

# VANETにおけるジオルーティング及びDTNによる ハイブリッド型ルーティング方式の提案

菊地亮平<sup>†</sup> 佐藤文明<sup>†</sup>東邦大学 理学部 情報科学科<sup>†</sup>

## 1. はじめに

近年、アドホックネットワークを走行中の自動車に用いた車両アドホックネットワーク(VANET)の研究が多く行われている。VANETのルーティングにおいては、ノードのモビリティによるネットワークトポロジの変動や障害物があるため、従来のルーティング方法では安定した通信が維持できない。この課題に対して、道路トポロジに基づいた通信経路算出と中継車両による動的経路修復により、通信量の増加を抑制しつつパケット到達性を改善するSRS(Source routing protocol based on Road network Structure)という方法が提案されている[2]。しかし、SRSでは低車両密度の環境では十分なパケット到達率が得られないという課題がある。

一方で、車車間通信のような無線リンクの不安定性を克服する新たな情報伝達方法としてDTN(Delay Tolerant Network)が提案されている[3]。DTNとは中継や切断が多発したり、大きな伝送遅延が生じる劣悪な通信環境でも、信頼性のあるデータ転送を実現する通信方式である。

本稿では、ジオルーティングと通信環境が劣悪な場合有効なDTNのハイブリッド型ルーティング方式としてGDRT(Gio-source and Dtn Routing based on Traffic density)を提案する。

## 2. 関連研究

### 2.1 SRSの概要

SRSは、道路トポロジに基づいた通信経路算出と、中継車両による動的経路修復により、通信量の増加を抑制しつつパケット到達性を改善するルーティング方式である。受信者ベースの中継を行うジオルーティングの1つで、道路構造に基づき道路セグメント単位の通信経路を算出し通信経路に沿ってルーティングを行う。これにより、道路網構造や建物の影響によって生じる問題と低密度ゆえに通信可能な車両が存在せずパケットを伝搬できなくなる状態であるデッドエンドや、高車両密度な環境でも生まれてしまうトラフィックホール、これら二つの問題を解決することがSRSの目的である。SRSでは、前提として全ての車両が共通の道路網情報を持つものとする。この情報を用いることで、送信車両はパケットを伝搬させるための通信経路を道路網を考慮して作成することが可能となる。また中継パケットのオーバーヒアにより、中継が成功したか否かを判断することで、デッドエンドやトラフィックホールを検出し動的に経路修復を行う。

### 2.1 DTNによるルーティング方式

遅延耐性ネットワーク(DTN)とは、通信状況が劣悪な環境や変動の大きい環境で安定した通信を実現するために近年注目されている中継転送技術である。これを用いることによって、網資源の利用効率の向上やコスト削減などが実現できる可能性がある。DTNの課題はメッセージの送信量の増加をどのように抑制するのかと適切な中継ノードをどのように選択するかである。

冗長メッセージを削減する研究に文献[3]があり、配信先を選択する研究に[4]がある。

## 3. ハイブリッドルーティング方式の提案

### 3.1 提案方式の特徴

本研究では、SRSで課題として上げた低車両密度において、より安定した到達率を達成するために、ジオルーティングとDTNのハイブリッド型ルーティング方式として、GDRT(Gio-source and Dtn Routing based on Traffic density)を提案する。

提案方式の特徴として、大きく分けて二つある。一つはSRSで考慮していなかった道路の車両密度について考慮する。これは幹線道路かどうか、道幅が広い道かどうか、主要道路かどうかといった道の属性を道路網情報から利用して、経路選択に反映させることである。二つ目は、DTNルーティングとの連携が行われる点である。

### 3.2 中継経路の算出

各車両は地図情報を持っている。地図は、交差点間の接続情報と距離情報、そして道路の属性情報からなる。車両密度が高いと推定される道路である主要な道路ほど選ばれやすくするため、主要な道路ほど小さなコストになるように道路にコストを付与する。送信車両は、交差点間の距離に道路のコストを加えた交差点の接続情報を使って最短経路を求め、通信経路とする。また、SRSと同様にパケットには、経路情報として交差点情報を付けて送信する。

### 3.3 パケット中継方式

パケットを受信して中継する方法も経路修復まではSRSと同様である。自身が通信経路上にあるかをパケットに付与されている交差点情報から判断して中継するかを決定する。もし、自分が経路上にいる場合は、パケットを中継する。ただし、送信車両からの距離に応じたバックオフ時間を設定することで、送信車両から遠い車両が優先的に中継する。自身よりも遠い車両の中継パケットが聞こえた車両は、中継をしない。送信したパケットが中継されたことがオーバーヒアによって確認できない時、通信経路を再計算し再送する(図.1)。

Hybrid routing scheme according to Geo routing and DTN in VANET

<sup>†</sup>Ryouhei Kikuchi <sup>†</sup>Fumiaki Sato(<sup>†</sup>Toho University Faculty of Science, Department of Information Science)

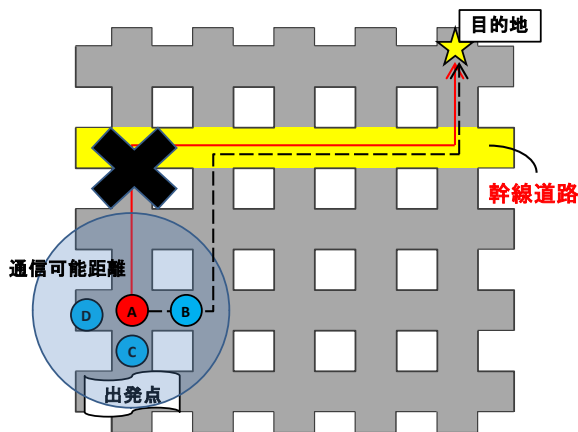


図.1 再経路探索後

ただし、3回の再送信によっても、中継が確認できない場合、DTNモードとなりパケットを保持する。DTNモードになった場合、自身の現在位置から、目的地までの通信経路を3.2の手法で求めた時、その経路上に存在する受信車両にコピーを配布する。DTNモードで5回コピーを配布できた時点で、保持していたパケットを破棄する。また、受信した車両は、基本的にはジオルーティングモードで転送する。

#### 4. シミュレーション

本論文では、提案方式の有効性を示すため、従来方式 SRS と提案方式を比較するシミュレーション評価を行った。交通量の粗密を道路情報に含めることで先行手法と提案手法の性能を比較する。

##### 4.1 シミュレーション条件

提案方式の有効性を示すため、従来方式 SRS と提案方式を比較するシミュレーション評価を行った。シミュレーションはイベントトリグン型のシミュレータを開発して評価を行った。シミュレーション条件を表.1に示す。

提案手法の評価に当たり、各車両が一定周期ごとに走行情報を基地局に向けて送信するシナリオを用いる。通信シミュレーションを行い10回の試行を平均値を評価結果の値として用いた。

提案手法の GDRT の評価では SRS 手法をベースラインプロトコルとして比較評価を行う。評価指標にはノード数に対するパケット到着率の変化を用いる。パケット到着率は、各車両が生成したソースパケット数に対する、基地局が受信したパケット数の割合である。

表1 シミュレーションパラメータ

パラメータ	値
空間の広さ	1000m×1000m
交差点配置	100m 間隔の格子
幹線道路配置	X 軸と平行な道路が 1 本 (Y 軸方向に 300m)
幹線道路車両数	50 台
目標地点	(500m, 0m)
車両台数	50, 100, 150, 200 台
車両移動モデル	ランダムウェイポイントモデル
車両の速度	最高 60km/h 最低 40km/h
パケット送信間隔	1sec

#### 4.2 シミュレーション結果

ここでは、幹線道路という密度を加えた道路網情報における提案方式 1 と、これに DTN を加えた提案方式 2 の提案手法 GDRT の通信特性を評価する。パケット到達率と総パケット数の指標で、SRS 方式との比較を行う。

図.2 に道路網情報に密度を付与した地図における車両台数 N に対するパケット到着率の比較を示す。またこの時、無線到達範囲は 300m、幹線道路を走る車両は 50 台とした。図.2 より、GDRT は従来方式と比較してパケット到着率が最大で約 30% 増加している。

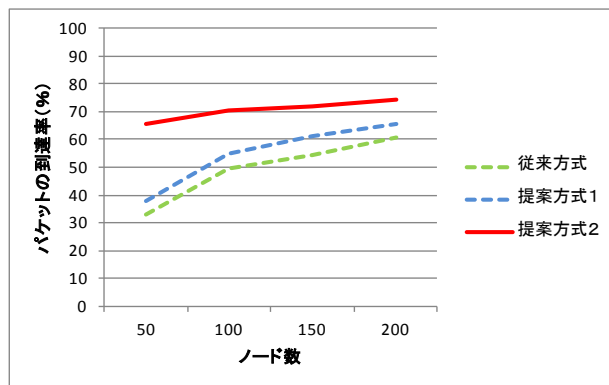


図.2 ノード数に対するパケット到達率の変化  
無線到達範囲：300m、幹線道路の Y 座標：300、  
幹線道路を走るノード数：50

#### 4.3 考察

幹線道路という密度を加えた道路網情報及び DTN における提案手法 GDRT の通信特性を評価し、パケット到達率と総パケット数の指標において、SRS 方式との比較を行った。すべての結果において従来方式を上回る結果を出せた。このことから、DTN を行うことが平均的に到達率を上昇させることができると考えられる。

#### 5. まとめ

本論文では、ジオルーティングと通信環境が劣悪な場合有効な DTN のハイブリッド型ルーティング方式として GDRT を提案した。GDRT は、SRS の車両密度が低い場合の到達率低下を改善することを確認した。

今後の課題は、通信トラフィック量や到達遅延時間を詳細に評価することである。

#### 参考文献

- 赤松 諒介, 小原 啓志, 重野 寛: 車両アドホックネットワークにおける道路網構造を考慮したジオルーティング手法, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.2, pp. 1-9 (2015).
- 鶴 正人, 内田 真人, 滝根 哲哉, 永田 晃, 松田 崇弘, 巳波 弘佳, 山村新也: “DTN 技術の現状と展望”, 通信ソサイエティマガジン No16 [春]2011
- 河本美穂, 重安哲也: “被災情報の収集を目的とした DTN におけるメッセージ到達率の向上と冗長送信数の削減を実現する自律的中継手法の提案”, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ, pp. 269-278 (2014).
- 中村 正人, 木谷 友哉, 孫 為華, 柴田 直樹, 安本 慶一, 伊藤 実: “各車両の予定経路情報を利用した車車間通信による情報取得手法の提案”, 情報処理学会 ITS 研究会研究報告 2009-ITS-36, pp. 23-29 (2009)