

# ノードの接触時間分布を利用したエpidミックブロードキャスト方式の提案

A Proposal of an Epidemic Broadcast Mechanism in DTN Utilizing Contact Duration Distribution

松田 浩輔  
Kosuke Matsuda

渡部 康平  
Kohei Watabe

大崎 博之  
Hiroyuki Ohsaki

大阪大学 大学院情報科学研究科 情報ネットワーク学専攻  
Department of Information Networking, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

## 1 はじめに

P-BCAST (Push-based BroadCAST) のような単純なエpidミックブロードキャストでは、メッセージの中継回数が時間経過に伴い指数関数的に増大してしまうため、メッセージ配送の効率性を維持しながら、いかにメッセージの中継回数を抑制するかが鍵となる [1]。本稿では、各ノードが、他のノードとの接触時間分布を計測し、計測した接触時間分布を用いて意図的にメッセージ中継を遅延させることにより、メッセージ配送の効率性を維持しながらメッセージの中継回数を大幅に減少させることができる HCD-BCAST (History-based Contact-Duration aware BroadCAST) を提案する。

## 2 提案方式: HCD-BCAST

無線通信を用いるエpidミックブロードキャストでは、あるノードから他のノードへのメッセージ中継は、無線通信可能範囲内のノードに対するブロードキャストによって行われる。メッセージを保有するノードが、メッセージを保有していないノードを検出した場合、そのノードが無線通信可能範囲から外れてしまわないうちに、できるだけ早くメッセージを中継することが求められる。一方、メッセージ中継を遅らせることができれば、メッセージを保有しない他のノードが新たに無線通信可能範囲内に入り、無線通信によるブロードキャストを有効に活用できる可能性がある。

HCD-BCAST では、このようなアイデアに基づき、ノード間のメッセージ中継の成功率を一定以上に保ちながら、メッセージ中継を意図的に遅延させることにより、メッセージ配送の効率性を維持しながらメッセージの中継回数を大幅に抑制する。

HCD-BCAST では、各ノードは、HSA-BCAST (History-based Self-Adaptive BroadCAST) [2] と同様のメッセージ送信履歴を用いて、無線通信可能範囲内のノードが当該メッセージを保有しているかどうかを判定する。

メッセージを保有していないノード  $S$  の周囲に、 $N$  台のメッセージ保有ノード  $I_1 \dots I_N$  が存在し、これらのノードが等しい確率  $p$  でメッセージを中継したとする。この時、ノード  $S$  が少なくとも一回以上メッセージを受信できる確率  $p_{\text{success}}$  は次式で与えられる。

$$p_{\text{success}} = 1 - (1 - p)^N$$

各ノード間の接触時間分布が、ノードによらず均一であり、時間によって変化しないと仮定する。接触時間分布の累積分布関数を  $P(x)$  とする。HCD-BCAST では、すべてのノード  $I_n$  ( $1 \leq n \leq N$ ) が、 $1 - P(T_{\text{max}}) = p$  を満たす  $T_{\text{max}}$  だけメッセージ中継を遅延させ、 $T_{\text{max}}$  後にノード  $S$  が無線通信可能範囲内に存在し続けている場合に限りメッセージ中継を行う。 $N$  の推定値として自分の周囲のメッセージ保有ノード数を用いる。

このような処理により、ノード  $I_1 \dots I_N$  からノード  $S$  へのメッセージ中継の成功率を  $p_{\text{success}}$  に保ちながら、メッセージ中継を意図的に遅延させることにより、メッセージの中継回数を大幅に抑制することが可能となる。

## 3 シミュレーション

500 [m] × 500 [m] のフィールド上で、100 台のノードを Random Waypoint モビリティモデルによって動作さ

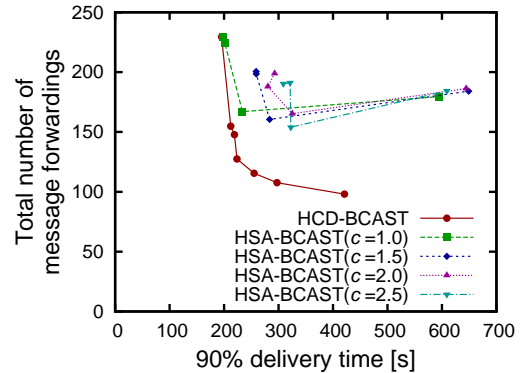


図 1: 90 % 配送遅延と総メッセージ中継回数の関係

せた。ある一台のノードから、他のすべてのノードに対して、HCD-BCAST もしくは HSA-BCAST を用いてエpidミックブロードキャストを行った時の、90 % 配送時間 (転送開始から 90 台のノードにメッセージが配送されるまでの時間) とネットワーク全体での総メッセージ中継回数を計測した (図 1)。各ノードの移動速度を [1, 2] [m/s] の一様分布で与え、各ノードの無線通信範囲を 30 [m] とした。HCD-BCAST および HSA-BCAST の制御パラメータ (HCD-BCAST における  $p_{\text{success}}$  および HSA-BCAST における  $c$ 、 $N_{\text{th}}$  [2]) を変化させてシミュレーションを行った。

90 % 配送遅延と総メッセージ中継回数はトレードオフの関係にあるが、両者の値が小さいほどエpidミックブロードキャストが効率的であると言える。図 1 より、すべてのパラメータ設定において、提案する HCD-BCAST が従来方式である HSA-BCAST よりも良好な性能を示していることがわかる。なお、グラフ中の左上の点においてのみ、HCD-BCAST と HSA-BCAST がほぼ同じ特性を示しているが、これは HCD-BCAST における  $p_{\text{success}} = 1$ 、HSA-BCAST における  $c = 1$ 、 $N_{\text{th}} = 0$  に相当し、メッセージ中継頻度の適応制御を行わない場合に相当する。

## 4 まとめ

本稿では、各ノードが他のノードとの接触時間分布を計測し、計測した接触時間分布を用いて意図的にメッセージ中継を遅延させることにより、メッセージ配送の効率性を維持しながらメッセージの中継回数を大幅に減少させることができる HCD-BCAST を提案した。簡単なシミュレーションにより、提案する HCD-BCAST は、従来方式である HSA-BCAST と比較して、メッセージの中継回数を約 1/2 ~ 2/3 と大幅に削減できることを確認した。

## 参考文献

- [1] F. Giudici, E. Pagani, and G. P. Rossi, “Self-adaptive and stateless broadcast in delay and disruption tolerant networks,” tech. rep., Università degli Studi di Milano, Jan. 2008.
- [2] F. Giudici, E. Pagani, and G. P. Rossi, “Impact of mobility on epidemic broadcast in DTNs,” *Wireless and Mobile Networking*, vol. 284, pp. 421–434, Sept. 2008.