

トラヒックの種類を考慮した移動式アクセスポイントの提案

小林 祐斗[†] 高橋 淳二[‡] 戸辺 義人[‡]

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[†]

青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科[‡]

1. はじめに

近年、無線 LAN 機能を搭載したモバイル端末の普及により、無線 LAN AP (アクセスポイント) の通信環境を改善する様々な研究が行われている。多くの研究では AP が固定された状態を前提にしていたが、我々はすでに移動式 AP を設計し、通信環境に応じて動的に最適化を行うシステムを提案している¹⁾。しかし、このシステムはユーザが発生させるトラヒックの種類まで考慮されていないという問題点があった。そこで本研究では、ユーザのトラヒックの種類を考慮して通信環境の最適化を行うシステム CHASA を提案する。本論文では、CHASA の設計、実装、システムの評価結果について述べる。

2. 関連研究

最小限の移動コストで電波強度を最大化する位置に AP を移動させるという研究がある²⁾。この研究はコンピュータによるシミュレーションで行われているため、実際のトラヒックを考慮していない。

また、トラヒックフローの特徴量を測り機械学習を用いて分類を行う研究がある³⁾。本研究では、この方法を用いることでトラヒックの種類を分類し、それに応じた最適な AP の動きを可能にする。

3. CHASA の設計

3.1 定義

MA : Movable AP (移動式 AP)

C_i : クライアントノード ($i=1\sim N$)

W_i : トラヒック種類毎の重み

T_u : 最適位置の更新間隔 [s]

3.2 CHASA の概要

CHASA は、MA に接続しているすべてのクライアントのトラヒックを考慮して動的に最適位置を更新していくシステムである。このとき MA は

Proposal of a Movable WiFi Access Point Considering Traffic
Yuto KOBAYASHI, junji TAKAHASHI, Yoshito TOBE/
Aoyama Gakuin University

常に最適位置への移動を行い、 T_u の間隔で最適位置の更新を行う。 T_u の間に発生したトラヒックをトラヒックフローとし、このときの特徴量を用いて各クライアントのトラヒックの種類を分類し、それに応じて最適位置に用いる重みを変更する。次節から各機能について述べる。

3.3 MA の最適位置

MA の最適位置は、通信スループットにトラヒック種類別の重みを掛けたものの合計が最大になる位置とする。

$$\max \sum_{i=1}^N W_i Th_i \quad (1)$$

このとき、 Th_i を C_i の通信スループットとする。 Th_i は MA の位置によって変動し、さらに、自由空間上では距離の二乗に比例して減衰することが知られている。そのため、 Th_i は MA と C_i の距離の関数であると考えられることができる。ここで、MA と C_i の距離を d_i とする。

実際の環境では自由空間上と比べ減衰率が変化することが考えられるので、実験を行い d_i と Th_i の関係を表すモデル式を作成した。

$$Th_i = k_i d_i^{-\alpha} + e \quad (2)$$

ここで、 α は受信端末により変動する可変パラメータである。本研究では実測により $\alpha = 0.05$ となる端末を用いている。

3.4 最適位置の更新

CHASA では最適位置を求めるために式(1)を用いるが、この式は非線形のため解析的に解くことは容易ではない。そのため、CHASA では山登り法により近似値を求める。具体的な擬似コードを図1に示す。ここで、*neighbor*関数は現在の位置の周辺の位置を返し、*eval*は(1)式の目的関数とする。

```
bestEval ← -∞
for x in neighbor(currentPosition)
  if (eval(x) > bestEval)
    bestEval ← eval(x)
  bestPosition ← x
```

図1. 最適位置更新アルゴリズムの擬似コード

3.5 トラフィックの種類分類

トラフィックの種類を分類するため、実際のトラフィックデータから学習を行い、決定木による分類モデルを作成した。分類するトラフィックの種類は、「Video」「VoIP」「Web」「Others」の計4種類とする。決定木の作成にはPythonの機械学習ライブラリであるscikit-learnを使用した。scikit-learnは機械学習のアルゴリズムとして、CARTを最適化したものを採用している。CARTの特徴としては、特徴量が数値の場合にも対応していることが挙げられる。実際に得られた分類モデルを図2に示す。

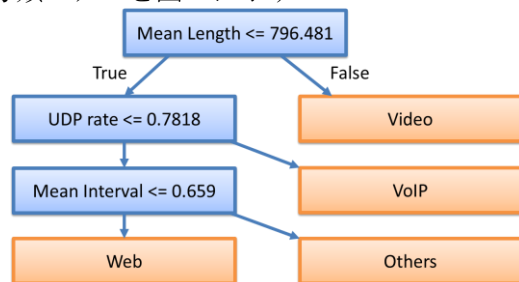


図2. 決定木による分類モデル

図2で用いられている特徴量を以下に示す。

Mean Length : パケット長の平均

UDP rate : UDP パケットの割合

Mean Interval : パケット到着間隔の平均

時間 T_u でのトラフィックを1つのフローとして扱い、フローの終了と同時にそのフロー内の上記の特徴量を用いてトラフィックを分類する。 T_u は長さに比例して精度が上がっていくが、 T_u が長いと最適位置が更新されるまでの時間も遅くなるため、本来の最適位置とMAの位置のずれが増加してしまう。これを踏まえて、本研究では T_u を10[s]とする。

4. 実装

CHASAは、本体にRaspberryPi Model Bを使用し、BUFFALO社の無線LANアダプタWLI-UC-GNM2と無線LANデーモンhostAPDを用いてAPとして動作するようにした。また、移動できるようにするため、RaspberryPiにプラレールのモータを接続し、レール上を移動制御できるようにした。

5. 評価実験

5.1 実験環境

CHASAの性能を評価するため、MAを使用した場合と、TA(従来の固定AP)を使用した場合で全てのクライアント端末のスループットを比較する。各端末で発生させるトラフィックの種類が異なるようにするため、端末1ではWebブラウジングを行い、端末2は操作せず、端末3はSkype

でのIP通話を行い、端末4はYouTubeでストリーミング動画を再生する。端末と各APの配置を図3に示す。このとき、MAの初期位置は $x=15$ である。なお、各APの性能はすべて同一である。

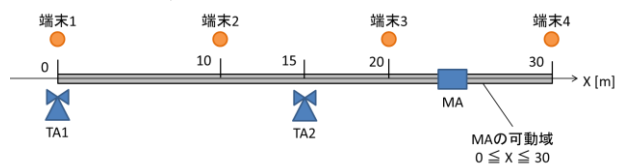


図3. APと端末の配置

5.2 結果

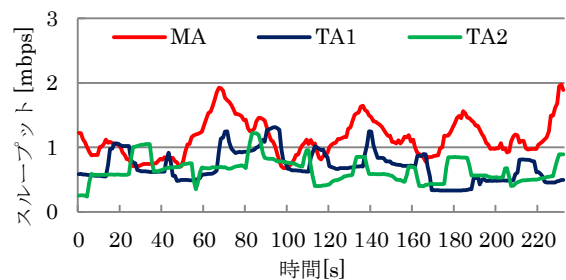


図4. 各APのスループット比較[mbps]

実験から得られた結果を図4に示す。MAとTAを比較すると、MAのスループットはTAよりも高くなっていることがわかる。MAは始めの T_u 時間は初期位置にいるためTA2と変わらない。また、TA1とTA2を比較したときにあまり差がみられないことから、動画等のトラフィックの多い端末の近くにAPがある場合は全体のスループットが上がる事がわかる。

6. むすび

本研究では、ユーザのトラフィックの種類を考慮してAPの最適位置を計算して、その位置にAP自身が移動するシステムCHASAを提案し、基本性能を評価した。今後の課題として、3.5節で述べたように、本来の最適位置とMAの位置のずれを減少させることが挙げられる。 T_u を短くすることは解決策の1つであると考えられる。

参考文献

- 1) 小林祐斗, 高橋淳二, 戸辺義人, “CHASA: 通信トラフィックを考慮した無線LANアクセスポイント移動システム”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02016)シンポジウム, 2016.
- 2) D.Karvounas, K.Tsagkaris, and P.Demestichas, “Position Optimization for Moving Access Points”, Future Network and Mobile Summit 2010 Conference Proceedings, IIMC International Information Management Corporation, 2010.
- 3) N.Williams, S.Zander and G.Armitage, “A Preliminary Performance Comparison of Five Machine Learning Algorithms for Practical IP Traffic Flow Classification.”, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol.36, no.5, 2008.