

廉価な Wi-Fi 送受信機を用いた  
断面交通量の推計の実現可能性に関する一考察  
A Study on the Feasibility of Estimating Cross-Sectional Traffic Volume  
Using Inexpensive Wi-Fi Transmitters and Receivers

中原匡哉<sup>†</sup>  
Masaya Nakahara

## 1. はじめに

我が国では、中心市街地の活性化に向けて回遊性の向上を図るため、歩行者交通量調査が実施されている。従来は、これらの調査は人手で行われていたが、長時間観測により調査員への健康被害が発生することや人的コストが膨大となることがある。そのため、国土交通省では、これらの調査を手観測ではなくビデオカメラや LiDAR (Light Detection And Ranging) などの IoT (Internet of Things) 機器を用いて観測することとしている[1]。これらの IoT 機器を用いることで、高精度に歩行者の人数を推計[2][3]するだけでなく、その属性まで推定可能[4]となっている。ただし、これらの方法では、顔や歩容の特徴から個人の特定につながる危険性がある課題がある。また、屋内通路などの狭小領域では、場所によっては高精度に計数可能な設置条件を満たさない課題もある。既存研究[5]では、既設の Wi-Fi 機器の電波強度である RSSI (Received Signal Strength Indicator) の変動から、歩行者の人数を推計している。しかし、その実現のためには、既設の Wi-Fi のアクセスポイントとそれに接続する複数のクライアント端末が必要となっており、アクセスポイントがない地点では、新規で Wi-Fi ルータとクライアント端末を複数設置する必要がある、導入コストが肥大化する可能性が高い。そこで、本研究では、廉価で持ち運び可能な Wi-Fi の送受信機と電波情報の変動から、歩行者交通量を計数可能な調査し、その実現可能性を考察する。

## 2. 調査方法

### 2.1 概要

本研究での調査のイメージを図 1 に示す。本調査では、既存研究[6]を参考に、Wi-Fi の送受信機から得られる CSI (Channel State Information) の振幅と位相を抽出した後、抽出した振幅と位相の変動から通過人数を推計可能な調査する。以降では調査手順を詳述する。

### 2.2 CSI の振幅と位相の抽出

本項では、Wi-Fi の電波情報から直近 3 秒間の CSI の振幅と位相を抽出する。CSI とは、Wi-Fi の送受信機間の伝搬路の状態を示す情報である。一般的に、送受信機間で動体が通過すると伝搬路を障害したり伝搬が減衰したりすることから、CSI の遷移に変動が生じる。そのため、本研究では、CSI を利用して通過人数を判定することとした。

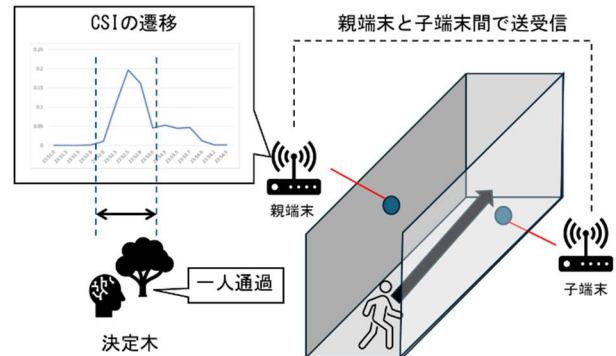


図 1 調査イメージ

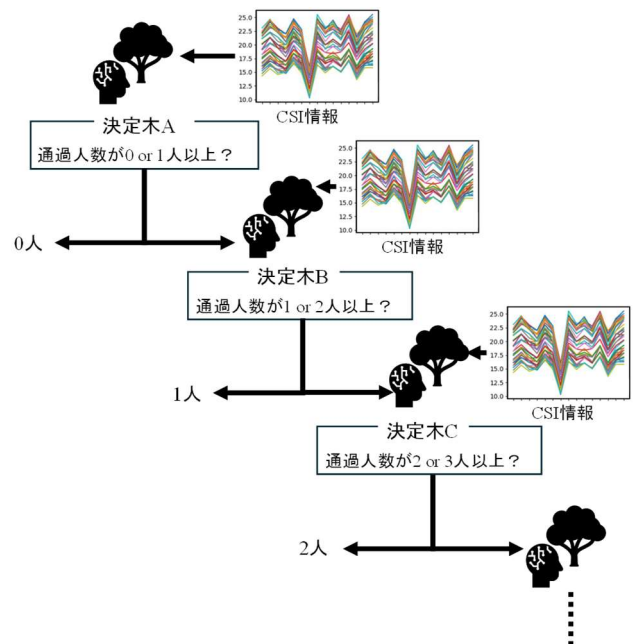


図 2 生成した決定木のイメージ

### 2.3 通過人数の計数

本項では、既存手法[5]を参考に、事前に歩行者が通過した時点と通過していない時点で取得した CSI の振幅と位相を学習した決定木を用いて、通過人数を推計する。学習の際には、CSI の振幅の中で歩行者の通過時に最も顕著な変化を示した radar のデータの通過前後の 1.5 秒間、計 3 秒間の位相と振幅を教師データとして学習させた。このとき、図 2 に示すように通過人数に応じた決定木を用意し、階層的に複数の決定木を用いて判断するものとした。

<sup>†</sup> 大阪電気通信大学総合情報学部  
Faculty of Information Science and Arts,  
Osaka Electro-Communication University.

### 3. 調査実験

#### 3.1 概要

本研究で作成した CSI の振幅と位相を取得する端末を図 3 に示す。送受信機は RaspberryPi と 2,000 円程度で購入できる廉価な無線モジュールの ESP32-DevKitC-32E（以下、ESP32）で構成されている。本端末では、ESP32 で Wi-Fi の電波を送受信し、RaspberryPi 上で CSI の振幅と位相を記録できる。本実験では、本端末を通路の向かう合う壁面上に設置し、通過人数を正しく計数できるか評価することで、本端末を用いた断面交通量の推計の実現可能性を調査する。評価の際には、1 つの決定木で複数の人数を分類する既存手法[5]と 2 章で示した調査手法による精度を比較する。

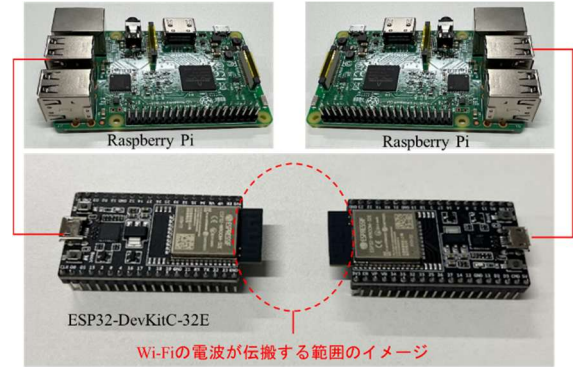


図 3 作成した端末の構成

#### 3.2 実験条件

本実験では、大学構内の地点 A～D の計 4 地点に作成した端末を設置し、地点 C と D で歩行者が通行した時の radar のデータを横並びで同時に通過する歩行者の人数ごとに教師データを用意して学習させた。このとき、評価対象とする地点 A と B で同時に通過する最大の人数が 2 人であったため、学習の際には、通過人数が 0 人、1 人、2 人の場合の 3 種類のサンプルを 100 個ずつ用意して学習させるものとした。評価対象の地点 A と B では、それぞれ同時に通過する人数が 0 人、1 人、2 人の時の radar のデータを 10 サンプルずつ取得し、評価した。

#### 3.3 結果と考察

既存手法と調査手法で得られた通過人数の成否の評価結果を表 1 に示す。表を確認すると、通過者がいない場合は既存手法、1 人の場合は調査手法の方が高い正解率となり、2 人の場合は両手法でも同じ正解率となった。通過者がいない場合の推定精度が既存手法よりも調査手法で低下したのは、1 人と 2 人の場合の振幅の特徴に共通する特徴を見つけれず、同じクラスに分類することが困難となったためと考えられる。その結果、共通する特徴を見いだせないパターンが 0 人のクラスに誤分類されたと推察される。通過する歩行者がいない場合、電波の振幅に変動がないことから、0 人と 1 人以上の分類には、決定木ではなく、波の大きな変化の有無を用い、1 人以上の分類には調査手法を用いることで、既存手法よりも高精度な歩行者の断面交通量の推計手法の実現が期待できる。ただし、2 人の場合の正解率が 35%である。これは、2 人の歩行者が通過するときの歩行者の歩き方や通過時の姿勢の違い等のパターンを教師データで網羅できていないことが原因である。そのため、今後は教師データを増加させつつ、3 人以上の分類可能性も検証することで、より高精度化を図り、実務に供する手法へと昇華する必要があると考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では、廉価で持ち運び可能な Wi-Fi の送受信機と電波情報の変動から、歩行者交通量を計数可能か調査した。その結果、調査手法は既存手法よりも高精度に推計できることがわかり、その実現可能性を示した。今後は、教師データを増加させつつ、同時に通過する人数が 3 人以上の場合も分類可能な実務に供する分析手法の確立を目指す予定である。

↓: 端末の設置位置

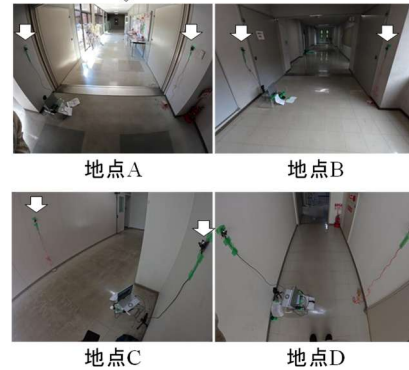


図 4 各地点における端末の設置位置

表 1 各手法による評価結果

同時通過人数	手法	評価数	正解数	正解率
0	既存手法	20	19	95%
	調査手法		17	85%
1	既存手法		11	55%
	調査手法		14	70%
2	既存手法		7	35%
	調査手法		7	35%

#### 参考文献

- [1] 国土交通省：一般交通量調査について，入手先（<https://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/data/kasyorep.pdf>）（参照 2025-05-09）
- [2] 今井 龍一，山本 雄平，姜 文淵，神谷 大介，中原 匡哉，安藤 祐輝，“頭部に着目した歩行者交通量調査に関する研究，” 土木学会論文集 F3, Vol.78, No.2, pp. I 82-I 92, 2022.
- [3] 今井 龍一，山本 雄平，中原 匡哉，姜 文淵，神谷 大介，中畑 光貴，小橋 幸貴，“廉価な LiDAR の動的な点群データを用いた歩行者交通量調査への適用可能性の検証，” 土木学会論文集, Vol.80, No.22, ID:23-22007, 2024.
- [4] 岡村 将佑，中原 匡哉，松井 友哉，“年齢層と性別を考慮したまちの賑わい推定のための動画像生成手法に関する一考察，” 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.87, No.2, pp.867-868, 2025.
- [5] 倉 聖美，白石 陽，山口 弘純，“Wi-Fi 受信電波強度の変化を利用した通路の歩行者数推定手法，” 情報処理学会論文誌, Vol.59, No.2, pp.496-507, 2018.
- [6] 水谷 優秀，内山 彰，村上 友規，アベセカラヒランタ，東野 輝夫，“モバイル端末の Wi-Fi チャネル状態情報による混雑推定法の提案，” 分散協調とモバイルシンポジウム 2019 論文集, pp.313-319, 2019.