

# 階層的ネットワークインフラを用いた MANET のためのインターネット接続方式

松野 雄太<sup>†</sup> 木村 成伴<sup>‡</sup> 海老原 義彦<sup>‡</sup>

筑波大学 情報学群 情報科学類<sup>†</sup>

筑波大学大学院 システム情報工学研究科<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

近年, MANET (Mobile Ad-hoc Network) からインターネットを利用したいという要求が高まっている. これを実現するため, 従来の MANET では, AR (Access Router) と直接接続している MN (Mobile Node) が IGW (Internet Gateway) として働き, そのサブネットのアドレスのプレフィックスを含む IGW 広告を MANET 内の MN にブロードキャストする. これを受信した MN は, ステートレスなグローバルアドレスを生成し, これを用いて, IGW 経由でインターネットと接続することができる. しかし, MANET 内に複数の IGW があると, それぞれが異なるプレフィックスを広告する. このため, MN が移動し, 接続ホップ数の少ない IGW を見つける度に新しいアドレスを生成してしまい, これによって通信が中断するという問題があった.

この問題を解決するための方式が幾つか提案されているが[1], [2], トンネリングなどのオーバーヘッドが生じるという問題が残されていた. そこで本論文では, MANET が接続する AR 及びその上流のネットワークを, HMIP (Hierarchical Mobile IP) [3] のような階層的構造で構成することで, MANET 内での移動に伴うアドレスの変更を抑制し, さらに効率的なルーティングを行う方式を提案する. そして, シミュレーション実験によりその有効性を確認する.

## 2 提案方式

提案方式では, MANET が接続する AR の上流に IGW を頂点とする階層的なネットワークインフラを構築する. そして, IGW は, IGW 広告メッセージを用いて共通のプレフィックスを各 AR に通知する. これによって, MANET 内でのアドレスはす

べて共通のプレフィックスを持つため, MN が MANET 内で移動しても, 同じグローバルアドレスを継続して利用することが可能となる. しかし, その結果, MN に送られたパケットの宛先アドレスによって, 中継すべき AR を判別することができなくなってしまった.

そこで, MANET 内の複数の AR を束ねるルータ, 及び IGW は, IGW と各 MN に最も近い AR との間の経路の経路表を作成・維持する. そして, MN が移動して接続する AR が変わると, MN が IGW へ向けて Binding Update を送ることで, HMIP と同様な方式で, IGW から変更後の AR までの経路に経路表が更新され, インターネットから届いたパケットを, 適切な AR に転送することが可能になる.

## 3 シミュレーション実験

提案方式の有効性を確認するため, ネットワークシミュレータ ns-2 に HMIP 等の機能拡張をしたものに[4], [5], 提案方式を実装して, シミュレーション実験を行った. 実験に用いたネットワークトポロジを図 3.1 に示す.

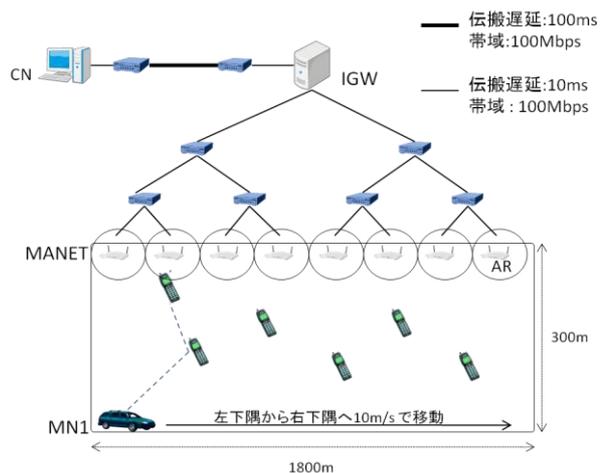


図 3.1: ネットワークトポロジ

図 3.1 において, CN と IGW 間の伝搬遅延は外部のネットワークであることを考慮して 100ms, その他の伝搬遅延は 10ms とし, 有線の帯域は 100Mbps とする. そして, 表 3.1 に示す条件で

Internet Access Method Using Hierarchical Network Infrastructure for MANET

<sup>†</sup>Yuuta Matsuno, College of Information Science, School of Informatics, University of Tsukuba

<sup>‡</sup>Shigetomo Kimura and Yoshihiko Ebihara, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

MN が移動する MANET があり, MN の移動範囲の上端に 8 台の AR を 200m 間隔で一列に配置する. AR の無線通信の範囲は, AR を中心とする半径 100m の円とする. また, MN1 は MN の移動範囲の左下隅から右下隅まで, 10m/s で直線に移動する. この MN1 に対して, CN (Correspondent Node) は, 長さ 1000 バイトの packets を CBR (10~400 packet/s) で送出し続ける. CN から送信された packets は, AR から MANET 内の MN で中継されて MN1 へ到達する.

表 3.1: MANET のパラメータ

インターフェース	802.11b
無線通信のデータ誤り	なし
移動範囲	300×1800[m <sup>2</sup> ]
ノード数	80
通信半径	200[m]
ルーティングプロトコル	AODV
伝搬モデル	2 値波モデル
帯域幅	11Mbit/s
移動モデル	Random Way Point
移動速度	0~10[m/s]
ポーズタイム	2[s]

上記の条件の下で, シミュレーション時間を 100(s) とし, CN からの packets 送信レートを変化させながら, それぞれ 5 回試行ずつした時の, 平均 packets 損失率と信頼係数 95% のときの信頼区間を図 3.2 に示す.

この図において, 提案方式では従来方式 (従来の MANET の方式) と比べ, 平均 packets 損失率が 38.7~42.9% 低くなっていることが確認できる. また, 送信レートを 100 packet/s とした時に, AR が切り替わる直前に到達した packets と直後の到着した packets の到着間隔を調べたところ, 従来方式では平均 0.296 秒なのに対して, 提案方式では平均 0.086 秒となり, 提案方式では, AR の切り替えによる遅延時間も短くなることが確認できた. これは, MN1 が移動して直近の AR が変更になると, 従来方式では, MN1 のアドレスが変更され, その旨を CN に通知して, 新たな AR に向けて packets が送信されるまでに時間がかかるのに対し, 提案方式ではアドレスの変更が生じない為, IGW へ向けてローカルな Binding Update を行うだけでよいことから, その処理時間が短く済んだ為である. さらに, AR を切り替えている間にも, CN は packets を送出し続ける為, 切り替えの処理時間が長いほど損

失する packets が多くなることが, 図 3.2 より分かる.

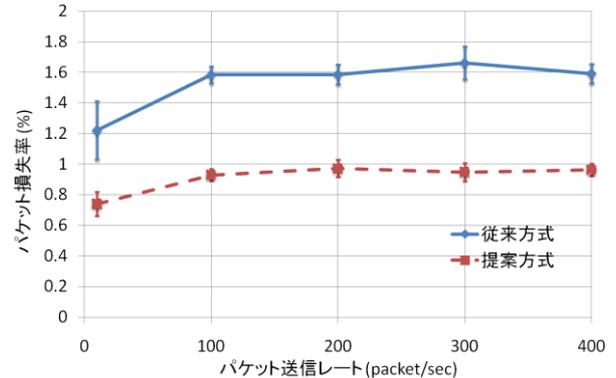


図 3.2: 実験結果

#### 4 まとめ

本論文では, MANET でインターネットに接続した場合において, MN の移動に伴うグローバルアドレス変更のオーバーヘッドを低減するため, 階層的構造のネットワークインフラを用いることを提案した. そして, シミュレーション実験により, 提案方式の有効性を確認した.

今後の課題として, MANET 内で MN 同士のトラフィックが存在する場合や, MN1 がより複雑な移動をする場合など, より現実に即したシミュレーションを行うこと, そして, 既存の HMIP 等の技術と本提案との適合性を調査し, より具体的な実装方法を検討することなどが挙げられる.

#### 参考文献

- [1] 間瀬憲一, 大和田泰伯, 前野誉, “モバイルアドホックネットワークのインターネット接続方式,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J90-B, No. 4, pp. 361-369, Apr. 2007.
- [2] S. Singh and A. Bhatia, “A DHCPv6 Based IPv6 Autoconfiguration Mechanism for Subordinate MANET,” Proceedings of, 2008 IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference, pp. 237-242, Dec. 2008.
- [3] H. Soliman, C. Castelluccia, K. Malki, and L. Bellier, “Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6) Mobility Management,” RFC5380, Oct. 2008.
- [4] “Columbia IP Micro-Mobility Suite (CIMS),” <http://www.comet.columbia.edu/micromobility>
- [5] “IST-CIMS: IP Micro-Mobility Suite for NS v2.31,” <http://tagus.inesc-id.pt/~pestrela/timip/index.html>