一致した場合、あて先車両の存在する方向の全ての隣接車両を中継車両候補とする。

(3) 自車両とあて先車両のゾーンが一致しない場合、あて先ゾーン内に存在する全ての隣接車両を中継車両候補とする。

(4) あて先ゾーン内に存在する車両と通信できない場合、あて先ゾーンに近づく方向の全ての隣接車両を中継車両候補とする。

【ステップ3】中継車両候補の中から最も近い1台を選択してパケットを送信する。パケットにはあて先車両のゾーン、移動方向情報、パケットの伝播方向情報が付加される。

3. 提案手法

先行研究では、通信中であて先車両が他のゾーンへ移動するようなケースについては十分に考慮されておらず、通信が途切れてしまう可能性があった。そこで本研究では、交差点付近に通過した車両のゾーン情報を共有するエリア(図3)を設け、通信中であて先車両のゾーン移動があっても通信を継続できるようにすることで、特性の向上を目指す。

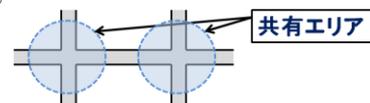


図3: ゾーン情報を共有するエリアのイメージ

本研究では、上記のエリアを「共有エリア」、エリア内で共有するゾーン情報を「共有テーブル」と称する。

3. 1. 共有エリア内での動作

(a) エリアへの進入

共有エリアに進入した車両は、エリア内の最寄りの車両

Direction Oriented Routing Protocol for Inter-Vehicle Communications by sharing zone information at around intersections
Toshihiko Hatagami, Kazuo Ohzeki and Yutaka Hirakawa
Shibaura Institute of Technology

から共有テーブルを受けとる。

(b) 共有テーブルへの新規追加

ゾーンの変更があった(方向転換した)車両が共有エリアから離脱する際、自車両が走行中のゾーンを格納した共有テーブルのエントリをエリア内の車両へ送信する。

(c) 新たなゾーン変更情報の通知

新たなエントリを受け取った車両は、共有エリア内の各車両に受け取ったエントリを送信する。受信した車両はさらに各車両への送信を繰り返し、新しいエントリをエリア内の車両に行き渡らせる。

(d) 共有テーブルの更新

新たなエントリを受け取った車両は、自身の共有テーブルに新たなエントリを追加する。エントリには有効期限があり、古い情報は破棄される。

3. 2. 共有エリア内でのデータ転送

共有エリア内の車両がデータパケットの中継を行う際、パケットに付加されたあて先車両の情報と共有テーブルのエントリを比較し、テーブル内にあて先車両のエントリが存在する場合にはパケットに付加されている情報を共有テーブルに記録されている内容に書き換え、中継車両候補を決定・送信する。

4. 評価

本研究では、ネットワークシミュレータ Qualnet を用いて計算機でのシミュレーションを実施し、パケットの到達率について先行研究[2]との特性を比較し、評価を行った。

4. 1. シミュレーション諸元

通信規格	IEEE 802.11b
ビットレート	2Mbit/s
通信範囲	約 250m
UDP ペイロード長	1024Byte
パケット生起率	1packet/s
シミュレーション時間	120 秒
交通密度	10~30(vehicles/km)
共有エリア(直径)	0~150m
ゾーンテーブルエントリ有効期限	60 秒
共有テーブルエントリ有効期限	60 秒

表 1: シミュレーション諸元

4. 2. 送信元・あて先車両の動作

シミュレーション中にあて先車両のゾーン移動(方向転換)が発生するような動作を想定する。送信元・あて先車両は下図の位置からスタートし、1000m の距離を保ちながら時速 60km で移動する。送信元・あて先以外の車両の速度は時速 40km~80km とし、加減速や車線変更には先行研究[2]に準じたモデルを使用した。あて先車両はシミュレーション開始から 30 秒後と 120 秒後にゾーン移動を行う。道路は 3 車線で 1 車線の幅は 3m とし、ビルなどの障害物は建っていないモデルとした。

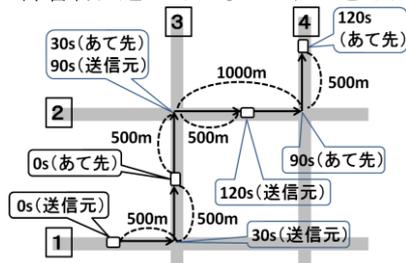


図 4: 道路モデルとあて先車両走行のイメージ

4. 3. シミュレーション結果

共有エリアの直径が 0, 50, 100, 150m の 4 パターンについて、交通密度を 10~30 vehicles/km まで変化させて実験を行い、先行研究[2]とパケットの到達率の比較を行った。エリアの直径が 0m のとき、先行研究[2]と同様の動作となる。以上の条件では共有エリア内に存在する車両数が 0~9 台程度に変化し、パケットの到達率に影響すると予想される。

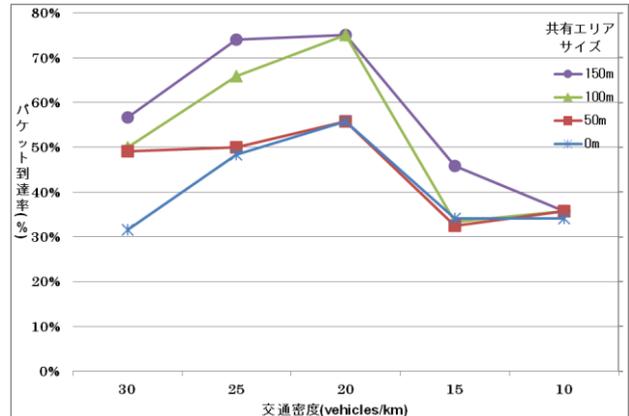


図 5: 共有エリアサイズの違いによる到達率特性

5. 考察

おおむね共有エリアの直径が 100m を超えると共有エリアが有効に機能していることが分かる。交通密度が小さい場合、共有エリア内の車両数が 0 になりやすく共有テーブルそのものが失われてしまい、物理的に通信が不可能なケースも発生しやすくなるため、従来手法と差がなくなってしまう。また、交通密度が 25 vehicles /km を超えると到達率が低下していく現象については、隣接車両が増加し HELLO パケットやホップ数の増加による輻輳が発生していることが原因と考えられる。

6. まとめ

本研究では、車車間方向指定ルーチングプロトコル DORPz について、交差点付近にゾーン移動があった車両の情報を共有するエリアを設けることで、パケットの到達率向上を目指す改善手法を提案した。

共有エリアのサイズが 100m 以上の時には一定の特性向上がみられたが、交通密度が大きい場合の特性低下や、エリア内に車両が存在しなくなることで効果が発揮できないなどの課題も見られた。交通密度に応じて共有エリアの範囲を動的に変化させたり、中継車両の選択方法を変えることで到達率が向上する可能性が考えられる。

7. 参考文献

- [1] 新宮将久, 増淵友裕, 上原秀幸, 横山光雄 “車車間マルチホップ無線ネットワークにおける方向指定ルーチング,” 電気情報通信学会論文誌(A), Vol. J88-A, No. 2, pp. 175-185, Feb. 2005
- [2] 藤井洋兵, 進藤直樹, 藤原政雄, 上原秀行, 大平孝 “道路ゾーンと中継機を用いた車々間/車路車間方向指定ルーチング,” 電気情報通信学会論文誌(B), Vol. J94-B, No. 2, pp. 147-155, Feb. 2011