

複数地点での Wi-Fi 制御パケット傍受を利用した屋内混雑度推定

Estimating crowd congestion using Wi-Fi control packets captured at multiple locations

B-15

田村 光 森野 博章

Tamura Hikaru Morino Hiroaki

芝浦工業大学大学院理工学研究科

Graduate School of engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

イベント会場や観光地などにおいて、ある時刻におけるある場所の混雑度をリアルタイム把握することは有益な情報となると考えられる。例えば、その場所を訪れた一般ユーザは、混雑度情報から混雑した場所の回避に利用できる。その場所の管理者としては混雑度に応じた適切な人員配置を行うことができる。混雑度を推定する既存のシステムとして、カメラを用いる手法はプライバシーの侵害になること、また、費用が高いことから普及にはいたっていない。本方式ではこれらの問題を考慮して、ユーザ端末が Wi-Fi AP との通信を行う際に送受信する制御パケットを測定対象の場所で傍受し、その受信信号強度（以降 RSSI）の時間変動から混雑度を推定する方式を提案する。

2. 既存方式の問題点と提案方式の特徴

Wi-Fi の制御パケットを傍受して推定する既存手法として、端末が AP を探索する際に送信する Probe Request を屋内に設置された複数のパケットセンサなどで取得し、その固有な MAC アドレスの数から混雑度を推定する手法が提案されている [1]。しかし、Probe Request の送信間隔は一般に 10 秒以上と大きいため、駅の通路のように歩行者が多数を占めるような場所では端末数の検知精度を向上させることが難しい。提案する方式では、対象とする場所に設置された AP と同一のサブネットに新たにサーバを用意し、AP に接続している端末に向けて、サーバから定期的に ping パケットを送信する。これを受信した各端末は一般にはサーバ宛に ping 応答パケットを送信するので、そのアドレスを収集することでその時点で AP に接続している端末数を把握することができる。さらに、AP の近傍に複数の傍受ノードを設置して、ping 応答パケットの RSSI の時間変動を追跡することで推定される各ユーザ端末の移動速度から混雑度を推定する。

3. 実験

東京メトロ有楽町線豊洲駅ホームを測定場所とし、混雑度の指標として小、中、大の 3 種を定義し、各々の混雑度の状況で筆者をユーザと見立てて移動速度の推定を行った。傍受ノードを 2 台用意し、それぞれ傍受ノード 1、2 として距離を 30m 離して設置をする。任意のユーザが使用すると想定する端末として AP との接続してある端末と接続していない端末の 2 台を所持したユーザが傍受ノード 1 の地点から傍受ノード 2 の地点へ向けて移動する。AP と ping 送信用サーバを 2 台の傍受ノードの中間地点に設置する。Wi-Fi 機器と接続してある端末と同一サブネット内のサーバからに向けて ping パケットを 1 秒毎に送信する。これらの通信を行うときの規格として IEEE.802.11g, データレート 1Mbps で実験を行う。また今回の実験では傍受ノードとして Raspberry Pi3, ユーザ端末として Galaxy

Nexus, ユーザ端末の接続する AP として

AtermWR8700N, ping 送信用のサーバとして Let's note を使用した。

4. 実験結果

各混雑状況において測定の試行を 20 回行い、移動速度の実測値と推定値を比較した結果を図 3 に示す。今回の実験で使用した Galaxy Nexus は Probe Request を 10 秒間隔で一度しか送信を行っていない。そのため、Wi-Fi 接続をしていない端末では、傍受ノードの受信した RSSI の最大値を取ったパケットの取得タイミングが傍受ノードに最も近い時に取得したパケットではないことが多いため、移動速度を推定するときに大きな推定誤差が生じていることが分かる。一方、AP 接続が有りの端末では ping パケットを受信した時のパケットが短い間隔で取得することができるため傍受ノードに最も近い時のパケットの受信を行えているため、誤差が少なく、混雑度小、中、大のそれぞれの環境で推定した速度の値の範囲が互いにはほとんど重なっていない。そのため、Wi-Fi に接続されていないユーザ端末では推定移動速度から混雑度を把握することは難しいが、Wi-Fi に接続されたユーザ端末では混雑度を高い精度で三種類に分類することが可能であると考えられる。

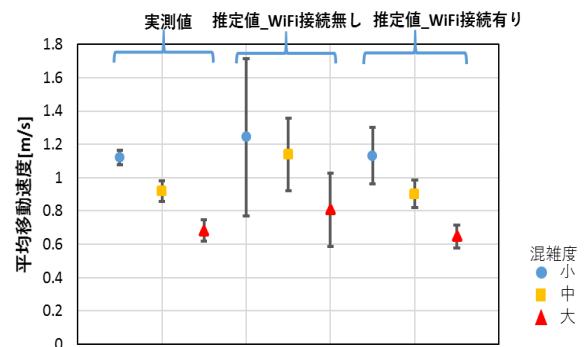


図 1: 移動速度の推定結果

5. まとめ

本論文では、ping パケットをユーザ端末に送信したときの応答パケットを傍受ノードで取得することで RSSI からユーザの進行方向及び移動速度を推定し、混雑度を推定する手法を提案した。現状は豊洲駅でしか実験を行っていないため、様々な場所でも検証を行う必要がある。

参考文献

[1] 中野隆介, 沼尾雅之, 「無線 LAN アクセスポイントへの検索要求を用いた屋内混雑度推定手法」日本データベース学会論文誌, vol.12, No.1, 2013 年 6 月