

Wi-Fi と Bluetooth パケットセンサデータを組み合わせた 滞在者実数推計システムの開発

Integrated Method for Estimating the Number of Visitors Using Wi-Fi and Bluetooth Packet Analysis

玉田拓 野矢大輔 豊木博泰
Taku Tamada Daisuke Noya Hiroyasu Toyoki

山梨大学
University of Yamanashi

1. はじめに

携帯端末の普及に伴い、端末から発信される Wi-Fi プローブパケットを取得し、分析することで人の流動を解析する研究は多く行われており、安価で高密度に設置できる観測システムが地方観光業者などから待望されている。

我々は、管理者から了解の得られた県立公園を研究対象とし、一昨年 7 月以降 10 個のセンサを設置して常時観測を行い、目視データとの組み合わせを機械学習させることにより目視地点ごとの実数推定を行った[1]。本講演では、Wi-Fi パケットの信号強度分布データを用いて端末の位置を推定し、園内滞在者の空間密度分布の推定手法を報告する。また Bluetooth (以下、BT) パケットを同時観測し、2 つのデータを組み合わせた機械学習により目視データを用いずに実数推定を行う方法について述べる。

2. 信号強度データによる滞在者空間分布推定

Wi-Fi パケットセンサは検知範囲が広範囲であり、1 つのパケットを複数センサが取得していることに着目し、端末位置(緯度、経度)に対する各センサで記録された信号強度の関係を測定した。測定したデータから各センサの信号強度を説明変数、それに対応する緯度経度を目的変数としてニューラルネット(以下、NN)モデルに学習させ、パケットの位置を推定する。学習データには、取得できた 8000 個のパケットのデータを用い、交差検定により隠れ層 7 層、各層のニューロン数を 100 個として NN モデルを構築した。このモデルを用いて日々観測している訪問者端末からの信号強度から端末位置を推定する。それらを緯度経度メッシュに分類してパケット数の空間分布を日別、時間別に算出し、地図上にヒートマップとして可視化し、Web 上で閲覧可能なシステムを作成した。図 1 にはその例を示す。園内の時間毎や日毎の特徴が面的に捉えられており、今後ランダムアドレスが増加した場合にも群流の密度変化

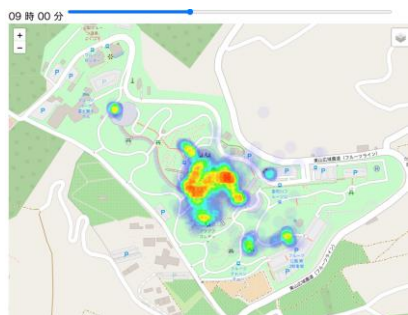


図 1 園内滞在者の空間密度分布の例

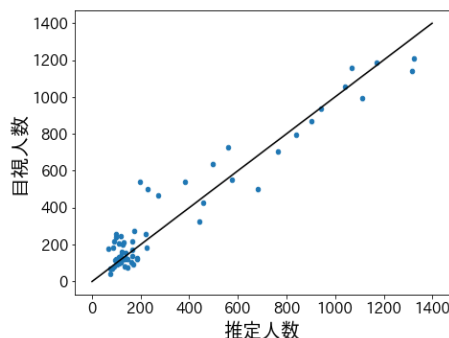


図 2 滞在者推定数と目視数の比較(40日間)の観測が可能であり、今後の利用拡大が見込める。また、センサを高密度に配置することで更なる精度向上が期待できる。

3. Wi-Fi と BT 同時観測による滞在者実数推定

近年、ほとんどの端末は BT 機能を常時稼働させており、BT パケットはセンサの検知範囲が狭範囲であるため、局所的な訪問者実数把握に有用であると考えられる。そこで、設置済みのセンサに BT パケットを同時観測する機能を搭載し分析を行った。携帯端末の所持割合を 70%として算出した推定数を目視数と比較したところ、相関係数は 0.92 とよく相関していた。これを用いて、前節の滞在者空間分布データの BT 検知範囲内のパケット数と園内全体のパケット数の割合から園内全体の滞在者実数を推定する。得られた滞在者総数の推定数と目視数との相関係数は 0.96 となった(図 2)。この方法は、目視データを用いずにシステム単体で滞在者実数推定を行うものであり、汎用的である。

5. まとめ

本報告では、Wi-Fi パケットの信号強度を用いて空間分布を推定すること、BT パケットデータを組み合わせること、目視数との照合、学習を行うことなく滞在者実数を推定するシステムを構築した。人手を借りることなく実数把握ができるシステムとして活用でき、また、センサを的確に配置すれば精度の向上が見込める。

本研究の一部は NICT 委託研究(採択番号 21404)の助成により行われた。

参考文献

[1] 玉田拓, 豊木博泰, 渡辺喜道, “Wi-Fi プローブパケットと目視データを用いた公園内の訪問者流動推定手法と効果的なセンサ配置の検討”, 第 19 回情報技術フォーラム(FIT2020) O-014, 第 4 分冊 195.