

乗換案内サービス利用後の交通行動における乗車判定について

Ride judgment in the travel behavior of human after using the transit service

吉田 真人[†] 川村 尚生[†] 菅原 一孔[†]
Masato Yoshida[†] Takao Kawamura[†] Kazunori Sugahara[†]
[†]鳥取大学大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

1. はじめに

我々は鳥取県内の公共交通機関利用時の利便性を高め、利用を促進させるために公共交通機関利用援助システム「バスネット」[1], [2]を開発している。このシステムはバス停までの徒歩移動という路線バスの特性を考慮した経路探索機能、各バス停間の時刻表表示機能、印刷用時刻表作成機能などを備えており、パソコンや携帯端末やスマートフォンから利用できる。

現在バスネットでは経路探索が年間で20万件行われている。しかし、実際に路線バスを利用しているのか把握できていない。バスネットを用いて路線バスの経路を調べていることは分かっているが、実際にどの程度のバスネットの利用者が経路に沿って路線バスに乗っているかを知る必要がある。どのような検索をした人が路線バスに乗車したかを知ることができ、バスネットが路線バスの利用促進に貢献していることが確認できると考える。パソコンを用いた乗換案内サービス利用者の移動経路を追跡することは難しい。

そこで、スマートフォンを用いた乗換案内サービス利用者の情報の取得を目指す。

2. 乗換案内サービス利用者の情報の取得

2.1. 乗換案内サービス利用者の行動

まず、乗換案内サービス利用者の情報を取得するにあたり、乗換案内サービス利用者の行動を考える。乗換案内サービスを用いて、移動する人の行動を図1に示す。乗換案内サービスを用いて目的地までの行動計画をたて経路を検索し行動を開始する。乗車予定の乗り場まで徒歩移動した後、出発時刻まで待機する。そして、公共交通機関に乗車し、移動した後目的地に近い場所で降車する。乗り換えがある場合乗り場まで徒歩移動、出発時刻まで待機、乗車、移動、降車を繰り返し、目的地まで徒歩移動する。移動に沿った乗換案内サービス利用者の情報を取得する必要がある。

2.2. 乗換案内サービス利用後の取得する情報

乗換案内サービス利用者の行動を踏まえて、乗車案内サービス利用後の取得する情報として以下のことが考えられる。

- 利用者の検索した移動経路
- 利用者の徒歩移動経路
- 乗車した路線バスの情報
- 乗車時刻、降車時刻
- 目的地到着の有無

利用者の検索した移動経路の情報は利用者が計画し検索した移動経路に沿って移動していることを知るための重要な情報である。利用者の徒歩移動経路の情報は乗換案内サービスを用いて検索した結果の徒歩移動経路と比較することで、乗換案内サービスの改良に役立つのではないかと考える。乗車した路線バスの情報、乗車時刻、降車時刻の情報は乗換案内サービスが路線バスの利用促進に貢献していることを示すための情報である。目的地到着の有無は利用者の計画が達成されたのかを知るための情報である。

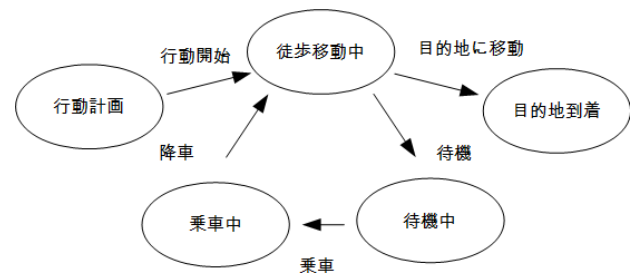


図 1: 公共交通利用者の行動

2.3. 乗換案内サービス利用後の情報を取得する方法

上記であげた乗換サービス利用後の情報を実用的に取得する方法が必要である。乗換案内サービス利用者が検索した情報と乗換案内サービス利用者の位置情報を組み合わせることで、どのような経路探索を行い、実際にどの路線バスを利用した情報を取得する方法を考える。乗換案内サービス利用者の移動経路を知るためには位置情報を取得する。乗換案内サービス利用者の位置情報を取得することで乗り場までの徒歩移動経路の情報は得られるが、実際に路線バスに乗車したかがわからないので、乗車判定が必要である。

3. 乗車判定

3.1. 乗車判定の方法

乗車判定の方法として、乗り物に乗車し移動した場合の速度と自転車や徒歩移動の場合の速度は異なると考えスマートフォンの GPS を用いて位置情報を取得し、速度を算出することで乗車判定することは難しい。

まず、Android 端末の GPS を用いて位置情報を取得し、路線バスの速度を測定する。端末は Xperia acro HD を用いた。鳥商前(バス停)から鳥取医療センター入口(バス停)までの路線バスの速度をスマートフォンの GPS を用いて算出した。算出した値を記録し、平均速度を計算した。計 2 回実験を行った結果、路線バスの平均速度は、30.74km/h、33.44km/h であった。この速度は自転車に乗ることででも出る速度で、速度の情報だけでは移動経路は分かるが乗車判定が難しい。また、GPS を用いた乗車判定の方法としてバス停の位置情報と乗換案内サービス利用者の位置情報を用いた方法を考える。しかし、乗換案内サービスに登録されているバス停の位置情報と利用者の位置情報に誤差があった場合乗車判定することが難しい。

そこで、乗換案内サービス利用者のスマートフォンの GPS と加速度センサを用いて乗車判定をする。GPS と加速度センサを用いる方法として、加速度センサを用いて徒歩移動状態と乗車状態、待ち状態に区別し、GPS を用いて位置情報を取得し、速度を算出することで待ち状態と乗車状態の区別を行い、徒歩移動状態、乗車状態、待ち状態を区別する。そこで、徒歩移動状態、バス停での待ち状態、バス乗車状態での加速度センサの値を測定した。3 軸加速度センサの値 (x, y, z) を測定し、2 乗和 ($x^2 + y^2 + z^2$) した値を算出する。そして、時間ごとに分割し平均を出す。端末を持つ状態でも値が変わると考え、端末を手に持った状態とズボンのポケットに入れた状態で測定した。Android 端末の Xperia acro HD を 2 台用いて、徒歩移動では 1 つを手に持ち 1 つはズボンのポケットに入れ歩いた。待ち状態、バス乗車状態でも同様に実験を行なった。

図 2 は端末を手に持った状態での加速度センサの 2 乗和した値の平均を示す。図 3 は端末をズボンポケットに入れた状態での加速度センサの 2 乗和した値の平均を示す。図 2 の手に持った状態でのバス乗車状態と待ち状態では 90 から 100 の値がでた。徒歩移動状態では 104 以上の値がでた。図 3 の端末をズボンのポケットに入れた状態でのバス乗車状態と待ち状態では 90 から 100 の値がでた。端末をズボンのポケットに入れた状態での徒歩移動状態では 117 以上の値がでた。そこで、

加速度センサの値を 2 乗和した値が 90 から 100 であれば乗車状態かバス停での待ち状態と区別した。乗車状態かバス停での待ち状態を区別するためスマートフォンの GPS を用いて速度を測り区別する。バス停での待ち状態でスマートフォンの GPS を用いて速度を測定した。バス停での待ち状態で移動をしていない場合でも 3m/s 以下の速度がでた。加速度センサの値を用いて徒歩移動状態と待ち状態、乗車状態であることを区別した後 3m/s 以上の速度がでている場合乗車状態と判定した。

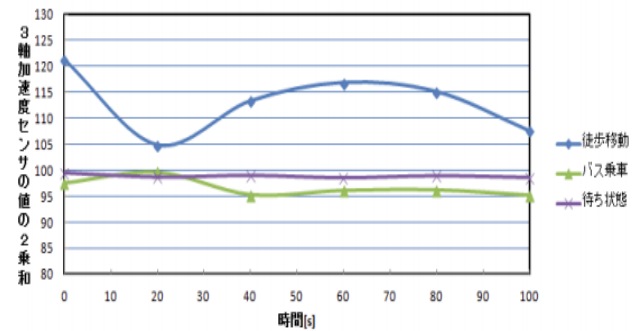


図 2: 端末を手に持った状態での加速度センサの平均値

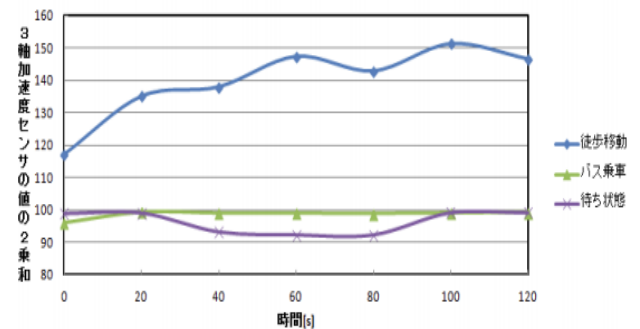


図 3: 端末をズボンのポケットに入れた状態での加速度センサの平均値

3.2. 乗車判定の実装

乗車判定の流れ図を図 4 に示す。図 4 の average は 3 軸加速度センサの値を 2 乗和した値を時間ごとに分割し平均をだした値である。speed は Android 端末から得た GPS の位置情報を用いた速度の値である。

まず、加速度センサの値を 2 乗和した値が 90 から 100 であれば徒歩移動状態かその他の状態に区別する。バス停での待ち状態で GPS を用いて速度を測定した。移動していない状態で速度がでて、値が 3m/s 以上になることは無かった。そこで、上記からバスの平均速度 30.74km/h、33.44km/h であり、3m/s 以上の速度が測定した場合乗車していると判定した。乗車していると判定すれば「1」を乗車していないと判定すれば「0」

を記録できるようにした。

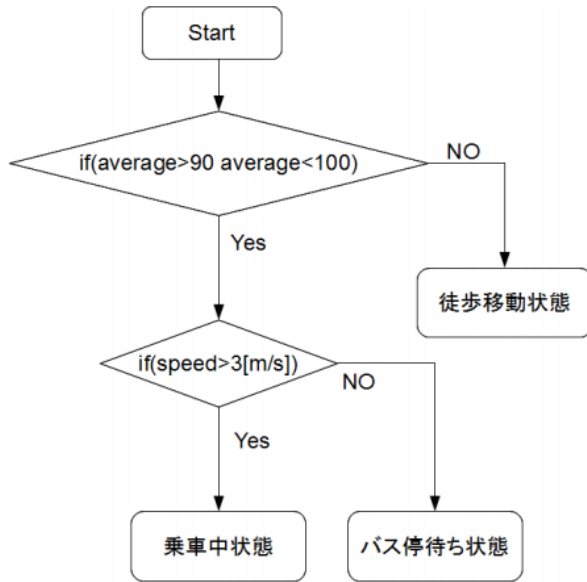


図 4: 乗車判定流れ図

4. 実験

実験では、乗車判定機能のアプリケーションをインストールした Android 端末を持ち、路線バスに乗り、GPS と加速度センサを用いた乗車判定を実現した。図 5 に鳥商前 (バス停) から乗車し、鳥取医療センター入り口 (バス停) で降車した乗車判定の結果を示す。図 6 に鳥取医療センター入り口 (バス停) から乗車し、鳥商前 (バス停) で降車した乗車判定の結果を示す。

図 5、図 6 は乗車していなければ 0 の値を記録、乗車していると判定していれば 1 の値を記録されている。図 5、図 6 の 0 秒は乗車判定アプリケーションを起動させたときである。図 5 の 445 秒で実際に路線バスに乗車し、1272 秒で降車した。図 6 では 114 秒で路線バスに乗車し、1002 秒で降車した。図 5、図 6 で路線バスに乗車してから降車するまでの間に乗車していないと判定されている箇所は路線バスが信号待ちや他の路線バス利用者が乗り降りしたときに路線バスが停車した際の値である。

この実験では路線バスが信号待ちや他の路線バス利用者が乗り降りした際に停車することで乗車しているにも関わらず乗車判定されないことがわかった。短時間に同じ場所で乗り降りを繰り返すことは考えにくいのでそのような場合は乗車していると考える。

5. おわりに

本研究では乗換案内サービス利用後の交通行動を把握するため、乗換案内サービス利用者が調べた経路に沿って、路線バスを利用しているかという情報を取得するにあたり、徒歩移動状態、乗車

中状態、バス待ち状態を判別するため、スマートフォンを用いた乗車判定を行った。そして、GPS と加速度センサを用いて乗車したかどうかを判定することができた。

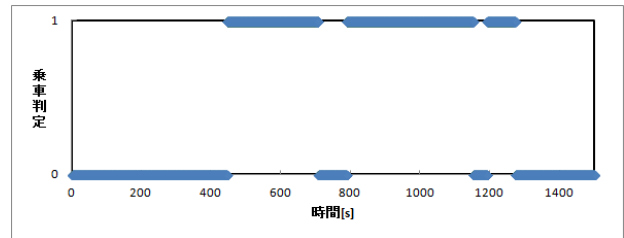


図 5: 鳥取前(バス停)～鳥取医療センター入口(バス停)乗車判定結果

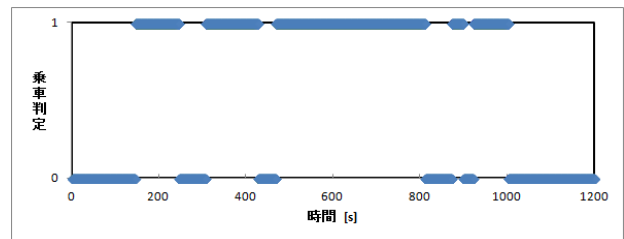


図 6: 鳥取医療センター入口(バス停)～鳥取前(バス停)乗車判定結果

今後の課題として、乗車したバスの情報を取得する方法を考える。そこで、バスロケーションシステムを用いて乗車しているバスの情報を取得する方法を考える。我々が開発しているバスロケーションシステムは、バスに GPS 機能を備えたスマートフォンを設置しバスの位置情報を収集することで、バス利用者に向けて運行中のバスが接近している情報やバスの遅延を伝えるシステムである。バスロケーションシステムには運行中の路線バスの現在位置一覧を返す WebAPI がある。この WebAPI が出力する内容は日付、運行中の路線バスの緯度、経度、路線バス会社名、便の情報である。乗車した路線バスを特定するため現在位置の緯度、経度とバスロケーションシステムの運行中の路線バスの現在位置一覧を返す WebAPI から得た路線バスの緯度、経度を用い、乗車判定後現在位置に近い距離にある路線バスの情報を取得し、乗換案内サービス利用者のログを分析することで、乗換案内サービス利用後の交通行動を把握する。

参考文献

- [1] 日本トリップ有責任事業組合バスネット
<http://www.ikisaki.jp/>.
- [2] 川村尚生, 菅原一孔, バスネットワークのための実用的な経路探索システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 2, pp780-790, 2007