

# ネットワーク主導強制ハンドオーバーによる 無線LAN 負荷分散に関する検討

吉田智哉† 宮本剛‡ 黒田正博‡ 石原進†  
† 静岡大学工学部 ‡ 情報通信研究機構

## 1 はじめに

CSMA/CA を基本とする MAC プロトコルを使用する無線 LAN のアクセスポイント (AP) が提供する無線通信資源は、その AP に接続する移動端末 (MD) によって共有されるため、MD の増加に伴いスループットは低下する。そのため、同一地域で複数の AP が使用可能な場合、AP の負荷状態に基づき適切な AP に MD を接続させるのが理想的である。

しかし、現在多くの MD は電波強度を基に最も近い AP を選択するために問題が生じる。例えば複数の AP が利用可能な MD の大半が 1 つの AP に接続した場合、負荷が高いその AP に接続してきた MD だけでなく、接続中の MD にも悪影響を与えてしまう。

以上の問題を解消する方式の 1 つに [1] で提案されている自律分散型の AP 選択機構がある。端末側で各 AP 毎に獲得可能なスループットを予想し、その値が最大になる AP を選択する方式である。しかし、様々なフローが発生した場合には端末側で最適な AP を選択するのではなく、ネットワーク側で各 MD が接続する AP を選択し、その AP に MD を強制的にハンドオーバー (HO) させる方式が有効であると考えられる。[2] では VoIP 環境において AP を統合制御するコントローラが最適な AP に接続するよう MD に指示する。また、コールアドミッション制御により要求した帯域が確保できない場合に AP が MD の接続を拒否し、帯域が十分確保できる AP への接続を促している。

本論文は [2] と同じようなコンセプトを持つが、VoIP に限らず多種の帯域幅を持つ通信中の MD に対し、AP の負荷状況に応じて同一地域をカバーする隣接 AP へ強制的に HO させて AP の負荷分散をより積極的に行う方式を提案し、具体的な実現方式について検討する。

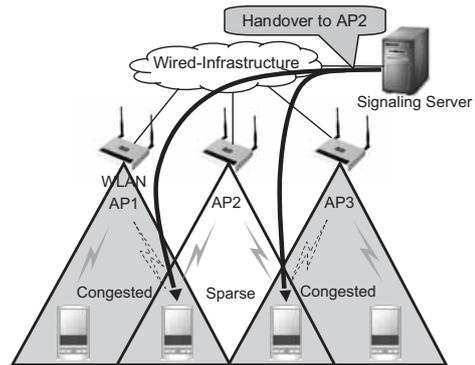


図 1: 想定環境

## 2 ネットワーク主導 HO による負荷分散

本論文で提案する無線 LAN 負荷分散方式は特定の AP に無線 LAN の負荷が集中するのを防ぎ、エリアを共有している周りの AP に負荷を分散させることを目的とする。具体的には図 1 のように同一地域に複数配置された別々の AP に接続している各 MD において、AP の混雑等によるスループットの格差を解消し、フローの公平性を確保する。本方式は (i) AP からの定期的な報告を基に負荷を計算する AP 負荷の導出と (ii) 各 AP の負荷を基に、負荷の高い AP から低い AP へ強制 HO させる MD をネットワークからの指示により動的に割り当てる処理の 2 つから構成される。

### 2.1 負荷評価値の計算

ここでは負荷評価値を AP に MD が集中することによるスループットの低下、無線 LAN 上で MD が送信したフレームの衝突数の増加具合などを数値化したものと定義する。負荷評価値の計算は、無線アクセスネットワークインフラを構築するインフラ側で提供されるシグナリングサーバ (SS) が各 AP から定期的に報告される測定値を基に行うこととする。負荷評価値として利用する値の候補はいくつか考えられる。以下、負荷評価値の候補について検討する。

- (1) AP に接続している MD の数

A study on load sharing of Wireless LAN by network initiative handovers

Tomoya Yoshida†, Goh Miyamoto‡, Masahiro Kuroda‡ and Susumu Ishihara†

†Faculty of Engineering, Shizuoka University ‡National Institute of Information and Communications Technology

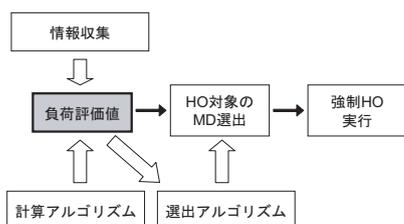


図 2: 処理の流れ

- (2) 直近の測定間における AP 配下の全 MD に対する送受信バイト数の和
- (3) 直近の測定間における AP 配下の全 MD に対する送受信フレーム数の和
- (4) AP のチャンネル占有率：直近の測定間における AP 配下の全 MD に対するエラーを含む全送受信フレームにおける，フレーム送受信時間/ビットレートの和．
- (5) 直近の測定間における AP 配下の全 MD に対する送受信フレームエラー率

(1),(2),(3) に関しては，AP の負荷評価値を MD 毎に収集可能な値の和として表現できるので，後述する強制 HO 対象の MD 選出が容易に行えるという利点がある．しかし，(1) では個々の MD のトラフィックが反映されない点，(2),(3) ではフレーム送信時におけるビットレートが考慮されていないため，各 MD の AP との通信時間が反映されないという問題がある．

(4) ではビットレートや占有時間を反映している点から (1)～(3) よりネットワークの状況を的確に表す負荷評価値を得ることができると考えられる．なお，移動先の AP においてビットレートの予測が可能であれば，チャンネルの占有時間を反映している点から (1)～(3) の方式と同様に AP の負荷評価値  $A$  を  $M_i$  の和として表現できる．

(5) ではフレームエラー率が高いことがそのまま AP の混雑具合を表すことができる点から (4) と同様に精度の高い負荷評価値を得ることができると考えられる．しかし，MD 毎に測定可能な値の和として負荷評価値を得ることができないので，強制 HO 対象の MD の選出においては，各 MD の AP に対する負荷評価値の寄与分の計算に特別の配慮が必要である．

## 2.2 強制 HO 対象 MD 選出方式

2.1 での各 AP の負荷評価値に基づき強制 HO 対象の MD を選出し，HO を開始させる．MD の選出ならば HO の開始指示はシグナリングサーバが行う．シグナリングサーバは各 AP の負荷状況を基に負荷の高い AP 下の MDの中から強制 HO させる MD を選出し，同一地域をカバーするの負荷の低い AP へと強制

的に HO させる．以下， $MD_i$  が接続中の AP に与えている負荷評価値を  $M_i$  とする．2.1 の (1)(2)(3)(4) のように負荷評価値  $A$  を  $M_i$  の和で表すことができる場合においては，以下の手順で強制 HO 対象の MD を選出する．

1. 閾値を  $\alpha$  として，エリアを共有する隣接 AP の中から  $A - \alpha$  より小さい  $A$  を持つ AP を探す．この AP を注目 AP と呼ぶことにする．
2.  $U = A_h + \sum_{j=1}^M (A_j^l) / (m + 1)$  としたとき，注目 AP からの HO 先の候補となる AP<sub>j</sub> に対し，AP<sub>j</sub> と接続可能で， $U - A_j^l$  に近い  $M_i$  を持つ MD を HO させる対象として選出する．
3. もし 1 つの MD の  $M_i$  のみで明らかに  $U - A_j^l$  に満たないのであれば，複数の  $M_i$  の和が  $U - A_j^l$  となるように MD を  $M_i$  の高いものから選出する．

(5) では負荷評価値  $A$  を  $M_i$  の和で表すことができず， $M_i$  を MD 選出方法の判断材料として用いることができない．よって，MD の直近の測定間における送受信フレーム数とエラーになったフレーム数をそれぞれ HO 先の AP の送受信フレーム数とエラーになったフレーム数に足し合わせることで，MD の HO 後の移動先 AP での送受信フレームエラー率を推定することができる．全ての HO 対象候補の MD について，以上の方法で HO 先の AP の負荷評価値を求め，HO によって隣接 AP の負荷評価値が平準化される MD を選出する．

MD の通信状態によっては同一の MD が連続して強制 HO の対象となる可能性がある．そこで，一度強制 HO させた MD には一定期間 HO 対象として選出されないようにする．

## 3 まとめ

本論文ではネットワーク主導 HO による無線 LAN 負荷分散方式について提案した．提案方式は SS が各 AP の混雑状況を監視し，その負荷評価値の状態によって適切な MD を負荷の高い AP から低い AP へ強制 HO させることにより無線 LAN の負荷を分散させる．

今後，計算機シミュレーションによる評価を行い，本提案の有効性を確かめる．

## 参考文献

- [1] 福田豊，福田淳平，尾家祐二：“無線 LAN における自律的なアクセスポイント選択方式-浸透性と強靱性の検証-”，電子情報通信学会 技術研究報告，NS2003-283，IN2003-238，pp. 155-160，(2004)．
- [2] 黒川英貴，三谷幸生，斉藤高士，宮本玲，横尾威一郎：“無線 LAN システム「UNIVERGE WL シリーズ」”，NEC 技報，VOL. 57，No. 5/2004，pp. 85-89，(2004)．