

Bluetooth 通信を活用した交通観測手法の基礎的分析

愛媛大学大学院 学生会員 ○安原弘貴 愛媛大学大学院 正会員 倉内慎也
 愛媛大学大学院 正会員 吉井稔雄 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 尾高慎二

1. はじめに

現在、我が国での交通流観測手法の主流は車両感知器や AVI を用いるものであるが、高価であるがゆえに主に幹線道路にしか設置されていない。そこで、近年、安価で簡便な交通観測手法として Bluetooth 通信を活用した試みが注目されている。これは、移動体に搭載された Bluetooth 通信機能を備えた電子機器の MAC アドレスを路側帯で検知するものであり、複数地点の MAC アドレスをマッチングすることで、旅行時間が計測できるほか、走行経路も把握することができる。スマートフォンやカーナビ等への Bluetooth 搭載率は今後益々増加することが予想されるため、Bluetooth 通信を活用した交通観測手法は将来の交通流計測の一翼を担うポテンシャルを有している。しかしながら、当該観測手法は黎明期にあるため、データの取得特性等について未だ不明な点が多い。そこで、本研究では、簡易な実験を通じて、Bluetooth 通信を活用した交通観測の基本特性を明らかにすることを目的とする。

2. Bluetooth 通信を活用した交通観測手法の概要と問題点

スマートフォンやタブレット端末に専用のアプリケーションをダウンロードし起動することで、Bluetooth 搭載機器の MAC アドレスを自動的に探索し、タイムスタンプごとに検知した機器の MAC アドレスを蓄積する¹⁾。このアプリケーションを用いてプレ実験を行った結果、①Bluetooth 搭載機器から必ず応答があるとは限らない、②計測機器によって計測結果が異なる、③検知範囲が不明確、といった問題点が明らかとなった。そこで、当該交通観測手法におけるデータ取得特性を明らかにするために、以下のような簡易な性能実験を行った。

3. 性能実験

(1) 計測機器及び設定による検知率の差異

まず、計測機器 2 台と Bluetooth 機能をオンにしたスマートフォン 4 台 (A~D) を 50cm 程度の範囲内におき、タイムアウト時間の設定および計測機器別の MAC アドレス検知率を検証した。図-1 に実験結果を示す。

MAC アドレスの検知率はタイムアウト時間が短いほど低く、3 秒で 5 割程度、最大の 10 秒でも 7~9 割程度であった。また、計測機器や計測対象によるばらつきも大きく、一方で規則性は見受けられない。この原因としては、実験時の計測機器と計測対象の位置関係に若干の違いがあったことが挙げられる。この点については、今後、機器間の角度と検知率の関係性を精査する等の必要があるものの、計測にあたっては、

Bluetooth 搭載端末の全数を捉えることができるわけではなく、比較的ランダムに検知する傾向にあることを念頭に置く必要があろう。

(2) 計測機器毎の検知範囲

Bluetooth 通信を活用した交通流観測を行うにあたり、計測機器の検知範囲と検知率の関係性を把握しておくことは肝要である。同様に、(1) の実験のように、計測対象が移動体でない場合にはタイムアウト時間を長くするほど検知率は高くなるが、移動体を対象とした場合、タイムアウト時間を短く設定した方が、速度の速い

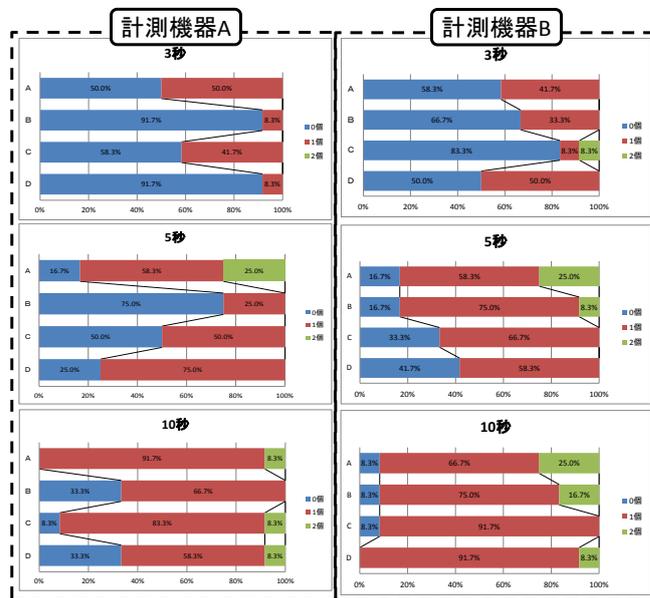


図-1 計測機器及び設定別の検知率

移動体を検知する可能性は高まるものと考えられる。このように、タイムアウト時間の設定は計測結果に多大な影響を及ぼすものと考えられる。そこで、3 パターンのタイムアウト時間を設定した上で、検知範囲と検知率の関係性を検証した。具体的には、Bluetooth 機能をオンにしたスマートフォン 1 台を計測機器 2 台 (A, B) から一定の距離の位置で 1 分間停止させ、MAC アドレスをどの程度検知するか確認する。そして、10m 間隔で順次計測機器からの距離を遠くし、最大 90m まで同様の計測を行った。この作業をタイムアウト時間を変更して合計 3 回実施した。その結果を図-2 に示す。なお、(1) の実験結果から、計測機器間で差が生じることが確認されたため、同一箇所で複数台の計測機器により観測することを想定し、2 台のうち少なくともいずれか一方で観測された場合を別途集計し、図中に「2 台」という凡例で示している。全てのタイムアウト時間で 40m を過ぎたあたりから、急激に検知率が下がっており、Bluetooth の検知範囲は半径 40m 前後であるとの結果を得た。2 台の場合でも、検知率は若干高くなる程度であるため、同一箇所で複数台の計測機器によって観測をしても、ほとんど効果を発揮しないものと推察される。

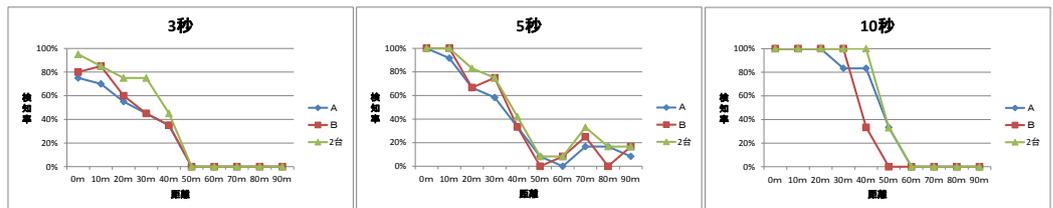


図-2 計測機器及びタイムアウト時間別の検知範囲と検知率

3. 実証実験

図-3 に示すように 2 地点に計測機器を設置し、2 時間データ取得を行うと同時に各地点の断面交通量を併せて計測し、地点毎の MAC アドレス検知率、方向別のマッチング率を算定した。地点・方向別の検知台数を表-1 に示す。表-1 の数値から、 $(①+③+④)/(地点 A の断面交通量)$ 、 $(②+③+④)/(地点 B の断面交通量)$ で算出した地点 A, B の検知率を図-4 に示す。結果より、計測場所による検知率の違いはわずかであり、また全車両の約 6% を検知していることがわかる。次に、③/北側断面交通量、④/南側断面交通量で算出した方向別の MAC アドレスマッチング率を図-5 に示す。この結果から計測機器に近い北側のマッチング率の方が高く、中央分離帯と距離の影響を受けていることが分かる。ゆえに、道路幅員が広い道路で観測を行う場合は、両側に計測機器を設置することが望ましいものと考えられる。ここで、図-4、図-5 の結果は、断面交通量を基にした検知率であるため、Bluetooth 機器を搭載していない車両の影響も含まれている。そこで、機器を搭載している車両をどの程度検知するのか把握するために、A, B いずれかで検知されているもののうち、両方で検知されているものの割合 $((③+④)/⑤)$ を算出した。図-6 より、検知率は約 43% である。一般に、プローブデータが全車両の数%にも満たない一方で、今後 Bluetooth 搭載率が高まると共に、既に Wi-Fi や ETC 通信を活用した交通観測手法も実験的に行われていることを鑑みれば、約 4 割という検知率は非常にコストパフォーマンスの高い交通流計測手法であると言えよう。

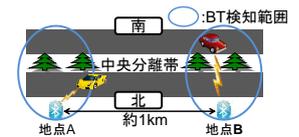


図-3 実験イメージ

表-1 地点・方向別検知台数

	検知台数
①Aのみ	101
②Bのみ	89
③B→A	114
④A→B	69
⑤合計	373

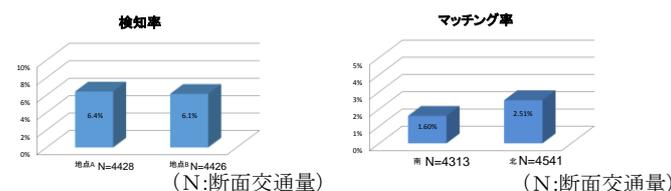


図-4 地点別検知率

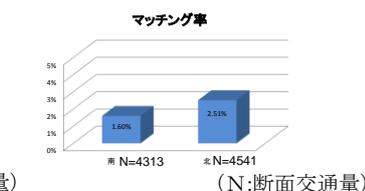


図-5 方向別マッチング率

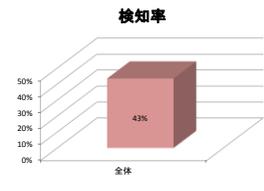


図-6 端末搭載車両のみの検知率

【謝辞】本研究を進めるにあたり、快く機器の提供やご指導を賜った(株)地域未来研究所の田名部淳氏、菅芳樹氏にこの場を借りて深謝の意を表します。

【参考文献】2013. 1) 田名部ら：高速道路におけるBluetoothを用いた交通流計測の取り組み