

GPS による移動データを用いた奈良飛鳥地域での周遊行動の分析

神戸大学大学院 学生員 本郷達也
 神戸大学大学院 正会員 朝倉康夫

1. はじめに

観光地における周遊行動を分析する際に、各観光客の行動を把握することは不可欠である。しかし、アンケート形式による行動調査では、被験者の負担が増加することや、記入漏れなどのバイアスが発生するといった問題点がある。そこで、端末を携帯してもらうだけで詳細な移動データが取得できる GPS に着目し、このデータのみから周遊行動を分析する手法を提案する。本研究では奈良飛鳥地域における観光客の移動データから、移動滞在判別、観光スポット抽出、関連性分析を行う。移動滞在判別では、個々の観光客の滞在スポットを取り出す。観光スポット抽出では、集客効果の高い場所の抽出を試みる。関連性分析では、関連性が高い2つの観光スポットの組み合わせを発見する。図-1に本研究の概念図を示す。

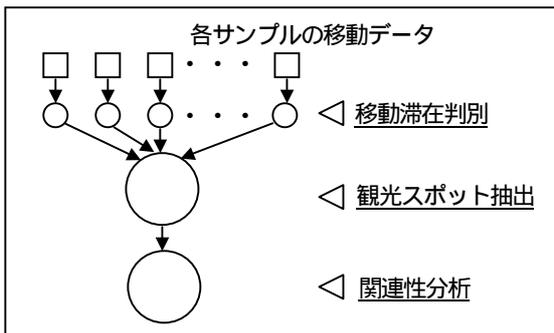


図-1 本研究の概念図

2. 分析手法の説明

2.1. 移動滞在判別¹⁾

30秒毎に取得した各サンプルの位置データに対して移動滞在判別を行うことにより、各点が移動点であるか滞在点であるかを判別する。特異点除去、1次判別、2次判別の3段階に分けて行う。

1) 特異点除去

誤って取得した特異点を取り除く。連続する2点 $i(x_i, y_i)$ 、 $i+1(x_{i+1}, y_{i+1})$ 間の移動速度 $V_{i,i+1}$ を求める。これを、速度閾値 V (m/s) と比較し、 $V_{i,i+1} > V$ ならば、点 $i+1$ を特異点とみなし、これを除去する。

2) 1次判別

点 i までの判別は終わっているものとし、点 $i+1$ の判別について考える。

() 点 i が滞在点の場合

<STEP1-1> 連続する2点 $i(x_i, y_i)$ 、 $i+1(x_{i+1}, y_{i+1})$ 間の距離 $D_{i,i+1}$ を求める。これを、1次判別用の距離閾値 D_{1st} (m) と比較し、 $D_{i,i+1} > D_{1st}$ ならば<STEP1-2>へ、そうでないなら<STEP1-3>へ進む。

<STEP1-2> 点 $i+1$ を暫定的移動点とし、 i を更新して<STEP2-1>へ進む。

<STEP1-3> 点 $i+1$ を滞在点として確定させ、 i を更新して<STEP1-1>を繰り返す。

() 点 i が暫定的移動点の場合

<STEP2-1> 連続する2点 $i(x_i, y_i)$ 、 $i+1(x_{i+1}, y_{i+1})$ 間の距離 $D_{i,i+1}$ を式(2)によって求め、 $D_{i,i+1} > D_{1st}$ ならば<STEP2-2>へ、そうでないなら<STEP2-3>へ進む。

<STEP2-2> 点 i を移動点として確定させ、点 $i+1$ を暫定的移動点とし、 i を更新して<STEP2-1>を繰り返す。

<STEP2-3> 点 i 、点 $i+1$ を共に滞在点として確定させ、<STEP1-1>へ戻る。

全点について判別を行った後、連続する滞在点のまとまりを滞在スポットと定義し、その滞在時間、平均座標を計算する。滞在スポット m の平均座標 (x_m, y_m) は、各滞在点の滞在時間 t_k によって重み付けを行い、以下の式により求める。

$$x_m = \frac{\sum_{k=i}^j x_k t_k}{\sum_{k=i}^j t_k}, \quad y_m = \frac{\sum_{k=i}^j y_k t_k}{\sum_{k=i}^j t_k} \quad \dots \text{式(1)}$$

3) 2次判別

滞在スポット m における滞在時間 t_m を、時間閾値 T_{stay} (s) と比較し、 $t_m > T_{stay}$ ならば、滞在スポット m を真の滞在スポットとする。そうでなければ、一時的な滞在とみなし、 m を滞在スポットとしない。

2.2. 観光スポット抽出

移動滞在判別によって取り出された複数のサンプルの滞在スポットに対し、最短距離法によるクラスター分析の手法を用い、集客効果の高い場所を抽出する。

<STEP1> 任意の2つの滞在スポット m 、 n の組み合わせ

GPS 観光地 周遊行動 移動滞在判別 観光スポット抽出 関連性

Address: 〒657-0066 神戸市灘区篠原中町 3-6-34-502 Tel: 078-802-8707 Mail: tatsuya-1@mva.biglobe.ne.jp

せのうち、非類似度 D_{mn} が最小となる滞在スポットの組 $m(x_m, y_m)$, $n(x_n, y_n)$ を抽出する。なお、非類似度は以下の式により計算する。

$$D_{mn} = t_m t_n \sqrt{(x_m - x_n)^2 + (y_m - y_n)^2} \dots \text{式(2)}$$

t_m, t_n : 滞在スポット m , n での滞在時間

<STEP2> 滞在スポット m , n を束ねる。新たな座標 (x'_m, y'_m) は、各滞在スポットに含まれる滞在点数によって重み付けを行い、以下の式により求める。

$$x'_m = \frac{x_m c_m + x_n c_n}{c_m + c_n}, \quad y'_m = \frac{y_m c_m + y_n c_n}{c_m + c_n} \dots \text{式(3)}$$

c_m, c_n : 滞在スポット m , n に含まれる滞在点数

<STEP3> 非類似度の最小値 $MinD_{mn}$ を終了条件 D_{spot} と比較し、 $MinD_{mn} > D_{spot}$ ならば終了する。そうでなければ、<STEP1>を繰り返す。

図-2 に観光スポット抽出の簡単な模式図を示す。

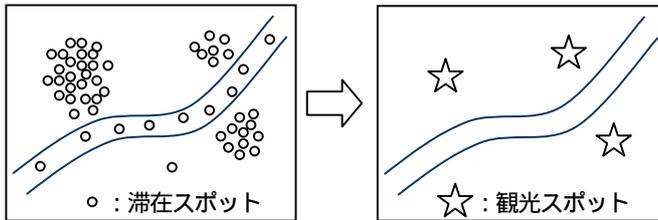


図-2 観光スポット抽出の模式図

2.3. 関連性分析

関連性が高い2つの観光スポット A , B の組み合わせを抽出する。バスケット分析によるアソシエーションルールを用いる²⁾。アソシエーションルールとは、ある条件 A が起こった場合にある現象 B が起こることを「 $A \rightarrow B$ 」と表すもので、 A を条件部、 B を結論部と呼び、以下の3つの指標を用いて評価する。

サポート値 : $support = \frac{A \cap B}{S} \dots \text{式(4)}$

コンフィデンス値 : $confidence = \frac{A \cap B}{B} \dots \text{式(5)}$

リフト値 : $lift = \frac{\frac{A \cap B}{B}}{\frac{B}{S}} \dots \text{式(6)}$

A , B : 観光スポット A , B を訪れる観光客数
 S : 全観光客数

サポート値は関連性を適用できる機会の起こりやすさ、コンフィデンス値は関連性の確からしさ、リフト値は結論部 B が条件部 A から受ける影響の度合いを表す。

3. 分析結果

図-3 に任意の1サンプルについての移動滞在判別結果を示す。なお、距離閾値は10m、時間閾値は5分とした。

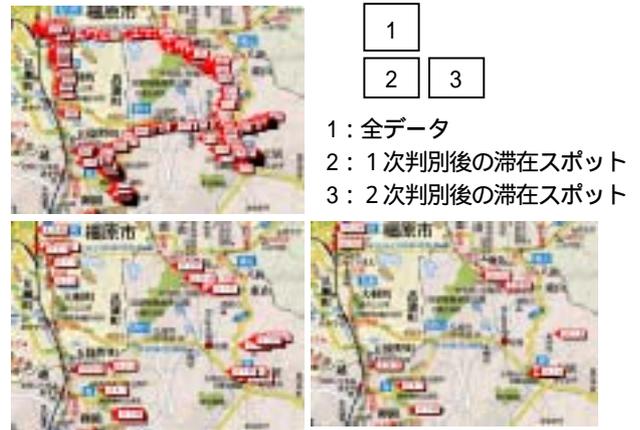


図-3 移動滞在判別結果の一例

全サンプルについて移動滞在判別を行うことで、一日の観光行動では1サンプル当たり約20~30回の滞在を繰り返すこと、1~2分間の滞在が最も多いことがわかった。

図-4 に観光スポット抽出結果の一例を示す。なお、終了条件は $D_{spot} = 1000000 \text{ (ms}^2\text{)}$ とした。



図-4 観光スポット抽出結果の一例

これらの場所は集客効果が高いと考えられるため、自販機や看板、ベンチなどの設置場所を検討する際に活用できるものと考えられる。

関連性が高い組み合わせとして取り出されたものうち、代表的なものに以下の組み合わせがある。ただし、いずれもサポート値は0.15以上、コンフィデンス値は0.7以上、リフト値は2.0以上である。

- ・「欽明天皇陵」と「鬼の俎」
- ・「亀石」と「鬼の俎」
- ・「水落遺跡」と「酒船石」

これらの組み合わせのうち、一方の施設において他方の施設に関する情報を提供することで、後者への来訪者数の増加やサービスの向上につながるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 朝倉康夫・羽藤英二・大藤武彦・田名部淳; "PHSによる位置情報を用いた交通行動調査手法", 土木学会論文集, No.653 / - 48, pp.95 - 104, 2000.7
- 2) 豊田秀樹; "金鉱を掘り当てる統計学", 講談社, 2001.3