

無線 LAN アクセスポイント仮想化とその経路制御の検討*

永井 隆博[†] 濱口 毅[‡] 小俣 拓也[‡] 重野 寛[‡]
 慶應義塾大学理工学部[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科[‡]

1 はじめに

無線 LAN アクセスポイント (AP) はユーザが自由に設置できるため、電波干渉を起こすほど高密度に設置されることが少なくない。AP の最適配置 [1] や最適選択 [2] の研究が存在するが、実際には管理主体であるドメインが自由に AP を設置するため高密度なままである。

そこで他の方法として AP の低減を考える。しかし他者の Mobile Node(MN) が通信できなくなるため、他者の AP は停止できない。[3] では AP の機能を機器から分離するコンセプトが示された。AP の機能は、MN をネットワークに接続する機能である。この機能を Virtual AP(VAP)、AP の物理的な機器を Physical AP(PhyAP) と呼ぶ。VAP を PhyAP から分離し移動することで、AP の機能を保ったまま必要のない PhyAP を停止でき、電波干渉を解消できる。図 1 にその様子を示す。

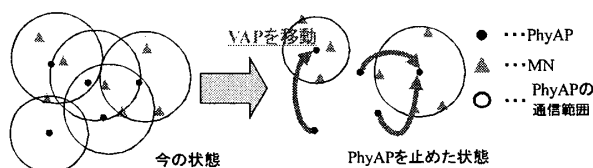


図 1: 電波干渉の改善

しかし PhyAP と VAP を分離し移動することには通信の混在やセキュリティなどの問題点が存在する。本稿では Virtual Access Point(VAP) を実現する仮想化技術を用いた機構を提案し、仮想ネットワークにより通信の混在を解決する経路構築を説明する。

2 VAP を実現するために要求条件

PhyAP と VAP を分離することにはいくつかの問題点が存在する。

まず、ドメインによってポリシー (アドレス、セキュリティ等) やサービス (DHCP, メール等) が異なることである。1つの PhyAP で複数のドメインの通信が行われる場合はドメインによって提供するポリシーやサービスを変えなければならない。もう1つは通信が混在することである。1つのドメインが通信を占有することを避けなければならない。また、セキュリティ等の観点からどのドメインの通信なのか区別できなければならない。

*Wireless LAN Access Point Virtualization and Path Construction Method

[†]Takahiro Nagai, Hiroshi Shigeno

[†]Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Tsuyoshi hamaguchi, Takuya Komata

[‡]Graduate School of Science and Technology, Keio University

3 Virtual Access Point

本稿では仮想化技術によって構築される Virtual Access Point(VAP) を提案し、その経路構築として VAP スライスの説明を行う。

VAP を仮想環境上に構築することで AP の機能を物理的な機器から分離し、またドメイン毎のポリシーやサービスを実現する。そして VAP Migration によって VAP の PhyAP 間の移動を実現する。

また、物理ネットワーク上に VAP スライスを構築することで、他のノードと VAP との通信経路の確保及び通信の分離を行う。VAP スライスとはドメインごとに独立した L2(Layer2) の仮想ネットワークである。ある VAP が所属するドメインネットワークを Owner ドメインと呼び、VAP が移動できる範囲にあるドメインネットワークを Neighbor ドメインと呼ぶ。VAP スライスにより、VAP が異なる PhyAP に移動した場合でも Owner ドメインのサービスを受けることができる。

3.1 VAP Migration

VAP は仮想化技術によって構築される。図 2 に Owner ドメインと Neighbor ドメインとその親ドメインの Parent-Domain がある際の PhyAP と VAP を示す。

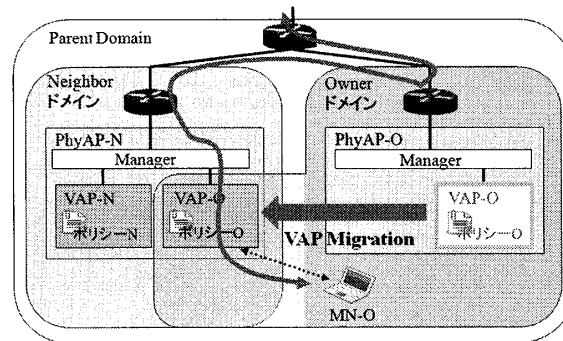


図 2: ポリシーやサービスを実現する仕組み

VAP 同士は PhyAP 内で互いに独立し、別々の SSID やサービスを保持できる。また、Owner ドメインの VAP-O は Neighbor ドメインの PhyAP である PhyAP-N に VAP Migration し、Parent-Domain を経由して仮想マシイメージとポリシーを移動する。移動後は PhyAP-N で VAP 同士のポリシーの混合を行うが、全てのポリシーの要求リソースが PhyAP の持つリソースより少なく実現可能であれば適用されるが、実現不可能な場合は互いに納得のいく範囲で整形する。VAP-O は移動後で

あっても Owner ドメインの所属であることに変わりはなく、PhyAP-N 上に Owner ドメインのネットワークを間借りした状態になる。従って Owner ドメインの MN である MN-O が VAP-O から接続することは Owner ドメインに接続した状態と同じである。

3.2 VAP スライス

VAP スライスとは L2 レベルの仮想ネットワークであり、Neighbor ドメイン内でも Owner ドメインのサービスを受けることができる。VAP スライスは管理スライスとドメインスライスの 2 つに分けられる。

管理スライス

管理スライスは全ての VAP や VAP スライスのハードウェア・ネットワークリソースの情報を扱い管理するためのスライスである。管理スライスを用いてリソースの管理を実現する。また管理スライスはドメインスライスを作成・拡張する際にも必要である。そのため、MN を除く全てのノードが管理スライスに含まれる。

ドメインスライス

ドメインスライスは VAP を扱うドメイン上を横断して実現される仮想ネットワークである。ドメインスライスはドメインごとに構築され、各ドメインのパケットはスライス上で転送される。そのため、どのドメインの通信であるのか区別することができる。図 3 に例を示す。

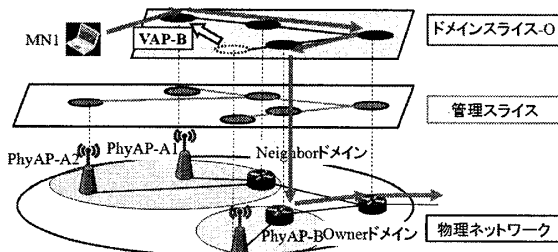


図 3: VAP スライス

Neighbor ドメインは Owner ドメインの PhyAP を使用していないため、Owner ドメインをカバーするドメインスライスを作成していない。Owner ドメインは Neighbor ドメインの PhyAP に VAP Migration を行っており、MN-O を接続するため Neighbor ドメインをカバーするドメインスライス-O を作成している。VAP Migration は Owner ドメインのドメインスライス上で行われる。この際、ドメインスライスは L2 のネットワークであり、VAP の移動は同じネットワーク上での移動であるため L3 におけるルーティングテーブルの更新を行う必要はない。そして管理スライスから Owner ドメインと Neighbor ドメインの PhyAP やドメインスライスを構成するノードに対して情報の収集と指示が行われる。

他の手法の検討

VAP マイグレーションの際の経路構築には VAP スライスの他にモバイル IP、VPN、ルーティングテーブル

の書き換えが考えられる。いずれも、VAP マイグレーション後の VAP と他のノードとの通信を維持することが可能である。しかしこれらは Owner ドメインのサービスを受けられなかったり、どのドメインの通信か区別できないなどの問題がある。そのため、本研究の経路構築の方法には不適切である。

4 プロトタイプシステムの実装と評価

提案システムの実装を行った。仮想環境の構築には Xen を用いる。PhyAP は Xen の Domain0 として構築され、VAP は DomainU として構築される。スライスの構築には OpenVPN と VLAN を用いる。OpenVPN により L2 のフレームのカプセル化を行い、VLAN によりスライスの作成を行う。

この環境において、VAP スライスのオーバヘッドを計測した。結果を図 4 に示す。

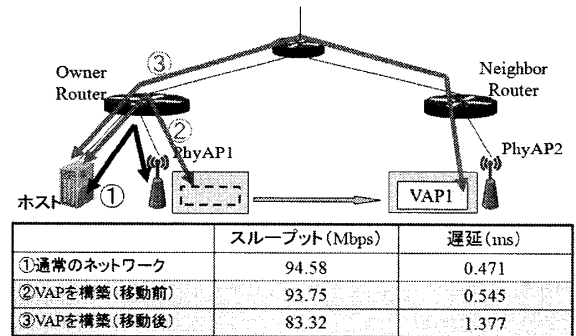


図 4: トポロジと評価結果

VAP を用いた場合は通常のネットワークよりスループットが低下した。しかし、無線通信の帯域からすれば MN の通信に必要な帯域を保持できている。

5 おわりに

本稿では、無線 LAN アクセスポイントの仮想化を提案し、その経路制御を説明した。そしてプロトタイプを実装し、その評価を行った。

参考文献

- [1] Kobayashi, M., Haruyama, S., Kohno, R. and Nakagawa, M.: Optimal access point placement in simultaneous broadcast system using OFDM for indoor wireless LAN, Vol.1, pp.200-204 vol.1 (2000).
- [2] Lee, Y., Kim, K. and Choi, Y.: Optimization of AP placement and channel assignment in wireless LANs, pp.831-836 (2002).
- [3] 濱口 毅, 小俣 拓也, 永井 隆博, 重野 寛, "アクセスポイントの最適配置における仮想化技術を用いた実現手法の検討", 第 17 回 DPS ワークショップ, Vol.2009-DPSWS-17 No.9 pp.221-226, 2009 年 10 月.