

## 分散台帳を利用した MANET の 中継状況に基づくメッセージ優先転送制御

関西大学 理工学研究科 総合理工学専攻<sup>†</sup>  
徳永 潤平<sup>†</sup>

関西大学 システム理工学部 電気電子情報工学科<sup>‡</sup>  
榎原 博之<sup>‡</sup>

### 1 はじめに

MANET(Mobile Ad-hoc Network)はその場に居合わせた端末が連携して即席のネットワークを構築し、マルチホップ通信により広範囲の通信を実現できる。この魅力的な特徴の反面、ネットワークは参加ノードによる中継で成り立っているため、データ送信の必要が無い場合も他人の packets を転送する義務が発生する。これを回避するためにネットワーク参加を遠慮するノードが発生すると、ノード配置が疎になり到達できないノードが発生するおそれがある。また MANET を利用するが他人の packets は破棄する悪意のあるノードの発生も懸念されている。

そこで、本研究では MANET の転送実績を分散台帳技術を利用して中央集権なしに記録し、記録された過去の転送実績をポイントに見立て配送優先度付きのメッセージ転送を試行する。

### 2 分散台帳を利用したネットワークの活用

代表的な実装のひとつである Bitcoin[1] は、不特定多数の信頼できないノード間でも分散台帳を維持している。信頼できないノードで構成されるのは MANET も同様のため、中央集権型の管理機関よりも、Bitcoin のような分散型の合意形成・データ保存技術の利用が好ましい。

市川らはブロックチェーンを応用した P2P 通信の中継ノードの報酬管理手法を提案している [2]。メッセージを中継した数だけインセンティブとして送信権を得られるよう設計されている。Xintong Ling らは中央集権なしの電波帯域割付システム B-RAN を提案している [3]。B-RAN ではブロックチェーンとスマートコントラクトを利用して、ネットワークアクセスを提供したい事業者と、ネットワークを利用したいユーザを結びつける。

### 3 提案システム

過去に MANET でのデータ中継に貢献したノードを優遇するために、分散台帳に記録した転送実績を利用した配送制御を実現する。具体的には、中継ノードがメッセージを転送するときに、過去の転送実績が多いノードのメッセージを優先的に次のホップノードに転送する。これにより多くのメッセージを転送したノードは迅速なデータ転送を享受することができる。逆に、悪意のあるノードが送出するメッセージは配送に多くの時間を必要としたり、タイムアウトするまで転送が開始されない場合がある。

#### 3.1 転送実績の記録

転送実績を記録するスマートコントラクトは送信元ノードが発行する。中継ノードはメッセージを転送する度に自身を表す一意の情報を付加する。ホップを繰り返すことで宛先ノードに到達すると、収集した情報を記録した肯定応答メッセージを送信元ノードに返送する。肯定応答メッセージが送信元に向かってホップするとき、中継ノードでは記録した情報が残存していることを確認する。送信元ノードは、到達した肯定応答メッセージに記録されたホップノード情報をもとに転送実績を分散台帳に記録する。途中のノードによる付加情報の改ざんを防ぐため、付加情報にはそれぞれのノードによる署名を加えている。

#### 3.2 記録した転送実績の利用

分散台帳上に記録されたデータは不特定多数のノードが自由に閲覧できる。これを利用して、MANET 上のノードは他のノードの転送実績、すなわちポイントを定期的に確認する。ポイントの大小によりノードの利用・貢献の割合を把握し、あまりにも転送量との比が剥離している場合はフリーライドノードとみなして今後の転送を拒否することもできる。しかし、エリア内で末端に配置される等メッセージ中継に貢献したくとも難しい場合も存在する。このため提案手法では転送実績に応じてメッセージ転送の優先度を向上させるアプローチを採っている。

中継ノードがメッセージを転送するとき、記録されたポイント情報を参照し即座に転送するかどうかを決定す

Message priority transfer control based on MANET relay status using blockchain

<sup>†</sup> Kansai University Graduate School of Science and Engineering

<sup>‡</sup> Kansai University Faculty of Engineering Science

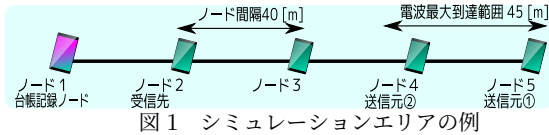


表1 シミュレーションのパラメータ

| 項目        | パラメータ値         |
|-----------|----------------|
| ノード移動モデル  | 直線状固定配置        |
| 送信データサイズ  | 800 [kB]       |
| データ送信間隔   | 120 [sec]      |
| ポイントしきい値  | 25000 [Points] |
| 分散台帳閲覧周期  | 30 [sec]       |
| 通信距離      | 40 [m]         |
| Wi-Fi MAC | DsssRate1Mbps  |

る。送信キューに複数送信元ノードからのメッセージが混在しているとき、ポイントが多い順にソートしてから送信する。ネットワークが閑散としている場合は通常のMANET同様に振る舞うが、混雑した場合は過去に多くの貢献をしたノードのメッセージが優先してネットワーク内に配送される。

#### 4 シミュレーション実験

ノード配置の例を図1、シミュレーションのパラメータを表1に示す。携帯端末に見立てた5台のノードは一列に配置され、マルチホップ通信により隣のノード経由で全てのノードに到達できる。MANETの外である、インターネット部分のデータ計測は評価対象外のため、簡易的にゲートウェイノードはブロックチェーンネットワークノードのうちのひとつを兼ねるよう設定する。このため列の最端部にはブロックチェーンネットワークへのゲートウェイに見立てたノード1を配置し、作成したスマートコントラクトはノード1に送信する、列反対側のノード5とノード4からノード2に向けた通信を試行する。通信は1000秒おきに発生し、初回はシミュレーション開始後40秒の時点で発生する。シミュレーション結果はそれぞれ100回の平均をとりグラフに描画している。

図2に実行例を示す。時間が経過するごとに中継ノードによる転送実績が記録され、ポイントが上昇している。シナリオではより受信先に近いノード3は複数ノードからのメッセージを中継するため多くのポイントを獲得している。緑色棒グラフ部分は優先転送の発生件数を示している。それぞれのノードが多くのポイントを獲得し、優先転送を開始するしきい値である25000ポイントを突破

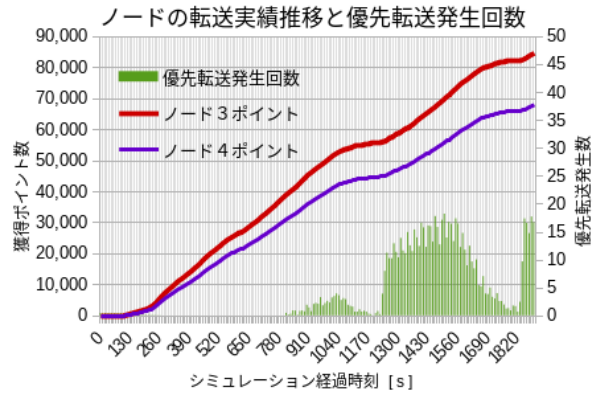


図2 経過時間に対するポイント数の推移

する。メッセージの優先権を獲得すると中継ノードがそれを認識し、優先処理が実施されている。ただし、それぞれのノードは一定周期でポイント情報を閲覧するためにポイントがしきい値に達してから実際に優先処理が始まるまでには遅延がある。

#### 5 おわりに

非中央集権型転送実績管理機構と、転送実績を使用した優先度の設定を提案し、ns-3によるシミュレーション実験を試行した。提案手法は転送実績が少ないノードを悪意のあるノードとして切り離すのではなく、貢献したノードを優遇するアプローチを採っている。今後の実装・検討としてシミュレーションだけでなく実機を使用した実験や、ポイント取引機能の試行などが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 20J10914 と、関西大学大学院理工学研究科高度化推進研究費、関西大学先端科学技術推進機構「緊急救命避難支援のための災害情報通信ネットワークに関する研究開発」研究グループの助成を受けている。

#### 参考文献

- [1] Nakamoto, S.: Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, Technical report, Manubot (2019).
- [2] 市川博彬, 小林垂樹通信自体をインセンティブとする P2P 向けプロトコル, *IEICE Conferences Archives*, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.
- [3] Ling, X., Wang, J., Bouchoucha, T., Levy, B. C. and Ding, Z.: Blockchain radio access network (B-RAN): Towards decentralized secure radio access paradigm, *IEEE Access*, Vol. 7, pp. 9714–9723 (2019).