

観光動態情報の獲得を意図した GPS ログデータマイニング

長尾 光悦[†] 川村 秀憲^{††} 山本 雅人^{††} 大内 東^{††}

[†] 北海道大学情報基盤センター 〒060-0811 北海道札幌市北区北 11 条西 5 丁目

^{††} 北海道大学工学研究科 〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目

E-mail: †nagao@iic.hokudai.ac.jp, ††{kawamura,masahito,ohuchi}@complex.eng.hokudai.ac.jp

あらまし 本稿では、観光動態情報の獲得を意図した GPS ログデータマイニング法を提案する。本研究においては、近年の個人型観光へのシフトに伴い利用が急増しているレンタカーによる観光活動において、GPS により収集されたログデータから観光動態情報として活用可能な個人行動情報の抽出を行う。現在、GPS は SA の除去が実施され、高精度での位置測位が可能である。しかしながら、GPS の単独測位においては電離層の影響、大気の揺らぎ、マルチパスの影響により誤差が生じる。更には、GPS 受信機の状態による記録エラー、遮蔽物による測位不能などを避けられないのが現状である。提案手法は、これらの状況に対してロバストであり、GPS ログデータから適切に個人行動情報を抽出することが可能である。また、北海道観光を行った旅行者から収集した GPS ログを用い提案手法の有効性の検証を行う。

キーワード GPS, ログデータマイニング, 観光動態情報, 個人行動情報, レンタカー

GPS Log Data Mining for Acquisition of Tourism Information

Mitsuyoshi NAGAO[†], Hidenori KAWAMURA^{††}, Masahito YAMAMOTO^{††}, and Azuma OHUCHI^{††}

[†] Information Initiative Center, Hokkaido University

North 11, West 5, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido, 060-0811 Japan

^{††} Graduate School of Engineering, Hokkaido University

North 13, West 8, Sapporo, Hokkaido, 060-8628 Japan

E-mail: †nagao@iic.hokudai.ac.jp, ††{kawamura,masahito,ohuchi}@complex.eng.hokudai.ac.jp

Abstract In this paper, we propose a GPS log data mining method for acquisition of tourism information. Recently, the number of tourists which utilize rent-a-car has extremely increased according to shift of tourism type from group tour to personal tour. Therefore, in this research, we perform the extraction of personal behavior information which is effective for tourism information from GPS log data in rent-a-car tour. Currently, the position detection with high accuracy can be performed by using GPS because SA which leads to decrease of accuracy has been removed. However, when GPS is independently used, detection error and impossibility frequently occur under influence of electrolytic dissociation, atmosphere condition, GPS receiver condition and so on. The proposed method is robust against such situations and can extract the accurate personal behavior information from the GPS log data with error. We confirm the effectiveness of proposed method through the experiments using GPS log data collected from tourists in Hokkaido.

Key words GPS, Log Data Mining, Tourism Information, Personal Behavior Information, Rent-a-car

1. ま え が き

観光産業は、21 世紀の成長産業として大きな期待が寄せられている分野である。この期待のもと、各自治体において効果的な観光戦略策定の基礎となるべき観光動態調査が実施されてい

る。これまでの観光動態調査においては、ある道路や鉄道・旅客機などの輸送経路でどのくらいの観光客の移動があったかというマクロ統計的情報の収集分析が主流であった [1]。しかしながら、近年の団体型観光から個人型観光への観光形態シフトに伴い、必要とされる情報も従来の統計情報のみではなく、各旅

行者がいつ、どこで、どのような観光を行っているのかという個人行動情報を調査分析することが必要となっている。このような個人行動の調査分析は、従来、調査票に基づくアンケート調査方式により行われている。アンケート調査方式は、旅行者に調査票を配布し、記憶に基づき行動を記入する方式である。この調査方式では、詳細な行動情報の獲得を意図した場合には旅行者への負担は非常に大きなものとなる。また、記憶に基づく調査方式であるため、行動の記入漏れ、時刻の誤差、ルート特定の困難性、更には、調査票からのデータ化コストといった問題が存在し、効果的な調査分析には至っていないのが現状である。

一方、交通計画や都市計画の分野においては、個人行動や交通行動の調査はパーソントリップ調査と呼ばれ、多くの地域において調査が実施されている。近年、このパーソントリップ調査において、GPS (Global Positioning System) や PHS (Personal Handyphone System) といった移動体端末を利用した調査分析に関する研究が実施されている [2]-[10]。これら研究においては、移動体端末から収集された位置データから、移動経路、移動速度、利用交通機関等の情報を抽出し、従来のアンケート方式によるパーソントリップ調査に代わる調査分析方法としての可能性を検討している。このような、移動体端末に基づく個人行動調査は、交通計画や都市計画といった分野だけではなく観光のための個人行動情報を収集分析するためにも有効な方法であると考えられる。特に、観光という広範囲に渡る行動が行われる場合を考慮すれば、多様な地点での情報獲得が可能な GPS が有効な情報収集機器であると考えられる。

本稿では、有効な観光動態情報の獲得を意図した GPS ログデータマイニング法を提案する。本研究においては、近年の個人型観光へのシフトに伴い利用が急増しているレンタカーによる観光において、GPS に基づき収集された時刻、位置情報を含むログデータから観光動態情報として有益な個人行動情報を抽出することを目的とする。現在、GPS の測位精度は SA (Selective Availability) の除去が 2000 年 5 月に実施され、高精度での位置測位が可能となっている。しかしながら、測位精度は向上しているとはいえ、GPS での単独測位においては電離層の影響、大気揺らぎ、マルチパスの影響により測位誤差が生じる。更には、機器の状態による記録エラーや遮蔽物による測位不能を避けられないのが現状である。提案手法では、これら状況に対してロバストであり、GPS ログデータから適切に個人行動情報を抽出することを可能とする。このように GPS ログデータのみから適切な個人行動情報を獲得可能となることによって、調査票をベースとした調査の負担を軽減し、更には、より効果的な観光戦略策定のための観光動態情報が獲得可能になるものと考えられる。また、実際の北海道における観光活動から収集した GPS ログを用い提案手法の有効性の検証を行う。

2. GPS

GPS は、米国国防総省が管理・運用する 24 個の人工衛星より発信される電波に基づき、受信アンテナが存在する緯度経度をリアルタイムに計算するシステムである [11][12][13]。GPS

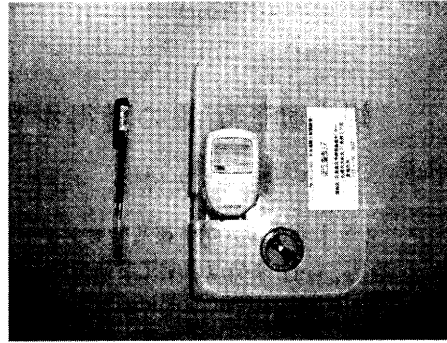


図 1 GPS ログ収集装置
Fig.1 GPS log collection device

はカーナビゲーション・システムをはじめとし、近年、PDA や携帯電話といったモバイルデバイスにも組み込まれるようになってきており GPS に基づく位置情報を扱うモバイルアプリケーションの開発が盛んに実施されるようになってきている。GPS は、元来、米国国防総省が軍事利用を目的としていたものであるため民間に開放されていた信号には GPS 時刻や GPS 衛星の軌道情報に揺らぎを与えることによって発生させた SA (Selective Availability) と呼ばれる誤差信号が含まれていた。このため、従来の GPS の測位精度は低かったが、この SA は日本時間 2000 年 5 月 2 日 13 時に解除され、現在では高精度の位置測位が可能となっている。このような GPS を利用することによって、観光活動における位置、時刻情報を自動的にかつ連続的に獲得することが可能となる。

図 1 に、本研究において使用する GPS ログ収集装置を示す。本 GPS ログ収集装置は、SONY 製ハンディGPS レシーバー PCQ-HGR3V をベースとし電源供給部に改良を施したものである (縦 15cm × 横 21cm × 高さ 10cm)。本装置は電池駆動式であり、最大で約 1 週間の動作が可能である。また、メモリ容量は 256kb、ログ記録間隔は 1 秒から 3600 秒の間で任意に調整することが可能である。

GPS による位置情報の算出方法は、衛星から受信機までの信号の到達時間を計測し、これに基づき衛星までの距離を算出するレンジングという作業を実施し、このレンジングを 3 機の衛星に対して行うことで 3 衛星の位置、受信機までの距離を獲得する。この情報から三角交差法によって受信機の位置を算出する。しかしながら、衛星と受信機の間には大気が存在するため、電離層の影響や大気揺らぎによって電波の伝播時間に揺らぎが生じる。更には、GPS が受信する信号は直接衛星から受信したのではなく、衛星本体や受信アンテナ近くの地面や構造物等によって反射され異なった経路を通ってきたマルチパスと呼ばれる電波を受信する可能性もある。これらの原因によって衛星と受信機の距離計算において誤差が生じ、SA が除去されたとはいえ、最終的に算出される位置情報に誤差が生じることとなる。このような誤差を低減するために DGPS (Differential GPS) や RTK-GPS (Real Time Kinematic GPS) といった誤差補正技術が開発されているが、装置の肥大化や立ち上がり時

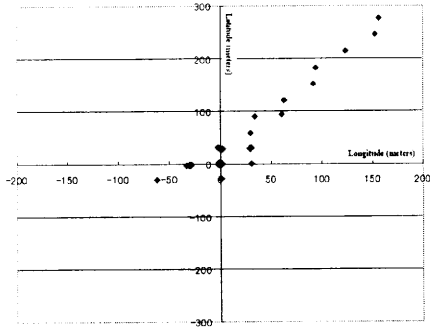


図2 GPS ログ収集装置の測位精度

Fig.2 Accuracy of position measured by GPS log collection device

間の問題を有しており、観光動態の調査という観点からは利用が困難であると考えられる。

このため、本研究において用いる GPS ログ収集装置の測位精度の検証を実施した。この測位精度の検証では、平成 16 年 2 月 12 日 (土)13 時～17 日 (日)13 時の 5 日間、周囲に遮蔽物が存在しない場所 (北海道大学情報基盤センター屋上) に本装置を設置し、1 分間隔で位置情報を測位した。この結果、5 日間で 7200 個の GPS ログが収集された。検証結果を図 2 に示す。図 2 は、測位された 7200 個の緯度及び経度の平均値を算出し、各平均値からの距離を算出した結果を表す。図に示されるように、定点観測であるにもかかわらず、GPS の測位に誤差が生じていることがわかる。測位された各位置の平均位置からの距離は、平均で 1.0m、最大値は 299.1m となった。また、平均位置からの距離が 3.0m を超えたものの平均値は 43.3m となった。この検証結果は、GPS を周囲に遮蔽物が存在しない場所に固定して設置し、位置を測位したものである。周囲に高層遮蔽物などが多数存在する市街地などでは、この誤差は増大し、更には GPS 受信機上部に遮蔽物が存在する場合には測位不能状態が発生する。このような誤差を包含する GPS ログデータから適切に情報を抽出可能であり、かつ、GPS の測位不能状態にも適応可能な手法が必要とされる。

3. GPS ログデータマイニング

本研究では、有効な観光動態情報の獲得を意図した GPS ログデータマイニング法を提案する。GPS ログデータは日付、時刻、緯度経度情報が記録されたデータ系列であり、この GPS ログデータ系列群から観光動態情報として有益な個人行動情報の抽出を実施する。個人行動情報としては、「いつ、どこで、どのくらい観光を行っているのか」、更には、「どのような経路で、どれくらいの移動を行っているのか」という情報が必要とされると考えられる。このため、本研究においては、GPS ログデータ集合からの滞在情報と移動情報の抽出を行う。本研究における GPS ログマイニング法の処理の流れを図 3 に示す。図に示されるように、本提案手法においては、各 GPS ログデータ間の時間間隔、距離、速度、存在市町村情報を算出する。次に、

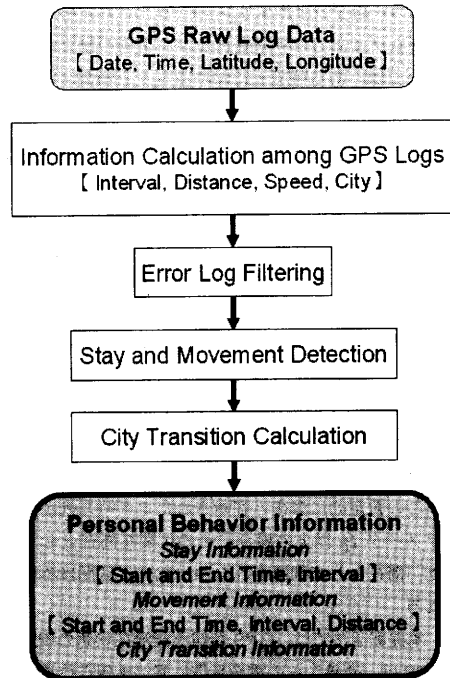


図3 提案手法における処理の流れ

Fig.3 Flow of process in the proposed method

算出された情報に基づきエラーログを判定し、修正を行う。その後、滞在・移動判定を行い、最後に市町村遷移情報の算出を行う。以下に各手続きの詳細を示す。

(1) **GPS ログ間の情報算出:** 提案手法においては、第一に GPS のログ間の情報を算出する。ここでは、ログデータ間の時間間隔、距離、移動速度、更に、各ログが記録された市町村の推定を行う。時間間隔はログにおける日付と時刻を基に算出する。また、ログ間の距離の算出は以下に示すヒュベニの距離計算式に基づき算出する。

$$D = \sqrt{(M \times dP)^2 + (N \cos(P) \times dR)^2}$$

$$M = \frac{6334834}{\sqrt{(1 - 0.006674 \times (\sin(P))^2)^3}}$$

$$N = \frac{6377397}{\sqrt{1 - 0.006674 \times (\sin(P))^2}}$$

D : 2点間の距離 (m) P : 2点の平均緯度

dP : 2点の緯度差 dR : 2点の経度差

M : 子午線曲率半径 N : 卯酉線曲率半径

この算出された距離及び時間間隔に基づき移動速度を算出する。最後に、ログが記録された市町村の推定が行われる。この推定においては、ログが記録された位置と各市町村の役所が存在する位置の間の距離を算出し、最短の距離を示した市町村において GPS ログが記録されたと判別する。

(2) エラーログフィルタリング: 算出された移動速度に基づきエラーログであると判断されるログ情報の修正を行う。本手法においては、ある時刻 t におけるログと時刻 $t-1$ におけるログ間の移動速度が時速 180km/h 以上となった場合、時刻 t のログを時刻 $t-1$ 及び $t+1$ のログにおける緯度経度の平均値に変更する操作を行う。

(3) 滞在・移動判別: 算出されたログ間の時間間隔、移動速度、距離情報に基づき旅行者が滞在状態であるか移動状態であるかを判別する。滞在・移動判別は基本的に時間間隔及び移動速度に基づき行われる。ここでは、時刻 t のログにおける移動速度が速度パラメータ $Sp1$ 以下、または時刻 $t-1$ 及び $t+1$ のログにおける移動速度が $Sp1$ 以下かつ時刻 t のログにおける移動速度が $Sp2$ 以下の場合、時刻 t のログを暫定的に滞在として判別する。これは、滞在における通常のノイズ及び突発的に生じる可能性がある多大なノイズを考慮可能とするためのものである。この暫定的に滞在と判断されたログ時系列が連続して時間パラメータ Ip 以上の場合にその区間を滞在として判別する。また、滞在として判断されなかったログ区間は移動として判別される。

更に、本提案手法では、GPS 受信不能滞在状態の判別を実施する。GPS は、衛星からの電波受信に基づき現在位置を算出する。このため GPS 受信機上部に遮蔽物がある場合には、衛星からの電波を受信することが不可能であるために、位置測位も不能となる。本手法では、このような GPS 受信不能状態においても、旅行者の滞在または移動状態を判別することを可能とするために GPS 受信不能滞在状態の判別を実施する。これは、時刻 t のログにおいて、時刻 $t-1$ のログとの時間間隔が GPS ロスト時間パラメータ LTp 以上であり、時刻 $t-1$ のログからの移動距離が距離パラメータ LMp 以上、移動速度が $Sp3$ 以下、かつ、それらログが滞在として判断されていない場合に、時刻 $t-1$ から t のログ間に GPS 受信不能状態が発生しているが滞在があったと判断する。これは滞中に伴う GPS の受信不能状態では、時刻 $t-1$ と t の時間間隔が長時間となり、かつ、この間の移動速度は非常に低速となるために、この状況の検出を意図している。この操作によって GPS 受信不能状態における滞在または移動を判別可能とする。この GPS 受信不能滞在状態のパラメータは、 LTp を 1200 秒、 LMp を 100 メートル、 $Sp3$ を 3km/h として設定した。これらのパラメータはヒューリスティックによって決定したものである。

(4) 市町村遷移情報算出: 滞在・移動判別の後、移動市町村遷移情報が算出される。移動市町村遷移情報は、各ログにおいて判別された市町村情報が変化した際に市町村間での移動があったとして判別される。

本研究において提案する GPS ログマイニング法に基づき適切な個人行動情報を抽出可能であることを検証するために、予備実験を実施した。予備実験は、平成 16 年 2 月 12 日 (木) に実施し、北海道大学情報基盤センター (札幌市北区北 11 条西 5 丁目) を出発地として、滞在地 1 (北海道江別市大麻 108 付近)、滞在地 2 (北海道江別市西野幌 59 番 2 北海道情報大学付

表 1 予備実験における滞在地情報

Table 1 Information about stay in pre-experiment

記録データ (アンケート)			
場所	到着時刻	出発時刻	滞在時間
滞在地 1	15 時 37 分	15 時 52 分	15 分間
滞在地 2	16 時 05 分	16 時 36 分	31 分間
滞在地 3	17 時 11 分	17 時 22 分	11 分間
GPS ログデータ (提案手法)			
場所	到着時刻	出発時刻	滞在時間
滞在地 1	15 時 36 分	15 時 52 分	16 分間
滞在地 2	16 時 06 分	16 時 36 分	30 分間
滞在地 3	17 時 11 分	17 時 24 分	13 分間

近)、滞在地 3 (北海道札幌市豊平区月寒西 1 条 11 丁目付近) の 3 箇所において 5 分以上の滞在进行を行い、最終的に出発地に戻るとい模倣観光を実施した。車には GPS ログ収集装置を搭載し、1 分間隔で終始 GPS ログの記録を行った。更に、提案手法によって抽出された行動情報の妥当性を検証するため、出発・滞在地の出発時刻及び到着時刻、滞在地間まで距離を予備実験中に随時記録するものとした。この際の移動距離は車におけるトリップメータの距離に基づき算出したものである。また、提案手法におけるパラメータ設定は、 $Sp1$ を 6.0km/h、 $Sp2$ を 36.0km/h、 Ip を 300 秒として設定した。本 GPS ログ記録装置の精度検証実験において、平均点からの距離が 3m 以上となった場合の平均距離が 43.3m、最大距離が 299.1m であった。この際の時速はそれぞれ 3km/h と 18km/h となる。更に、SA 除去前ではあるが、市街地のような遮蔽物が多い場所では遮蔽物が少ない場所での測位と比較して、誤差が約 2 倍になることが報告されている [5]。これらから移動速度に関するパラメータ $Sp1$ 、 $Sp2$ は、6.0km/h と 36km/h として設定した。時間間隔パラメータである Ip は、予備実験における滞在時間を 5 分以上としているために設定したものである。

予備実験の結果を表 1、表 2、表 3 に示す。これら結果から、滞在及び移動に関して本手法を用いて抽出した個人行動情報が記録データと出発到着時刻に関してほぼ一致することが確認された。しかしながら、移動距離に関しては多少の誤差が見られた。これは、GPS ログの記録間隔が 1 分間であったため、実際に走行された経路とは異なる、すなわち、経路が短縮された距離が算出されるために記録された距離よりも短くなった。また、移動市町村情報についても適切に推定されていることが確認された。これら結果から、本提案手法を用いることにより、観光動態調査のための個人行動情報を GPS ログデータのみから適切に抽出可能であることがわかる。

4. 実データに基づく GPS ログデータマイニング

本提案手法によって予備実験における模倣観光では GPS ログデータから有効に個人行動情報を獲得可能であることが確認された。このため、本提案手法を実際の観光活動により収集された GPS ログデータへ適用することによって有効性の検証を行う。GPS ログデータの収集は、株式会社トヨタレンタリース

表 2 予備実験における移動情報

Table 2 Information about movement in pre-experiment

記録データ (アンケート)				
ルート	移動開始時刻	移動終了時刻	移動時間	移動距離
出発地→滞在地 1	14 時 56 分	15 時 37 分	41 分間	15.7km
滞在地 1→滞在地 2	15 時 52 分	16 時 05 分	13 分間	7.6km
滞在地 2→滞在地 3	16 時 36 分	17 時 11 分	35 分間	18.1km
停車地 3→出発地	17 時 22 分	17 時 52 分	30 分間	9.2km
GPS ログデータ (提案手法)				
ルート	移動開始時刻	移動終了時刻	移動時間	移動距離
出発地→滞在地 1	14 時 54 分	15 時 36 分	42 分間	14.4km
滞在地 1→滞在地 2	15 時 52 分	16 時 06 分	14 分間	7.0km
滞在地 2→滞在地 3	16 時 36 分	17 時 11 分	35 分間	16.8km
滞在地 3→出発地	17 時 24 分	17 時 53 分	29 分間	8.5km

表 3 予備実験における市町村情報

Table 3 Information about city in pre-experiment

移動都市数 (重複あり)	移動都市数 (重複なし)
3 市町村	2 市町村

札幌の協力により実施した。本実験では、札幌駅東店及び千歳空港ポプラ店の 2 店舗において平成 15 年 8 月～11 月まで被験者の募集を実施し、GPS ログデータの収集を行った。被験者のレンタカーには GPS ログ収集装置を設置し、実際の観光活動を行ってもらった。ログの記録は 1 分間隔で設定した。また、事前に調査票を渡し、観光中に随時、観光地、観光内容、到着時間を記入するアンケート調査も併せて実施した。これにより、28 件の GPS ログデータが収集された。これら収集された GPS ログデータに対して本提案手法を適用し個人行動情報の抽出を実施した。提案手法における各パラメータは、予備実験と同様とした。

表 4 に実験結果を示す。表 4 は、アンケート調査票から抽出した滞在情報と本提案手法により抽出された滞在情報の比較である。表における調査票における滞在地数は、アンケート調査票に記載されていた滞在地数、提案手法における滞在地数は、GPS ログデータマイニングによって抽出された滞在地数を示す。また、滞在一致数及び適合率はアンケート調査票から抽出された滞在地と GPS ログデータマイニングによって抽出された滞在地を到着時刻及び目視による地図上での位置確認に基づき適合しているか否かを検証し、一致として判断した滞在地の数と割合である。更に、抽出不能はアンケート調査票には記載されていたが、GPS ログデータマイニングにおいては抽出されなかった滞在地数、調査票未記入は GPS ログデータマイニングによって抽出され、ログデータ及び目視による地図上での確認により滞在と判断されるが、アンケート調査票には記載されていなかった滞在地数である。ミス抽出は GPS ログデータマイニングによって抽出されたが、目視による地図上での確認によって滞在ではないと判断された滞在地数を表す。

実験結果から、各被験者ごとにばらつきはあるものの、平均 85.5% の割合で調査票に記載されていた滞在地を本提案手法によって抽出可能であることが示された。また、GPS 受信不能状態における滞在は全被験者の滞在数において 14 箇所抽出され、

図 4 行動情報抽出結果

Fig. 4 Extraction result of behavior information

被験者番号	調査票			提案手法			
	滞在地点数	滞在地点数	滞在一致数	適合率 (%)	抽出不能	調査票未記入	ミス抽出
1	9	7	5	55.6	4	1	1
2	6	12	5	83.3	1	4	3
3	8	12	6	75.0	2	4	2
4	23	27	22	95.7	1	3	1
5	17	18	15	88.2	2	0	3
6	13	12	11	84.6	2	1	0
7	13	14	12	92.3	1	0	2
8	13	13	8	61.5	5	3	2
9	9	10	8	88.9	1	0	2
10	16	15	14	87.5	2	0	1
11	21	27	18	85.7	3	2	7
12	21	25	19	90.5	2	5	1
13	8	8	7	87.5	1	0	1
14	10	12	7	70.0	3	1	4
15	19	17	15	89.4	4	1	1
16	8	7	5	62.5	3	1	1
17	4	10	4	100.0	0	5	1
18	16	15	12	85.7	4	2	1
19	18	26	15	83.3	3	5	6
20	10	26	10	100.0	0	13	3
21	1	11	1	100.0	0	8	2
22	27	33	24	88.9	3	5	4
23	5	6	4	80.0	1	2	0
24	1	7	1	100.0	0	5	1
25	33	33	29	87.9	4	4	0
26	9	18	9	100.0	0	5	4
27	10	11	9	90.0	1	1	0
28	10	8	8	80.0	2	0	0
平均	12.8	15.7	10.8	85.5	2.0	2.9	1.9

このうち 13 箇所が調査票と一致する結果が示された。抽出不能であった滞在地に関しては、GPS ログ及び地図上に滞在の形跡は見られるものの、5 分以内の滞在のために抽出されなかったものが大半であった。これは、時間間隔パラメータ I_p を変更することで抽出可能であるが、一方で、渋滞などの低速での連続的な移動を滞在として検出する可能性があり、ミス抽出の増加を招く可能性がある。よって、どこまでの個人行動情報を検出すべきかという点を考慮してパラメータを設定する必要があるものと考えられる。調査票に未記入であったが滞在と判断された地点数は平均で 2.9 と多く抽出された。この原因は、調査票への記入漏れによるものであると考えられるが、旅行者が観光と意図していないために記述しなかったということも考えられる。ミス抽出に関しては、実際の実験においては、長時間にわたる滞在時のノイズが大きく、更には GPS の受信状況によってログの記録が設定時間よりも短時間で終わる状態が発生していた。このために宿泊などの長時間にわたる滞在が複数の滞在として分割されたために生じているものが多く存在した。また、連続的な低速での走行によって滞在として判定された誤抽出も存在した。これら誤抽出は、実データから得られたノイズ情報を解析し手法に反映させる、更には、GPS 自体の精度改善などの方法により低減することが出来るものと考えら

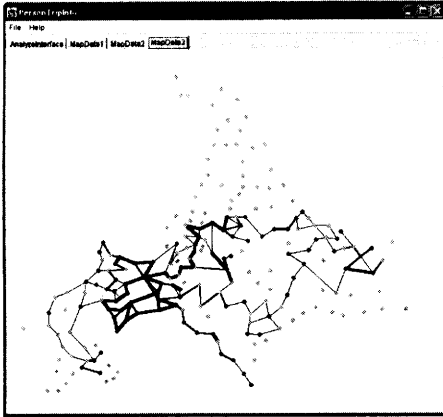


図5 市町村遷移情報の可視化

Fig.5 Visualization of city transition information

れる。また、この実験結果では、滞在地情報のみの比較を行っているが、本提案手法においては滞在地以外の区間を移動として抽出するため、滞在地情報が適切に抽出可能であれば、移動情報も適切なものとなる。このため、ここでは滞在地情報のみの結果を示している。

本提案手法では、基本的な滞在・移動情報、市町村遷移情報の詳細情報に関する統計情報も算出可能としている。また、市町村遷移情報においては、その遷移状態を可視化可能とし、より効率的な行動情報の分析を可能としている。図5に本実験によって獲得された市町村遷移情報の可視化結果を示す。図における各ノードは各市町村を表し、ノードの色が滞在と判断された地点がその市町村に存在したかを表す。また、エッジは旅行者の移動を表し、その太さが移動頻度を表す。このような市町村遷移情報から、各市町村間の連携を考慮した観光戦略を立てることが可能になるものと考えられる。これらの統計情報も分析することによって、更に効果的な観光動態情報の分析が可能になるものと考えられる。

以上の結果から、提案するGPSログマイニング法によって、GPSログデータから観光動態情報として必要とされる個人行動情報を的確に抽出可能であり、従来のアンケート方式に基づく調査の負担を軽減することが可能であることが示された。本提案手法で抽出可能である個人行動情報は、滞在に関しては、到着出発時刻、滞在時間、滞在地の緯度経度情報、滞在地が存在する市町村名であり、移動に関しては、移動時間、移動距離といった情報である。しかしながら、観光動態情報として有効な個人行動情報としては、どのようなルートを通り、どのような施設に滞在しているかというより詳細な情報が必要であると考えられる。このような情報は、GIS(Geographic Information System)を提案手法に導入することで可能になると考えられる。これは今後の課題である。

5. あとがき

本稿では、有効な観光動態情報を獲得するためのGPSログ

データマイニング法を提案し、実際の観光活動から収集したGPSログデータからの個人行動情報の抽出を行うことで、提案手法の有効性を検証した。実験結果から、本提案手法により、適切な個人行動情報を抽出可能であることが確認された。しかしながら、抽出された情報では多少の誤抽出が存在することも確認された。これは、本実験によって得られたデータを提案手法に反映することで改善することが可能であると考えられる。また、GPS自体の測位精度は、擬似衛星などの技術が開発され改善されている。このため、本提案手法によって抽出される個人行動情報の精度も向上していくものと考えられる。

現在、本手法によって獲得可能な情報は、滞在時間、滞在地緯度経度情報、移動距離、移動時間といった最も基本的な情報である。より効果的な観光戦略のためには、滞在施設や滞在の間ルート情報のような詳細な情報を獲得可能とすることが必要とされる。これらの情報の獲得は本提案手法にGIS技術を導入することによって可能になると考えられる。これは今後の課題である。

謝 辞

GPSログデータ収集にご協力頂いた株式会社トヨタレンタリース札幌に謝辞を示す。本研究の一部は、ノーステック財団「研究開発助成事業」の助成を受けて行われた。

文 献

- [1] 日本政策投資銀行北海道支店, "北海道観光の今後の展開 ~ 「観光産業」の発展のために~" (2002).
- [2] 岡本篤樹, 鈴木明宏, 李 竜煥, 田名部淳, 朝倉康夫, "PEAMON (PERsonal Activity MONitor) の開発と機能実験", 土木計画学研究・講演集 23(1), pp.659-662 (2000).
- [3] 大森宣曉, 室町泰徳, 原田 昇, 太田勝敏, "PHSの位置情報サービスを用いた高齢者の一週間の交通行動調査", 第19回交通工学研究発表会論文報告集, pp.113-116 (1999).
- [4] 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/IV-48, pp.95-104 (2000).
- [5] 田名部淳, 李 竜煥, 岡本篤樹, 杉野勝敏, "移動体端末による交通行動調査の成立可能性", 土木学会土木計画シンポジウム (2001).
- [6] 朝倉康夫, 羽藤英二, "特定地区に集中する交通需要の適正化・分散方策~移動体通信による位置データの利用可能性~, 土木学会土木計画シンポジウム (2001).
- [7] 本田 卓, 寺部慎太郎, "地方部の自動車交通行動分析に向けたGPSデータの利用可能性", 土木学会第56回土木学会年次学術講演概要集 2001 (2001).
- [8] N. Ohumori, Y. Muromachi, N. Harada and K. Ohta, "Analysis of Day-to-Day Variations of Travel Time Using GPS and GIS", Proceedings of the Third International Conference on Traffic and Transportation Studies (ICTTS 2002), Vol.2, pp.1306-1313 (2002).
- [9] 大森宣曉, 室町泰徳, 原田 昇, 太田勝敏, "高度情報機器を用いた交通行動データ収集の可能性", 第39回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.169-174 (1999).
- [10] 大森宣曉, "IT時代のアクティビティデータの収集・活用", 土木計画学研究・講演集 25 (2002).
- [11] 砂原秀樹, "GPSの仕組み(1)", 情報処理, 43巻, 8号, pp.906-907 (2002).
- [12] 砂原秀樹, "GPSの仕組み(2)", 情報処理, 43巻, 9号, pp.1022-1023 (2002).
- [13] 安田明生, "GPS技術の展望", 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J84-B, No.12, pp.2082-2091 (2001).