

Wi-Fi パケットセンサを用いた市街地における歩行者流動解析に関する研究

早稲田大学 学生会員 ○武藤 夏陽

早稲田大学 正会員 佐々木 邦明

山梨大学 非会員 豊木 博泰

1. 背景と目的

スマートフォンの普及に伴い、携帯端末に関するビッグデータを用いた分析が数多く行われ、任意の地点に安価で設置することのできる Wi-Fi パケットセンサを利用した人流の把握事例が増えている。Wi-Fi パケットセンサは付近を通過した Wi-Fi デバイスを検知し、端末の移動を追うことができる。また Wi-Fi の他にも様々なモバイルビッグデータを融合した流動解析が数多く行われている。例えば、西堀ら¹⁾は、愛知県豊田市の中心市街地において、カメラによる歩行者データとモバイル空間統計とを比較した。田中ら²⁾は、沖縄本島における Wi-Fi データをもとに、アンケート調査や ETC データと比較することで流動解析を行った。また末木ら³⁾は、甲府駅周辺の Wi-Fi データと甲府市の歩行者交通量調査データをもとに、市街地における歩行者の OD 交通量の推定手法を構築した。

そこで本研究では、2018 年度より継続的に設置されている甲府駅周辺の Wi-Fi パケットセンサのデータもとに、プライベート Wi-Fi アドレスの識別手法の構築した上で、モバイル空間統計や甲府市歩行者交通量調査データと融合することで、市街地における外出人口や経路交通量、及びゾーン間移動量の算出手法の構築を目的とする。これらのデータは住民や商店街にとって有意な情報となると考えられる。

2. 対象地域と使用データ

本研究では、11 個の Wi-Fi パケットセンサが設置されており、2 年間以上に渡りデータが取得できている、甲府駅南側の ☒リアを対象とする(図 1)。また本研究では、①Wi-Fi パケットセンサ②モバイル空間統計③甲府市歩行者調査 の 3 種類のデータを使用する。甲府市歩行者交通量調査とは、Wi-Fi パケットセンサと同地点において、毎年 11 月末に 3 日間行われる人による歩行者数のカウント調査である。

3. 基礎分析

Wi-Fi パケットセンサ及びモバイル空間統計の特徴を把握するため、各データのデータ総取得数の変



図 1 対象地域

動を集計した(図 2)。Wi-Fi は付近のデバイスを検知するのに対し、モバイル空間統計はメッシュ内の滞在時間を加味した人口をカウントするという特徴の違いから、両データは異なる変動を示すことがわかる。両データを比較・融合するためには、適切なデータの処理が必要であると言える。



図 2 データ総取得数

4. プライベート Wi-Fi アドレスの識別

Wi-Fi パケットセンサは、それぞれの端末に固有な MAC アドレスと呼ばれる一意の固有識別子を記録することで端末の移動を把握することができる。しかしプライバシー保護の観点から、MAC アドレスをランダム化する様々なシステムが導入されており、2020 年 9 月にはプライベート Wi-Fi アドレスという新たなシステムが導入された。本研究ではその識別手法を構築し、MAC アドレスのベンダーコードと IEEE の規定をもとに識別可能であることを確認した。またランダム化アドレスの割合の変動から、識別手法の妥当性の確認も行った。

5. 外出入口

本研究では、Wi-Fi とモバイル空間統計の両データからそれぞれ外出入口を算出した。Wi-Fi に関しては、全てのセンサにおいて重複してカウントされる ID を除去することで算出し、モバイル空間統計に関しては、総データから出勤者と定住人口を減算することで算出した。結果を図3に示す。この図から両データが同じような変動を示していることがわかる。このデータをもとに、両データの性質の違いを考慮して平均外出時間を算出したところ、コロナウイルス拡大前後で約15%増となった。

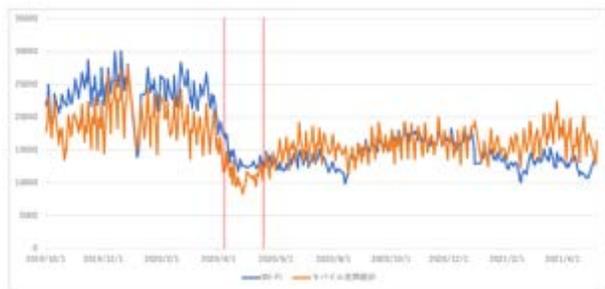


図3 外出入口

6. 経路交通量

本研究では、経路交通量の算出にあたり、対象エリア内の Wi-Fi パケットセンサで連続して観測された ID をトリップとして抽出した上で、特定の3地点において歩行者の経路交通量を算出した。その際、センサの故障によりデータの欠損がある期間においては状態空間モデルを適応することで補間を行った(式(1)~式(4))。さらに2019年の歩行者交通量調査データをもとにセンサ毎に拡大係数を求め、実際の人数に拡大推計を行った。結果を図4に示す。その後、上記の方法で求めた経路交通量を2020年の歩行者交通量調査と比較し精度の検討を行った。結果を図5に示す。この図からある程度妥当な値を示していると言える。

$$y_t = \mu_t + \gamma_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\mu_{t+1} = \mu_t + \xi_t \quad (2)$$

$$\gamma_{1,t+1} = -\gamma_{1,t} - \gamma_{2,t} - \gamma_{3,t} - \gamma_{4,t} - \gamma_{5,t} - \gamma_{6,t} + \omega_t \quad (3)$$

$$\beta_{t+1} = \beta_t + \tau_t \quad (4)$$



図4 経路交通量

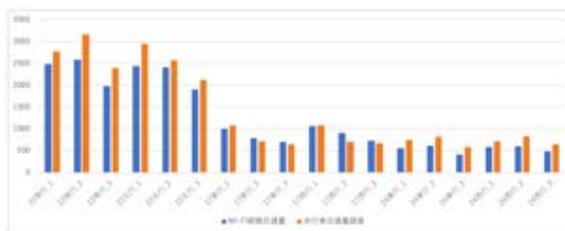


図5 精度の検討

7. ゾーン間移動量

本研究では、ゾーン間移動量の算出にあたり、対象地域を①駅前②商業施設街③飲食店街の3つのゾーンに分けた上で、前述の方法で抽出したトリップをもとに歩行者のゾーン間移動量を算出した。さらに経路交通量と同様、状態空間モデルで補正し2019年の歩行者交通量調査をもとに拡大推計を行った。結果を図6に示す。

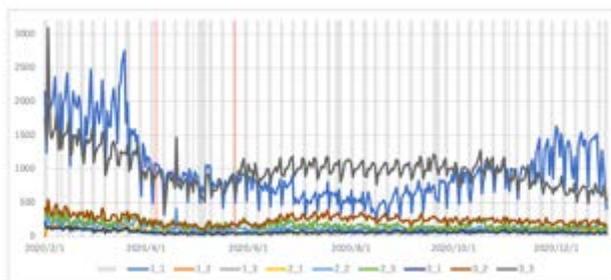


図6 ゾーン間移動量

8. まとめ

本研究ではまずプライベート Wi-Fi アドレスの識別方法を構築し、IEEEの規定をもとに識別可能であることを確認した。またモバイル空間統計からも市街地における外出入口を算出することができ、Wi-Fi による外出入口と比較することで平均外出時間の変動も分析することができた。さらに Wi-Fi データと歩行者交通量調査データを用いることで、実際の経路人口やゾーン間移動量を一定の精度をもって算出することができたと言える。

参考文献

- (1) 西堀泰英, 厳先鏞, 佐々木邦明, 加藤秀樹, 豊木博泰「交通ビッグデータを用いた地方都市中心市街地における COVID-19 感染拡大防止対策の影響分析」, 2020.
- (2) 田中謙大, 神谷大介, 福田大輔, 五百蔵夏穂, 柳沼秀樹, 菅芳樹, 山中亮「Wi-Fi パケットセンサを用いた沖縄本島における観光周遊行動の実態把握」, 日本知能情報フアジィ学会誌, Vol.31, No.6, 2019.
- (3) 末木祐多・佐々木邦明「Wi-Fi パケットセンサから得られるデータを用いた市街地における歩行者 OD 交通量の推計」, 2019.