

# マイクロコンピュータを用いた 無人交通量調査デバイスの開発

塚田 義典<sup>1</sup>・細越 一希<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 摂南大学講師 経営学部 (〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8)

E-mail:yoshinori.tsukada@kjo.setsunan.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 岩手県立大学 ソフトウェア情報学部 (〒020-0693 岩手県滝沢市菓子152-52)

E-mail: g031n143@s.iwate-pu.ac.jp

国土交通省では、人の動きを把握するパーソントリップ調査や道路の交通量を計測する全国道路・街路交通情勢調査を定期的実施している。こうした調査では、現地に計測員を派遣して手動で交通量を計測する方法や、センサ等の専用機器を用いて自動で計測する方法が用いられている。しかし、複数箇所ですべて定期的に計測するには、多くの費用と手間が生じる。そのため、地方都市では頻繁に実施されておらず、都市部においても、高解像度、高頻度、高品質な調査は困難である。そこで、本研究では、スマートフォンユーザの回遊行動と任意断面の交通量を同時に計測可能な無人交通量調査デバイスを開発する。

**Key Words :** Traffic Survey, Person Trip, Micro Computer, Image Processing, Packet Capture, LPWA

## 1. はじめに

国土交通省では、どのような人が、どのような時間帯に、どのような目的で、どのような交通手段で、どこからどこへ移動したかといった人の1日の動きを把握するパーソントリップ調査<sup>1)</sup>(以下、PT調査)を定期的実施している。また、同省では、道路と道路交通の実態把握を目的として、高速道路、一般国道、都道府県道、一般市道を対象に、自動車や歩行者の交通量を計測する全国道路・街路交通情勢調査<sup>2)</sup>(以下、道路交通センサス)を実施している。このような調査では、現地に計測員を派遣して手動で計測する方法や、センサ等の専用機器を用いて自動で計測する方法が用いられている。しかし、複数箇所ですべて定期的に計測するには、多くの費用と手間が生じる。そのため、地方都市では頻繁に実施されておらず、都市部においても、高解像度、高頻度、高品質な調査は困難である。そこで、本研究では、カメラ付きのマイクロコンピュータを使用した安価な無人交通量計測デバイスを開発する。

## 2. 研究の概要

本研究では、マイクロコンピュータを用いて、スマートフォンユーザの回遊行動と、任意断面の交通量を同時

に計測可能な無人交通量調査デバイスを提案する。本デバイスは、図-1に示すとおり、RaspberryPi, RaspberryPi用カメラ, Wi-Fiネットワークアダプタ, LPWA (Low Power, Wide Area) 通信モジュールで構成される。本デバイスは、Wi-Fiパケット解析機能と断面交通量計測機能を備える。特徴は、データ通信容量をLPWAの制限内に抑えるため、メモリ1GBのマイクロコンピュータ上において、Wi-Fiパケットと画像処理による交通情報の解析をリアルタイムに同時並行処理し、数値化したテキストデータのみをサーバに転送する点である。

### (1) Wi-Fiパケット解析機能

本機能では、デバイスの設置場所周辺のWi-Fiパケットを受信し、固有識別番号を示すMACアドレスを暗号化した上でメモリ上に保持する。そして、最初に検出した時刻から検出できなくなった時刻を判断し、暗号化したMACアドレス、検出の開始時刻と終了時刻を記憶領域に書き込む。このように、デバイス側で簡易な集計を済ませることで、データの通信容量を削減する。

### (2) 断面交通量計測機能

既存研究<sup>3)</sup>では、深層学習を用いた物体検知手法が提案されている。しかし、これらは、静止画に対する物体検知に特化したものが多く、動画から特定物体の動きを

推定するものではない。また、GPUを搭載したハイスペックなコンピュータでなければリアルタイムな処理が困難である。そこで、本機能では、表-1に示すスペックのマイクロコンピュータ上でリアルタイムに動作可能な交通量の計測アルゴリズムを提案する。

まず事前に手動で画像上の2画素を選択し、交通量の計測断面を指定する。次に、背景差分法と収縮・膨張処理により、移動体候補領域を抽出する。これにより、処理対象範囲を絞り込む。そして、移動体候補領域に対して輪郭抽出を行い、面積と重心位置を算出する。この処理を毎フレームで行い、連続するフレーム間で最も近傍に位置する重心を対応付け、移動体をトラッキングする。最後に、事前に手動で指定した断面を横断する移動体が現れた際に、通行数をカウントアップする。なお、通行数は、横断方向毎に集計する。

### 3. 実証実験

本実証実験では、Wi-Fiパケット解析機能と断面交通量計測機能の実現可否を確認するため、提案アルゴリズムを実装したデバイスを試作した。そして、岩手県立大学構内において、2階廊下から1階廊下を俯瞰できる位置にデバイスを設置した。実験では、被験者5名が撮影環境内を自由に移動することとした。また、被験者は、全員がスマートフォンを携帯しており、内4名がWi-Fiを有効にした状態である。なお、実験は、2回実施した。

実験風景を図-2、Wi-Fiパケットの検出精度を表-2、断面交通量の計測精度を表-3に示す。Wi-Fiパケットは、実験開始直後から終了まで全端末を漏れなく検出できた。断面交通量の計測では、パターンAで100%、パターンBで92.3%の精度で人の通過数を計測できた。パターンBにおいて、1回検出漏れが発生した原因は、複数人が密着して計測断面を横断したためであった。この課題は、「被写体を俯瞰できる位置に設置したカメラ映像では、人の領域はほぼ一定である」ことを利用して、閾値により移動体候補領域を分離する等のアルゴリズムの改良が必要と考える。以上より、提案アルゴリズムがWi-Fiパケットと断面交通量を同時に計測可能なことがわかった。

### 4. おわりに

本研究では、カメラ付きのマイクロコンピュータを用いて、人の回遊行動を計測するためのWi-Fiパケットと、断面交通量を同時に計測可能な手法を提案した。そして、実証実験より、実現可能性を明らかにした。提案デバイスは、1台当たり2万円未満で調達可能である。したがって、従来の計測方法と比較して、極めて安価に交通量の計測が可能である。今後は、現場での長時間の計測実験等を実施し、実運用に向けた性能評価を行う予定である。



図-1 無人交通量調査デバイスの構成

表-1 マイクロコンピュータのスペック

項目	内容
CPU	Broadcom BCM2837 1.2GHz 64-bit quad-core ARMv8 Cortex-A53
Memory	1GB
電源定格	DC 5V
消費電流	1.3A
本体質量	約45g
外形寸法	約86(W) × 57(D) × 17(H) mm



図-2 実験風景

表-2 Wi-Fiパケットの検出精度

パターン	正解(人)	検出結果(人)	精度(%)
A	4	4	100.0
B	4	4	100.0

表-3 断面交通量の計測精度

パターン	通過数(人)	検出数(人)	精度(%)
A	14	14	100.0
B	13	12	92.3

### 参考文献

- 1) 国土交通省：全国都市交通特性調査，<[http://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/toshi\\_tosiko\\_tk\\_000033.html](http://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/toshi_tosiko_tk_000033.html)>，（入手 2019.3.10）。
- 2) 国土交通省：平成 27 年度 全国道路・街路交通情勢調査，<<http://www.mlit.go.jp/road/census/h27/>>，（入手 2019.3.10）。
- 3) Redmon, J. and Farhadi, A. : “YOLOv3: An Incremental Improvement”, Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE, *arXiv:1804.02767v1*, 2018.

(2019. 3. 10 受付)