

# 無線 LAN での動的チャネル割り当てに伴う 複数端末同時ハンドオーバー時の通信不能時間の測定

渡邊大也<sup>†</sup> 石原進<sup>‡</sup>

静岡大学工学部<sup>†</sup> 静岡大学大学院工学領域<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

無線 LAN 通信規格の IEEE802.11 では、端末は受信信号強度等により、近くのアksesポイント (AP) を1つ選択してアソシエーションする。バスや電車内などの端末が複数同時に AP の通信範囲外へ移動する状況では、複数の端末が一斉に同じ AP にアソシエーション処理を行うことが考えられる。また、RoF 技術を用いて、一箇所に集約させた複数の AP と複数のアンテナを接続するシステムが検討されているが [1]、このシステムでは、一部 AP への負荷集中を防ぐために動的にアンテナの接続先 AP を切り替えることがあり、この場合にも一斉アソシエーション処理が発生する。

複数の端末が同時にハンドオーバーを行う場合、同一チャネル上での競合により端末が多くなるほどにアソシエーション処理、ならびに IP アドレス割当に要する時間が長くなり、通信不能時間が増加する。この端末の通信不能時間を抑制するために、無線 LAN 高速認証技術 FILS [2] の標準化が行われている。

本稿では、[1] のシステムのような、ネットワーク制御によって複数端末の同時ハンドオーバーが発生する状況での端末の通信に与える影響を明らかにするため、実験によって、このような状況での WPA2 パーソナル用いた端末と AP 間の認証処理が完了するまでの時間を測定した。

## 2 ハンドオーバー時の通信不能時間

端末が急にハンドオーバーを行い、新しい AP との接続を始める場合、新しい AP と端末間で、端末とのアソシエーション処理、認証、IP アドレスの割り当てを行う必要がある。この通信では、端末が AP よりビー

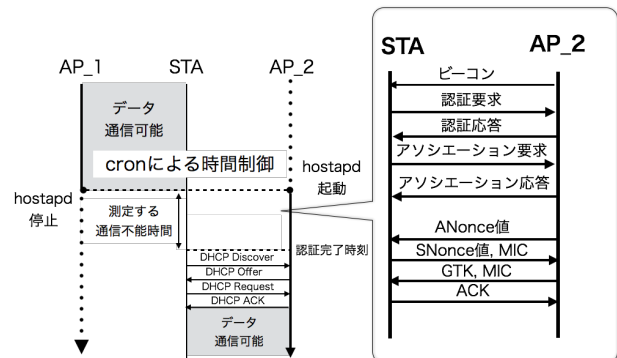


図 1: 認証方式 WPA2-PSK を用いた測定環境でのハンドオーバー時のアソシエーション処理と認証処理

コンパケットを受け取った後、WPA2 パーソナルを用いる場合、DHCP のやり取りを含めて 6 往復のフレーム送信が行われる。

本稿では、端末が前にいた AP との通信喪失から、WPA2 パーソナルでの認証終了までを通信不能時間とし、実験により複数端末同時ハンドオーバーでの通信不能時間を測定する。

## 3 複数端末の同時ハンドオーバー時の通信不能時間の測定

### 3.1 測定環境

10 台の小型 Linux マシン Raspberry Pi 3 を使用し、そのうち 2 台を AP、残り 8 台を端末として実験した。Raspberry Pi 3 には、2.4GHz に対応する IEEE 802.11b/g/n チップが搭載されている。AP 用の機器では hostapd (アksesポイントデーモン) を動作させる。

### 3.2 測定方法

端末と接続している AP の hostapd を停止させると同時に、もう一つの AP を起動させた。この時、ハンドオーバーを行った端末のうち、最も長い通信不能時間を測定した。1つの AP で hostapd を停止させた時、

Measurement of disconnection periods caused by simultaneous handover of multiple stations in a wireless LAN that uses dynamic channel reallocation

Daiya WATANABE<sup>†</sup>, Susumu ISHIHARA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Shizuoka University

<sup>‡</sup>College of Engineering, Academic Institute, Shizuoka University

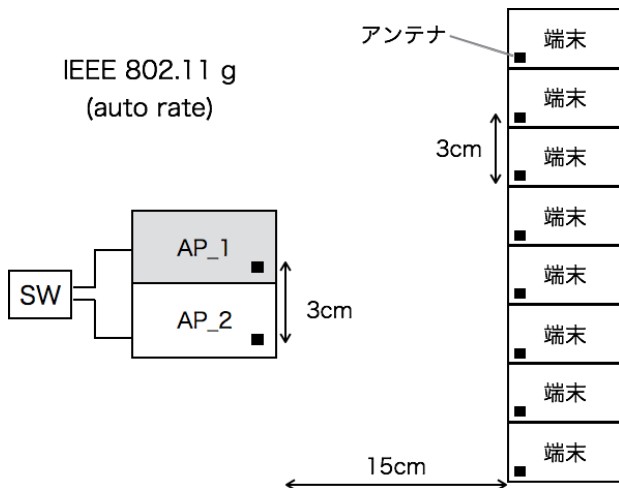


図 2: 測定時の端末配置

もう一つの AP での起動を同時に行うため、cron を用いて 2 つの AP の時刻を事前に NTP で同期させておき、cron を用いて 2 台の AP での hostapd の停止、起動を同時に行わせた。また、各端末が AP との接続を失った時に、動的に再接続を行わせるため、指定した AP と接続可能な場合、接続要求を行わせるネットワーク接続マネージャ Wicd を利用した。測定は、接続する端末数を 1 台から 8 台までに変更して行った。

端末及び AP の配置は、隣接した AP 2 台に対して、アンテナが向き合うようにすべての端末を図 2 のように配置した。通信規格 IEEE 802.11g で通信を行い、AP の認証方式は WPA2-PSK を利用した。各 AP はビーコンを 100ms 間隔で送信し、それぞれチャンネル 6 とチャンネル 13 を使用した。なお測定は、深夜の大学の研究室で行い、AP に用いるチャンネルはバックグラウンドでの通信がほとんどない状況で実験した。アソシエーション、IP アドレス割り当て以外のトラフィックは発生させずに計測を行った。

### 3.3 結果

複数端末による同時ハンドオーバー発生時の端末の最長通信不能時間の平均値を図 3 に示す。接続端末数の増加に伴って端末の最長通信不能時間の平均も増加しているが、接続端末数が 7 台、8 台の時には値が急激に増加している。また、端末の通信不能時間のばらつきも激しく、最長通信不能時間が 2 分近くなるものもあった。これは、接続端末数が多い場合は、接続端末数が少ない場合よりも、無線チャンネル上での競合が頻発し、接続処理や認証フレームの再送を行わなければならない場合が増え、再送タイムアウトの待ち時間により、通信不能時間が長くなった可能性が考えられ

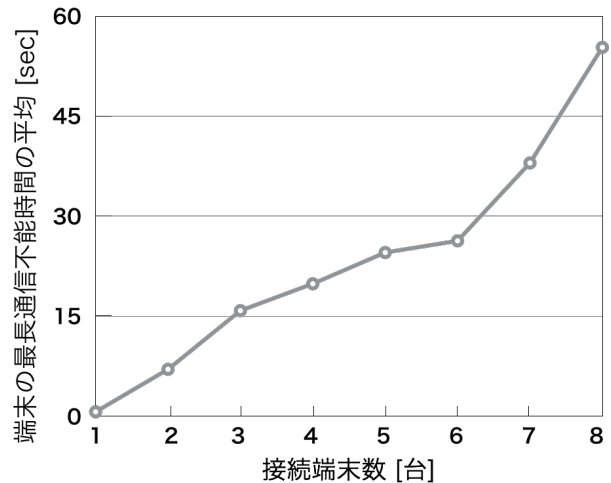


図 3: 複数端末同時ハンドオーバー時の端末の通信不能時間平均

る。このことから、複数端末の同時ハンドオーバーは、端末での通信に影響を大きく与えていたと言える。また、端末 1 台でのハンドオーバーは平均 0.72sec で行われているのに対し、接続端末数が 2 台での最長通信不能時間はその約 10 倍に増加している。これより、同一チャンネル上での競合がアソシエーション処理の終了を遅らせたと考えられる。

## 4 おわりに

複数端末同時ハンドオーバーが端末の通信に与える影響を、複数の端末が同時にハンドオーバーを行った時の通信不能時間の測定実験によって調査した。実験では、1 台の端末がハンドオーバーした時よりも、複数の端末が同時にハンドオーバーした時の方が、格段にアソシエーション処理に要する時間が長くなり、複数端末の同時ハンドオーバーの影響で通信不能時間が増加することを示した。今後、端末間距離が長い場合、無線 LAN 高速認証技術 FILS[2] を利用した場合の振る舞いについて検証予定である。

## 参考文献

- [1] 村上航大, 榎田裕樹, 真野 浩: Radio over Fiber を使用した多アンテナミリ波無線通信システムにおける動的チャンネル割り当ての効果, 信学技報, MWP 研究会, Vol.115, No.433, pp.193-198 (2016) .
- [2] 真野浩, 森岡仁志, 上原哲太郎: 無線 LAN 高速認証 FILS (Fast Initial Link Setup) の実装及び多重アクセス評価, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, vol.2013, pp.1634- 1639 (2013) .