

車車間通信用ハイブリッド型ルーティングプロトコル

原田 貴雄[†] 小山 明夫[†]

山形大学大学院理工学研究科[†]

1.はじめに

MANET (Mobile Ad-hoc Networks) は安定した通信環境に適しているのに対し, DTN (Delay Tolerant Networks) は不安定な通信環境に適するように考案されている. これらのネットワークの応用例の 1 つとして車両のみで構成される車車間通信がある. 車車間通信では, 交通情報を配信することによって, 渋滞の緩和や事故防止などに活用できる. 車車間通信の特徴として, 車両の自由な移動によってリンクが途切れ途切れになってしまったり, トポロジーの変化が頻繁に発生してしまったりなど既存のルーティングプロトコルでは十分な性能が発揮できない問題が発生する.

本稿では, 通信が安定した部分で有用な MANET のルーティングプロトコルと, 通信が不安定な部分で有用な DTN のルーティングプロトコルを組み合わせることで効率的なルーティングを行うことのできる車車間通信用ルーティングプロトコルを提案し, シミュレーションによって評価する.

2.関連研究

2.1. DTN のルーティングプロトコル

2.1.1. Epidemic

Epidemic Routing は出会ったノードすべてに対して, メッセージを複製する. ストレージと通信帯域を多く消費するため, バッファ溢れなどが発生して性能が低下する可能性がある.

2.1.2. Spray and Wait

Spray and Wait [1] は, メッセージ作成時に最大複製数 L を設定することによって, ネットワーク帯域やストレージの消費の抑制を行う手法である. メッセージが複製される度に, L の値を半分にしていき, $L=1$ となった場合は宛先にのみ複製を行う. 最大複製数は静的に設定するため複製数を小さくしすぎると宛先に到達しなかったりするなどの問題が発生する. 逆に, 複製数が大きすぎると Epidemic と同様にストレージと通信帯域を多く消費するなどの問題が発生する.

2.2. プロアクティブ型

MANET で用いられるプロアクティブ型のルーティングプロトコルは, 送信要求が発生する前に, 互いに制御パケットをフラッティングし合い, あらかじめ各ノードへの経路をルーティングテーブル (RT) に記述し, それを利用してメッセージ転送を行う. あらかじめテーブルを作成しておくため, 送信要求が発生したらずに送信を開始することができる.

3.提案手法

提案手法では, グループを形成し, グループ内ではアドホックネットワークのルーティングプロトコルであるプロアクティブ型を用いて通信を行い, グループ外では DTN のルーティングプロトコルである Spray and Wait を用いて通信を行う. グループの形成基準は接続時間を用いることとする.

3.1. グループ形成

グループ形成は, 接続時間が一定以上のノード同士で行う. それぞれのノードが互いに RT 作成のために「宛先ノード」「次ノード」「ホップ数」「メッセージリスト」を含んだパケットを制御パケットとして定期的にフラッディングする. 制御パケットの受信ノードと送信ノード間のリンクが一定時間以上であれば, RT を作成したのち, パケット内の情報を更新して制御パケットの中継を行う. ノード間の接続時間が一定時間未満であれば RT は作成しないが受け取った情報は後に述べるグループ間通信のために保持しておく. これを繰り返すことによって, 接続時間が一定以上のノード同士でグループを形成することができる.

3.2. グループ内通信

グループ内の各ノードは, 作成した RT を参照して, メッセージの宛先がグループ内のノードであれば, RT の情報を基にメッセージの転送を行う.

3.3. グループ間通信

グループの隣接ノードは, グループ形成時に制御パケットを受け取る. その制御パケットに含まれた情報を基にグループ間のメッセージ転送を行う. 以下, グループ外に制御パケットを送ったノードを内部境界ノード, 受け

Hybrid Routing Protocol for VANET

[†]Takao Harada [†]Akio Koyama ([†]Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University)

取ったノードを外部境界ノードとする。

3.3.1 グループ内に宛先のあるメッセージを外部境界ノードが持っている場合

内部境界ノードから送られてきた制御パケット内に宛先ノードの情報がある場合、外部境界ノードは内部境界ノードに対して、そのメッセージを送信する。その後、内部境界ノードはグループ内の RT を参照して宛先に対してメッセージを送信する。

2.3.2. グループ内に外部境界ノード宛てのメッセージがある場合

内部境界ノードに対して、外部境界ノードがメッセージ要求パケットを送信する。グループに送信されたメッセージ要求パケットはグループ内の RT を利用してメッセージを持っているノードに対して送信される。メッセージを持っているノードがメッセージ要求パケットを受け取ったら、内部境界ノードに対してメッセージを送信する。その後、内部境界ノードは外部境界ノードに対してメッセージを送信する。

4. 性能評価

評価には、DTN 用シミュレータ The ONE を用いる。メッセージ到達率とメッセージ到達までの遅延時間について提案手法の特性を従来手法である Epidemic, HYMAD[2]と比較し、評価する。

4.1. シミュレーション環境

シミュレーションフィールドは、山形大学工学部付近の地図情報を用いた。シミュレーション時間は6時間とし、100~200のノードが約40km/h~約60km/hで移動する。メッセージ長は500kB~1MBで5秒毎に発生させ、メッセージの生成ノードと宛先ノードはランダムに決定される。ノードのストレージ容量は10MBである。また、提案手法で用いるグループ形成のためのリンクの接続時間は10秒とした。

4.2. メッセージ到達率

メッセージ到達率を図1に示す。図1より提案手法がEpidemicやHYMADよりもメッセージ到達率が優れていることがわかる。

ノード数が100の場合、提案手法がHYMADよりも10%程度向上しているが、ノード数200ではあまり差が見られなくなった。差が縮まっていった原因として、ノード数が多くなりHYMADのグループが多く形成されたことや、到達率が頭打ちとなったことが考えられる。Epidemicは、複製が多く宛先に到達する前にストレージからあふれたため低くなったと考えられる。

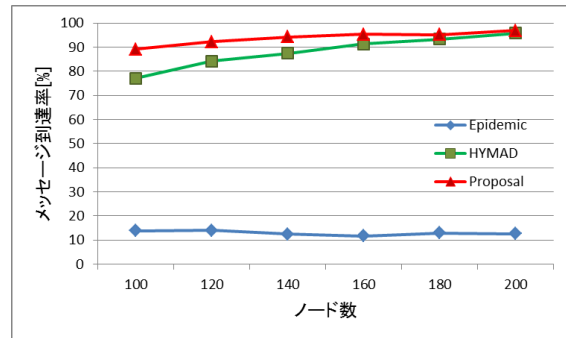


図1 メッセージ到達率

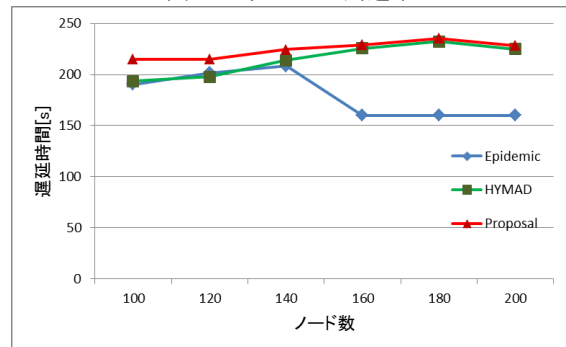


図2 遅延時間

4.3. 遅延時間

メッセージ到達までの遅延時間を図2に示す。この遅延時間は、届いたメッセージのみに対して、到達までにかかった時間を平均化している。Epidemicは到達率は悪いが、最短でメッセージが届くため遅延時間は短くなっている。提案手法とHYMADでは100ノードの場合には20秒ほどの差となっている。また、図には示していないが、提案手法とHYMADで先に宛先に到達した同数のメッセージまでの平均遅延時間を比較すると、提案手法の方が数秒短くなっている。

5. おわりに

本稿では、車車間通信において、ノード間の接続時間を用いて、接続時間が一定以上の場合、グループを形成し、MANETのルーティングプロトコルを用い、接続時間が一定未満の場合、DTNのルーティングプロトコルを用いた通信が行われる手法を提案した。

その結果、地図の道路上を移動する移動モデルにおいて、提案手法は従来手法よりも高いメッセージ到達率を示すことを確認した。

参考文献

- [1]. T. Spyropoulos, K. Psounis, C. Raghavendra, "Spray and Wait: An Efficient Routing Scheme for Intermittently Connected Mobile Networks," SIGCOMM'05 Workshops, 2005.
- [2]. J. Whitbeck, V. Conan, "HYMAD: Hybrid DTN-MANET routing for dense and highly dynamic wireless networks," Computer Communications, vol.33, no.3, pp.1483-1492, 2010.