

# MANET - DTN における周辺密度を考慮したネットワーク切替方式 Network Switching Method

B-7

Considering Peripheral Density in MANET - DTN  
山口 謙太 伊達 宏幸 新津 善弘  
Kenta Yamaguchi Hiroyuki Date Yoshihiro Niitsu

芝浦工業大学システム理工学部  
College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

## 1. まえがき

災害が発生した際に通信インフラが断絶することが考えられる。通信インフラに依存しない通信手法として、端末を用いてネットワークを構築するMANET (Mobile Ad-hoc Network) とDTN (Delay / Disruption Tolerant Network) がある。二つの通信手法の特徴として、MANETは通信経路ができればDTNに比べて遅延が少なく、ネットワークのトポロジやノードの移動性に依存する。DTNはネットワークのトポロジには依存しないが、宛先まで到達する時間が不定である。このようにMANETとDTNにはそれぞれの適した通信環境があると考えられる。そこで、二つの手法を組み合わせ、環境に合わせて手法を使い分けていくことでより効率的な通信が期待できる。本研究では、両ネットワークがそれぞれの適した領域での活用ができるようなネットワークの切替方式を提案し、その有効性を評価する。

## 2. 先行研究と問題点

先行研究 [2] では、デュアルモードは終端ノードに加えて、周囲のノード数が少ないMANETモードノード、MANET付近に留まるDTNモードノードも対象にする。MANETモードのノードが一定時間通信を行わなかった場合に周囲のノード数を確認する。確認したノード数が閾値以下の場合にはデュアルモードに変更する。また、DTNモードのノードが終端ノードに接近した場合、ノードのモビリティを確認する。モビリティが閾値以下だった場合にはデュアルモードに切り替える。方式案として、ネットワークの状態に合わせてMANETの範囲を決めるために終端ノードの数とその周辺のDTNノードの数で動的に最大ホップ数を決めている。しかし、最も電力消費量の多いデュアルモードノードが多くなることや、無駄な通信を行うということから、電力消費量が多くなるという問題点がある。本研究では到達率を下げずに電力消費量を抑えるように先行研究の改良を図る。

## 3. 提案方式

本研究では、先行研究に以下の条件を加える。  
・DTNノードが、終端ノードに近づき留まった時に固定ノードへ最大ホップ数増加リクエストを送信する (図1)  
・MANETノードが、一定時間MANETの通信に参加していない時固定ノードへ最大ホップ数減少リクエスト送信する (図2)  
・デュアルモードノードとなるのは、最大ホップ数に位置し、実際に経路として採用されたノードのみとする  
固定ノードの役割としては、  
・最大ホップ数増加リクエストが閾値以上の場合最大ホップ数を増加させる  
・最大ホップ数減少リクエストが閾値以上の場合最大ホップ数を減少させる  
以上の条件を加えることで、無駄な通信とデュアルモードノードの数を抑制することができ、電力消費を抑えることが期待される。

### 3.1 方式案

最大ホップ数増加および減少リクエストの閾値の決め方により方式案を提案する (表1)。  
最大ホップ数を  $h_{max}$ 、増加リクエストを  $u$ 、減少リクエストを  $d$ 、定数を  $k$  および  $c$  とする ( $k > c$ )。

表1 各方式案とその特徴

	閾値計算式	特徴
方式案1	$u = k * h_{max}^2$ $d = k * \log(h_{max})$	MANET 範囲が狭い時最大ホップ数が増えやすく、広い時最大ホップ数が減りやすい
方式案2	$u = c * h_{max}^2$ $d = k * h_{max}$	最大ホップ数が方式案1より増えやすく、どれだけ MANET 範囲が広がっても減りやすくない
方式案3	$u = k * h_{max}^2$ $d = c * h_{max}$	最大ホップ数の増えやすさは方式案1と同じで、MANET 範囲が狭い時も減りやすい

## 4. 評価

### 4.1 評価方法

評価には、ネットワークシミュレータ「Qualnet」にてシミュレーションを行う。各方式案の実装には AODV (Ad-hoc On-Demand Distance Vector) における HelloMessage を改良して EpidemicRouting を再現する。シミュレーションモデルを表2に示す。なお、モデルは実際の規模の 55分の1とする。

表2 シミュレーションモデル

シミュレーション領域 (m <sup>2</sup> )	67×67
時間 (h)	3
ノード数 (個)	524
通信可能範囲 (m)	7.07
移動速度 (m/sec)	0~0.04 (避難所内) 0.11~0.19 (避難所外)

## 4.2 評価項目

- メッセージ到達率 (%) :  $\frac{\text{宛先に到達した全メッセージ数}}{\text{送信元が送信した全メッセージ数}} \times 100$
- 平均到達時間 (S) : 各メッセージ到達時間の平均値

## 4.3 実験内容

最大ホップ数を固定で設定し、避難所中心の固定ノードから、シミュレーション領域左下に位置するノードへのメッセージ到達率の測定を行った。

## 4.4 実験結果

メッセージ到達率、平均到達時間および増加・減少リクエストについて、実験結果を図1と図2に示す。

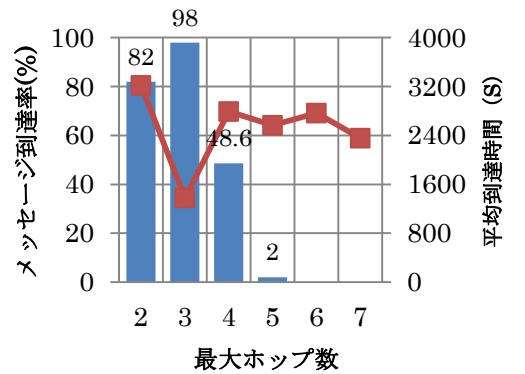


図1 到達率と到達時間

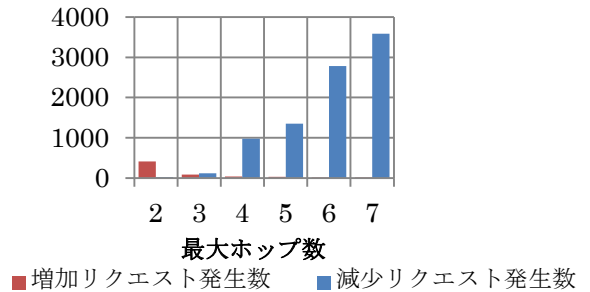


図2 リクエスト発生数

## 5. 考察

最大ホップ数が上がると到達率が下がる理由として、避難所の規模が考えられる。今回の避難所は、固定ノードから3ホップで避難所領域の端まで届くような大きさを想定したため、最大ホップ数が3のとき到達率が最も高くなると考えられる。一方、最大ホップ数が4以上では避難所外の広範囲までMANETを形成しようとしたため、終端ノードまでの経路を構築できない。それにより、到達率が下がっている。また、最大ホップ数が高い時ほど減少リクエストが多く発生し、低い時ほど増加リクエストが多く発生している。これを利用して、リクエストに応じた最大ホップ数を維持し、メッセージ到達率を高く保てる。しかし、電力利用効率について考察するにはデュアルモードノードの数を調べる必要がある。

## 6. むすび

本研究では、最大ホップ数増加および減少リクエストによる最大ホップ数の動的な設定を行い、さらにデュアルモードノードの数を抑制することによって、到達率の増加、電力利用効率を改善する方式を提案した。今後方式案の実装およびシミュレータでの評価により、最大ホップ数の適切な設定方法を検討する。

### 参考文献

- [1] 池間優司, 水野修, "MANET-DTN 統合ネットワークにおけるデュアルモードノードの提案," 電子情報通信学会, 2014.
- [2] 石上翔太, 新津善弘, "MANET - DTNにおける周辺密度を考慮したネットワーク切替方式," 電子情報通信学会, 2014.