

移動性と適応的複製回数を考慮した DTN ルーティングプロトコル

逸見 健太[†] 小山 明夫[†]

山形大学大学院理工学研究科[†]

1. はじめに

近年、災害時などの劣悪な通信環境を対象とした DTN に関する研究が注目されている。DTN はメッセージの複製とストレージへの保管による蓄積型運搬通信により、劣悪な通信環境に対応している。このメッセージの複製の有無を DTN ではルーティングプロトコルが制御し、各ノードがそれぞれ行う必要がある。複製が多すぎるとストレージからメッセージを削除しなければならなくなり、少なすぎると複製数が足りずに配送率が低下する可能性がある。そのため、DTN ではルーティングプロトコルが非常に重要な研究対象となっている。

本稿では、ストレージの空きが十分にある場合は複製の多い Epidemic ベース、空きが少ない場合は Spray and Wait ベースを用いるプロトコルを提案する。なお、Spray and Wait ベースにおいては、最適複製回数およびノードの移動性により複製先を選択する手法を考案した。本プロトコルをシミュレーションにより評価し考察する。

2. 関連研究.

2.1 Spray and Wait

Spray and Wait[1]は、メッセージ毎に複製回数が静的に設定されている。メッセージを複製するたびに、複製回数が半分に更新される。複製回数は静的に設定されているため、ネットワークの状況に柔軟に適應できない可能性がある。複製回数が多すぎるとメッセージの削除が発生し、少なすぎると宛先に到達しない場合がある。

2.2 回復手法

DTN ルーティングはメッセージが宛先に到達した後でも、複製が発生する可能性がある。それを改善するために、回復手法[2]ではメッセージが到達した宛先ノードが、到達した事を知らせるためにメッセージの ID を載せたアンチパケットを生成する。アンチパケットを受信したノードは、該当するメッセージを削除することで、到達したメッセージの複製を抑制する。

3. 提案手法

既存のルーティングでは、複製先のストレージの状況を見逃したメッセージの複製をしている。ストレージに十分に空きがある場合は複製数を考慮しなくても良いが、少ない場合は考慮する必要がある。そのため、提案手法ではストレージに十分空きがある場合は Epidemic ベース（出会ったノードに所持するメッセージを全て複製する）を用い、ストレージに空きが足りない場合は Spray and Wait ベースのルーティングを行う。また、提案手法においても、ストレージ利用率向上のために回復手法を用いている。

3.1 節では、複製先のストレージに応じてプロトコルを切り替える手法を述べる。3.2, 3.3 節では Spray and Wait ベースで用いる手法を述べていく。

3.1 ストレージ状況判断

提案手法では、自分が他ノードとすれ違った際に受信したメッセージの総サイズを記録する。この総サイズの平均を取る事で、1 コンタクトあたりの平均受信サイズ R を求める。この R と自ノードのストレージの空き容量 F を使い、以下のように各ノードが自ノードのストレージの状況を判断し、自分に適したルーティング手法を随時設定する。そして、ノード同士がすれ違った場合は、他ノードは設定されたルーティング手法を参照し、その手法に従い複製する。

- Epidemic Base ($\frac{F}{R} \geq 3$)

- Spray and Wait Base (otherwise)

3.2 複製回数の設定

提案手法では、回復手法において、各ノードが到達したメッセージの ID、ホップ数、遅延時間の情報を掲載したリストを所持する。メッセージを生成する際は、メッセージ到達リストの最新 10 件のホップ数の平均 avg を取り、以下の式 (1) により新たな複製回数 N を設定する。

$$N = 2^{avg-1} \quad (1)$$

また、複製回数が消費されても場合によっては届かない可能性も考えられる。その場合は、所持しているメッセージ Msg が式(2) (3) の両式を満たす時にのみ、複製を許可する。

$$T_{now} - T_{creation} \geq Delay_{avg} \quad (2)$$

A DTN Routing Protocol Based on Mobility and Adaptive Number of Replication †Kenta Henmi †Akio Koyama (†Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University)



図1 シミュレーションフィールド

$$N \geq \text{Hop}_{\text{msg}} \quad (3)$$

ここで、 T_{now} は現在の時間、 T_{creation} はメッセージを生成した時間、 $\text{Delay}_{\text{avg}}$ はメッセージ到達リストの平均遅延時間、 Hop_{msg} はメッセージのホップ数を指す。

3.3 複製先の選択

Spray and Wait ベースでは、複製回数が限られているため、複製回数を浪費しないためにも、宛先に到達しやすいノードへ複製することが重要である。そこで、5分間にすれ違ったノードの数を移動性と定義し、ノードとすれ違った際には、相手ノードの移動性と自ノードの移動性を比較し、自ノードより移動性が高ければ相手ノードへメッセージを複製する。

4. 性能評価

DTN シミュレーターtheONEにより、提案手法、Spray and Wait、MaxPropの性能評価を行った。シミュレーションフィールドは、図1に示す山形大学工学部周辺約2キロ平方メートルの地図情報を用いた。ノード数は3種類の移動性の異なるノードを各40台で計120台、メッセージサイズは5kB~5MB、ストレージサイズは10MB~50MBとする。これらの条件により、シード値を変え10回の平均で配送率、オーバーヘッドの評価を行った。

図2は配送率に関する結果である。全てのストレージサイズで提案手法が既存のプロトコルより上回るか同等の結果になった。Spray and Waitは複製回数が少ないことから、ストレージサイズが小さい時に、MaxProp(Epidemicの改良版)は複製回数が多いことから、ストレージサイズが大きい時に有利である。提案手法はそれらの特性を動的に切り替えているため、ストレージサイズに対応して良い結果が得られた。

図3はオーバーヘッドに関する結果である。DTNにおけるオーバーヘッドは1つのメッセージを届けるために発生した平均複製数になり、多

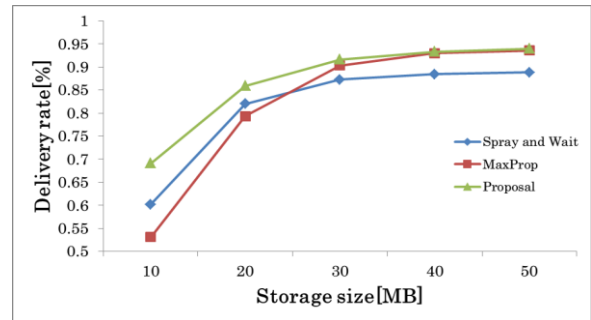


図2 配送率

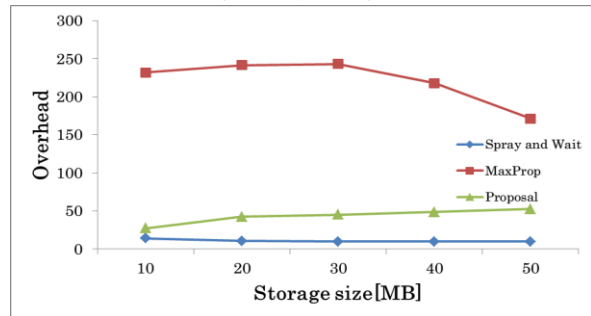


図3 オーバーヘッド

ければ無駄な複製が増え、消費電力にも関わってくるため、少なければ少ないほど良い値となる。提案手法はストレージサイズが大きくなるにつれて、オーバーヘッドも若干増加している。しかし、配送率も考慮すると、40~50MBの場合はMaxPropと同等の配送率で、オーバーヘッドは3分の1にも満たない結果となっているため、配送率を維持したままオーバーヘッドを削減することが出来た。

5. おわりに

本稿では、DTNルーティングにおいてノードのストレージ状況により適したルーティング手法を選択するプロトコルを提案した。従来の手法では、ストレージサイズにより有利不利なプロトコルが逆転していたが、提案手法では、どのストレージサイズにおいても既存手法より配送率について向上か同等の結果が得られたことから、提案手法の有用性を検証することができた。

参考文献

- [1] T. Spyropoulos, K. Psounis, and C. S. Raghavendram, "Spray and Wait: An Efficient Routing Scheme for Intermittently Connected Mobile Networks", Proc. of ACM SIG-COMM Workshop on Delay-Tolerant Networking (WDTN), pp. 77-90, 2005.
- [2] Z. J. Haas and Tara Small, "A New Networking Model for Biological Applications of Ad Hoc Sensor Networks", ACM/IEEE Transactions on Networking, vol. 14, no. 1, pp. 27-40, 2006.