

モバイルアドホックネットワークにおけるアドレス構造化を用いた集中管理型アドレス割当手法

粕田 大樹[†] 若原 恭[‡] 水澤 純一[†]

青山学院大学大学院理工学研究科[†] 東京大学情報基盤センター[‡]

1. はじめに

現在、無線機能を持った移動端末同士により、自律分散的にネットワークが構築されるモバイルアドホックネットワーク（以下、MANET）の研究が盛んに行われている。MANET を実現するためには多くの問題が存在し、各端末（以下、ノード）同士が自律分散的にアドレス割当を行う手法（以下、アドレス自動割当方式）の考案もその内の一つである。このアドレス自動割当方式は、アドレス取得時間が短く、アドレス取得やアドレス管理のネットワーク負荷が低く、そして同一 MANET 内でアドレス重複がないことが重要な点となる。また、MANET では電波リソースなどの有効利活用のため、アドレス長はなるべく短くすることが好ましい。そこで、これらの点を考慮したアドレス自動割当方式の考案が必要となる。

2. 既存方式の問題点

MANET におけるアドレス自動割当方式は、図 1 のように分類することが出来る。^[1]まずステートレス型とステートフル型に分けることが出来、ステートフル型はさらに分散管理型と集中管理型に分けることが出来る。

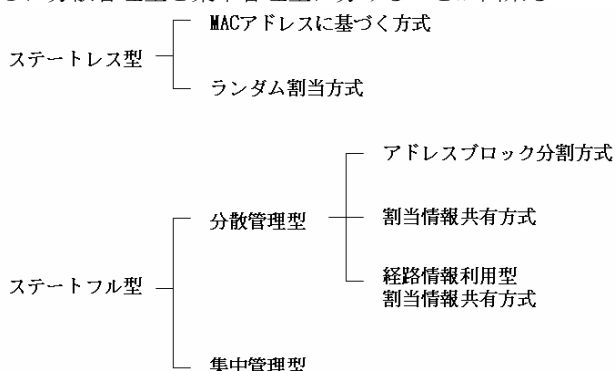


図1 MANETにおけるアドレッシングの分類^[1]

ステートレス型は、新規参加ノードがアドレス取得時に MANET で共通のアドレス空間から MAC アドレスに基づいて^[2]、またはランダム^[3]にアドレスを選択し、そのアドレスが MANET で使用されているか否かを問い合わせる手法である。この問い合わせは一定時間待機が必要のためステートレス型はアドレス取得時間が長いことが問題である。一方、アドレスの管理が必要ないためネットワーク負荷は低くなる。

ステートフル型は、MANET 内で使用可能なアドレス情報を何らかの手段で管理しておく手法である。アドレス情報を管理しているため、アドレス取得時間は短い、アドレス管理が必要であるためネットワーク負荷は高くなる。ステートフル型はさらに、使用可能なアドレスを

管理する手法により分散管理型^{[4],[5],[6]}と集中管理型に分類することが出来る。分散管理型の自動割当方式はいくつか考案されているが、集中管理型の既存方式はない。

また、既存方式の共通の問題点は、ノードの移動により生じる MANET の分裂やマージ（融合）への対応である。特にマージは、アドレス重複が生じる可能性やそれを修正するためのネットワーク負荷が大きくなる原因となり、MANET におけるアドレス自動割当方式の重要な点となる。既存方式はこの分裂・マージへの対応が不十分であるため、分裂やマージに弱いという問題点がある。

このように、既存方式にはアドレス取得時間またはネットワーク負荷で一長一短であり、また共通して分裂やマージに弱いということがわかる。そこで、本稿では、ステートフル型のアドレス取得時間が短いことを生かし、集中管理型を用いることでネットワーク負荷を低くすることを目標として、分裂やマージへの対応を考慮したバランスの良いアドレス自動割当方式の考案を目的とする。

3. 提案方式

提案方式は既存方式の問題点を改善し、バランスの良い方式とするため、リストマネージャとアドレス構造化の 2 つの主な特徴を持つ。リストマネージャによる集中管理型のアドレス自動割当方式により、アドレス取得時間が短く、アドレス管理のネットワーク負荷を減らすことが可能となる。また、リストマネージャの突然の消滅への対応として、サブリストマネージャを 1 台用意することを考え、集中管理型の弱点を補うことを考える。分裂やマージへの対応は、リストマネージャとアドレス構造化により対応することを考えた。

提案方式の概要は以下の通りである。

- 1 つの MANET 内に 1 台のリストマネージャと 1 台のサブリストマネージャが存在し、使用するアドレス全体を管理する
- アドレスはネットワーク部とホスト部から構成し、MANET 1 つにネットワーク ID 1 つが使用される
- 異なるネットワーク ID 同士のノードが近づくことによりマージを検出する
- MANET 内の各ノードは、リストマネージャの IP アドレスを知っている
- 新規参加ノードは、その隣接ノードを頼りにアドレス取得を行う

提案方式の最大の特徴は、アドレスの構造化である。アドレスブロックをネットワーク部とホスト部に分け、MANET の分裂が生じた際に、各 MANET が異なるネットワーク ID を使用することでマージの検出を容易とする。MANET 内で使用可能なアドレスブロックはリストマネージャが管理するため、マージ時の重複アドレスの検知は各 MANET のリストマネージャが情報を交換するのみで済ませることが可能となる。このようにして、MANET の分裂・マージに対応し、同一 MANET 内で重複してアドレスを使用することを防ぐ。またこのことか

“Address Allocation Method with Systematic Structuring for Mobile Ad hoc Network”

[†]Taiki KASUDA, Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

[‡]Yasushi WAKAHARA, Information Technology Center, The University of Tokyo

[†]Jun-ichi MIZUSAWA, Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

ら、提案方式を体系的アドレス割当方式と名づけた。

4. 既存方式と提案方式との比較評価

提案方式の有効性を示すためシミュレーション評価を行った。シミュレーションは米 SNT 社の QualNet3.9.5 を用いた。主な前提条件は、ルーティング：AODV、MAC：802.11、電波半径：約 370m、伝送速度：2Mbps、チャネル数：1 とした。そこで、ノード数、エリアサイズ、移動速度をパラメータとし、アドレス取得時間、アドレス取得成功率、ネットワーク負荷の評価を行った。この負荷は、アドレス取得 1 回行った時のネットワーク全体の負荷であり、送信側と受信側に分けて評価した。尚、リストマネージャの処理時間は、0.001 秒とし、ライバル方式として、MANET で最も一般的であると考えられるランダム割当方式を選んだ。

電波半径を約 370m と固定した状態で、ノード数とエリアサイズを変更することにより、MANET においてマージ・分裂が生じにくい密度を検討した。ノード数を固定した上で、エリアサイズを変更した場合、密度が高い MANET では、新規参加ノードとリストマネージャとの距離が近い場合が多く考えられ、アドレス取得時間は短くなり、アドレス取得成功率も高くなる。一方、密度が低い MANET では、リストマネージャと新規参加ノードとの距離が遠いことや MANET 内のノードが孤立することが考えられ、アドレス取得時間は長くなり、アドレス取得成功率も低くなる。また、密度が同じでも、ノード数が多い MANET の方がアドレス取得時間は長くなり、アドレス取得成功率も低くなる。これは、リストマネージャと新規参加ノード間でのホップ数が多いためである。以上の結果から、ノード数 40 台に対しエリアサイズ 1000m×1000m 程度の広さが MANET の密度として適切であることが分かった。また、MANET 内の各ノードが同時にアドレス取得を行う台数を 1 台としているため、移動速度の変更による各結果の影響はほとんどないことがわかった。そこで、移動速度を 1m/s、密度は前述の値としランダム割当方式と提案方式のシミュレーション結果を表 1 に示す。

表 1 既存方式と提案方式のシミュレーション結果

		ランダム割当方式	提案方式
アドレス取得時間		2.1 秒	0.07 秒
アドレス取得成功率		100%	91.4%
ネットワーク負荷 (アドレス取得時)	送信	11.0KB	1.61KB
	受信	76.4KB	19.1KB

ランダム割当方式は、自身が選択したアドレスを使用出来るか否か MANET に問い合わせを行うが、この問い合わせの待ち時間は一回につき 0.7 秒となっている^[3]。アドレス取得が完了するまでに計 3 回この問い合わせを行うため、最短で 2.1 秒要する。一方提案方式は、シミュレーション結果より平均アドレス取得時間は 0.07 秒となり、提案方式の有効性がわかる。一方、ランダム割当方式は一定時間待機することで必ずアドレス取得が完了するため、アドレス取得成功率は 100%となる。しかし、ネットワーク全体に前述した問い合わせが届く保障はなく、異なるノードが重複してアドレスを使用することを

完全に防ぐことが出来ない欠点を持つ。提案方式の平均アドレス取得成功率は 91.4%であるが、リストマネージャのアドレス管理により重複してアドレスを割当てることはない。ネットワーク負荷に関しては、ランダム割当方式がアドレス取得時にブロードキャストを使用するのにに対し、提案方式はアドレス取得を試みるノードとリストマネージャ間のユニキャストで済むため、提案方式のネットワーク負荷が低いことがわかる。このように、アドレス取得成功率でやや劣るものの、提案方式がアドレス取得時間、ネットワーク負荷においてバランスのとれた方式であることがわかる。

また、提案方式は集中管理型のアドレス自動割当方式であるため、リストマネージャへの負荷の集中が問題点として考えられる。様々なシミュレーション条件の下、リストマネージャとそれ以外のノードとの負荷を比較したところ、送信負荷はリストマネージャが他のノードより高くなっているものの、受信負荷は特に差がない。つまり、受信負荷はノードの密度による所が大きく、リストマネージャの負荷だけが高くなることはない。

最後に、同時に複数のノードがアドレス取得を行った場合のシミュレーション結果を表 2 に示す。前提条件は前述と同様であり、同時に 1 台、10 台、20 台、30 台のノードがアドレス取得を行った結果となる。台数が増えるとネットワーク内のトラフィックが混雑し、アドレス取得時間は長くなり、アドレス取得成功率も低くなるのがわかる。

表 2 同時取得台数変更時のシミュレーション結果

	1 台	10 台	20 台	30 台
アドレス取得時間	0.07 秒	0.25 秒	0.52 秒	0.95 秒
アドレス取得成功率	91.5%	90.3%	85.5%	81.9%

5. おわりに

本稿では、リストマネージャとアドレス構造化の 2 つの特徴を持つ、集中管理型のアドレス自動割当方式の検討を行った。MANET のアドレス自動割当方式として最も一般的と考えられるランダム割当方式とシミュレーションにより比較評価し、アドレス取得時間、ネットワーク負荷において有効性を示した。

今後の課題は、分散管理型のアドレス自動割当方式を含め、MANET におけるアドレス自動割当方式の総合評価を行っていくことが考えられる。

参考文献

- [1] 小牧省三, 間瀬憲一, 松江英明, 守倉正博, “無線 LAN とユビキタスネットワーク,” 丸善株式会社, pp.188-199, Jan 2004.
- [2] K.Weinger, “IPv6 autoconfiguration in large …,” Proc. European Wireless 2002, vol.1, pp.142-148, Florence, Feb. 2002.
- [3] C.E. Perkins, “IP address autoconfiguration for ad hoc networks,” draft-ietf-manet-autoconf-01.txt, Nov. 2001.
- [4] M. Mohsin and R. Prakash, “IP address in a mobile ad hoc network,” MILCOM 2002, pp.856-861, Oct. 2002.
- [5] S. Nesargi, “MANETconf: Configuration of hosts…,” Proc. IEEE INFOCOM 2002, pp.1059-1068, New York, June 2002.
- [6] K. Mase, “A Low Overhead Address Assignment Method …,” IEICE TRANS. COMMUN., VOL.E87-B, NO.9, Sep. 2004.
- [7] 粕田大樹, “モバイルアドホックネットワークに…,” 電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ総合大会, Mar. 2006.
- [8] 粕田大樹, “アドレス構造化を用いたモバイルアドホックネットワーク…,” 次世代ネットワークソフトウェア研究会, June. 2006.