

GPS ログを用いた観光行動推定方法の改善

川瀬純也・倉田陽平・矢部直人

Improving a of Method for Presuming Tourists' Activities Surveys from Their GPS Logs

Junya KAWASE , Yohei KURATA and Naoto YABE

Abstract: In our previous study, we investigated the relationship between tourists' activities recorded by a video camera and their GPS logs, and built a logistic regression model with which we can presume from a person's walking speed whether he/she is viewing an exhibition or not. In this study, we made an attempt to refine this model by adding more parameters, such as distance to exhibitions and its temporal variation. We successfully improved our estimation model for people in their twenties, while our model for families with children still needs to be improved.

Keywords: GPS (global positioning system), 観光行動調査 (tourists' activity survey), 統計モデル (statistic model)

1. はじめに

近年, GPS (Global Positioning System) 機器の精度の向上, 小型軽量化, 一般への普及にともない, さまざまな分野で GPS を用いた行動調査が行われるようになってきた (矢部ほか 2010). とりわけ観光分野においては, 観光空間を改善するために観光者に適した情報を提供するため, また適したマーケティング戦略を行うためには, 年齢や性別といった情報と合わせて, 彼らがどのような行動をとるのかといった情報を精確に把握する必要がある (Shoval and Issacson2007). そのため GPS によって, 観光者がいつ・どれだけの時間・どこに滞在をしたかといった情報を低コストで取得する手法の構築が強く求められており, また今後, 観光行動研究が飛躍的に向上することが期待されている (倉田ほか 2010). GPS を用いた既存の観光行動調査の多くは, 主に観光者の滞

在箇所主眼が置かれた調査が行われていた (例えば長尾ほか 2005). しかし, 観光施設や観光地の発展, 改善には, 滞在箇所だけではなく, 観光者がそこで実際にどんな行動を取っていたかを知ることが重要だと考えられる. 他方で観光者の行動を逐次, 人の手によって記録していくことは多大なコストが必要になる. そこで筆者らは比較的低コストで取得できる GPS データからミクロな観光行動を推定する手法の構築を試みてきた. 本研究では 2010, 2011 年度に多摩動物公園で行われた GPS を用いた来園者行動調査及び実験に, さらなる追加実験を施し, 調査手法の改善を試みた.

2. 既存研究

2010 年度の調査では, 過去二度にわたり行われてきた多摩動物公園での GPS を用いた来園者行動調査 (有馬 2010, 矢部ほか 2010) を参考に, 一般来園者を対象に GPS ロガーを配布し, 来園者ごとの各動物展示での滞在時間の推定を試み

た（川瀬ほか 2011a）．この研究では、一秒に一回記録された GPS ログのうち、GPS ロガーの測位誤差を考慮して各動物展示と歩行空間との境界線から 3m 以内に位置するログ数を数えることで、各来園者の各展示における滞在時間を求めた．しかし、この手法で得られるのは展示施設周辺での「滞在時間」であり、来園者が実際に展示を観ていた「観覧時間」ではないため、精確な来園者の行動や、施設の利用状況を把握するためには改善が必要であると動物園関係者から指摘を受けた．

2011 年度の調査では、一昨年度の調査に追加実験を施す形で、研究手法の改善を試みた（川瀬ほか 2011b ; Kawase et al. 2012）．まず、歩行状態と観覧行動の関係について明らかにするための実験を行った．GPS ロガーを携帯した被験者に対して調査員が同行し、ビデオカメラで被験者の観覧行動を記録した．後日、映像記録から被験者が実際に観覧行動を行っている時間帯を抽出し、GPS ログに対応づけた．具体的には 1 秒ごとに記録された GPS ログに対し観覧行動をしていた場合には「1」、観覧行動をしていなかった場合には「0」の値を付加していった．これにより各移動速度での観覧をしている割合を求めた．20 歳代前半の被験者 5 名に対してこの実験を行った結果、歩行速度が遅いほど観覧をしている確率が上がるが、静止をしていても必ずしも観覧をしているわけではないことが明らかとなった．次に、データから、各時点で来園者が観覧行動をしていた確率を求めるロジスティック回帰モデルを推定した．推定されたモデル例を以下に示す．

$$\text{logit}(p_t) = \beta_0 + \beta_1 v_t$$

	推定値	標準誤差	Wald 統計量	p 値	オッズ比
β_0	0.6194	0.0226	752.1810	0.0000**	
β_1	-0.3237	0.0105	948.5306	0.0000**	0.7235

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

ここで p_t は、時点 t における動物展示を観ていた確率、 v_t は時点 t における歩行速度を表している．そして推定値 50% 以上の場合を 1、50% 未満を 0 と分類した場合に観測値と一致するケースの割合を示す判別率的中率は 68.4% であった．

ここで推定されたモデルは「来園者がより遅い速度で歩いている時ほど、動物展示を観ている確率は高くなり、より速い速度で歩いている時ほど観ている確率は低くなる」と解釈できる．しかし、観光者の行動が常にこのモデルに当てはまるとは限らない．そこで観光者の歩行速度が十分に速いとも十分に遅いとも区別できない値の場合に対処するため、モデルに新たな説明変数を追加するなどして、速度とは別に行動を推定する基準を定め、モデルを改善する必要があると考えた．

3. 手法の改善

本研究では既存のモデルを改善するために新たに説明変数を追加することを試みた．

まず、来園者と観覧の対象物との位置関係に着目し、各時刻における来園者と最も近い場所にある動物展示との距離 d_t を説明変数の候補とした．さらにその距離の変化に着目し、以下の二つの説明変数の候補とした．

$$r_{t-1,t} = \frac{d_{t-1} - d_t}{d_t}$$

$$r_{t,t+1} = \frac{d_t - d_{t+1}}{d_t}$$

$r_{t-1,t}$ は時刻 $t-1$ から時刻 t での動物展示との距離の変化量の距離に対する比、 $r_{t,t+1}$ は時刻 t から時刻 $t+1$ での動物展示との距離の変化量の距離に対する比を表している．ここで距離の変化量を動物展示との距離で除しているのは、動物展示に近い場所と離れた場所での距離の変化に重み付けするためである．

2010 年度のアンケート調査から多摩動物公園

の典型的な来園者像として①20 歳代二人組②幼稚園児連れの二つの被験者群を設定し追加実験を行った。

4. 追加実験とその考察

新たなモデルの推定を試みるため、追加実験を 2011 年 10 月 25 日（火）及び 29 日（土）に行った。実験は既存研究と同様に、被験者に GPS ロガーを携帯してもらい、さらに実際の行動をビデオカメラで記録した。①20 歳代二人組の実験では、10 人 5 組の被験者のうち、一方にビデオカメラを携帯させ、もう一方の行動を撮影させた。また第二章で行った実験もこの来園者像に当てはまると判断し、両データを統合した。②幼稚園児連れの実験では、9 組の被験者グループのそれぞれについて、最も年長の幼児一人に GPS ロガーを携帯させ、調査員が同行し後ろからビデオカメラで行動を記録した。これは、幼稚園児を連れた親は、動物展示よりも子供の様子に注意を払い、積極的に観覧行動を行わない可能性があるかと判断したためである。

被験者が広場及びレストランに滞在した間の GPS ログを除外したのち、ビデオ映像をもとに GPS ログと実際の行動の対応付けを行った。処理後のデータから、時刻 t で動物展示を観ていた確率 p_t を推定するロジスティック回帰モデルを推定した。説明変数には時刻 t での歩行速度 v_t 、加速度 a_t 及び前述の d_t 、 $r_{t-1,t}$ 、 $r_{t,t+1}$ を候補とし、エクセル統計 2010（SSRI 社）を用いて基準となる p 値を 0.2 としたステップワイズ法で変数選択を行い、モデルを推定した。①20 歳代二人組を被験者とした場合の結果を以下に示す。

$$\text{logit}(p_t) = \beta_0 + \beta_1 v_t + \beta_2 d_t + \beta_3 a_t + \beta_4 r_{t,t+1}$$

	推定値	標準誤差	Wald 統計量	p 値	オッズ比
β_0	1.6713	0.0231	5243.7826	0.0000**	
β_1	-0.6531	0.0099	4312.5704	0.0000**	0.5204
β_2	-0.0747	0.0015	2472.2617	0.0000**	0.9280
β_3	0.2217	0.0197	127.1331	0.0000**	1.2481
β_4	-0.0107	0.0039	7.4203	0.0064**	0.9893

* : p<0.05 ** : p<0.01

このモデルでは、 $r_{t-1,t}$ は変数として選択されなかった。Nagelkerke R^2 値は 0.3106、判別の中率は 71.71%となった。観測値ごとの推定値の的中率もともに 7 割強となり、その内訳に偏りのないモデルとなった。また同じデータに v_t のみを説明変数としてモデルを推定した場合の Nagelkerke R^2 値は 0.2063、判別の中率は 70.46%であったため、いくつかのモデルの向上が見て取れる。

次に②幼稚園児連れを被験者とした場合の結果を以下に示す。

$$\text{logit}(p_t) = \beta_0 + \beta_1 v_t + \beta_2 d_t + \beta_3 a_t + \beta_4 r_{t-1,t}$$

	推定値	標準誤差	Wald 統計量	p 値	オッズ比
β_0	0.5449	0.0211	669.750	0.0000**	
β_1	-0.3137	0.0098	1014.3073	0.0000**	0.7308
β_2	-0.0902	0.0020	2060.2309	0.0000**	0.0321
β_3	0.0712	0.0200	12.7142	0.0004**	1.0738
β_4	0.0068	0.0068	0.0231	0.1564	1.0068

* : p<0.05 ** : p<0.01

このモデルでは、 $r_{t,t+1}$ は変数として選択されなかった。Nagelkerke R^2 値は 0.2085、判別の中率は 69.77%となった。しかし実際に観覧をしていた場合の判別の中率は 86.52%、実際に観覧を行っていなかった場合の判別の中率は 37.55%となり、

後者の判別が不十分な結果となった。

これらのモデルの精度の違いは被験者の行動の特徴にあると考えられる。20 歳代の被験者たちは実験時間中、定常的に観覧を行っていたため比較的高い精度が得ることができた。しかし被験者グループの幼稚園児の中には展示への興味を無くし、その他の遊びや親との会話に興味を取られ、展示付近でも観覧を行っていない幼児の様子がビデオ映像から確認された。また幼稚園児では、同年齢でも体格に大きな差がある場合もあり、取りうる歩行速度の範囲に違いが生じることで、精度の低下につながる原因になったと考えられる。

5. おわりに

今回の実験によって、GPS を用いた観光行動調査において、観光者の歩行速度だけでなく、観光者と観光対象物との位置関係とその時間的変化に着目することで、より精確に観光行動の推定が可能となることが示された。一方で、幼稚園児などが観光者のグループに含まれる場合、歩行状態や観覧対象物への興味や行動が一定でなく、20 歳代など同一の手法では、行動の推定が困難であることが分かった。今後は、GPS ロガーに記録される値そのものだけでなく、値の時間的変化に着目して、推定モデルとは大きく異なる行動の抽出手法やその場合での行動推定モデルの構築に取り組んでいきたい。

謝辞

本研究は首都大学東京傾斜的研究費（課題名：GPS ロガーを利用した観光行動分析の高度化）ならびに日本科学技術振興機構（JST）問題解決型サービス科学研究開発プログラム（課題名：顧客経験と設計生産活動の解明による顧客参加型サービス構成支援法）のもとで行われた。

参考文献

- 川瀬純也・岡野雄気・神田八枝・窪村麻里子・小池拓矢・真栄田晃・有馬貴之・倉田陽平・矢部直人(2011a): GPS を用いた来園者行動調査とその課題—多摩動物公園での調査から—, 第 8 回観光情報学会全国大会発表概要集, 16-17.
- 川瀬純也・倉田陽平・矢部直人(2011b): 歩行速度を考慮することによる GPS を用いた観光行動調査の高度化の可能性 ~多摩動物公園での調査から~, 第 20 回地理情報システム学会学研究発表大会講演論文集, CD-ROM
- 倉田陽平・矢部直人・駒木伸比古・有馬貴之・杉本興運(2010): 何を, いつ, どれくらい見て, どこに興味を示すのか?—訪日外国人観光客のより詳細な行動調査に向けて—, 観光情報学会第 2 回研究発表会講演論文集, 43-48.
- 長尾光悦・川村秀憲・山本雅人・大内 東 (2005): GPS ログからの周遊型観光行動情報の抽出, 情報処理学会研究報告 ICS[知能と複雑系]78, 23-28.
- 矢部直人・有馬貴之・岡村 祐・角野貴信 (2010): GPS を用いた観光行動調査の課題と分析手法の検討, 観光科学研究, 3, 17-30.
- Kawase, J. Kurata, Y. Yabe, N., 2012. When and Where Tourists are Viewing Exhibitions: Toward Sophistication of GPS-Assisted Tourist Survey. *Information and Communication Technologies in Tourism 2012*. ENTER2012, 415-425.
- Shoval, N. and Isaacson, M. 2007., Tracking Tourist in the Digital Age. *Annals of Tourism Research* 34(2): 141-159.