

Bluetooth MAC アドレスによる交通状態推定方法の検証

-実測とミクロ交通シミュレーションを用いて-

日本大学 学生会員 ○青柳 達也

日本大学 正会員 石坂 哲宏

首都大学東京 学生会員 安藤 正志

1. はじめに

近年、安価での交通状態推定手法に Bluetooth (以下、BT) を使用した定点観測手法が用いられるようになった。この手法は低コストでの運用が可能である他、今後カーナビゲーションなどの BT 端末が普及されることにより発展途上国においての交通状態の推定が容易になると考えられる。

そこで、本研究ではバンコクの道路区間を走行する自動車のナンバープレート調査により旅行時間と BT スキャナより推定した旅行時間 (以下 BT 旅行時間) を比較するとともに、ミクロ交通シミュレーションを活用し BT の混入率が MAC アドレス旅行時間推定の精度に与える影響を把握することを目的とする。

2. 既存研究の整理

北澤ら¹⁾は、一般道路ならびに高速道路において MAC アドレスのマッチング試験を行い、一般道路では 10 分単位、高速道路では 15 分単位の旅行時間推定が可能であるとしている。また、適切な旅行時間の推定のためには BT 旅行時間のスクリーニングが必要であるとしている。

3. 研究方法

3. 1 BT MAC アドレスの取得実験

図-1 に示す通り、バンコク市内サトン通り上のスラサック交差点とナリントン交差点の、地点 1～3 に 2 台の BT スキャナを設置し、2016 年 8 月 29 日午前 7 時から 9 時の 2 時間、MAC アドレス取得を行った。BT スキャナとして Sumsung 製の携帯端末を使用した。

3. 2 ミクロ交通シミュレーションによる検証方法

MAC アドレスの検知率が旅行時間推定の精度に与える影響を検証するために、上記で得られた実旅行時間ならびに 15 分間交通量より現実の交通状況を再現するミクロ交通シミュレーションを作成する。ミクロ交通シミュレーションには PTV 社の交通シミュレーション

ソフト VISSIM を用いた。なお、シミュレーションの再現性を確かめるために旅行時間の相対頻度を求め相関分析を行った。相対頻度図を図-2 に示す。

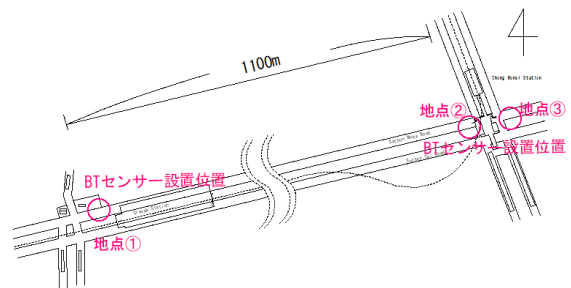


図-1 調査地点概要図

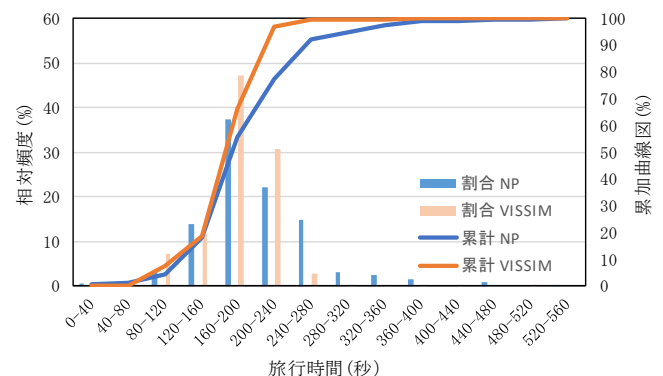


図-2 旅行時間相対頻度図

VISSIM 内の BT 搭載車の混入率を変化させ、MAC アドレスの検知率の変化を表現し、BT 車両の旅行時間を計測することで観測率の変化が BT 旅行時間の推定にどのように影響を与えるか分析する。そのため、VISSIM 内の車両記録機能を用いて BT スキャナ範囲であるリンクの通過時刻と車両番号を記録しマッチングすることで BT による旅行時間取得の再現を行った。

3. 3 ナンバープレート調査

2016 年 8 月 29 日午前 7 時から 9 時の 2 時間にバンコクの 3 地点において 1 地点 2 台ずつ、計 6 台のビデオカメラを設置しナンバープレートの撮影を行った。

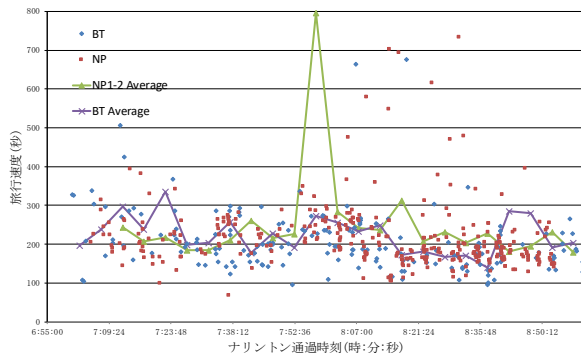
キーワード Bluetooth, 交通シミュレーション, 交通状態推定

連絡先 〒274-0063 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 TEL 047-469-5355

4. 分析結果

4. 1 ナンバープレート調査および BT スキャナによる調査結果

ナリントン交差点通過時刻別に、15 分毎に推定した旅行時間を算出した。地点 1－2 間において平均旅行時間は 222 秒となった。また、地点 1－3 において平均旅行時間は 825 秒と大きく差のある結果となった。地点 1 において 2 時間に 11075 個、地点 2 において 1256 個の MAC アドレスを取得した。これらの MAC アドレスをマッチングさせたところ 212 個の旅行時間を得られた。スクリーニングを行った結果、平均旅行時間は 194 秒となった。また、スクリーニングをしていない区間平均旅行時間は 214 秒となった。なお、本研究では旅行時間を用いて累加曲線図を作成し、中心郡から離れたデータを外れ値として排除した。



図－3 旅行時間ならびに検知台数の比較

4. 2 シミュレーションによる BT 混入率変化による旅行時間計測精度比較

抽出率は MAC アドレス数を交通量で除するか、交通量に BT 車両の混入率、観測率を乗ずることで求めることが出来る。本研究では BT 車両の混入率ならびに観測率を任意で設定することで、条件を変化させ、旅行時間計測精度の比較を行った。実験の結果を表－1 に示す。

表－1 条件別平均旅行時間

	全車両平均	BT車両平均	観測率5%	観測率10%	観測率15%
混入率40%	192.32	189.3	184.7	189.4	188.8
混入率60%		192.42	191.2	191.1	192.7
混入率80%		199.4	196.2	199.4	198.4

混入率、観測率いずれの組み合わせでも推定した旅行時間は真値と近似した値となった。また、交通量の変動が大きい場合の精度を検証するために、時間帯ごとの BT スキャナの取得数から交通量の変動の大きい午前 5 時から午前 7 時までの交通量を推定し旅行時間推定精度の検証を行った。実験の結果を表－2 に示す。

表－2 条件別旅行時間

	BT車両平均	観測率15%	観測率10%	観測率5%
混入率40%	149.83	154.69	161.7367	168.2867
混入率20%	144.72	140.3033	155.2833	166.1033

交通量の変動が大きい条件では、観測率が低くなり、サンプル数が少なくなった際に、精度が劣化している。

5. 考察

ナンバープレート調査によって得られた旅行時間と BT 旅行時間スクリーニング前後の旅行時間を比較すると、ナンバープレートによる旅行時間とスクリーニング前 BT 旅行時間が近似した値となった。このことから、本研究の調査地点では MAC アドレスのスクリーニングが必要ないと考えられる。

また、交通量の変動の少ない条件のシミュレーション上においては、混入率を変化させることにより旅行時間が真値に近づくことが予想されていたが、2 時間という長時間の中で変動の少ない交通量を流した為混入率、観測率による旅行時間の変動が少なく、真値と近似した値となったと考えられる。交通量の変動の大きい条件では、ピーク時とオフピーク時の両方をまたぐように条件を設定したためサンプルが少ないときに偏りが生じ、推定精度が悪化したのではないかと考えられる。

6. 結論

本研究ではバンコクの道路区間を走行する自動車の実旅行時間の比較ならびに交通シミュレーションを用いて BT の混入率が MAC アドレスを用いた旅行時間推定に与える影響分析を行った。結果、ナンバープレートによる実旅行時間ならびに BT 旅行時間は真値に近似していると判明した。また、本研究で作成したネットワークのように一定の交通量が流れている地点においては、混入率や観測率が小さい場合であっても、比較的真値に近似した旅行時間が得られると判明した。

7. 今後の課題

本研究では車両 1 台に対し MAC アドレスを 1 つとして推計を行った。しかし、実際には 1 台の車両に対し複数の MAC アドレスが取得される場合がある。そのため、同一の車両から複数取得されたデータを削除できる MAC アドレス取得方法の課題があげられる。

参考文献

- 1) 北澤俊彦,塩見康博,田名部淳,菅芳樹,萩原武司: Bluetooth 通信を用いた旅行時間計測に関する基礎的分析, 土木学会論文集, Vol.70, No.5, I_501-I_508, 2014.