

# Wi-Fi パケットセンサを用いた大規模レジャー施設における 人流分析

村井 大地\*, 米澤 拓郎, 河口 信夫(名古屋大学)

Human Flow Analysis at Large Leisure Facilities Using Wi-Fi Packet Sensors Daichi  
Murai, Takuro Yonezawa, Nobuo Kawaguti (Nagoya University)

## 1. 背景

動物園や水族館、遊園地などのレジャー施設において、入園者の行動を把握することは新たなマーケティングやイベント企画において重要である。一方で、Wi-Fi 機能を持つスマートフォンの普及に伴い、スマートフォンから発せられる信号を「人」とみなし、人流を計測する手法が登場してきた。スマートフォンなどの Wi-Fi 機器は Wi-Fi 基地局との接続をするために数秒から数分程度の間隔でプローブ要求をブロードキャストとしている。このプローブ要求に含まれる機器固有の MAC アドレスをもとに分析を行うことで、混雑度推定や端末ごとの人流解析を行うことができる[1][2]。

我々はこれまで、効率的な施設の運営や来場者の満足度向上のサービスの構築を目的とし、大規模レジャー施設において Wi-Fi パケットセンサを利用した入園者の行動パターンの分析を行うため、東山動植物園に Wi-Fi パケットセンサを設置し、入場者の判別手法など基礎的な手法を提案してきた[5]。本稿では作成した移動系列データを用いた分析結果について報告する。

## 2. 関連研究

一井ら[3]は長野県上高井郡小布施町を対象に Wi-Fi パケットセンサを用いて観光者の回遊行動の解析を行っている。OD 表から設置地点間の遷移確率や帰宅率を求め、吸収マルコフモデルを用いて来場者数を予測する観光回遊行動を構築し、観光回遊行動の把握を行った。

森本ら[4]は商業施設のグランドフロント大阪において人流解析を行った。MAC アドレスごとにセンサ間の移動を抽出し、ウェブベースの可視化システムを構築することで、施設の利用状況を把握することに成功している。

本研究で対象とするレジャー施設では、観光地より狭まった範囲であるため設置したセンサ間の距離は近くなる。また開けた地形になっているため、スマートフォンから送信されるプローブ要求が 0~200m 範囲にある複数のセンサで観測されることが多くある。そのため、入園者の行動の分析結果に多大な影響が出るといった課題が生じる。

## 3. 対象環境

本研究では、東山動植物園を対象とする。東山動植物園は名古屋市が管理し、59 ヘクタールの敷地面積を保有する日本最大級の動植物園である。園内には動物園や遊園地、植物園、

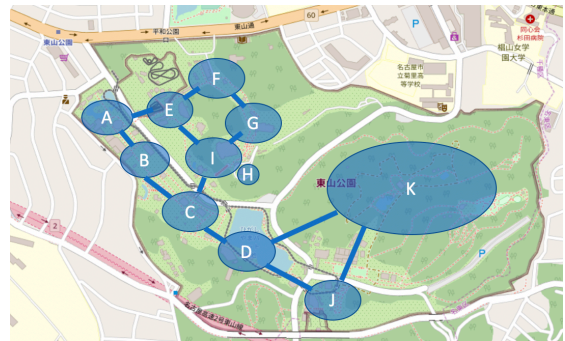


Fig.1. Area division at Higashiyama Zoo

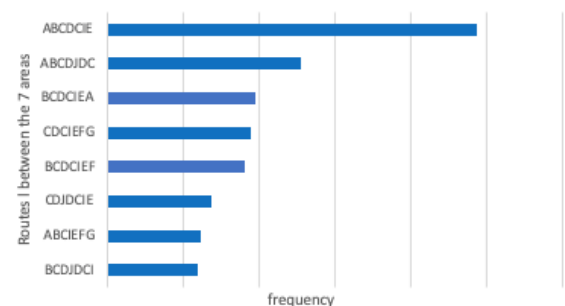


Fig.2. Frequent routes

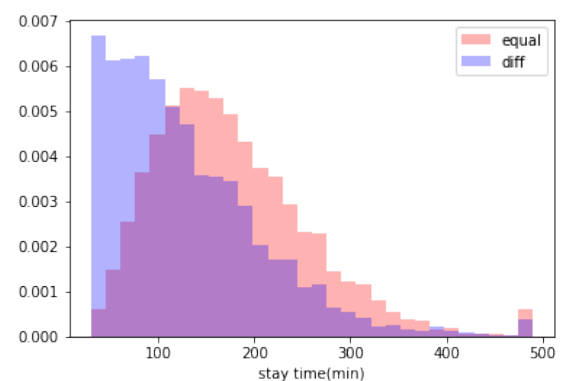


Fig.3. Histogram of stay time

スカイタワーなどの複数の施設がまた園内には6カ所のゲートが存在し、入園者はどのゲートからも出入りが可能になっている。しかし、入園者がどのゲートから入り、どのようなルートを周り、どのゲートから退場したか、またどのような

過ごし方をしたのか現状わからないでいる。本研究では、入園者がどのようなルートで回っているかを把握するため、図1のように東山動植物園をAからKのエリアに分割し、エリア間の移動を見ていく。なお、各エリアにはWi-Fiパケットセンサが数個設置してある。

#### 4. 分析

見通しが良い場所では、スマートフォンから送信されるプローブ要求は100~200mの範囲まで届く。そのため、現在いるエリアとは別のエリアのセンサで観測される場合があり、入園者の移動ルートの推定において大きな影響が出る。この影響を軽減させるために、アドレスの時系列データを5分ごとにサンプリングし、その5分間で得たデータの中でRSSI値が最大であるデータを用いることにする。このように5分ごとに得られたエリアを1文字で表現し、時系列で並べた文字列の移動系列データを作成する。作成した移動系列データにN-gram法を適用し、頻度の多い部分的なルートを抽出することで、入園者の主要な移動ルートを把握した。図2はエリアAにあるゲートから入場した入園者における頻度の多い7エリア間の移動ルートである。一番多いルートであるABDCIEは、J(こども動物園)やK(植物園)のエリアには訪れずに引き返し、IEのエリアに流れていくようなルートである。これは、もともとK(植物園)やJ(こども動物園)は目的対象外であるか、非効率な周り方をしている可能性がある。次に、図3では入退場のゲートが同じ入園者の滞在時間と入退場のゲートが異なる入園者の滞在時間に関するヒストグラムを表している。二つのヒストグラムを比較すると入退場が同じ入園者の滞在時間は2~3時間が多い。それに比べ、入退場のゲートが異なる入園者の滞在時間は1時間前後が多く、短い傾向であることが確認できた。この滞在時間における差は、例えば、東山動植物園での年間パスチケットを所持している地元の人は、園内に存在するレストランでお昼を食べる、またウォーキングをするといった目的で訪れる可能性が考えられる。一方で、遠方からくる観光客や初めて訪れる人は、動物園を満遍なく楽しむといった目的が考えられることができ、この目的の違いから、滞在時間や入退場するゲートに影響が出ているのではないかと考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、入園者ごとに文字列の移動系列データを作成し、N-gramを適用することで主要なルートの把握を行った。また、入退場のゲートにより、滞在時間が異なることを確認し、考察を行った。今後の方針としては、作成した移動系列データを作成し、作成した移動系列データや各エリア滞在時間をもとに可視化を行うことで、入園者の滞在目的の抽出できないか検討する。また、看板などの設置をすることで、入園者の行動を誘導できないかといった検証を行い、得られた結果から今後のイベント企画などに活用できないかを検討している。

#### 謝辞

本研究の一部は、JST CREST JPMJCR1882, NICT 委託研究, 総務省 SCOPE, 科研費基盤研究C(19K11945)の支援を受けたものです。

#### 文 献

- (1) Musa, A.B.M. and Eriksson, J.:Tracking Unmodified Smartphones Using Wi-Fi Monitors :Proceedings of the 10<sup>th</sup> ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems, 2012
- (2) 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, pp121-126, 2013

- (3) 一井 啓介, 寺部 慎太郎, 柳沼 秀樹, 康 楠, 田中 皓介:Wi-Fiパケットセンサを用いた三作型観光地における観光回遊行動の把握, 第57回土木計画学研究会発表会・講演集. 2018
- (4) 森本 哲郎, 白浜 勝太, 上善 恒雄, Wi-Fiパケットセンサを用いた人流・交通流解析の手法, 第14回情報科学技術フォーラム.2015
- (5) 村井 大地, 廣井 慧, 米澤 拓郎, 河口 信夫:Wi-Fiパケットセンサを用いた大規模レジャー施設における人流分析, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル DICOMO2020 シンポジウム,p766-771, 2020