

# 復号状況を用いたランダムネットワークコーディングとフラッディングの相互切替を行うブロードキャストの提案

川北 優<sup>†</sup> 太田 義勝<sup>†</sup> 杉浦 徳宏<sup>‡</sup> 鈴木 秀智<sup>†</sup>  
 三重大学大学院工学研究科<sup>†</sup> 三重大学総合情報処理センター<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

MANET (Mobile Ad-hoc NETwork)は、基地局などのインフラに依存することなく、スマートフォンなどのモバイル端末のみで構築可能なネットワークである。そのため、MANETでのブロードキャストを災害時の安否情報配信などで活用することが期待されているが、モバイル端末のバッテリー容量が実用化の障害となっている。そこで効率的な通信を実現する転送方式が研究されているが、転送方式はネットワークトポロジに依存するため、使用状況に応じて転送方式を選択する必要がある。そこで本稿では、復号状況を用いてフラッディングとランダムネットワークコーディング(以下、RNC)の2つの転送方式を相互に切り替えるブロードキャスト方式を提案し、シミュレーションによる評価を行う。

## 2. 関連研究

MANETにおいてブロードキャストを実現する最も単純な方法がフラッディングである。フラッディングは受信した packets を複製し、通信可能な全ての端末に転送するため、ネットワーク内の全てのノードに packets を届けられる可能性が高く、ノードの密度が低いネットワークによく適合する。一方で packets がネットワーク内に溢れるため、packets の衝突などの Broadcast Storm 問題[1]が発生する。これを軽減するために RNC を用いるブロードキャスト[2]が研究されている。RNC は中継ノードにおいて線形演算を用いて複数の packets を単一の packets に符号化する技術であり、ネットワーク内の総 packets 数が削減できる。

また、それぞれの手法はネットワークトポロジに依存するため、中継ノードの隣接ノードの移動性評価を用いてフラッディングからネット

ワークコーディング(以下、NC)に切り替える手法が提案されている[3]。適応的にNCに切り替えることで packets 数を削減できるが、フラッディングからRNCへの単方向の切り替えしか行わないため、切り替え後も変化するネットワークトポロジに対応できず、再送処理が必要になり、かえって packets 数が増加することがある。

## 3. 提案方式

そこで本稿では、各中継ノードで作成した受信履歴を用いてフラッディングからRNCへ切り替えるだけでなく、復号状況からRNCが適合するかを推定し、RNCからフラッディングへの切り替えも行う相互切替手法を提案する。RNCが適していない状況は、図1のノードDのように復号に必要な符号化 packets を十分に収集できず、復号ができない状況である。この時、ノードDは復号に必要な packets を収集するために再送要求 packets を送信する。このことを用いてRNCからフラッディングへ切り替えを行う。

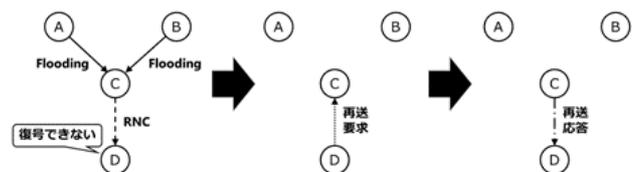


図1 RNCが適さない状況

ネットワーク内を流れる packets を通常 packets, 符号化 packets, 再送要求 packets, 再送応答 packets の4種に分類し、中継ノード毎に作成した受信履歴に記録する。そして、図2に示すアルゴリズムでそれぞれの転送方式から他方の転送方式へと相互に切り替える。受信履歴の参考時間内に再送要求 packets を受信した履歴が含まれる場合にRNCの適合性がないと推定する。また、フラッディングで転送される通常 packets を受信した時、受信履歴の参考時間内に同じ隣接ノードから packets を受信した履歴がある場合は隣接ノードの移動性が低いと推定する。

A Proposal of Broadcast with Mutual Switching between Random Network Coding and Flooding using the State of Decoding  
 Yu Kawagita<sup>†</sup> Yoshikatsu Ohta<sup>†</sup> Tokuhiko Sugiura<sup>‡</sup> Hidetomo Suzuki  
<sup>†</sup>Division of Engineering, Mie University  
<sup>‡</sup>Center for Information Technologies and Networks, Mie University

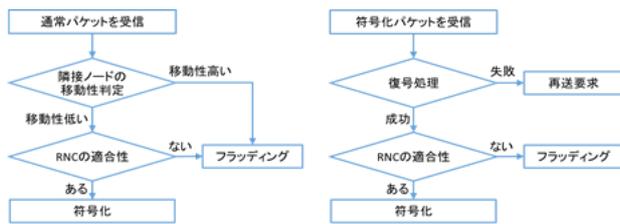


図2 切り替えアルゴリズム

4. シミュレーション結果

ns-3 を用いてシミュレーションを行い、フラッディング、RNC、既存手法[3]の移動性判定を用いてフラッディングからRNCへの単方向のみ切り替えを行う手法、提案手法の移動性判定のみを用いてフラッディングからRNCへの単方向のみ切り替えを行う手法と提案手法の性能比較を行った。シミュレーション環境を表1に示す。

表1 シミュレーション諸元

シミュレーション時間	200s
フィールドサイズ	500m×500m
総ノード数	25
送信ノード数	1
ノードの通信半径	70m
送信パケット数	100
パケットサイズ	1000bytes
符号化数	2
移動モデル	Random Waypoint
移動速度	5km/h
ポーズタイム	1s

ノードを領域内にランダムに配置し、各手法を100回ずつシミュレーションした。パケット数の平均を図3に、パケット配送率の平均を表2に示す。

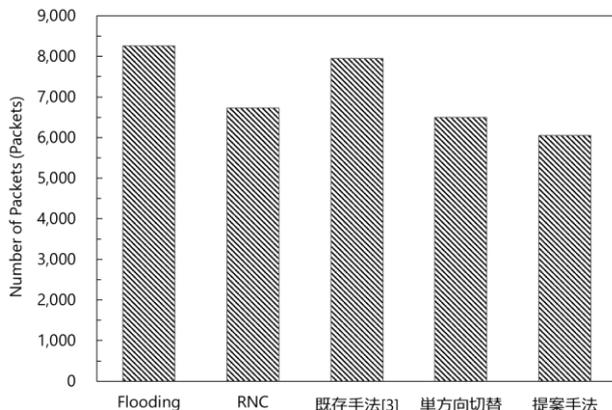


図3 パケット数の平均

表2 パケット配送率の平均

手法	パケット配送率の平均(%)
フラッディング	96.5
RNC	89.8
既存手法[3]	94.9
単方向切替	92.8
提案手法	93.9

5. 評価

提案手法は既存手法[3]に基づいてフラッディングからRNCの単方向のみ切り替えを行う手法と比べ、22.8%削減できた。また、提案手法の移動性判定を用いてフラッディングからRNCへの単方向の切り替えのみを行う手法と比べて、パケット数を6.3%削減できた。フラッディングからRNCに切り替えを行うと復号に失敗した場合に再送処理によりパケット数が増加してしまうが、RNCからフラッディングにも切り替えることで単方向のみ切り替えを行う場合よりも適応的にそれぞれの転送方式を適用できたため、パケット数が削減できた。

また、提案手法のパケット配送率は、既存手法[3]に基づく手法と比較すると1.0%低下しているが有意差は認められなかった。また、提案手法に基づく手法と比較すると1.1%増加しており、有意差が認められた。

6. 終わりに

本稿では、パケットの復号状況を用いたMANETのブロードキャスト通信におけるフラッディングとRNCの相互切り替えを行うブロードキャスト方式を提案した。シミュレーションの結果から、単方向の切り替えしか行わない場合と比べて、パケット数を削減できることを示した。

参考文献

[1] S. Ni, Y. Tseng, Y. Chen, and J. Sheu, "The broadcast storm problem in a mobile ad hoc network", Proc. ACM/IEEE International Conf. on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), pp. 151-162, 1999.  
 [2] T. Ho, M. Medard, J. Shi, M. Effros, and D. R. Karger, "On randomized network coding", The 41st Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing, Oct. 2003.  
 [3] 吉田政望, Alberto GALLEGOS, 野口拓, "アドホックネットワークにおける隣接ノード移動性に基づく適応的ネットワークコーディング", 信学技報, CQ2018-52, Vol. 118, No. 192, pp. 35-40, 2018.