

Wi-Fi パケットセンサを用いた歩行者 OD 交通量の推定

山梨大学大学院 学生会員 ○末木 祐多
早稲田大学 正会員 佐々木 邦明

山梨大学大学院 正会員 武藤 慎一
山梨大学大学院 非会員 豊木 博泰

1. はじめに

近年新たな交通行動の調査手法として、Wi-Fi パケットセンサが注目されている。Wi-Fi パケットセンサは、低コストにセンサ間の移動の調査が可能である反面、センサ設置地点の行動しか把握できないため移動の起終点がわからないというデメリットがある。このため Wi-Fi パケットセンサは、主に行動の起終点が明確な観光行動の分析¹⁾に活用されてきた。

一方で、地方都市の中心市街地は活性化にむけて様々な対策を進めており、効果的な施策の検討や施策効果の分析のために詳細な行動を把握することが求められている。しかし、都市の行動把握に主に用いられている歩行者交通量調査では詳細な分析は難しく、アンケート調査や GPS 調査はコストが高く実施が難しいというデメリットがある。

そこで本研究では、甲府市の中心市街を対象に Wi-Fi パケットセンサを用いた中心市街地における歩行者 OD 交通量を推定する手法の構築を目的とする。本研究では、Wi-Fi パケットセンサが移動の起終点を記録できない点を考慮したゾーン間交通量の推定手法を提案する。

2. 分析フロー

本研究は、図-1 に示した流れで進める。まず Wi-Fi パケットセンサのデータより、“地点別、時間帯別の Wi-Fi パケット数”、センサ間の移動データ(経路データ)の二つのデータを抽出する。抽出した経路データ

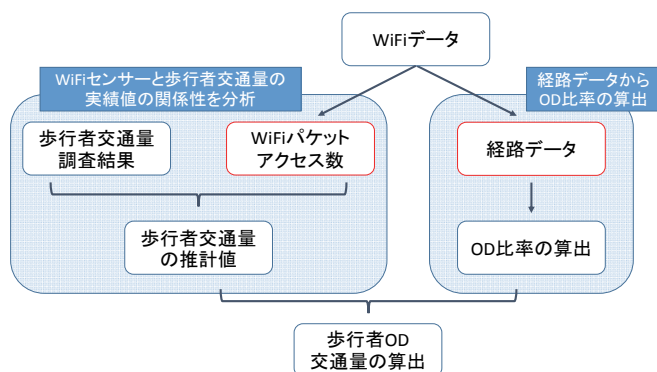


図-1 分析フロー

タからは移動の絶対数が把握できないため、経路データを用いて OD 比率の推計を行う。他のデータで絶対数を補完する必要があるため、地点別、時間帯別の Wi-Fi パケット数を用いて、センサ設置地点別の歩行者交通量を推定する。最後に、推定した OD 比率で歩行者が発生した際に、各センサで観測される歩行者交通量が Wi-Fi パケット数より推定した歩行者交通量と最も近くなる OD 交通量を算出する。

3. 歩行者交通量の推計

本研究で用いた Wi-Fi パケットセンサの設置地点は、甲府市の歩行者交通量調査地点と同地点に設置している。そこで、この調査日における Wi-Fi パケット数と歩行者交通量の関係を分析し、Wi-Fi パケット数から歩行者交通量を推計した。

Wi-Fi パケット数は歩行者だけではなく、自転車や自動車の交通量にも依存する。このため、地点別、時間帯別 Wi-Fi パケット数と歩行者交通量の散布図は、図-2 に示したように異なる相関関係の存在を示唆する図となった。基礎集計よりこれらの相関関係は地点別に異なる相関関係を持つことが把握できたため、地点別の回帰モデルにより、歩行者交通量の推計も可能である。しかし、今後新たに歩行者交通量の調査を行っていない地点にセンサを設置した際に同様の分析ができることを目的に、本研究では各地点を 3 つのクラスターに分類した後、クラスターごとの回帰モデルによる推計を行った。

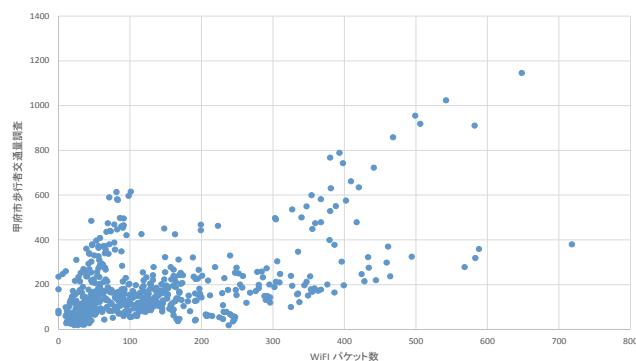


図-2 歩行者交通量と Wi-Fi パケット数の関係

キーワード Wi-Fi パケットセンシング, 中心市街地, 回遊行動, 歩行者

連絡先 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学 TEL : 055-220-8671 E-mail : g17tc010@yamanashi.ac.jp

クラスター分析は、回帰モデルベースの手法で各地点を3つのクラスターに分類した。詳細な手法・結果は割愛させていただくが、図-2で示した3つの相関関係におけるそれぞれの相関グループが各クラスターに分類された。分類されたクラスターごとに回帰モデルによる歩行者交通量の推定を行った結果、推定値と歩行者交通量調査結果との相関係数は0.92であったため、本研究では歩行者交通量の値としてこの推定値を用いて分析を行う。

4. 歩行者 OD の推計

(2) 歩行者OD比の推計方法

センサ間の移動を記録した経路データは、センサの順列として記録される。本研究では、このセンサの順列それぞれが観測された回数を用いて、OD交通量の比を推定する手法を提案する。

初めに各OD間の移動における経路データの観測確率の定式化を行う。まず、OD間でとり得る経路を列挙し、経路選択確率を距離の関数式(1)で与える

$$P(R_r|OD_{i,j}) = \frac{\exp(\alpha_{i,j} * L(R_r))}{\sum_{r=1}^R \exp(\alpha_{i,j} * L(R_r))} \quad (1)$$

R_r : 列挙された r 番目の経路

$\alpha_{i,j}$: ゾーン i, j 間における距離のパラメータ

$L(R_r)$: R_r の距離

$OD_{i,j}$ の間の経路選択確率は式(1)で与えられるため、 $OD_{i,j}$ の下での経路データの観測確率はダミー変数 $\delta(W_w|R_r)$ を用いて式(2)となる。

$$P(W_w|OD_{i,j}) = \sum_{r=1}^L \delta(W_w|R_r) \cdot P(R_r|OD_{i,j}) \quad (2)$$

W_w : w 番目の経路データ(センサーの順列)を示す添え字

$\delta(W_w|R_r)$: 経路 R_r が W_w を記録するとき1をとるダミー変数

ここで、経路データの観測された回数を $f_{w_w}^*$ と定義したとき、式(3)の関数の第二項はゾーン i, j 間の交通量が $\beta_{i,j}$ であるときの経路データの観測数を意味しているため、式(3)の関数をを最小化するパラメーター $\beta_{i,j}$ の比が、歩行者OD交通量の比を表現する。

$$G(\beta_{i,j}) = f_{w_w}^* - \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 \beta_{i,j} * P(W_w|OD_{i,j}) \quad (3)$$

(2) 分析結果

以上の流れで $\beta_{i,j}$ の推定を行ったのち、推計した歩行者OD比で歩行者が発生し、かつOD間の移動における経路は式(1)で設定した確率で選択されるという

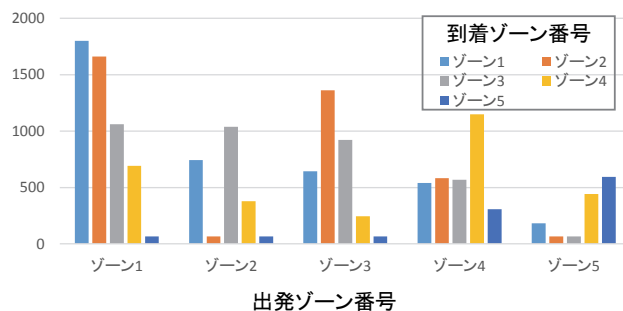


図-3 推定したOD交通量(金曜日)

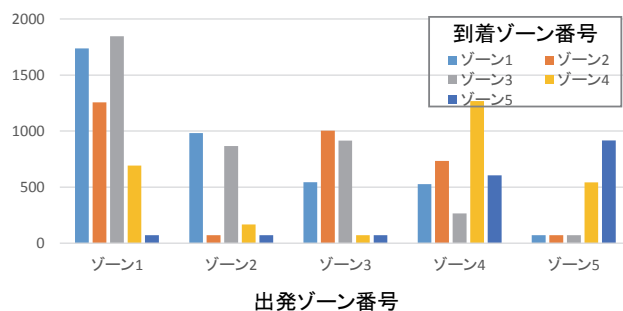


図-4 推定したOD交通量(土曜日)

仮定の下で、各センサ設置地点で観測される歩行者交通量と、3章で推計した歩行者交通量の誤差が最も小さくなるOD交通量を推定した。紙面の都合上設定したゾーンの関係性は示すことができないが、特徴的な点として甲府駅のあるゾーン1から主にオフィスの立地するゾーン2への交通量は、平日の金曜日のほうが大きく推定されていることや、居酒屋等が多く立地するゾーン4からゾーン5の交通量は土曜日のほうが大きく推定されていることがあげられる。

5. まとめ

本研究では、近年注目されているWi-Fiパケットセンサを中心市街地の分析に活用する方法として、歩行者OD交通量の推定方法を構築した。

今後の課題として、推計したOD交通量の評価、OD間における経路選択率の設定方法を改善することが挙げられる。特に経路選択率については、アンケート調査等を補完的に用いることで、実際に観測された行動を反映させていくことで、より実際の行動に即したOD推計を行うことができると考えられる。

参考文献

- 1) 壇辻 貴生, 杉下 佳辰, 福田 大輔, 浅野 光行: Wi-Fi パケットデータを用いた観光客の滞在時間特性把握の可能性に関する研究, 都市計画論文集, 52 巻, 3 号, pp. 247-254, 2017