

通信トラヒックを考慮した可動式無線 LAN アクセスポイントの提案

小林 祐斗[†] 八木 佑侑季[‡] 高橋 淳二[†] 戸辺 義人[†]

青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科[†]

青山学院大学大学院理工学研究科理工学専攻知能情報コース[‡]

1. はじめに

現在、スマートフォンやタブレット端末等の無線 LAN を使用する端末が増加傾向にあり、無線 LANAP（アクセスポイント）の設置数も増加傾向にある。しかし、AP の配置には利用者の細かい位置まで考慮されていないため、通信スループットが最大になるとは限らない。そこで本研究では、通信スループットが高くなる位置に AP 自身が移動するというシステム CHASA を提案、実装し、基本性能を評価する。

2. 関連研究

無線 LAN でのスループットを向上させる研究として、電波干渉を起こさないように AP の配置を最適化させる研究¹⁾がある。しかし、この研究は、利用者の位置を考慮していないため、スループットが最大になるとは限らない。

また、指向性の高い電波を端末に向けて送ることで電波強度を向上させるビームフォーミング²⁾という技術がある。しかし、電波を送る範囲が限定されるため、全端末のスループットを最大化できるわけではない。

3. CHASA の設計

CHASA の主要な機能は(1) クライアントの位置推定、(2)通信トラヒックの測定、(3)最適位置の計算、(4)移動型 AP の制御の4つとし、これらの処理を定期間隔 T_u の頻度で行う。図1に、CHASA の処理の流れをフローチャートで示す。

ここで、以下を定義する。

C_i : i 番目のクライアント

n : クライアントの数

(x_i, y_i) : C_i の xy 平面上の位置

B_i : 単位時間当たりの通信トラヒック量

最適位置の計算では、CHASA に接続しているすべての AP のスループットが高くなる位置を求める。

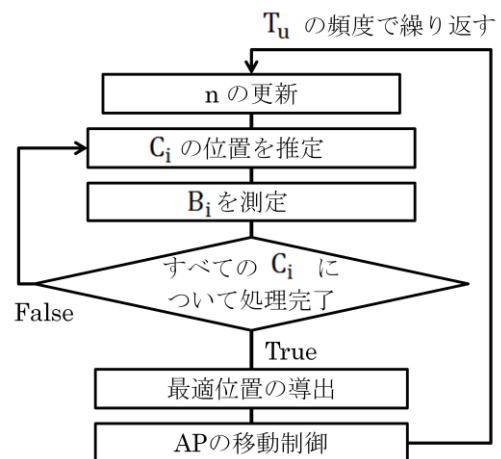


図1 CHASA のフローチャート

基本的に AP とクライアントの距離を短くすればスループットは高まるが、通信トラヒックがスループットに達していない場合は現在の位置で通信効率率は最大であるため、距離を短くする必要はない。そのため、ある地点でどのくらいの通信ができるかを表すスループットの値を求める必要があるが、この値はクライアントの電波受信能力やマルチパス等の外部的要因が大きく影響するため、実世界で測定することは容易ではない。そこで、CHASA では、 B_i を質量と見なした重心を最適位置とし、以下の式で表す。

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i B_i}{\sum B_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum y_i B_i}{\sum B_i}$$

ここで、 $(\bar{X}, \bar{Y})$ が最適位置の座標となる。

移動型 AP の制御では、移動型 AP の可動域であるレール上で、計算された $(\bar{X}, \bar{Y})$ にもっとも近い位置まで移動する制御を行う。

4. 実装

CHASA は、本体に RaspberryPi Model B（以下、RaspberryPi）を使用し、AP の機能を付けるため BUFFALO 社の無線 LAN アダプタ WLI-UC-GNM2 と無線 LAN デーモン hostAPD を用いた。また、移動できるようにするため、RaspberryPi にモータをつないで制御できるようにした。（図2）

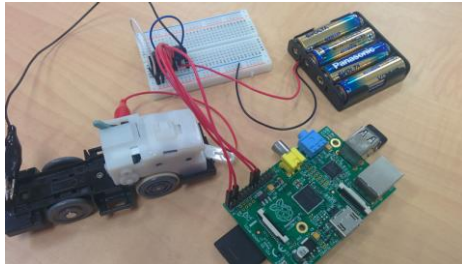


図2 実装した CHASA の移動 AP

4.1.クライアントの位置推定

クライアントの位置推定には、受信強度を用いた三点測量方式を使用した。この方式は最低でも 3 つの AP が必要であるため、移動 AP 以外に 2 つの位置推定用の AP を用意した。

4.2.AP の移動制御

移動 AP の位置は実空間上で測定しているわけではなく、初期位置からの移動コマンドの入力時間によってアプリケーション内で移動 AP 自身の位置を保持している。移動 AP を長時間動作させるためには、キャリブレーションが必要になる。

5. 評価実験

5.1.実験

端末 A, 端末 B, 端末 C を用意し、それぞれ AP を介して 20MB のファイルをダウンロードし、そのダウンロード時間からスループットを測定する。端末 A にはノートパソコン、端末 B と端末 C にはスマートフォンを使用している。

実験は全部で 4 パターン行い、実験 1 では CHASA, 実験 2 から 4 では固定 AP を使用する。実験 1 の配置を図 3, 実験 2 から 4 の配置を図 4, 図 5, 図 6 に示す。

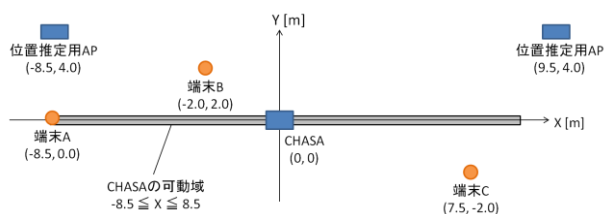


図3 実験 1 の配置

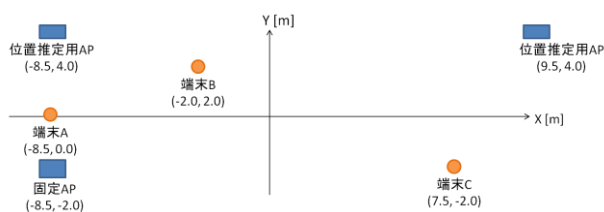


図4 実験 2 の配置

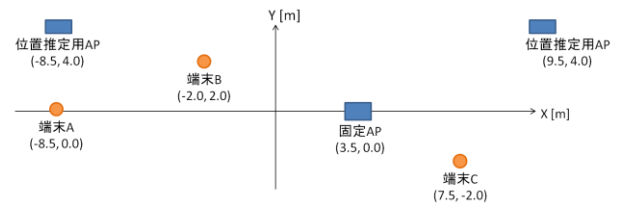


図5 実験 3 の配置

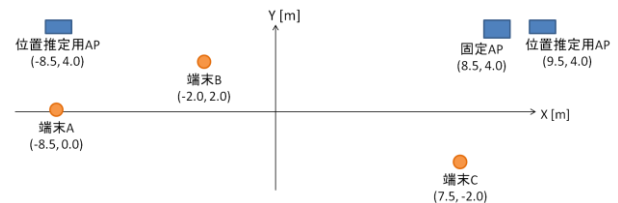


図6 実験 4 の配置

5.2.評価

CHASA を用いた実験 1 と、固定 AP を用いた実験 2 から 4 の計測結果を表 1 に示す。CHASA を用いた場合は通信を行っている端末の近くへ移動するため、端末間のスループットの差は大きくならないが、固定 AP の場合は距離が離れているとスループットも減少していることがわかる。

表 1 実験毎のスループットの比較 (単位 Mbps)

	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4
端末 A	18.54	19.78	19.21	18.75
端末 B	17.71	16.50	17.44	14.27
端末 C	15.44	7.78	17.46	18.08
平均*	17.13	12.52	18.00	16.79

(*調和平均)

6. むすび

本研究では、AP 自身が接続しているクライアントに近づくことでスループットを向上させるシステム CHASA を提案した。CHASA により、AP が固定されている環境よりも高いスループットを提供する可能性が示せた。

参考文献

- 1) Y. Lee, K. Kim, and Y. Choi, "Optimization of AP placement and Channel Assignment in Wireless LANs", LCN 2002. 27th Annual IEEE Conf. on Local Computer Networks, IEEE Computer Society, November 2002, pp. 831-836.
- 2) A. B. Gershman, N. D. Sidiropoulos, S. Shahbazpanahi, M. Bengtsson, and B. Ottersten, "Convex Optimization-based Beamforming: From Receive to Transmit and Network Designs", IEEE Signal Processing Magazine, 2010.