

アドホックルーティングプロトコル A<sup>2</sup>P<sup>2</sup>における IP アドレス自動割当方式

栗田 崇徳 井手口 哲夫 田 学軍 奥田 隆史

愛知県立大学大学院 情報科学研究科

## 1. はじめに

無線 LAN は、ネットワークを構築する際のネックになるケーブル敷設の問題を解決する有力なツールとして普及してきた[1]。また、オフィス・家庭、外出先などでシームレスなブロードバンド環境を実現する公衆無線 LAN サービスも展開されている。

無線 LAN の利用可能エリアはアクセスポイント（以下、AP とする）とユーザ端末の無線通信範囲に制限を受ける。一般に無線 LAN の通信可能距離は数十メートルから数百メートルとされている。この利用エリアを拡大するために、ユーザ端末と AP との通信にアドホックネットワークを用いる方式がある。アドホックネットワークは無線マルチホップ通信という特性があり、無線端末同士の通信を第三者の無線端末がデータ中継をすることにより、直接電波が届かない二者間の通信を可能にする。つまり、無線 LAN にアドホックネットワークを組み合わせること（無線 LAN とアドホックネットワークの統合通信方式）により、無線 LAN の利用エリアを擬似的に拡大することができる（図 1）。そこで、本研究では AP に接続するためのアドホックルーティングプロトコル A<sup>2</sup>P<sup>2</sup> (Ad hoc based Access Point Protocol) [2][3]を提案している。

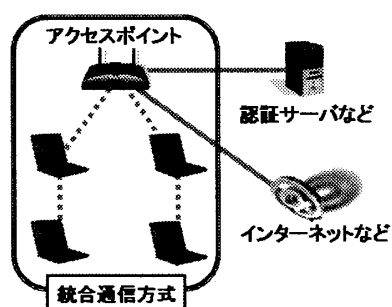


図 1 統合通信方式

本稿ではアドホックネットワークの課題の一つとなっている IP アドレスの自動割当について、A<sup>2</sup>P<sup>2</sup>に適合する方式を提案評価する。2 章では A<sup>2</sup>P<sup>2</sup>の概要について、3 章ではアドホックネットワークにおける IP アドレス自動割当についてそれぞれ述べる。そして 4 章で IP アドレスの自動割当方式を提案し、5 章で評価を行う。最後に 6 章でまとめとする。

A method of IP address autoconfiguration in Ad hoc routing protocol A<sup>2</sup>P<sup>2</sup>

Takanori KURITA, Tetsuo IDEGUCHI, Xuejun TIAN, Takashi OKUDA

Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

2. A<sup>2</sup>P<sup>2</sup> (Ad hoc based Access Point Protocol)

A<sup>2</sup>P<sup>2</sup>は 1 章で述べたとおり、AP に接続することに特化したルーティングプロトコルである。そして、大きく 2 つのコンセプトのもとに提案されている。その一つは、従来の無線 LAN を利用するように簡単にサービスを受けられることである。もう一つは、通信対象を AP に絞ることにより、低ネットワークトラフィックの実現することである。

簡単な利用を実現するために V-AP (Virtual-AP) を導入する。V-AP とは AP の代わりにユーザが接続する端末であり、AP までのデータ中継を担う中継ノードである。V-AP は一般ノードの中から親ノードによって選定される。Proactive 型のプロトコルでノードを V-AP として常時動作させることにより、ユーザは AP だけでなく V-AP を周囲に発見することでサービスの利用が可能となる。

低ネットワークトラフィックを実現するためには、AP を根とした木構造のトポロジを用いる。各ノードは親へ親へとデータの中継するだけで、最終的には根である AP へとデータが届く。一方、AP からの通信は逆の経路を辿ればよい。このように親子関係を認識しておくだけでデータの中継が可能であるため、端末間で複雑な情報交換は不必要であり、低ネットワークトラフィックを実現できる。

## 3. IP アドレス自動割当

アドホックネットワークのルーティングプロトコルは、各ノードが IP アドレスを持つことを前提としている[4]。IP アドレスの自動割当には、いかに少ないトラフィックやノードへの負荷で IP アドレスの重複を避けるかが要点である。IP アドレスの自動割当方式は大別して、ステートフル自動割当方式とステートレス自動割当方式に分類される。

ステートフル自動割当方式は、アドレスの利用状態を管理し、その中から空きアドレスを割当するものである。ステートレス自動割当方式は、各ノードがローカルな ID や乱数にもとづいて自身のアドレスを決めるものであり、アドレスの一意性を確保するために、重複アドレス検出をする必要がある。

## 4. 提案方式

本章では AP という一般のアドホックネットワークには無いインフラを利用した、二つの提案方式について述べる。二方式ともステートフル自動割当方式に分類される。AP を経由して外部ネットワークとの通信をするには AP はノードの IP アドレスを管理する必要があるため、その割当も AP を主体に行う。

#### 4.1. アクセスポイント集中管理方式

本方式（方式 1）は AP というインフラを最大限に活用し、全ての IP アドレスの割当状況を AP が一元管理する方式である。ネットワークに参加するノードは親の AP または V-AP に IP アドレスを要求する。AP が IP アドレス要求を受信した場合は空き IP アドレスの中から参加ノードに割当する。V-AP が IP アドレス要求を受信した場合は、AP に対して IP アドレスの要求を代わりに送信し、AP からの応答を受け次第 IP アドレスを参加ノードに通知する。

このように IP アドレスは全て AP に要求する形式をとる。また、ノードが退去する場合に IP アドレスの返却は必要とせず、AP でタイムアウトにより IP アドレスの回収を判断する。

#### 4.2. 木構造型アドレスブロック分割方式

本方式（方式 2）は V-AP も擬似的なインフラであるという考えの下に、AP と V-AP で IP アドレスを分散管理する方式である。特徴として木構造に即した IP アドレス体系をとる。参加ノードは方式 1 と同様に、親の AP または V-AP に IP アドレス要求をする。ただし V-AP に要求した場合には動作が異なり、V-AP が保持しているアドレスブロック（アドレスの集合）から IP アドレスが割当され、AP に要求する必要は無い。このアドレスブロックは V-AP に選定されたとき、親ノードから与えられる。このアドレスブロック分割体系を図 2 左に示す。

ここでは例として IPv4、クラス A のプライベートアドレス（24 ビット）を用いる。AP から 1hop ごとに、アドレスの上位ビットから任意のビット数ずつ分割を行っていく（図 2 右、例では 4 ビットずつ）。つまり、子ノードとして 4 ビット=16 ノードの V-AP を保持できる計算だが、その内一つ分を V-AP ではないノード用に割当する（例では F/16）ため、15 個の V-AP までとなる。このような、最大 6hop の木構造のアドレス体系が構成できる。また、木構造に即した IP アドレス体系を維持するため、親ノードが変更になる場合には親ノードに通知をすることにより、アドレスの回収を行う。

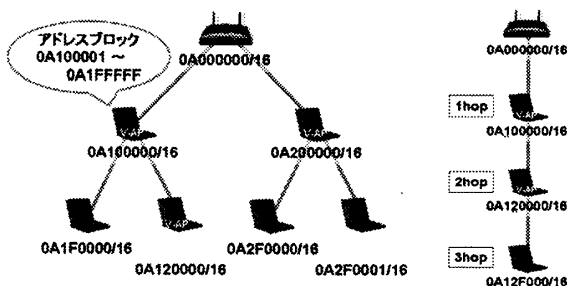


図 2 木構造型アドレスブロック分割方式

#### 5. 評価

まずサービス利用の容易性について比較する。方式 1 ではアドレスを要求する際 V-AP が直接割当を行うわけではなく、しばらく待機の状態になる。しかし、

通信遅延の観点からすれば待機時間はミリ秒オーダー程度と予測され、問題となるほどの時間ではない。一方、方式 2 では V-AP からほぼ即時に割当を受けられるが、アドレスブロックは分散管理となるため V-AP の処理が増える。一般ユーザとしては容易に利用できるが、V-AP となると負担が大きくなる。これは経路が頻繁に切り替わるような環境であるほど負荷が増大するが、ほとんど経路が切り替わらない環境であれば問題ない。これと同様に方式 2 は経路が頻繁に切り替わるかどうかでトラフィックも大きく変化する。

次に IP アドレス資源の有効活用について比較する。方式 1 では一元管理しているため、全ての IP アドレスを有効活用でき、ネットワークの形に制限は無い。一方、方式 2 では 4 章で述べたとおり、子ノードの V-AP 数や最大 hop 数に上限がある。これは IP アドレス資源の有効活用という点だけでなく、ネットワークの拡大性についても短所となる。

最後に各ノードへの負荷に関して比較する。方式 1 では AP において集中管理をするため、AP の負荷が大きく、V-AP の負荷が小さい。方式 2 では方式 1 に比べて AP の負荷が小さいが、V-AP の負荷が大きい。V-AP は一般ユーザであるため、AP の処理能力が十分であるなら方式 1 が望ましい。

#### 6. まとめ

我々が提案しているアドホックネットワークを用いて無線 LAN に接続する方式について述べ、専用のルーティングプロトコル A<sup>2</sup>P<sup>2</sup>における IP アドレス自動割当方式を提案評価した。評価において、木構造型アドレスブロック分割方式ではネットワークの拡大性に制限がかかる点において決定的な短所があるため、アクセスポイント集中管理方式の方が有効である。しかし、トラフィックの発生やノードへの負荷に関しては、今後より詳しく評価する必要がある。

今後の課題として、計算機シミュレーションを用いてより詳細に評価することが挙げられる。

#### 謝辞

本研究の一部は平成 19 年度科学研究補助金（基盤研究 (c)）の支援を受けて行った。

#### 参考文献

- [1] 阪田史郎, ワイヤレス・ユビキタス, 秀和システム, 2004, pp.36
- [2] 田中宏明, アクセスポイント利用エリアを拡大するアドホックネットワーク通信方式に関する研究, 愛知県立大学情報科学部地域情報科学科 平成 16 年度卒業論文, 2005
- [3] 栗田崇徳, アドホックルーティングプロトコル A<sup>2</sup>P<sup>2</sup>の中継ノード選定手法と性能評価, 愛知県立大学情報科学部地域情報科学科 平成 17 年度卒業論文, 2007
- [4] 小牧省三 他, 無線 LAN とユビキタスネットワーク, 2005, pp.188