

2010年度 卒業論文

行動履歴を活用した行動支援機構の検討

担当教員 渡辺 恭人

千葉商科大学 政策情報学部

学籍番号 0740030

佐藤 孝祐

目次

1 背景と目的	3
1-1 背景.....	3
1-2 目的.....	3
1-3 本論文の構成	3
2 既存の位置情報サービス	4
2-1 既存の位置情報サービスについて	4
2-1-1 道案内を行う	4
2-1-2 周囲の人との接点にする.....	4
2-1-3 地域情報や周辺施設情報を提供する	5
2-1-4 ゲームを提供する.....	5
2-1-5 既存の位置情報サービスのまとめ	5
2-2 レコメンデーションサービス.....	6
2-3 i コンシェル	7
2-4 レコメンデーションサービスの現状.....	7
2-5 レコメンデーションを用いた位置情報サービス	8
3 要件定義のまとめ	9
3-3 各機能の要件定義.....	10
4 設計と実装	11
4-1 行動履歴の収集方法	11
4-1-1 GPS とは.....	11
4-1-2 GPS データロガーとは	11
4-1-3 使用する GPS データロガーについて	12
4-2 収集した情報の加工と格納	14
4-2-1 geohash について	14
4-2-2 データを XML ファイル形式で保存する.....	17
4-3 移動速度から滞在地点を求める	19
4-4 スケジュール自動作成	20
5 評価	21

5-2 移動速度の算出結果	21
5-4 滞在地点の算出結果	23
5-3 利用者への情報提供	24
5-4 評価のまとめと考察	24
6 まとめと課題	26
6-1 まとめ	26
6-2 今後の課題	26
6-2-1 情報収集方法について	26
6-2-2 日常ではない行動について	26
6-2-3 過去の行動について	27
参考文献	28
脚注	30

1 背景と目的

1-1 背景

近年の携帯電話は端末の性能が著しく発展し、電話やメールといった連絡機能以外に、音楽やテレビの視聴、写真や動画の撮影といった多様な機能が搭載されている。その充実した機能面に加えて90%以上と言われる普及率¹の高さが携帯電話向けコンテンツ市場の活性化を促しており、中でもGPS機能を活用した位置情報サービスはその実用性の高さから多くの人に利用され、最近では従来の道案内や周辺施設の検索を行なうサービスばかりではなく、位置情報を基にしたゲームや周囲の人とのコミュニケーションを目的としたものなど、これまでにない新しい種類の位置情報サービスが年々増えてきている。

しかし、種類と数が増え続けているにも関わらず、利用者の事を理解し、その利用者に適した情報を提供しようとしている位置情報サービスは少ない。例えば道案内を行なうサービスで目的地までの所要時間を調べた際に、速く歩く人が見ても、歩くのが遅い人が見ても目的地までにかかると予想される時間は同じであるように、個々の利用者の特徴に合わせた情報提供がされていない場合がほとんどである。速く歩く人には短めの所要時間を、歩くのが遅い人には通常よりも長めの所要時間を計算するように出来れば、利用者には今まで以上に有益な情報が提供される事になる。

1-2 目的

本研究では人の行動を記録し、その記録を基に既存の利用者個人の特性や行動パターンを読み取り、その利用者に合った情報提供を実現する事で、利用者の行動をより効率的なものとする事を目的とする。

1-3 本論文の構成

本論文では、第2章で既存の位置情報サービスの現状について述べ、第3章では目的達成へのアプローチとして利用者の行動履歴を基にした情報提供方法のイメージについて述べる。そして第3章のイメージを基にしたサービスの設計と実装を第4章で、実装結果と評価を第5章で行い、第6章で本論文のまとめと今後の課題について述べる。

2 既存の位置情報サービス

本章では携帯電話向けに提供されている既存の位置情報サービスの現状を把握するため、該当するサービスをサービスの形態別に大別して、その内容について述べる。また、第一章で述べた利用者に合わせた情報提供が行われていない理由についても考察する。

2-1 既存の位置情報サービスについて

前述した通り携帯電話向けの位置情報サービスの数と種類は年々増加する傾向にあるが、現在、主に利用されているサービスの種類は位置情報の利用方法から大別すると、次の4つに分類する事が出来る。1 つめに道案内に利用するサービス、2 つめに位置情報の発信や共有を通して人とのコミュニケーションをとるサービス、3 つめに特定の地点周辺にある店舗や施設を検索するサービス、4 つめに現在位置や移動距離でゲームを行なうサービスである。以下にそれぞれのサービス内容と、その特徴について述べる。

2-1-1 道案内を行う

道案内や地図を表示するサービスは携帯電話向けのコンテンツとしての歴史が深い位置情報サービスである。地図の表示、目的地までのルート検索、乗換案内や時刻表の表示など、利用者の移動をサポートするための情報がサービス内のコンテンツの大半を占めている。基本的に利用者の行動経路は記憶しないが、よく使うルートや自宅の位置を登録する事の出来るサービス²はある。主なサイトには400万人以上の会員を有するNAVITIMEや、iモード初の地図サイトだったiMapFan、無料で利用出来るGoogle Mapsが挙げられる。

2-1-2 周囲の人との接点にする

近年ではtwitterなど通常のブログに比べて短めのコメントを記すマイクロブログの利用者数が増加しているが、そのマイクロブログに位置情報を持たせたサービスも最近では数を増やしている。FoursquareやFacebook等がこのジャンルに該当し、自分の行った場所に対してコメントを書き残し、それを不特定多数の人と共有し、それを通して情報入手したり、他の利用者とのコミュニケーションを楽しむサービスである。サービスによってはその場所に関する情報が得られるだけではなく、その場所を訪れた回数を競い合うようなゲーム性を持たせたサービスなども見受けられる。

2-1-3 地域情報や周辺施設情報を提供する

位置情報サービスの中では道案内サービスと同様に古くから提供されているサービスで、日本においては i タウンページや食べログが有名である。情報の検索は一般的に、住所や地点名の入力や選択から検索を行なう方法と、携帯端末に搭載されている GPS 機能を活用して自分の現在位置周辺の情報を検索する方法が用いられている。食べログのように利用した施設に対する感想を利用者が口コミとして投稿出来るサービスは多くみられるが、この口コミは不特定多数の人に閲覧される事を前提にしているものの、その機能を通して利用者同士の交流を図る事を目的とした機能ではないため、その点において先述した位置情報を周囲の人との接点に活用するサービスとは区別される。

2-1-4 ゲームを提供する

利用者の位置情報を基にしたゲームがこれに該当する。日本各地を巡るスタンプラリーのような内容や、日々の移動距離がゲームに反映されるもの等、同じ位置情報を利用したゲームでも内容や特徴は様々である。また、大手のコロニーな生活☆PLUS やケータイ国盗り合戦等のサービスではゲームの中だけに留まらず、観光地にある実際の店舗や旅行会社と連動した企画を提供するといったビジネスを展開しているところもある。掲示板等、このサービスでも人との交流に行われているが、ゲームの機能部分がサービスのメインコンテンツである事から、地域情報等を提供しているサービスと同様に周囲の人との接点にするサービスとは区別される。

2-1-5 既存の位置情報サービスのまとめ

既存の位置情報サービスは大別すると以上ようになる。携帯電話の機能や活用方法が限定されていた頃とは大きく異なっており、地図や店舗の情報を一方的な流れで利用者へ提供するだけでなく、利用者からの情報発信を活かしたサービス体系を取っているところが増えてきている。また、拡張現実サービスと呼ばれるセカイカメラ³のように、携帯電話よりも高性能なスマートフォン専用の位置情報サービスも登場するようになった。

このように新しいサービスの登場や、既存サービスの高性能化等の変化の中で、純粋な位置情報サービスではないものの、レコメンデーションと呼ばれる情報推薦の技術と位置情報の技術の両方を用いた新たなサービスが数年前から提供されている。

2-2 レコメンデーションサービス

レコメンデーションサービスとは、利用者の行動履歴を分析し、その利用者にとって最適な情報を提供するレコメンデーション^{4 5}と呼ばれる情報推薦技術を用いたサービスの総称である。例えばEコマースサイトで見かける「おすすめ商品（図1・図2）」はレコメンデーションを用いて商品を選出されており、Eコマースサイト大手のAmazonで用いられている手法は協調フィルタリング⁶と呼ばれるレコメンデーション方法で、似た属性を持つ人は同じ行動をするだろうという考えのもとで商品を推薦している。例えば、利用者が30代の男性であれば他の30代男性からよく買われている物、株に関する書籍を購入した人には株に関する書籍を購入した人からよく買われている物をお勧め商品に選んでおり、この方法を用いる事で利用者が興味を示すと思われる商品の提案が可能になっている。

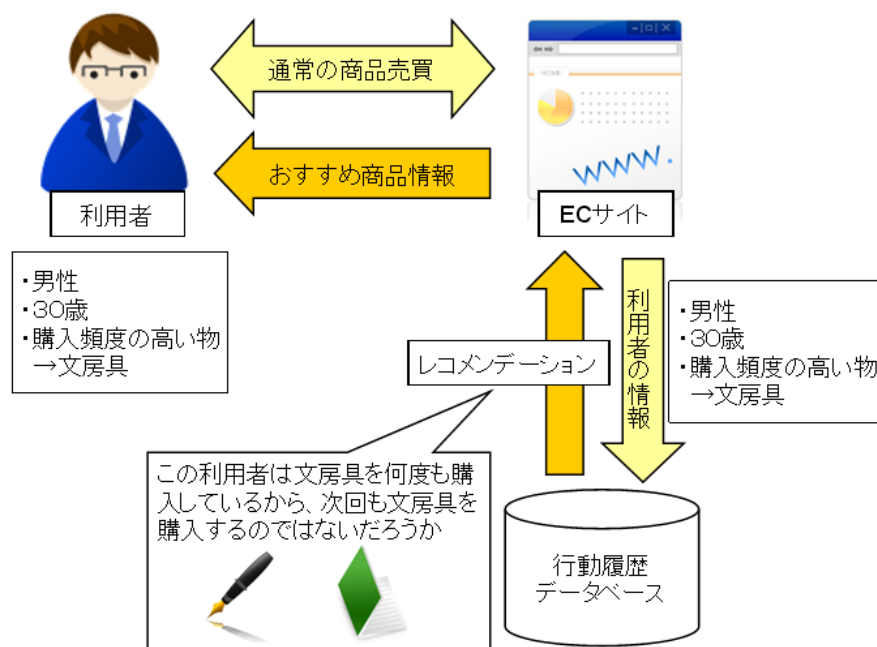


図 2-1, レコメンデーションの例

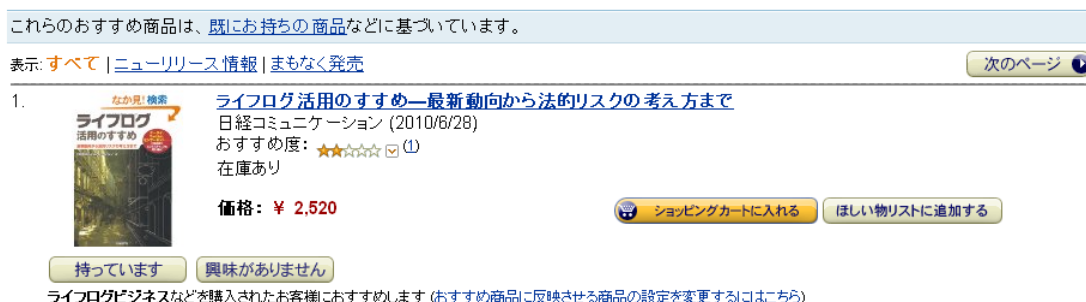


図 1-2, Amazon. co. jp おすすめ商品

2-3 i コンシェル

このようなレコメンデーションサービスを携帯電話向けのサービスとして提供しているのが、NTT docomo の i コンシェルである。i コンシェルは NTT docomo が 2008 年 11 月から NTT docomo の携帯端末を対象に提供しているサービスの名称で、事前に設定した道路の交通情報や、記録したスケジュールを基にした情報提供をはじめとした多種多様なコンテンツを通して利用者の日常生活をサポートしている。また、2009 年末から NTT docomo の携帯端末に搭載されるようになったオート GPS⁷機能を使用して現在地の天気を自動的に取得するといった位置情報と連動したサービスも提供している。ただし、これら位置情報と連動したコンテンツを多数提供しているものの、テレビ番組の情報など位置情報を用いないコンテンツも同じく多数提供していることもあり、i コンシェルは位置情報サービスではなく、レコメンデーションサービスとして扱われている事が多い。

2-4 レコメンデーションサービスの現状

インターネットの普及により情報が溢れている現代において、利用者が求めている情報や、興味を示しそうな情報を予測して提供してくれるレコメンデーションサービスの利便性は高い⁸と言えるが、今以上にレコメンデーションサービスが普及するために解決すべき課題は多い。特にサービスの提供に必要な不可欠な行動履歴の取り扱いに関する議論は今でも頻繁に行われており、総務省が 2009 年に発足させた「ライフログ⁹活用サービス ワーキンググループ」の報告資料でも、それに関する項目が「速やかに検討していくもの¹⁰」として扱われている事からもその重要性を伺う事が出来る。

レコメンデーションサービスの問題点に行動履歴の扱い方が取り上げられやすい理由のひとつに、行動履歴の取り扱いに対する明確な制度が定められていない事が挙げられる。例えば住所や氏名等の個人を特定出来る情報は個人情報として個人情報保護法によって保護されているため、該当する情報の収集と利用に対しては一定の制限が設けられているが、その規則の範囲内であれば個人情報を活用したサービスを提供する事は可能である。しかし、行動履歴に対する法令やガイドラインは今の時点では決まっておらず、ルールを整備に向けて対策が検討されている段階である。このため、個人情報保護法のような明確なルールが無いために情報を活用して良いのか駄目なのか、使っても良いのであればどこまで使用して良いのか等の基準が定まっておらず、サービス提供元が行動履歴を活用したサービスの提供を自粛しているという話⁹もある。

また、個人情報の収集、利用、保護に対して不安や抵抗を抱く利用者が多い事も課題のひとつである¹¹。株式会社 KDDI 研究所と株式会社 KDDI 総研が 4,422 名を対象に実施した調査¹²によると、全体の 37.6%の人がレコメンデーションサービスのような行動履歴を活用したサービスを利用したいと答えたが、その「利用したい」と答えた人達の 80%以上の人が、自分の行動履歴の利活用と情報の保護に対して不安を感じていると答えている。つまり、全体の 6 割強の人達はレコメンデーションサービスには興味を示さず、レコメンデーションサービスの利用に対して積極的な姿勢を示している人達ですら、そのサービスのために自分の行動履歴が利用される事に不安を感じているという事になる。

2-5 レコメンデーションを用いた位置情報サービス

前述した i コンシェルでも行動履歴を本格的に活用するには至っておらず、位置情報関連のコンテンツに至っては情報提供のために現在位置の情報は活用されるが、記録として残されていない¹³のが現状である。そのため、i コンシェルから提供される情報は利用者が事前に登録した内容を基にしたものや、情報の提供を求めたものが中心であり、利用者の行動履歴から情報を自動的に取捨選択し、提供を行なう仕組みはみられない。例えば、i コンシェルの利用者が鉄道の運行状況を提供して欲しいと思った場合、仮に利用者がオート GPS の機能を通して i コンシェル側にいつもどの鉄道を利用しているか判断が出来るほどの情報を通知していたとしても、i コンシェルが自動的にその鉄道の運行情報を提供してくれる事は無く、i コンシェルから運行情報を得るためには利用者は自らが利用している鉄道を選択し、その鉄道の運行情報の提供を求めなければならない¹⁴。

しかし、レコメンデーションサービスとは amazon のおすすめ商品のように、利用者がアクションを起こさなくても情報が取捨選択されて提供される事が理想的なサービス提供の流れであると考えます。そして、利用者に自分の行動履歴が使われる事に対して不安を抱いているという大きな問題点があるとしても、レコメンデーションは利用者にとって有益な情報提供を実現するものであり、本研究の目的である、利用者個人の特性や属性に合わせた情報提供を通して人の行動を支援する事を実現するためには、このレコメンデーションの方法を本研究で取り入れる必要があると考えた。

3 要件定義のまとめ

本研究の目的達成へのアプローチとして、第2章の結果から位置情報サービスにレコメンデーションを取り入れる事にした。本章では本研究で実装する、レコメンデーションを取り入れた位置情報サービスの機能要件について整理する。

3-1 作成するサービスのイメージまとめ

レコメンデーションを取り入れた位置情報サービスとは、言い換えれば利用者に対して何らかの情報推薦を行なう位置情報サービスである。同様の機能を提供しているサービスにiコンシェルがあるが、iコンシェルの情報推薦はリアルタイムの行動を基にした内容が主であり、過去の行動履歴は活かされていない事を第2章で問題点として取り上げた。

以上の流れから、本研究で目的達成へのアプローチとして作成するサービスには、iコンシェルの問題点を解決するためにも過去の行動履歴を活かした機能が求められる。このため、過去の行動履歴を活かせる内容である事と、利用者の行動に反映されやすい方法で情報推薦を行なう事が理想的だと考えた。この点を満たしたサービス内容として、過去の行動履歴を活用してスケジュールを自動的に作成する方法を考案した。

人の行動には一定のパターンがあると言われている。例えば、大学生の場合、学生にはそれぞれに受講している講義があり、月曜日は午前からで火曜日と木曜日はお昼過ぎから大学に行くというような、受講している講義が中心となった、その学生オリジナルのスケジュールがある。もし、収集した行動履歴からこのパターンを見つけ出してスケジュールの作成をする事が出来れば、予想された内容から自分の行動を見直す理由になる事や、その推測を基にシステム側から行動先周辺の店舗検索等の情報推薦が可能になると考えた。

3-2 求められる必要機能

3-1節で述べた自動的にスケジュールを作成するシステムを作るためには、利用者の行動を記録し、その情報の中に含まれる行動パターンを見つけ出し、検出した行動パターンを基にスケジュールを作成するという処理の流れが想定される。

本研究では上記の想定される流れを基に、役割別に3つの機能で構成されたシステムを構築する事にした。具体的には、収集した利用者の行動履歴を記録する機能、次に蓄積された情報から行動の特徴やパターンを分析する機能、最後に分析した結果を基にしてスケジュールの作成と表示を行なう機能である。

3-3 各機能の要件定義

行動履歴から利用者の事を理解しようとする場合、データベースに蓄積された行動履歴の情報が多くなるにつれ、利用者の行動パターンをより正確に割り出す事が出来るようになるため¹⁵、利用者の行動を常時観測し続ける必要がある。そのため、位置情報を取得しようとする度に、その都度端末の操作をしなければならない携帯電話の GPS 機能を本研究で用いる事は相応しくないため、NTT docomo のオート GPS のように自動的に短い間隔の連続した位置情報を取得が出来る機器を用意する事が求められる。

また、情報の収集後に行なう行動履歴の分析は、処理の精度がスケジュールの予測精度を左右する重要な機能であるが、今後どのようにデータが活用されるのかによって求められる出力結果が異なる事が予想されるため、事前にどのように情報を分析するべきなのか明確にしておく必要がある。なお、今回はスケジュールの立案のために今後予想される目的地を予測する事と、その目的地までにかかる所要時間を計算出来るような分析が必要になると想定する。

そして、最後に携帯電話で利用する事を想定した形で、蓄積された過去の行動履歴から自動的に今後のスケジュールを作成し、利用者に提供する機能の実装を行なう。なお、ここまでの要件定義およびシステム概要は以下の図 3 のようになる。

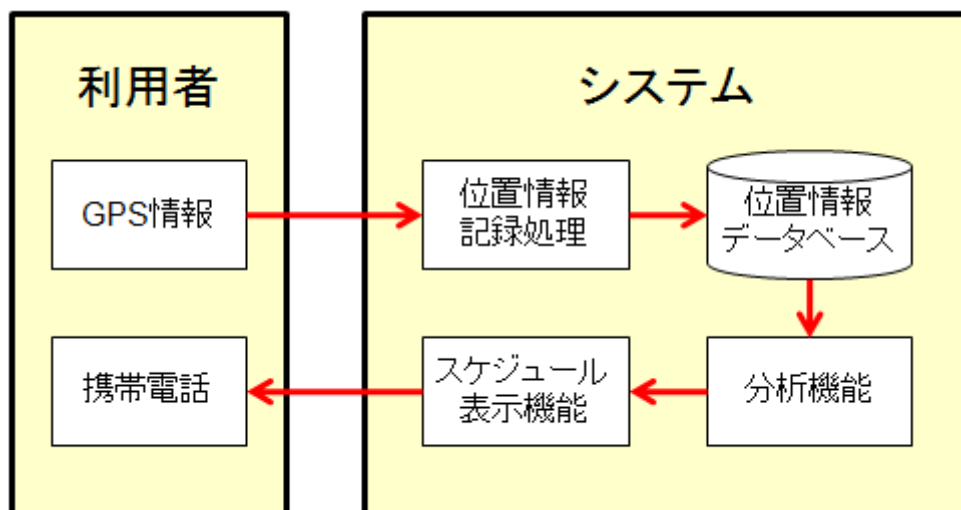


図 2-1, システム概要

4 設計と実装

第3章では目的達成へのアプローチとして作成するシステムに必要な要件定義のまとめを行った。本章では、まとめた要件定義を基に機能の設計と実装を行なう。

4-1 行動履歴の収集方法

行動履歴を把握するためには、利用者の行動に関する情報を収集する必要がある。本研究では、第3章で述べた自動的に短い間隔の連続した位置情報を取得が出来る機器として、HOLUX 社製の GPS データロガーの m-241c を用いる。以下、GPS および GPS データロガーの仕組みと、使用する際の留意事項について述べる。

4-1-1 GPS とは

GPS とはアメリカ合衆国によって管理されている現在位置を測位するためのシステムの事で、正式には Global Positioning System、日本語では全地球測位システムと表現されている。GPS による測位は地球の周回軌道上に配置された 30 基前後の人工衛星の発する電波を利用して行われている。人工衛星は常に「自分自身の精密な軌道情報（エフェメリス）」と「他の衛星のおおまかな軌道情報（アルマナック）」という 2 種類の情報を電波に乗せて送信し続けており、電波を受信する機器はこの情報を利用して最も近い位置にある衛星を選出している。衛星の発する電波には軌道情報の他に時刻に関する情報も含まれており、衛星と受信機の時計が共に正確であれば、衛星から発せられた電波が受信機に届くまでの時間が分かるため、この時間から衛星と受信機の距離を求める事が可能になる。この際に 1 基もしくは 2 基の衛星では正確な位置を求める事が難しいため、測位の際には最も近くにある複数基の人工衛星を対象に電波を受信し、それぞれの衛星との距離が一致する場所から現在位置の情報を求めている。

4-1-2 GPS データロガーとは

GPS データロガーは人工衛星から発せられる信号を受信し、位置情報・高度・時刻などの情報を記録する機器のひとつで、徒歩用や自転車用などの種類があると共に、駆動時間や記録の保存容量などは機器によって大きく異なるが、小型で携帯しやすいサイズの物が多い。人工衛星の発する電波を取得する事で緯度・経度だけではなく、高度・速度・時刻などの詳細な記録が可能である。また、記録を開始してから終了するまでの間、あらかじめ

め設定された間隔で自動的に電波を取得するため、ピンポイントの位置だけではなく、記録している間の行動経路についても分かるようになっている。これらの情報はパソコンに取り込む事で、その機器が対応したソフトウェア等で閲覧が出来るようになる。

ただし、使用出来る環境には制限があり、建物内や地下施設等の人工衛星が発している電波を機器が受信しにくい場所にいる時や、電波を遮るか曲げてしまうような高層の建築物が付近にある環境においては正確に位置情報を取得出来ない可能性が高く、記録された行動経路が常識を外れた動作を示す場合がある。

また、位置情報を収集する専用の機器のため、位置情報を収集する以外の使用用途もある携帯端末に比べて記録を長時間継続する事に向いているというメリットがある反面、単体で情報を発信する力は携帯端末よりも脆弱なため、パソコンもしくは PDA 等の情報端末が無ければリアルタイムで処理が行えないデメリットがある。

4-1-3 使用する GPS データロガーについて

本研究で今回用いる GPS データロガーは HOLUX 社製の m-241c である。m-241c で収集された行動履歴はデータベースに格納出来る CSV ファイル形式として出力される。以下に m-241c で収集出来る情報、m-241c の主な仕様、CSV ファイルで出力した例を示す。

項目名	データ内容
INDEX	番号
TRACK NUMBER	トラック番号
UTC DATE	世界標準時(年月日)
UTC TIME	世界標準時(時刻)
LOCAL DATE	日本時間(年月日)※正しくはローカルタイム
LOCAL TIME	日本時間(時刻)※正しくはローカルタイム
LATITUDE	緯度
N/S	北緯／南緯
LONGITUDE	経度
E/W	東経／西経
ALTITUDE	高さ、標高
SPEED	速度※バージョンの問題で取得出来ない

表 4-1, m-241c で収集出来る情報

表 4-2, m-241c の仕様

チップ	MTK
チャンネル数	32チャンネル
周波数	L1,1575.42MHz
C/A コード	1.023MHz
精度	位置:3m、速度0.1m/秒
記録間隔	1、5、10、15、30、60、120秒
コールドスタート	平均1秒
ウォームスタート	平均33秒
ホットスタート	平均36秒
測地系	WGS-84
出力形式	NMEA-0183 V3.01 GPGGA、GPGSA、GPGSV、GPRMC、GPUTG
限界高度	18,000m
限界速度	515m/秒
加速度	4G
加加速度	20m/秒 ³
動作温度	0度 ~ +50度
保温温度	-10度 ~ +60度
サイズ	32.1mm × 30mm × 74.5mm
重量	39g
電源	単3電池1本
稼働時間	約12時間以上

表 4-3, m-241c の CSV 出力結果例

```

1, 1, 2010/10/15, 8:32:25, 2010/10/15, 17:32:25, 35. 742058, N, 139. 908157, E, 74. 572784, 0
. 000000
2, 1, 2010/10/15, 8:32:30, 2010/10/15, 17:32:30, 35. 741982, N, 139. 908127, E, 56. 932877, 0
. 000000
3, 1, 2010/10/15, 8:32:35, 2010/10/15, 17:32:35, 35. 741909, N, 139. 908218, E, 62. 610611, 0
. 000000

```

4-2 収集した情報の加工と格納

本項では GPS データロガーによって収集した情報を分析する。分析結果から滞在回数の多い地点を見つけ出せれば、3-2 で述べた目的地の推定が出来ると仮定し、滞在地点の検出を容易するために緯度経度の数値を geohash のアルゴリズムによって文字列化する処理を行なう。以下、geohash および目的地の検出方法について述べる。

4-2-1 geohash について

位置情報は一般的に「緯度：35.741575・経度：139.90752」というような緯度と経度の組み合わせで表現されているが、本研究ではこの形式に加えて geohash というアルゴリズムによって表現された位置情報データも活用する。

geohash の特徴のひとつは位置の表現方法で、緯度と経度は千葉商科大学の本館の位置というような具体的な地点を指し示すが、geohash は図 4-1 のような四角形の範囲で位置を表している。また、もうひとつの特徴に、その情報を緯度と経度の数値を基に算出された文字列で扱っている事が挙げられる。表現される範囲の大きさはその文字列の桁数によって変動し、文字列の桁数が長くなれば範囲が狭くなり、桁数が短くなれば範囲は広くなる。例えば、千葉商科大学で取得した位置情報を 6 文字の文字列で表現すると xn77rd (図 4-4) になるが、これに w を加えて 7 文字の xn77rdw (図 4-5) という文字列にすると表現範囲は xn77rd の 32 分の 1 になる。さらに桁数を増やして 8 文字の xn77rdw1 (図 4-6) にすると表現範囲は xn77rd の 1024 分の 1 のサイズにまで狭くなる。

geohash のメリットは、この範囲で位置の表現が出来るという点にある。例えば、緯度経度では図 4-4 の左側のようにバラバラの位置にいるように見える人達も、図 4-5 の右側のように geohash で表現される範囲内に含まれればその人達を 1 つの情報でまとめる事が出来るようになる。本研究で geohash を用いる最大の理由は、このメリットを活かして図 4-3 のように geohash で表現された各範囲への訪問回数を計測する事で、利用者がよく訪れる地点を算出する事が出来ると仮定したためである。

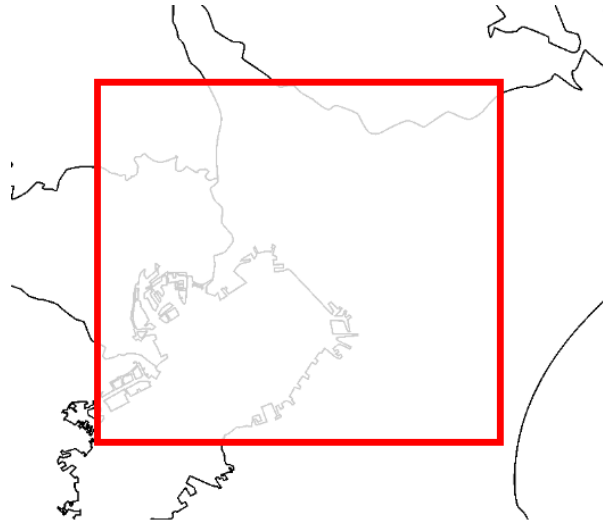


図 3-1, geohash の表示範囲例

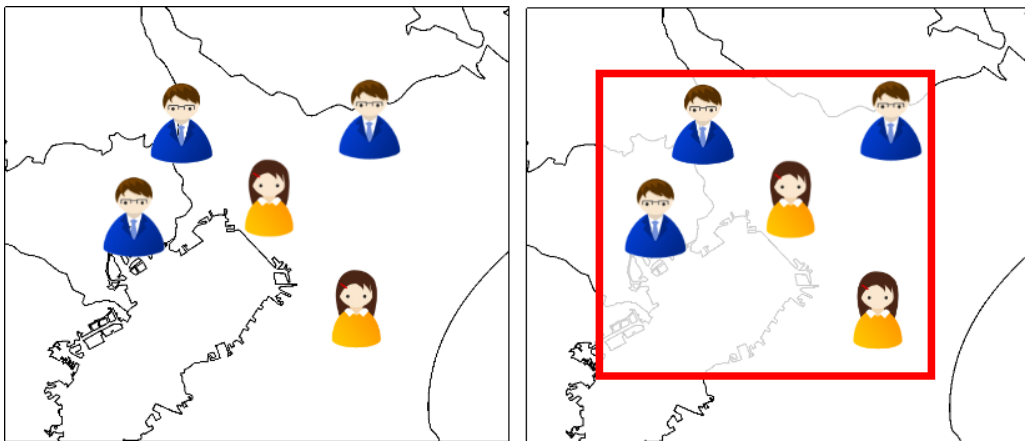


図 4-2, geohash を用いた位置の特定方法

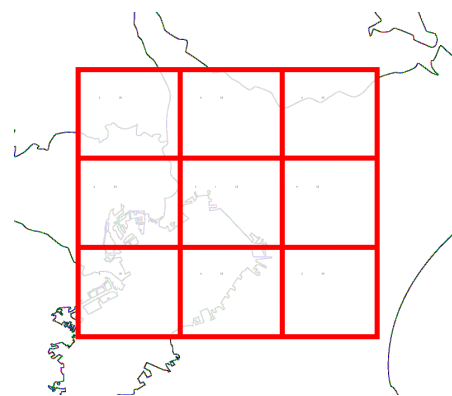


図 4-3, geohash を用いた訪問回数計測例



図 4-4, 文字列 6 文字の表示範囲(xn77rd)



図 4-5, 文字列 7 文字の表示範囲(xn77rdw)



図 4-6, 文字列 8 文字の表示範囲(xn77rdw1)

4-2-2 データを XML ファイル形式で保存する

GPS データロガーで収集した行動履歴のデータは CSV ファイル形式で出力され、これに緯度と経度から求めた geohash の文字列、1 つ前の地点の緯度と経度から算出した移動距離、移動距離と 1 つ前の地点からの経過時間から算出した移動速度の 3 つを加えたデータを表 4-1 の構成をしたデータベース (gpslog) に格納する。

その後、データをデータベースから読み出し、XML ファイルとして保存する。データベースに格納した後に XML ファイル形式として保存を行う理由は、行動履歴を収集する度にデータベースに情報が追加されて増えていくため、特定の 1 日の情報だけを検索したいという時でもデータベースを全件検索するのは効率的ではないと考えたためである。1 つの XML ファイルには図 4-7 の構成で図 4-8 のようなデータが 1 日分入っており、ファイル中のデータを収集した日がファイル名 (2011-01-25.xml) としてつけられる。

```
<item>
  <geo>7 文字の geohash</geo>
  <fullgeo>11 文字の geohash</fullgeo>
  <date>日付</date>
  <time>時刻</time>
  <count>連続した検出回数</count>
  <second>秒速(m)</second>
  <kyori>移動距離(m)</kyori>
</item>
```

図 4-7, XML ファイルの構成

```
<item>
  <geo>xn77rdw</geo>
  <fullgeo>xn77rdwh86e</fullgeo>
  <date>2010-10-15</date>
  <time>17:32:25</time>
  <count>1</count>
  <second>1.7717</second>
  <kyori>8.85842</kyori>
</item>
```

図 4-8, XML ファイルの情報例

表 4-1, データベース (gpslog)

フィールド名	データ型	文字コード	内容
index	int(11)		番号
tnumber	int(11)		トラック番号
update	date		世界標準時(年月日)
utime	time		世界標準時(時刻)
ldate	date		日本時間(年月日)
ltime	time		日本時間(時刻)
lat	char(30)	utf8_bin	緯度
ns	char(30)	utf8_bin	北緯／南緯
lon	char(30)	utf8_bin	経度
ew	char(30)	utf8_bin	東経／西経
alt	char(30)	utf8_bin	高さ、標高
speed	char(30)	utf8_bin	速度
geohash	char(30)	utf8_bin	文字列で表現した位置情報(11文字)
geo7	char(30)	utf8_bin	文字列で表現した位置情報(7文字)
kyori	float		1つ前の地点からの距離
second	float		秒速
min	float		分速
hour	float		時速
ren	int(11)		連番(auto_increment)

4-3 移動速度から滞在地点を求める

次に XML ファイルに記録されているデータを用いて、geohash で表現されている範囲内で算出した移動速度から滞在していると思われる範囲を検出する。これは目的地に到着した場合、その目的地周辺の移動速度は目的地に到着するまでに通ってきた場所よりも移動速度が落ちる（図 4-8）と仮定し、この仮定の下で目的地を推測する仕組みを構築した。

XML ファイルには既に各範囲内の移動速度が算出されているため、その数値が事前に設定した数値以下であれば、その範囲内に滞在していると判断する。今回は日本人の平均的な歩速が時速 4km¹⁶であることから、その半分以下を基準値とし、秒速 0.5mをしきい値¹⁷として設定している。この処理を通して滞在地点と仮定された範囲を対象に、今度は同一範囲内に滞在している時間の長さをキーとして降順に並べ替えを行い、その日、最も長い時間滞在していた範囲を割り出す。ここで選ばれた範囲がその日の目的地だった場所として、各日の目的地のデータをまとめているデータベース（mokuteki（表 4-1））に格納される。

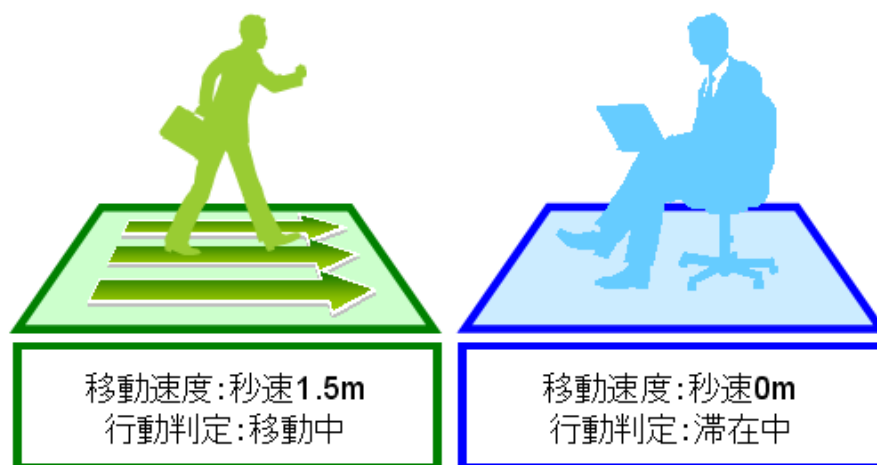


図 4-8, 滞在地点の判定

フィールド名	データ型	文字コード	内容
geo	char(20)	utf8_bin	文字列で表現した位置情報(7文字)
date	date		日本時間(年月日)
youbi	Char(10)	utf8_bin	英字の曜日(Sun～Sat)
ren	int(11)		連番(auto_increment)

表 4-1, データベース（mokuteki）

4-4 スケジュール自動作成

最後スケジュールを作成する仕組みについてのモデルを図 4-9 にて示す。本項では以下、図 4 の内容を基に想定されるスケジュールを自動作成するまでの流れについて述べる。

まず、予測を行なう曜日（図中①）を決定する。その曜日をキーに、蓄積された過去の目的地の情報を検索する（②）。曜日別に検索するのは、曜日によって行動パターンが異なる事を想定したためである。次にその曜日をキーにして検索した際に最も多く見つかった場所を、次に訪問する可能性の高い場所として扱い（②）、その目的地が記録された日付の行動履歴を記録した XML ファイルを検索する（③）。該当した XML ファイルの中身を確認し、記録していた時間帯、記録を開始した地点から目的地とされた地点までの所要時間を調べる（③）。XML ファイルを調べた結果から予測された目的地と出発時刻、目的地に至るまでの所要時間を基にスケジュールを作成し、表示する。

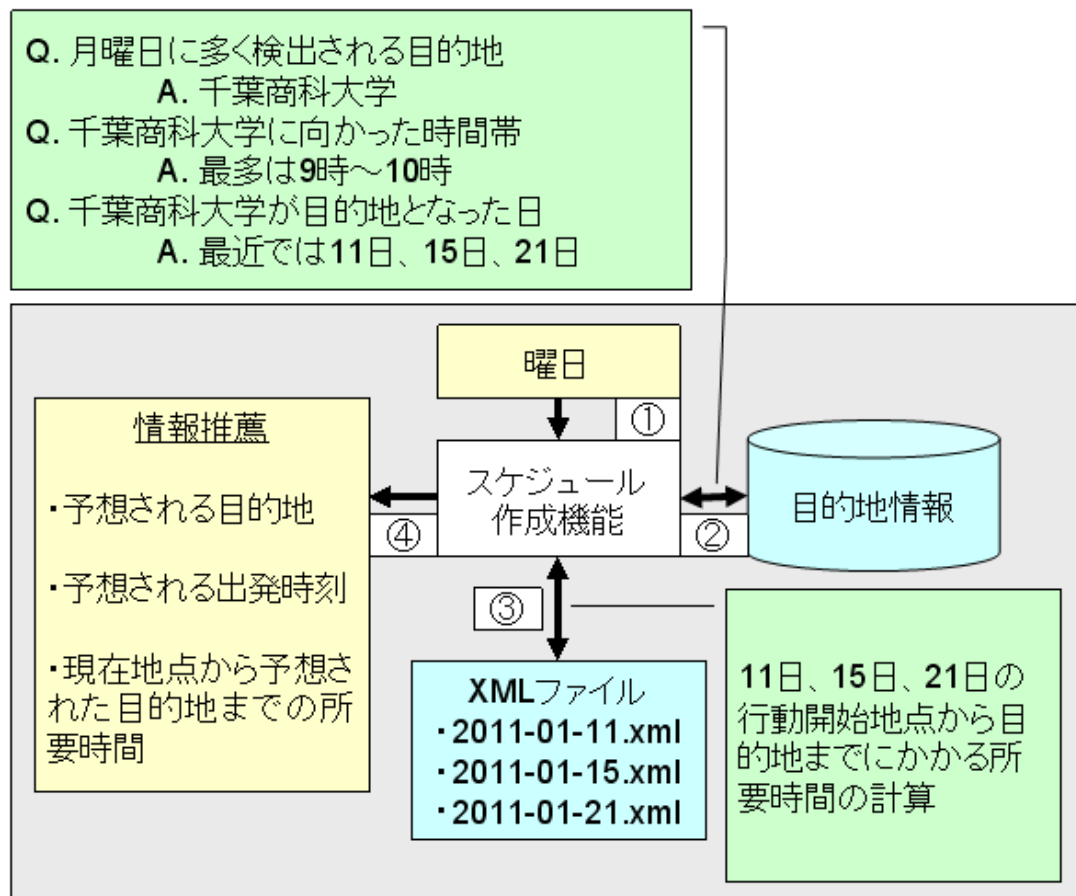


図 4-9, スケジュール作成機能モデル

5 評価

本章では4章で実装したシステムに対して行動履歴の情報を送信し、それに対する反応からシステムが正常に動くかどうかを判断する。

5-1 行動履歴のテストデータ

本研究では日々の行動履歴を収集し、その情報を蓄積する事で利用者の行動パターンの分析を行っている。今回、実装したシステムが正常に動くかどうかの判断材料として、自分の行動履歴（表 5-1）をシステム側に送信して行動パターンの分析を実施し、自動的にスケジュールを作成するシステムを構築するために必要な機能として求めた、移動速度と滞在地点の登場頻度の算出した結果を確認し、作成したシステムの動作評価を行う。

項目	内容
記録日数	66日分
ポイント総数	59,440
総合移動距離(m)	約4,697,683
平均移動距離(m)	約69,083

表 5-1, 評価に用いたデータ

5-2 移動速度の算出結果

GPS データロガーによって取得した緯度経度の数値から利用者の移動速度を算出した結果は、以下の図 5-1 および図 5-2 のグラフのようになっている。図 5-1 のグラフは秒速 0 mから秒速 5mまでの範囲の速度を検出した回数のグラフである。ここで検出されている回数は大半が徒歩による移動中、もしくは停止状態にある事を表している。図 5-2 のグラフは秒速 5mから秒速 85m台の移動速度を検出した回数を表している。図の左側、秒速 5 mから秒速 40m手前までのグラフは在来線利用時に検出された数値で、右側の秒速 55m以降の数値は新幹線を使用した際に検出された数値である。

徒歩時に検出された数値が大部分を占める図 5-1 のグラフは秒速 1.6mを最大値に以降徐々に減少し、徒歩で出せる速度としては常識的な範囲内に収まっている事から、算出された数値はある程度の正確性を保っていると考えられるため、移動速度の計算は正常に動作していると推測出来る。しかし、算出された数値の中に適正ではない数値がある事も確

認出来た。例えば、この期間中に最も速い速度を出せたのは新幹線に乗車した時だったが、この期間中に使用した新幹線の最高時速は 275 km、秒速に直すと秒速約 77mの秋田新幹線こまちだけだったにも関わらず、秒速 77mよりも高い数値が 23 件検出された。この数値は全て短期間に多数のトンネルをくぐる岩手県と宮城県の県境で検出されていた事から、トンネル内に入った際に位置情報の取得に失敗した事が理由だと考えられる。

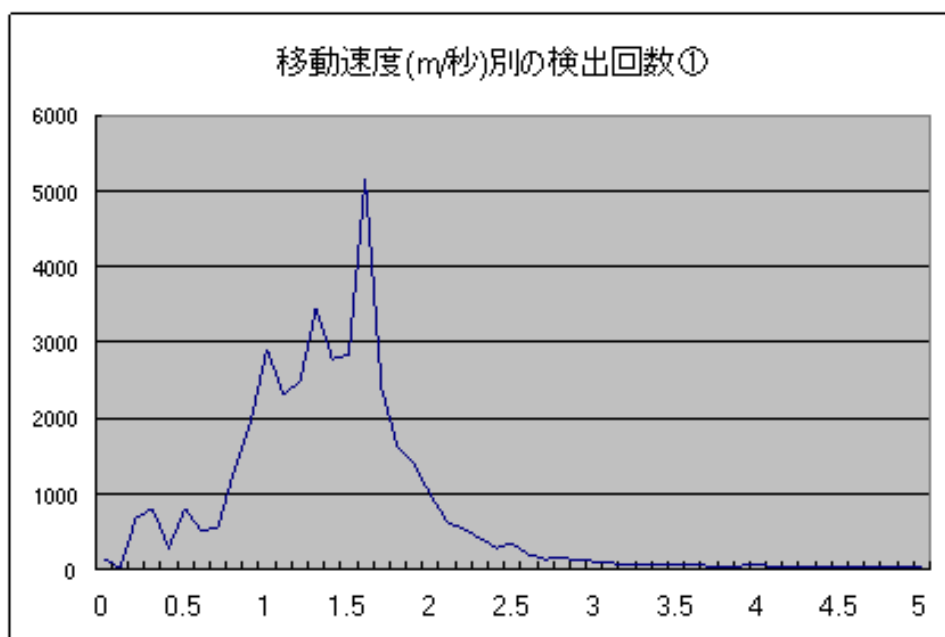


図 5-1, 秒速 0m～秒速 5m の検出回数

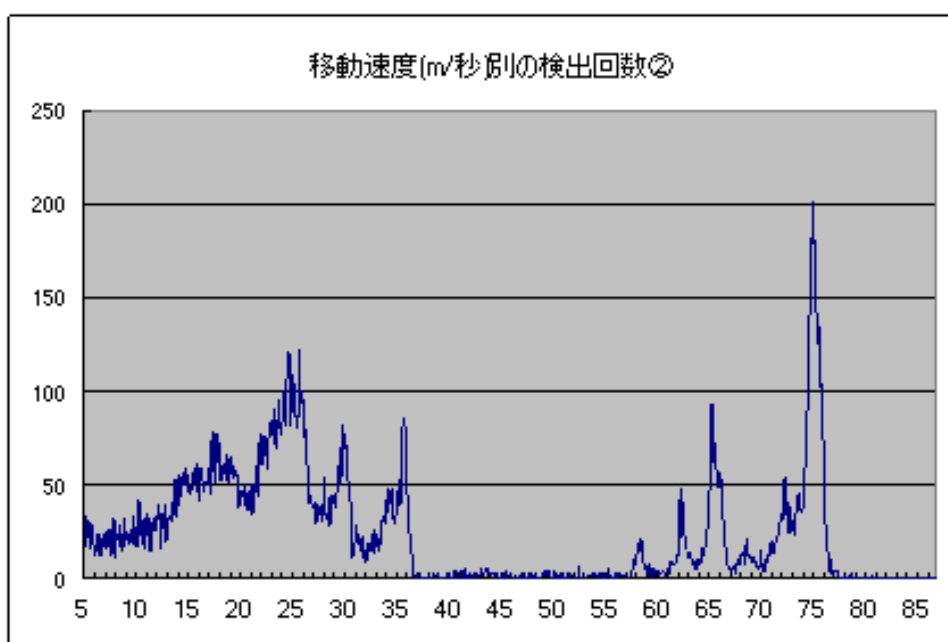


図 5-2, 秒速 5m～秒速 85m の検出回数

5-4 滞在地点の算出結果

4-3 節で移動速度が一定以下になった場合、その場所を滞在地点として抽出する処理を行った。表 5-2 はそれぞれの地点の登場回数を、移動速度判定を行った場合と、移動速度判定を行わなかった場合で比較したものであり、移動速度判定を行った事によって登場回数と推定される目的地にどのような変動があったかを判定するための物である。

どちらの表も上位の順位と回数に大きな変動は見られないが、移動速度判定をしなかった場合に 2495 回検出された「自宅前の道」は移動速度判定をした場合には登場回数は 94 回まで減少していた。これは、移動速度判定の処理により、登場回数が多くても、目的地でも滞在地点でもなく、ただの通過点だった地点を取り除く事が出来たと判断出来る。

また、上位の回数の中で自宅周辺の数値が異様に高いのは、理由のひとつに他の地点が計測を開始してから 1 日に 1 度しか滞在しないのに対して、自宅周辺は計測を開始してから家を出る時と家に帰って来る時、1 日に 2 度滞在するためだと考えられる。また、大学に行く、スーパーに行く、遊びに行くといった目的地が異なる場合であっても旅行や外泊をしない限り、確実に 1 日に 2 度は計測される事も同様に理由としてあげられる。これは 10 日間ほど帰省をした実家でも同様に高い数値を残している事から立てた仮説である。

表 5-2, 滞在頻度比較 (登場回数順)

移動速度判定あり			移動速度判定なし		
	地点	登場回数		地点	登場回数
1	自宅周辺 A	37, 128	1	自宅周辺 A	37, 995
2	大学 (7 号館)	8, 999	2	大学 (7 号館)	9, 404
3	大学 (図書館)	7, 686	3	大学 (図書館)	7, 772
4	スーパー	6, 316	4	自宅周辺 B	7, 478
5	自宅周辺 B	6, 210	5	スーパー	6, 451
6	実家	4, 333	6	実家	4, 344
7	友人宅	2, 415	7	自宅前の道	2, 495
8	上野駅	1, 502	8	友人宅	2, 415
9	実家周辺	1, 401	9	上野駅	1, 553
10	親の実家	632	10	実家周辺	1, 419

5-3 利用者への情報提供

5-1 節、5-2 節の結果から行動履歴の情報収集と分析は、ある程度成功したと言える。その結果を受けて、自動的にスケジュール作成を行う仕組みの作成を行ったが、目的地を予測する事は出来たものの、スケジュールと呼べる状態まで実装は出来なかった。これは特定の地点から目的地までの所要時間を調べる際に、もっとも短時間で到着した結果を参考にするのか、全体の平均値を求めるか等のルールを決めていなかったため、それに対応したデータを用意していなかったためである。

5-4 評価のまとめと考察

GPS データロガーを用いた情報収集と、収集した情報をデータベースに記録する処理は問題なく行う事が出来た。また、情報を記録した日ごとに XML ファイルを作成し、目的のデータの検索効率の向上を試みた。データの分析機能では、次の処理で求められる内容を出す事は出来たが、情報を分析する際に GPS データロガーを用いた際に生じたと思われる誤差を発見し、修正する処理は出来なかった。最後に分析された情報を携帯電話の画面で表示する事は出来たが、目的達成へのアプローチとして作成を目指した自動的にスケジュールを作成する機能の実装は出来なかったため、行動履歴を活用して今後の行動を予測する事で利用者の行動を効率的なものにする事が出来るかどうかの結論は得られなかった。しかし、情報収集期間中のレシート情報をデータベースに入力してこれまで収集してきた行動履歴と合わせたところ、図 5-3 のような形で今後の購買行動の予測を行うシステムを作成出来た事から、ある程度蓄積された行動履歴を用いる事で利用者の今後の行動を推測する事は可能であると考ええる。

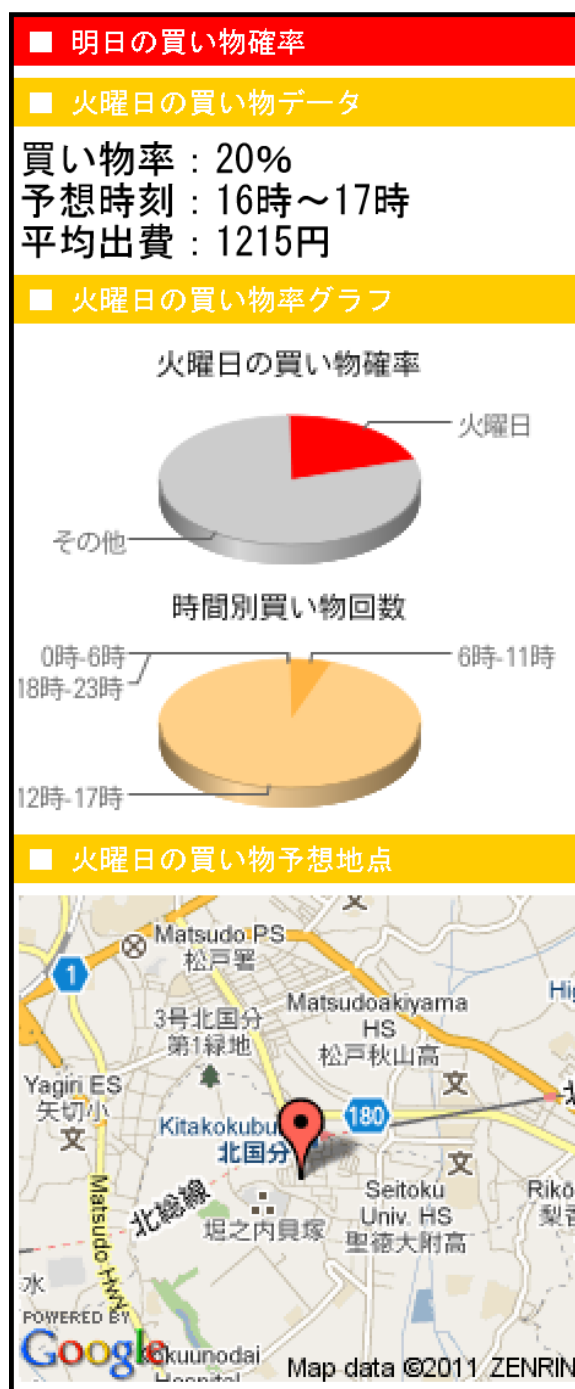


図 5-3, 購買行動の予測結果

6 まとめと課題

本章では本研究のまとめと、今後取り組むべき課題点について述べる。

6-1 まとめ

位置情報サービスには利用者の事を理解し、利用者に適した情報を提供しているところが不足していると感じた事から、もしも利用者に適した情報の提供が可能になれば、利用者の日常生活を効率的なものに出来ると考えた。その目的を達成するために個人情報の問題から実用化が進んでいないレコメンデーションを位置情報サービスで行う事にした。

そこで、個人の行動履歴を収集してスケジュールを自動的に作成する方法を検討したが、移動速度や主な滞在地点の検出には成功したが、分析結果を基にしたスケジュール作成機能の実装は出来なかった。

6-2 今後の課題

情報の収集と分析を実行し、今後はスケジュール機能の実装と、情報収集の精度と分析機能の向上を目的に研究を進めていく。

6-2-1 情報収集方法について

本研究では短い間隔で定期的に位置情報を取得する方法として GPS データロガーを用いて行動履歴の情報収集を行ったが、情報の精度は良かったものの、リアルタイムで処理を行なう事が出来なかった点は改善の余地があると言える。リアルタイムに行動履歴を収集し、反応が出来るような仕組みが最適だと考えれば、情報収集のツールは携帯電話でも GPS データロガーでも無く、iPhone のような高性能端末が最適だと言える。

6-2-2 日常ではない行動について

GPS データロガーを用いて情報収集を始めてすぐの頃、実家に帰省しなければならない事が何度かあった。具体的には 66 日分の記録のうち 10 日程は実家と、その用事先で記録した情報となっており、蓄積されている情報量が少なかった段階では大学に行く日であっても、翌日の予想目的地の候補が遠く離れた実家となる事があった。例えば旅行や出張等の日常生活において習慣化されていない行動を認識する仕組みが必要だった。

6-2-3 過去の行動について

人の行動は一定のパターンがあるという仮定の下で本研究を進めてきたが、時として、それまでの習慣が行われなくなる場合がある。例えば学校の卒業による生活スタイルの変化や、引越しによる生活拠点の移動等の場合である。このような変化があった場合、大量に蓄積された過去の行動は無意味なデータになるばかりか、新しい環境で蓄積されたデータが有効な情報になるまでに時間がかかる原因となる事が予想される。全部のデータに重みを付けて一定期間経過した物から徐々にその重みを軽くして過去の行動履歴の価値を減らしていくような仕組みの検討が必要である。

参考文献

- [1] ゴードン・ベル&ジム・ゲメル、飯泉恵美子訳(2010)『ライフログのすすめ』早川書房 392pp.
- [2]伊藤昌毅，徳田英幸，『ユーザの行動を反映した位置履歴表示システムの構築』，マルチメディア，分散，協調とモバイル(DICOM02007)シンポジウム，2003
- [3]伊藤昌毅，『コンテキストウェアアプリケーションのための対話的な行動履歴解析ツールの構築』，慶應義塾大学大学院，2003.
- [4]岡村久道(2010)『個人情報保護法の知識<第2版>』日本経済新聞出版社 230pp.
- [5]佐々木智，小林亜樹，『経路情報共有による利用者の多様な要求に応えるための経路情報推薦の提案』，2009.
- [6]寺田眞治(2009)『ライフログビジネス』インプレス R&D 175pp.
- [7]松倉友樹，『MUGI:利用者の行動履歴と場所の属性を用いた提案型ナビゲーションのための行動モデル』，慶應義塾大学，2004.
- [8]安場直史，福井健一，森山甲一，栗原聡，沼尾正行，『動体検知情報の階層的クラスタリングによる人物行動解析』，人工知能学会第20回全国大会，2006.
- [9]「Geohash - Wikipedia, the free encyclopedia」，<http://en.wikipedia.org/wiki/Geohash>，2010/8/21
- [10]「位置情報を取得する仕組み - @IT」，<http://www.atmarkit.co.jp/fnetwork/rensai/ichijouhou01/01.html>，笹尾和宏，2010/8/21

謝辞

本研究を行うに当たり、ご指導を頂いた渡辺 恭人准教授に感謝いたします。論文のテーマ設定から執筆に至るまで、多くのゼミ生を抱えて忙しい中でも常に優しくご指導を頂いたお陰で、無事に初めての卒業論文の作成を終える事が出来ました。作業中に思い悩む事が何度もありましたが、渡辺先生からのアドバイスを受ける事が出来たからこそ、今日まで作業を継続出来たのだと思っています。

また、ゼミの皆さんには常に明るく楽しい雰囲気の中で活動をさせていただけたばかりか、卒業論文を作成する際には何度も手助けをしていただきました。卒業論文の期間だけではなく、この2年間のゼミ生活を快適に過ごす事が出来たのは、とても良い人達に囲まれていたからだと思います。本当にありがとうございました。

この期間ほど、ひとつのプログラムの作成に取り組み続けた事はありませんでしたが、それを継続する事が出来たのは、ひとえに渡辺先生とゼミの方々の存在があったからこそだと思います。改めて皆さんにもう一度感謝の意を述べさせていただき、謝辞とさせていただきます。本当にありがとうございました。

脚注

- ¹ 「経済社会総合研究所景気統計部 消費動向調査平成 22 年 3 月実施調査結果」, <http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/2010/1003shouhi.html>, 2011/01/15
- ² My 設定 - ヘルプ | NAVITIME, <http://www.navitime.co.jp/pcstorage/html/help/navi10.html>, 2011/01/15
- ³ Sekai Camera Web, <http://sekaicamera.com/>, 2011/01/15
- ⁴ 土方嘉徳, 『嗜好抽出と情報推薦技術』, 情報処理学会論文誌, 2006
- ⁵ 「レコメンデーションとは何か / One to one マーケティングの本質を探る japan. internet. com コラム」, <http://japan.internet.com/column/wmnews/20101201/8.html>, 2011/01/21
- ⁶ 篠田裕之, 竹内亨, 寺西裕一, 春本要, 下條真司, 『行動履歴に基づく協調フィルタリングによる行動ナビゲーション手法』, 情報処理学会研究報告, 2007
- ⁷ 「オート GPS」, http://www.nttdocomo.co.jp/service/information/auto_gps/, 2011/01/16
- ⁸ 大島 修, 『レコメンデーション型検索エンジンの台頭』, 野村総合研究所広報部, 2008
- ⁹ 人の行動を記録したデジタルデータの事。本研究における「行動履歴」と同義
- ¹⁰ 「ライフログ活用サービスWGからの中間報告」, http://www.soumu.go.jp/main_content/000044438.pdf, 2010-11-17, 2011/01/23
- ¹¹ 永徳 真一郎, 山田 智広, 武藤 伸洋, 阿部 匡伸, 『ライフログ利用サービスにおける開示情報制御方式に関する基礎検討 - ライフログ提供に関する意識調査 -』, FIT2009, 2009
- ¹² 「パーソナル情報を利用したおすすめサービスに対する受容の構造の解明に成功」, http://www.kddilabs.jp/press/img/154_1.pdf, 2011/01/22
- ¹³ 「[2] 実生活に近づくほどプライバシーが問題に 事業化を阻む「ライフログ」のプライバシー問題: ITpro」, <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20090302/325730/?ST=keitai>, 2011/01/22
- ¹⁴ 「i コンシェルはどれだけ使える “執事” になったのか?」 <http://topics.jp.msn.com/digital/review/article.aspx?articleid=468313>, 2011/01/23
- ¹⁵ 篠田裕之, 竹内亨, 寺西裕一, 春本要, 下條真司, 『行動履歴に基づく協調フィルタリ

ングによる行動ナビゲーション手法』，情報処理学会研究報告，2007

¹⁶ 泉正史，『観光と航空輸送』，国際交通安全学会誌 Vol.31 NO.3，2006，p48

¹⁷ 動作や意味等が変わる境目の値の事