

車両間アドホックネットワークにおける push/pull 型の位置依存情報複製配布における固定ノード導入効果

岡本惇一郎[†] 石原進[‡]

[†] 静岡大学工学部

[‡] 静岡大学創造科学技術大学院

1 はじめに

交通事故や渋滞といった特定位置に関する情報（位置依存情報）の交換の手段として車両間アドホックネットワーク（Vehicular Ad hoc NETWORK: VANET）が注目されている。VANET は車両のみで通信を行うため、既存の固定通信インフラの管理の必要がなく低コストでサービスを提供することができる。しかし、VANET では車両の移動によりネットワークトポロジが頻繁に変化するため、各車両は他の車両が持つ位置依存情報に常にアクセスできるとは限らない。

この問題に対して、ネットワークを構成する各車両が保持している位置依存情報に対するアクセス性能を向上させる手法として、生成した位置依存情報の複製を周辺の車両に配布する複製配布がある。この位置依存情報の複製配布手法として、隣接車両の現在位置や進行方向などの情報を利用して複製の配布を行う Road-aware Direction based replica distribution scheme（RD 方式）[1] が提案されている。RD 方式は、位置依存情報に対する要求がその生成位置へ向けた Geocast で行われることを前提とし、できるだけ少ないブロードキャストでより多くの車両に対して複製が配布されるように、複製の中継端末が選定され、これらが交差点で複製を配布する。しかし、低車両密度下では隣接する車両が存在せず、複製の配布および情報に対する要求の中継を行うことができないという問題がある。そこで、本論文では固定ノードを道路へ配置することで、RD 方式の性能を向上させる手法について検討する。

2 RD 方式の方針と問題

RD 方式は、車両同士で定期的な Hello メッセージを交換し、隣接車両のリスト、ならびに隣接車両のそれぞれが複製を保持している最新の k 個の位置依存情報の ID リストを作成・保持していることを前提とする。

RD 方式における複製配布は交差点で行われる（図 1）。交差点付近では信号待ちなどにより車両密度が高く、見通し内通信が可能な車両が多いため一度のブロードキャストで多くの車両に複製を受信させることが可能である。情報生成車両あるいは複製を受信し再配布を行うよう指定された車両（複製配布車両）は、情報

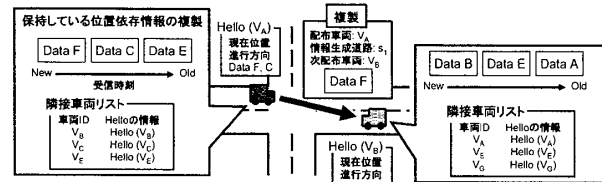


図 1: RD 方式における複製配布

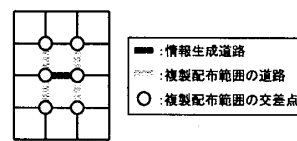


図 2: 複製配布範囲

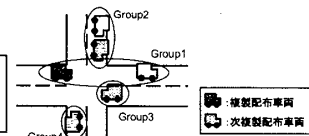


図 3: 進行方向に基づいたグループ化

が生成された位置を包含する複製配布範囲内の交差点で複製配布を行う（図 2）。このとき、情報発生位置周辺の異なる交差点で複製の再配布が行われるように次配布車両を選択する。複製配布車両が交差点に進入したとき、通信可能範囲内にいる車両を進行方向に基づいてグループ化し、各グループ内の車両の内、自身との距離が最も小さい車両を次配布車両として指定する（図 3）。

位置依存情報に対する要求は、位置ベースルーティングにより転送される。次ホップには、自身よりも宛先位置に近く宛先位置に最も近い車両が選択される。要求の転送中に、周囲に通信可能な車両がない場合、転送可能な車両が Hello メッセージにより検出されるまでパケットを保持する。

RD 方式において低車両密度下では、交差点に到着しても車両が存在しなければ複製を配布することができないという問題がある。全ての交差点に固定ノードを配置すれば、複製の配布先が常に存在することになるが、コスト面からこのような固定ノードの数は少ない方が望ましい。

3 固定ノードの導入効果

3.1 固定ノードの導入

前述の課題に対し、複製の一時的な配置先と要求メッセージの中継端末として、少数の固定ノードを交差点に配置することを考える。RD 方式はアドホックネットワークを構成するノードが移動する車両であることを想定して設計されていた。そこで、固定ノードを導入するために以下の変更を行う。

Junichiro OKAMOTO[†] and Susumu ISHIHARA[‡]

[†] Faculty of Engineering, Shizuoka University

[‡] Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

交差点で複製配布を行う車両は次複製配布端末として固定ノードをその候補としない。交差点に固定ノードしかいない場合、次配布車両を指定しないまま複製をブロードキャストする。ブロードキャストされた複製を受信した車両、および固定ノードは、その複製の有効期限内はそれを破棄せず保持する。

3.2 シミュレーション評価

VANET では車両の移動速度が大きい為、要求が生成されて応答が返送されるまでに要求者は要求時の位置から移動してしまい、要求者の移動先の位置を推定することは困難である。このため、今回は要求された情報を保持している車両に対する要求の到達率に注目し、シミュレーションにより RD 方式への固定ノード導入効果について評価した。

3.2.1 シミュレーションシナリオ

3000[m] × 3000[m] の 2 次元平面上に、東西南北方向の両側二車線の道路を 500m 間隔にそれぞれ 7 本、計 14 本を含むマップを用いた (図 4)。マップ内を走行する車両は無線 LAN IEEE802.11b により通信を行う。通信帯域幅を 11[Mbps] に固定し通信可能半径は 100[m] とした。車両の移動軌跡は交通流シミュレータ NETSIM を用いて生成した。各車両は、シミュレーション領域の端にある 28 個の道路端点から流入し、領域内を自由走行速度 (他の車両あるいは交通制限といった障害がない状況を想定した場合の車両走行速度) 60[km/h] で移動する。各交差点には信号が配置され、車両はこれに従って走行する。各道路の単位時間当たりの車両流入台数 L を 50~200 台まで 25 台刻みで変化させた。ただし、今回のマップでは交差点における信号機のスケジュール、道路の太さはすべて同じである。

車両が図 4 の情報生成道路を通過中の場合、各車両は 200[s] 周期で、現在通過中の道路セグメントに対応する位置依存情報を生成する。生成される情報には生成時刻と生成された道路 ID が含まれる。この情報を生成した車両は、RD 方式に従って複製を配布する。これらの位置依存情報に対する要求は、図 4 の要求生成領域内を走行中の各車両によって 200[s] 周期で生成される。このとき、要求される位置依存情報の道路 ID はシミュレーション領域内の全道路からランダムに選択される。要求には情報要求先道路 ID が含まれる。

固定ノードの設置場所を次のような基本的な配置方針に則って選択した。括弧内は固定ノード数を表す。

- 全交差点 (49)
- 要求生成領域内の交差点 (25)
- 複製配布範囲内の交差点 (9)
- 複製配布範囲を除く要求生成領域内の交差点 (16)

各シナリオでシミュレーション上の時間 3600[s] の試行を 10 回行った。

3.2.2 シミュレーション結果

図 5 に各手法の情報に対する平均要求到達率を示す。これより、固定ノードを情報生成領域周辺の交差点に配置することで、 L が 100 台以下のとき情報に対する

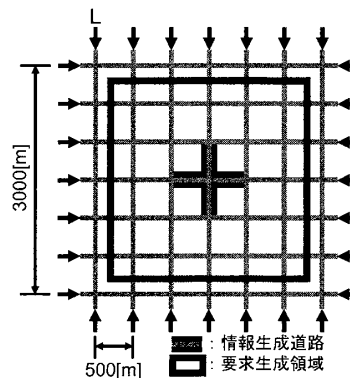


図 4: シミュレーション領域

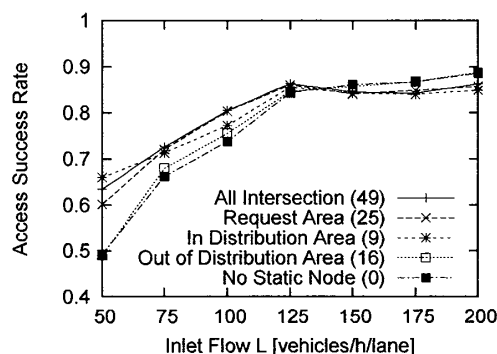


図 5: 固定ノードの導入効果: 要求到達率

要求到達率が向上することがわかる。 L が 50 台のとき、複製配布範囲内の交差点に固定ノードを設置することで固定ノードを用いない手法と比較して 20 % 程度到達率が向上した。この場合、固定ノードの設置数は 9 台と、その他の配置方法よりも少ない設置数にも関わらず高い要求到達率を示している。一方、複製配布範囲を除いた要求生成領域内の交差点に設置した場合、固定ノードを用いない手法ととさほど差が見られなかった。

これらから、固定ノードの設置場所として、複製配布範囲内の交差点、つまり実環境において情報が頻繁に生成される場所に固定ノードを設置することが有効であると考えられる。

4 まとめ

本論文では、車両間通信を想定した位置依存情報の複製配布方式の RD 方式への固定ノード導入効果について検討した。シミュレーションの結果、固定ノードを情報が生成される道路周辺の交差点に設置することで、比較的少ない数で複製を保持する車両への要求到達率の向上が確かめられた。今後の課題として、道路間の車両密度差が大きいシナリオや、時間帯によるばらつきを考慮したシナリオに対する固定ノードの動作と配置戦略について検討する予定である。

参考文献

- [1] 山中他: “VANET における push/pull 併用による位置依存情報アクセス手法”, 情処研報, Vol.2008, No.18, pp.25-32 (2008).