

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 22 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24760408

研究課題名(和文)高機能携帯端末を用いた交通行動調査手法の構築による選好調査の精度向上のための研究

研究課題名(英文)Development of travel behavior survey method using smart mobile devices for improving preference survey

研究代表者

日下部 貴彦(Kusakabe, Takahiko)

東京工業大学・理工学研究科・助教

研究者番号：80604610

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、GPSや交通系ICカード等の交通行動に関する位置・時間の記録から交通行動判別を行う方法を構築するとともに、このような手法と組み合わせることを前提としたSP (Stated-Preference)調査を構築したうえで調査を実施、検証を行った。これにより、GPSを搭載した高性能な移動体携帯端末(スマートフォンなど)を用いることで可能となるインタラクティブな行動調査プラットフォームの有効性やカスタマイズされた設問の自動生成に関する検討を行うことができた。

研究成果の概要(英文)：This study develops systems to identify activities in travel behavior and to collect stated preferences corresponding to the activity situations. This study shows that the proposed methods can be used in advanced travel behavior survey using smart phones, and it is also confirmed that the customized questionnaires can be utilizable.

研究分野：交通工学

キーワード：交通行動調査

1. 研究開始当初の背景

交通行動調査の手法の一つとして、仮想的な状況を想定したアンケート等で交通行動を調査する SP (Stated-Preference) 調査がある。SP 調査では、将来に都市に新たな交通手段が導入された際の交通行動や、災害時や事故と言った稀にしか起きない事象が起こった際の行動など、現実空間で再現が難しい状況下での交通行動を調査するために利用される。その一方で、SP 調査では、調査者が提示できる情報に限界があり、調査参加者が読み取ることのできる情報にも限界があるため、現実空間で想定されるすべての情報を提示した上で調査を行うことは難しい。とりわけ、交通行動の SP 調査では、調査参加者が空間や時間に関する情報を実際の行動の際に近い状況で読み取ることが望まれるが、従来の紙面などでの SP 調査で提示できる情報は限られたものであり、このために生じる調査参加者の時間・空間に関する認知や記憶の誤差があると考えられる。

近年、スマートフォンなど携帯電話端末の機能向上がみられ、調査機器の制約が緩和されてきている。つまり、画面解像度、処理能力、通信容量の向上により、調査実施者と参加者での双方向での通信を要する調査や携帯電話端末上でのアンケート調査がより効果的に行える環境が整ってきている。そこで、双方向通信を前提として、「調査参加者が SP 調査の対象となる交通行動を行ったのちにその行動の文脈に基づいて SP 調査のアンケートへの回答を求めるシステム及び調査手法を構築」することで、調査参加者が SP 調査での仮想的な状況をより理解しやすくなると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、GPS を搭載した高性能な移動体携帯端末（スマートフォンなど）を用いることを想定し、「双方向通信によるリアルタイムでインタラクティブな行動調査」（図 1）に関連する方法の構築を行う。これにより、従来の SP 調査手法で生じている調査参加者の時間・空間に関する認知や記憶の誤差による調査結果のバイアスを軽減させることを意図している。

3. 研究の方法

本研究では、インタラクティブな調査を行うためには、GPS 等から自動的に取得される軌跡データ等からの交通行動判別及び、調査参加者毎にカスタマイズされた設問の自動生成が必要となることから、これらについての開発を行ったうえで、それぞれについて検証を実施した。さらに、構築した方法をスマートフォンに実装し、数名程度の調査参加者に対して検証を行った。

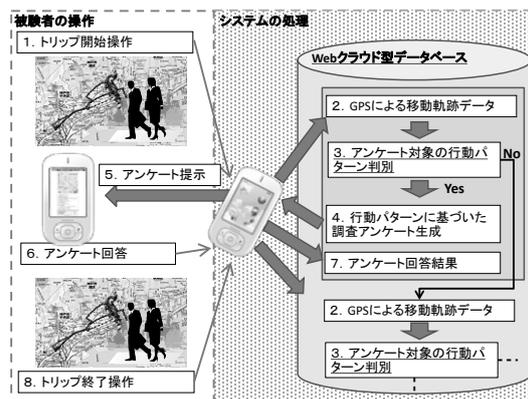


図 1 システムのイメージ

4. 研究成果

(1) 交通行動判別手法の構築

GPS 等から自動的に取得される軌跡データ等からの交通行動判別の構築では、ナイーブベイズ分類器を用いた交通目的判別モデルを構築した。このモデルの検証のため、パーソントリップ調査のデータを用いて、モデルパラメータを推定し、自動的に取得される交通行動データの一つである交通系 IC カードのデータに適用することで、長期間に収集されたデータでの実装可能性について検討した。交通系 IC カードのデータは、IC カード利用する鉄道利用者の乗降に際して、駅での改札通過時刻を記録したデータであり、構築したモデルは、「降車時刻」と「次回乗車までの時間間隔」を引数として、トリップ目的を推定するものである。

パーソントリップ調査データを用いた検証では、2002 年に実施された第 4 回京阪神戸パーソントリップ調査によるデータを用いた。都市部に路線をもつ鉄道会社 A 社 a 駅で降車した鉄道利用者を対象とし、a 駅で降車したトリップのうち、1,095 トリップを教師データとしてモデルパラメータの推定に用い、491 トリップを仮定の IC カードデータとして加工し、検証に用いた。この結果、通勤トリップの 92.1%、私用・業務トリップの 74.2%、帰宅トリップの 84.5% について、正しく推定できることが示された。

長期間に収集された交通系 IC カードデータとして、都市部に路線をもつ鉄道会社 A 社 a 駅で 2007 年 10 月 1 日から 2009 年 5 月 31 日までの平日に観測された 6,913,979 トリップについて分析を行った。判別を行った IC カード利用者のトリップ目的別利用者数の日変動を示したものが、図 2 である。長期データでの推定結果で把握できる特徴の例として、私用以外の目的のトリップでは、お盆や年末年始にトリップ数が減少していることがわかる。帰宅目的のトリップは他の目的のトリップに比べて、4 月から 9 月にかけてのばらつきが大きくなっている。これは、この路線の他の

駅周辺にあるイベント施設で行われているイベントの期間に一致しており、その帰宅の乗客が他の社局の路線への乗り換えているものを捉えたものだと考えられる。

(2) 調査参加者毎にカスタマイズされた設問の自動生成

一般に、SP 調査では、仮想的設問の設定と調査参加者の普段の交通行動が剥離していると、参加者がその設問に回答しづらくなることが考えられる。そこで、調査参加者に個人属性と普段の交通機関利用について設問した後に、その結果を反映して、調査参加者毎にカスタマイズされた SP 調査を実施するという2つの段階から構成されるアンケート調査を構築した。調査は、都市高速道路走行時に突発事象の情報が可変情報板(VMS: Variable Message Sign)によって提供された場合の経路選択行動を対象としたものとした。調査では、「道路利用者が高速道路を走行中に、走行している路線の下流部の路上で突発事象による渋滞が発生し、高速道路上のVMSから渋滞情報を得た」という状況を想定する(図3)。このとき、道路利用者は、「高速道路に乗り続ける(ランプCで降りる)」ことで予定通りの経路を走行するか、もしくは「途中のランプで下りる(ランプBで降りる)」ことで一般道を経由した経路を走行するかというどちらかの行動を選択する。調査参加者には、状況設定として、以下の項目を提示する。

- ・トリップ全長(出発地から目的地までの距離)
- ・料金(距離別料金制または均一料金制)
- ・平常時の一般道条件(距離または時間)

このうえで、VMSの情報として、「渋滞区間を含む区間の通過にかかる旅行時間」又は「渋滞距離」と「渋滞の増加・減少傾向」からなる渋滞情報を提示する。これらの項目のうち、トリップ全長は、あらかじめ普段の高速道路利用についての設問を行いその回答結果をもとに利用者がよく利用しているオン・オフランプ間の距離と近くなるように設定することで、普段利用者が経験している旅行時間・料金に近い状況設定(表1)を行うシステムを構築した。

平成23年12月1日から12月9日の調査期間に阪神高速道路(株)のメーリングリストである「走れGO」に登録されている約1800名にメールを配信し、Webページ上での回答を要請した。回答人数は285人であった。SP調査の設問では、一人あたり10問の設問を行ったことからサンプル数は2850となり、調査参加者毎にカスタマイズされたSP調査を実施することができた。

(3) スマートフォンへの実装

スマートフォンアプリとして実装を行っ

た。アプリは、「i. トリップの自動検出」、「ii. 交通目的の推定」、「iii. 推定結果の精度判定」、「iv. 低精度だった場合の回答者への質問の提示」、「v. 質問結果による目的推定モデルの更新」のステップで構成される。図4に、開発したアプリのユーザインターフェイスを示す。フローのiで滞在中であると推定した場合には、図4(a)のように移動中と表示し、移動中(トリップ開始)を検知した場合には、図4(b)のように移動中と表示する。移動中から滞在中に変化した場合はトリップ終了であるので、i~vに示したプロセスが実行され、ivで質問が生成されたときは図4(c)のように質問を表示する。

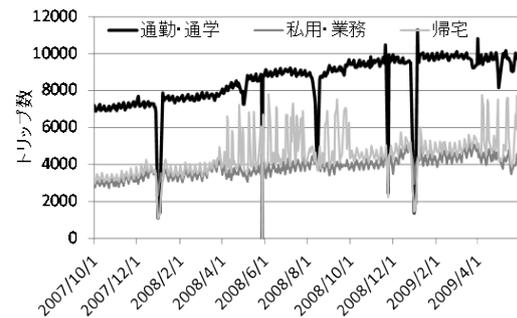


図2 トリップ目的の推定結果

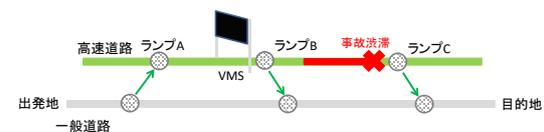


図3 トリップ目的の推定結果

表1 SP設問のネットワーク条件

道路ネットワークの条件	高速道路	AC間の距離	10, 15, 20kmのいずれかの値
		BC間の距離	2km ≤ BC間の距離 ≤ [AC間の距離 - 2km] を満たす1km刻みのいずれかの値
VMSによる情報	渋滞距離情報	距離	2, 4, 6, 8, 10kmのいずれかの値
	旅行時間情報	旅行時間	10分~40分の1分刻みのいずれかの値
料金制度	均一料金	料金	500円, 700円, 1200円のいずれかの値
	距離別料金	ランプBまでの料金	300~700円の100円刻みのいずれかの値
		ランプCまでの料金	ランプBまでの料金に100~500円の100円刻みのいずれかの値を加えたもの



(a)トリップ非検出 (b)トリップ検出中 (c)トリップ検出後

図4 アプリ画面

2014年12月19~26日の7日間に、被験者6名にアプリをインストールしたスマートフォンを携帯させ、検証を行った。これにより、推定精度の検証等を行うとともに、トリップの自動検出に用いる移動滞在判別アルゴリズム等、システムの統合に重要な検討課題であることを確認した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

- ① 目下部貴彦; データオリエンテッド交通研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 71, No. 5, pp. I_21-I_31, 2015, DOI: 10.2208/jscejipm.71.I_21 (査読無)
- ② Takahiko KUSAKABE and Yasuo ASAKURA; Behavioural Data Mining of Transit Smart Card Data: A Data Fusion Approach, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 46, pp. 179-191, 2014, DOI: 10.1016/j.trc.2014.05.012 (査読有)
- ③ 目下部貴彦, 社領沢, 朝倉康夫; 都市高速道路における突発事象情報の提供による行動変化の SP 調査とその分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 69, No. 5, pp. I_449-I_460, 2013, DOI: 10.2208/jscejipm.69.I_449 (査読有)

[学会発表] (計12件)

- ① Takahiko KUSAKABE, Takahiro TSUBOTA, Ashish BHASKAR; Validation study of naïve Bayes probabilistic model for transit passengers' trip purpose estimation: A case study exploiting detailed Brisbane household travel survey data, The 95th annual meeting of Transportation Research Board, Washington DC, USA, 10-14 Jan 2016.
- ② 目下部貴彦; 都市・交通のセンシングとこれから, 第13回 ITS シンポジウム2015 企画セッション 2-1 (若手研究者から見た ITS 研究開発の魅力と課題, そしてこれから), 首都大学東京, 東京, 2015. 12. 3-4
- ③ 後藤啓人, 定金乾一郎, 瀬尾亨, 目下部貴彦, 朝倉康夫; 対話して学習するプロパーソン調査システムの提案, 第13回 ITS シンポジウム2015 対話セッション発表論文, 1-2B-13, 首都大学東京, 東京, 2015. 12. 3-4
- ④ Takahiko KUSAKABE; Data oriented analysis of transit smart card users. Smartcities international seminar, Sharing experiences from Chile and Japan, Santiago, Chile, 4 Sep 2015.
- ⑤ Takahiko KUSAKABE, Toru SEO, Hiroto GOTO and Yasuo ASAKURA; Interactive Online Machine Learning Approach for

Activity-Travel Survey, The 14th International Conference on Travel Behaviour Research, Windsor, United Kingdom, 19-23 Jul 2015.

- ⑥ Takahiko KUSAKABE; Continuous Travel Behaviour Data Collection from Smart Devices. Special Seminar Series on Transportation Planning and Travel Behavioral Analysis (The 2nd International Seminar of Committee of Infrastructure Planning and Management, JSCE in FY2015), The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 25 Jun 2015.
- ⑦ 後藤啓人, 目下部貴彦, 柳原正実, 瀬尾亨, 朝倉康夫; 学習する対話型交通行動調査アプリの提案, 情報処理学会第77回全国大会, Vol. 77, 2X-01, 京都大学, 京都, 2015. 3. 17-19
- ⑧ 目下部貴彦; 交通系常時収集データ活用のためのデータオリエンテッド分析手法, 防衛施設学会年次フォーラム2015, C3, ホテルグランドヒル市ヶ谷, 東京, 2015. 2. 4
- ⑨ Takahiko KUSAKABE, Toru SEO, Hiroto GOTOH and Yasuo ASAKURA; Improving activity-travel survey using on-line machine learning and smartphone-based interactive system. International Workshop on Activity-Travel Behavior Analysis and Multi-State Supernetwork Modeling, Hong Kong, China, 16 Dec 2014.
- ⑩ 目下部貴彦; データオリエンテッド交通研究, 土木計画学研究発表会・講演集, 鳥取大学, 鳥取, Vol. 50, 2014. 11. 1-3
- ⑪ Takahiko KUSAKABE, Taku SHARYO and Yasuo ASAKURA; Behavioural Survey of Travellers Reaction to Incident Information on Urban Expressway, International Symposium on Recent Advances in Transport Modelling (OPTIMUM 2013), Kingscliffe, Australia, 21-23 Apr 2013.
- ⑫ Takahiko KUSAKABE, Yohei TSUJIMOTO and Yasuo ASAKURA; Evaluating the Effects of Travel Time Reliability Information on a Driver's Departure Time Choice, Proceedings of the 5th International Symposium on Transportation Network Reliability, vol. 5, pp. 253-264, Hong Kong, China, 18-19 Dec 2012.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

目下部 貴彦 (KUSAKABE, Takahiko)
東京工業大学・大学院理工学研究科・助教
研究者番号: 80604610