

高密度無線LANにおけるプローブ情報の共有を用いたアクセスポイント選択方式

猪野湧斗[†] 木村成伴[‡]

[†]筑波大学情報学群情報メディア創成学類 [‡]筑波大学システム情報系情報工学科

1 はじめに

キャンパスやオフィスなどでは、同一のSSIDを持つ複数の無線LAN AP (Access Point) が高密度に設置されている場合がある。端末が複数のAPに接続可能な場合には、信号強度が最も強いものが選択されることが一般的である。しかし、信号強度は強いが混雑しているAPよりも、信号強度は弱いが負荷の小さいAPに接続する方がよい場合も考えられる。

既存のAP選択方式は集中型と分散型に大別される。集中型は中央集権的なサーバが端末とAPの接続を管理し、大局的に接続の最適化を行う方式である。端末が新しくAPに接続する度にサーバによる処理が必要になるため、巨大なシステムではそのオーバーヘッドが懸念される。一方で分散型は、中央サーバを必要とせず、各端末が自律的に接続するAPを選択する方式である。本論文では分散型を対象とする。

分散型の方式として、例えば、文献 [2] は接続中のAPの利用可能な推定帯域 (ABE: Available Bandwidth Estimation) を上り/下りのリンクから算出する。そして、ABE 対要求帯域の比が閾値を超えた場合に、IEEE802.11 のアソシエーションにおける Probe Request/Response フレームを用いて、接続候補のAPに図2の手順でプローブを行う。そして、その際にかかった一連の通信時間から候補APのABEを算出して、より大きいABEを持つAPを選択する。

文献 [3] のSTOOP (STOchastically-dOminant AP selection) では、接続中のAPと接続候補のAPにプロービングパケット列を送付し、それらの遅延を計測する。そして、これらの結果を、経済分析法である一次確率優位 (FSD: First-Order Stochastic Dominance) によって比較し、APを切り替えるか否かを決定する。

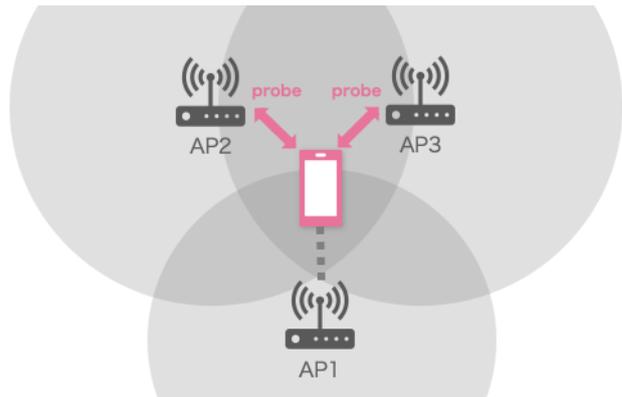


図1: 端末が複数のAPに接続可能な例

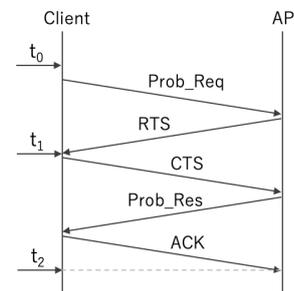


図2: Probe Request/Response と CTS/RTS を利用したプロービングの一連のシーケンス

しかし、図1に示すように、接続中のAP1に加えて、接続候補 (AP2, AP3) が複数ある場合は対応できなかった。そこで、著者らは複数の接続候補をプローブし、平均伝搬遅延が最小となるものと接続中のAPを比較することを提案している [1]。

2 提案方式

前章の方式では、複数の端末がほぼ同時に移動し、それぞれの端末が一斉にプローブすると、正しい応答時間が測定できない恐れがあった。そこで本章では、プローブ情報を端末間で共有すること提案する。

Access Point Selection Method Sharing Probe Information for High-Density WLANs

Yuto Ino[†] and Sigetomo Kimura[‡]

[†]College of Media Arts, Science and Technology of Informatics, University of Tsukuba

[‡]Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

端末はまず接続中の AP に候補 AP に対するプローブ結果を問い合わせ、プローブ結果が得られた場合、その結果をもとに接続する AP を決定する。すべての候補 AP のプローブ結果が得られなかった場合、すべての候補 AP にプローブを行い、その結果を接続中の AP に保存してから、後述の方法で AP を切り替える。

AP からプローブ結果が得られなかった場合は、端末は図 2 の手順でプローブを行い、ABE を計測する。ここで、端末は CTS/RTS を用いて通信するものとする。Probe Request フレームが端末の送信バッファに入った時刻を t_0 とし、AP から RTS が返ってきた時刻を t_1 、ACK を送り終わった時刻を t_2 とすると、ABE は次の式で求められる [2]。

$$ABE = \frac{S_{DATA_MAX}}{\frac{t_1 - t_0}{2} + (t_2 - t_1) - \frac{S_{Probe_Res}}{r_{DATA}} + \frac{S_{DATA_MAX}}{r_{DATA}}}$$

ただし、 S_{DATA_MAX} 、 S_{Probe_Res} 、 r_{DATA} はそれぞれ最大 MAC フレームサイズ、Probe Response フレームのサイズ、データレートを表す。これを 10 回計測して、その平均を有効な ABE とする。その結果を接続中の AP に送信し、AP はこれを一定期間保存する。

各候補 AP の ABE が得られた後は、その値で重み付けした確率で、接続する AP を決定する。例えば、候補 AP1 の ABE が 1.0Mbps、候補 AP2 の ABE が 3.0Mbps の場合、接続する AP は、25%の確率で AP1 に決定し、75%の確率で AP2 に決定する。

3 評価実験

図 3 に実験シナリオを、表 1 に実験条件を示す。AP1 から AP4 の 4 台の AP をそれぞれ (0, 50), (20, 100), (-10, 110), (-30, 80) の位置に配置し、スポット #1, #2, #3 をそれぞれ (0, 10), (0, 100), (-40, 100) の周辺とする。N 台の端末がスポット #1, #2, #3 を 5 時間巡回し続け、#3 から #1 に戻るときは (-30, 40) を経由する。各端末の移動速度は予め 0.6m/s から 1.4m/s までのランダム速度で固定される。ただし、各スポットでは毎回 0s から 5s のランダム時間だけ一時停止する。ノード数やプローブ結果保存期間を表 1 のように変化させ、発生した総プローブ数を提案方式と文献 [2] の方式とで比較する。

4 まとめ

本論文では高密度無線 LAN においてプローブ情報を共有することでアクセスポイントを選択する方式を提案した。今後は、シミュレーション実験を行い、提案方式の評価を行う。

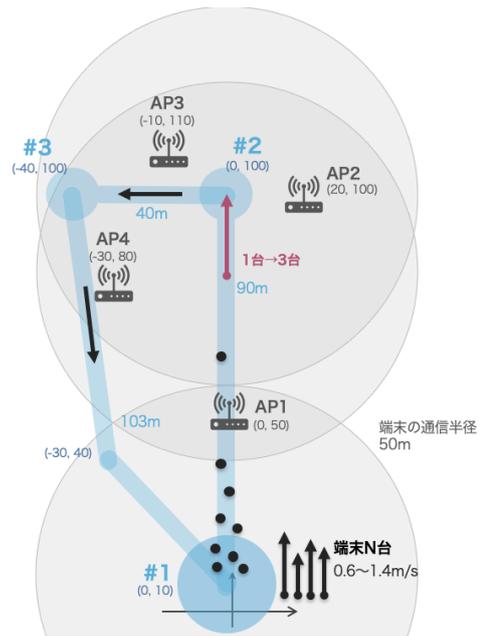


図 3: N 台の端末が 3 つのスポットを巡回するシナリオ

表 1: 実験条件

パラメタ	値
ノード数	1, 2, 5, 10, 20, 40, 60, 80
ノード移動速度	[0.6m/s, 1.4m/s] の範囲でランダム
ノード通信半径	50m
通信規格	IEEE802.11g
最大フレームサイズ	2304 オクテット
データレート	12Mbps
CTS/RTS	有効
プローブ結果保存期間	1s, 2s, 3s, 4s, 5s
シミュレーション時間	5 時間

参考文献

- [1] 久保田啓介, 木村 成伴, “企業内高密度無線 LAN における確率優位を用いたアクセスポイント選択方式,” 情報処理学会第 80 回全国大会講演論文集, Vol. 2018, No. 1, pp. 209–210, 2018.
- [2] Tingting Sun, Yanyong Zhang, and Wade Trappe, “Improving Access Point Association Protocols Through Channel Utilization and Adaptive Probing,” IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 15, No. 5, pp. 1157–1167, 2016.
- [3] Yu Bai, Mehmet C. Vuran, Demet Batur, and Steve Goddard, “Stoop: Stochastically-Dominant Access Point Selection in Enterprise WLANs,” Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP), pp. 1–8, 2017.