

GPS ログと Web 情報を用いた 移動情報タグの生成

原木 司[†] 横山 昌平[†] 福田 直樹[†] 石川 博[†]

[†] 静岡大学情報学部情報科学科 〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: [†]cs07077@s.inf.shizuoka.ac.jp, ^{††}{yokoyama,fukuta,ishikawa}@inf.shizuoka.ac.jp

あらまし 近年, GPS 機能付きの位置情報を取得するデバイスが普及している. そのため, 位置情報を用いた様々な Web サービスが増加している. 位置情報を用いた多くの Web サービスや写真, Twitter のツイートといったコンテンツでは, GPS ログ中のある 1 点の緯度経度やタイムスタンプのみが付与されている場合が多い. 位置情報からユーザの移動手段や移動状況を推定することで, ユーザの行動特性やライフスタイルを反映した情報の提供が可能となる. 本研究では, GPS ログ中のユーザの移動に着目し, ユーザの GPS ログと Web の情報を用いる. GPS ログと Web 情報を用いて, 移動情報タグと呼ばれるユーザの移動手段や移動状況を詳細に記述したタグを自動的に生成し, ユーザの詳細な移動状況を推定する手法について検討する.

キーワード GPS, 位置情報, 移動手段, 鉄道

On Generating Tag about Moving Object Using GPS Location Data and Web Resources

Tsukasa HARAKI[†], Shohei YOKOYAMA[†], Naoki FUKUTA[†], and Hiroshi ISHIKAWA[†]

[†] Department of Computer Science, Faculty of Informatics, Shizuoka University Johoku 3-5-1, Naka-ku, Hamamatsu-shi, Shizuoka, 432-8011 Japan

E-mail: [†]cs07077@s.inf.shizuoka.ac.jp, ^{††}{yokoyama,fukuta,ishikawa}@inf.shizuoka.ac.jp

Key words GPS, Location information, Transportation mode, Railway

1. はじめに

近年, GPS 機能付きの携帯電話等の位置情報を取得する機能を持つモバイル機器が普及している. 自分の位置を簡単に取得可能な機器の普及により, 個人の位置情報を記録することが容易になった. そのため, 位置情報を使った様々なサービスやコンテンツが普及している. Flickr のような位置情報付きの写真投稿サイトや位置情報のついた Twitter のツイート, Google Latitude といった位置情報共有サービス, Google Maps といった Web 地図サービス, Life-X といったライフログなどがあげられる.

しかし, 位置情報を用いた多くのサービスやコンテンツは, ある 1 点の緯度経度やタイムスタンプのみが付与されている. コンテンツに対してある 1 点の緯度経度のみがひもつけられている場合, そこからユーザの前後の状況や, ユーザの移動状況を推定することは困難である. しかし, GPS で観測したデータのみを用いて, 個人がどのような移動手段でその地点にたどり着いたのか, どのような場所に立ち寄ったのかを推定することは困難である.

また, サービスやコンテンツに移動手段などの GPS の測位データ以外の別の情報をひもつけるには手動でひもつける必要があるため, ユーザに負担が大きい.

GPS ログ中のユーザの滞在していた地点だけでなく, 滞在地点間のユーザの移動している GPS ログに着目した研究や GPS ログを物体の移動の軌跡として考え, 軌跡の検索や類似度を測定する研究 [1] などがある. GPS の観測データから移動手段を求める研究としてユーザの移動状況に着目した長らの研究がある. 長らは GPS と加速度センサを用いて, 現在のユーザの移動手段と移動経路を判定し, ユーザの行動履歴を用いて, 将来のユーザの行動や事象を予測している [2].

本研究では, ユーザが手動で行う作業の負担を軽減し, 電車で移動する際に, GPS で観測したデータと Web の情報を用いることで, 通過駅や停車駅といった詳細な移動状況を判定する. また, サービスやコンテンツに新しい位置情報をひもつけするための情報を生成する手法について述べる. サービスやコンテンツに移動手段や移動状況といった移動情報をひもつけることで, ユーザの生活スタイルや過去のイベントを思い出すことや, 分析することを支援することができる. 複数のユーザの詳細な

移動手段を判定することで、同じ移動手段を使用しているユーザ間で情報の共有も可能となる。また、ユーザの移動手段を判定することにより、ユーザの移動状況や移動手段ごとに、システムがユーザに提示する情報を変更することが可能となる。個人の移動手段や滞在地点を特定するだけでなく時刻の情報や、曜日の情報を同時に用いることで、移動手段や行動特性の分析、生活スタイルを考慮した情報の提供を実現できる。

2. 関連研究

GPS のログから移動手段を判定する手法として、移動手段の速度差を利用する手法と地図データを利用する手法があげられる。

移動手段の速度差を利用する手法は車や徒歩といった移動手段の最高速度や加速度の違いを利用して移動手段の判定を行う手法である。移動手段の判定を行う手法の一つとして Zhengらの研究 [3] があげられる。45 人のユーザの 6ヶ月間の GPS のログを用いて、平均速度、最高加速度、最高速度に関する DecisionTree を作成し、移動手段（バス、自動車、自転車、歩行）の判定を行っている。地図データを利用する手法は、GPS のログをベクトル地図上の各座標にマッピングし、地図上のデータとマッチングを行い、移動手段を判定する。GPS のログを地図上のデータとマッチングした際に、一定以上の速度をもち、その地点に線路がある場合は、移動手段を鉄道と判定し、道路がある場合は、自動車を移動手段として判定を行うものである。しかし、ベクトル地図を常に最新に保つ必要があり、維持管理にコストがかかる。

センサを用いてユーザの移動状況を推定する手法として、3軸加速度センサを用いる池谷らの研究 [4] がある。現在のセンサ入力値から重力成分の推定と除去を行い、センサの保持位置や保持姿勢によらず、ユーザの4つの状態「静止」「歩行」「走行」「乗車中（バス、鉄道）」を精度 80% 以上で推定することが可能である。また、ユーザの移動状況を使用した研究として、長らの GPS センサと 3軸加速度センサを用いた、ユーザの移動を予測する交通利用支援エージェントの研究がある。ユーザの通常時のバスや駅の乗降履歴や行動履歴を用いて機械学習を行い、GPS センサと 3軸加速度センサの値から現在のユーザの移動状況を判定し、ユーザの将来の移動経路を予測する。移動経路を 81.3% の適合率で予測可能である。本手法では、乗車駅や降車駅の推定だけでなく、通過駅について判定を行う。ユーザの行動分析や、情報推薦を行う場合は、より詳細な移動情報のほうが、ユーザの行動をよく表し、結果の精度が向上する。

3. 提案手法

3.1 速度、距離の計算

本手法では、2点間の緯度経度の距離を計算するために、一般的によく使用されるユークリッド距離ではなくヒュベニの公式を用いて距離の計算を行う。また、速度は GPS のログのタイムスタンプと 2点間の緯度経度の距離を用いて算出した値を使用する。本手法でユークリッド距離ではなくヒュベニの公式を用いて距離の計算を行う理由としては、提案手法では非常に



図 1 行動情報タグ、移動情報タグ、位置情報タグの関係図

離れた 2 点間の距離を計算する可能性があるためである。地球は、球形をしているため現在位置によって、緯度経度の 1 度の長さが変化する。ユークリッド距離は平面を対象とした計算方法のため、長距離の計算を行うと地球の丸みによって誤差が大きくなる。ヒュベニの公式は地球の丸みを考慮して計算を行うため、ユークリッド距離を用いるよりも長距離の計算を行った場合の誤差が小さくなる。よって、本手法ではヒュベニの公式を用いて、距離の計算を行う。

3.2 タグの定義

コンテンツのひもつけを行う方法として位置情報タグ、移動情報タグ、行動情報タグの 3 種類のタグを提案する。(図 1) 位置情報タグは対象とする事象が起きた地点の緯度経度・時間情報を表すタグと定義する。位置情報タグは GPS で測位した緯度経度や時間情報を記述する。移動情報タグは対象とする事象が起きた時のユーザの詳細な移動手段や、詳細な移動経路、移動状態、移動時間情報を表すタグと定義する。移動中の移動手段、例えば、鉄道やバスといった移動手段や、より詳細な路線名や道路名、移動方向、通過地点、停止時間、移動時間、移動経路などといったものを移動情報タグに記述する。行動情報タグは対象とする事象が起きた時のユーザの行動の内容を表すタグと定義する。例えば、“出張”や“旅行”といった移動の意味を行動情報タグに記述する。

これらの位置情報タグ、移動情報タグ、行動情報タグという 3 種類のタグをコンテンツにひもつけることで、地点にひもつけることが適切でないコンテンツについて、正しく地理情報とひもつけを行う。本研究では、3種類のタグのうち、移動情報タグを Web と利用者の持つ GPS のログから推定する手法を提案する。移動情報タグを生成する時は、ユーザの操作を最小にすることを旨とする。これはユーザが自分の行動すべてを移動情報タグとして登録することは、ユーザにとって負担が大きいと考えられる。本論文における手法の適用範囲は鉄道のみとする。また、移動情報タグを生成する際に使用するデータは、ユーザの GPS のログと Web から取得した駅の緯度経度情報と路線情報 [5] を使用するものとする。

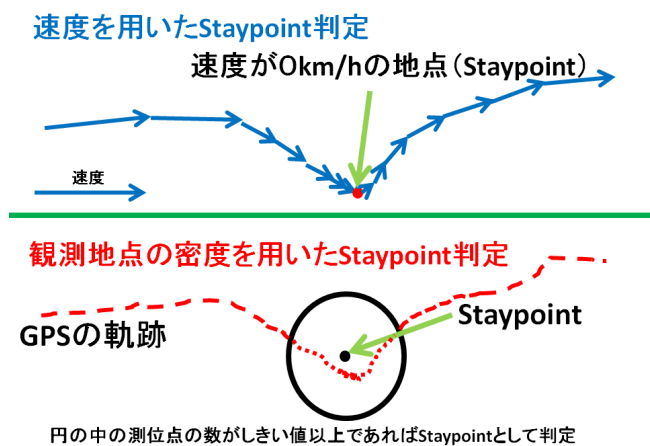


図 2 速度に基づく Staypoint 判定法と観測地点の密度を用いた Staypoint 判定法

3.3 停車駅判定

停車駅判定を行い、ユーザの移動した路線や、移動時間を推定する。停車とは鉄道上でのイベントとして非常に多く発生するイベントであり、停車地点の中にユーザの出発地点と目的地が含まれていると考えられる。

鉄道の範囲内において、停車駅は、列車が停車した駅のことである。GPS ログの中では、ユーザが滞在していた地点 (Staypoint) が停車駅となる。停車駅の判定は、速度に基づく Staypoint の判定方法と観測地点の密度を用いた Staypoint の判定方法 [6] の 2 つの手法を用いて判定を行う。停車駅の 2 つの判定方法を図 2 に示す。速度を用いた Staypoint の判定方法とは、GPS の 2 地点間から速度を算出し、速度が 0km/h になった地点から距離が最も近い駅を停車駅と判定する。観測地点の密度を用いた Staypoint の判定方法とは、GPS のログの中で密度の高い位置を算出し、その地点の最寄駅を停車駅として判定を行う。

速度を用いる Staypoint の判定方法では、GPS の 2 地点間から速度を算出し、速度が 0km/h になった 1 地点を使って判定を行う。GPS の誤差により、算出される速度にも誤差が発生する。よって、ある地点の速度が 0km/h と算出されたとしても、その地点で停車したとは限らない。また、ビルの谷間や屋内などの電波を遮るものが多い地点では、GPS の受信が困難になり、GPS の誤差が大きくなる。よって、停車駅で停車したとしても、GPS の受信が困難な地点の場合、ユーザは静止しているにもかかわらず、速度が 0km/h にならない場面が存在し、停車と判定されない。

観測地点の密度を用いた Staypoint の判定方法では、GPS のログ内の軌跡密度が高い位置を算出し判定を行う。GPS のログ内の密度の高い部分とは、鉄道が停車した地点だけでなく、減速した地点も含まれる。雨や人身事故、工事などによる遅延やダイヤ変更によって、鉄道の運行状況は変化する。運行状況が変化することによって、駅ではない地点で減速をおこない、徐行で運行することがある。よって、観測地点の密度を用いた

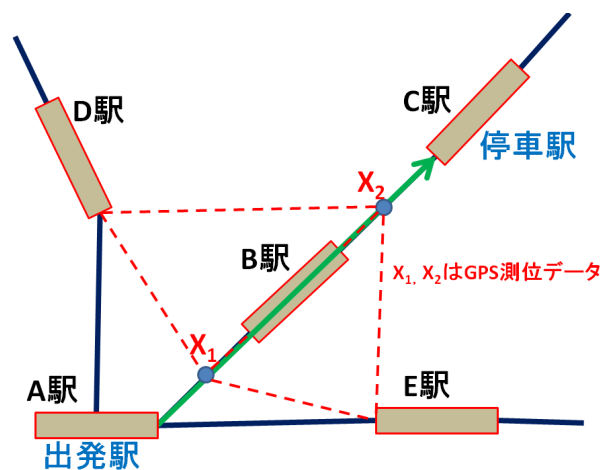


図 3 通過駅の判定例

Staypoint の判定方法では、減速を行った地点で停車と判定されてしまう。

速度を用いた Staypoint の判定方法、観測地点の密度を用いた Staypoint の判定方法のどちらにも停車駅の判定が困難な状況が存在する。よって、本手法では、2 つの判定方法を用いることで、それぞれ単独で停車駅の判定を行うよりも、誤判定を減少させる。

3.4 通過駅判定

通過駅判定を行い、列車の種類や、路線を推定する。通過駅判定を行うことで、特急や、快速など、ユーザの乗車している列車を通過駅の数や通過パターンによって推定することが可能となる。また、新幹線のような通過駅が極端に多い列車などでは、出発駅から次の停車駅に停車するまでの時間が非常に長くなる場合が存在する。停車駅の判定を行うまで路線が推定できない場合、長時間、ユーザの路線を推定できないためユーザがどの路線を使用しているのかわからない状態が続いてしまう。ユーザの移動状態を推定できない間は、移動情報タグを生成することができなくなるため、通過駅判定を行う。

通過駅は、同じ路線上の停車駅と停車駅の間に存在し、停車を行わなかった駅のことである。通過駅の判定では、最初に、出発駅から到達できる隣接駅の緯度経度をすべて取得する。隣接駅とは、ある駅から鉄道を使って到達できる隣の駅と、ある駅から乗換可能な駅を出発点として、鉄道を使って到達できる隣の駅を隣接駅とする。乗換可能な駅とは、その駅から別の路線に乗り換えることができる駅と、駅から 200m 以内に別の駅があり、そこから別の路線に乗ることができる駅とする。次に、ユーザの現在の緯度経度を取得し、最初に取得した隣接駅すべてとの直線距離を計算し、記録しておく。そして、ユーザの位置と隣接駅との直線距離を常に計算する。隣接駅とユーザの位置との直線距離の中で、ユーザの位置が変化すると隣接駅との距離が短くなっていき、そして、ある地点を境に、位置が変化すると距離が長くなる駅を通過駅として判定する。

通過駅の判定例を図 3 に示す。図 3 中の A 駅、B 駅、C 駅、D 駅、E 駅は路線上の駅を表す。X₁ と X₂ は、GPS で測位し

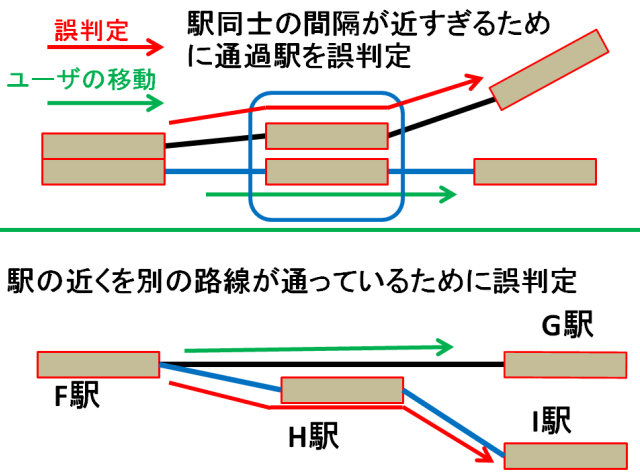


図 4 通過駅判定が困難な例

たデータ（緯度経度，タイムスタンプ）を表している．また， X_1 を測位した後に， X_2 を測位したものとす．ユーザの出発駅は A 駅とし，ユーザの停車駅を C 駅とする．また，緑の矢印はユーザの使用した路線を表している．最初に，出発駅である A 駅の隣接駅を取得する．A 駅の隣接駅は，B 駅，D 駅，E 駅である．次に，ユーザの現在位置を GPS から取得し，ユーザの現在の位置を X_1 とする． X_1 から各隣接駅への直線距離を計算し，記憶しておく．ユーザの現在位置が X_2 に変化するまで，各隣接駅と現在位置との直線距離を計算し，記憶しておく．次に，ユーザの現在位置が X_2 に移動した場合，A 駅の各隣接駅と X_2 との直線距離を計算する．各隣接駅とユーザの位置をそれぞれ比較する． X_1 から X_2 に移動するにつれ，A 駅の各隣接駅の中で，B 駅とユーザの位置だけが，徐々に直線距離が短くなり，そして，ある地点を境に B 駅との直線距離が長くなる．よって，B 駅を通過候補駅として判定する．通過候補駅とは，通過駅の可能性がある駅のことであり，まだ通過駅として判定されていない．そして，B 駅の隣接駅とユーザの現在位置との直線距離を測定し，通過駅の判定を行っていく．その後，C 駅に停車した際に，B 駅を通過駅として判定する．

次に，通過駅の判定内で通過候補駅を判定する理由を説明していく．隣接駅とユーザの位置との直線距離の中で，ユーザの位置が変化すると隣接駅との距離が短くなり，そして，ある地点を境に，位置が変化すると距離が長くなる駅を通過駅として判定を行うと図 4 のような，ある駅の隣接駅同士が非常に近接している場合や，ある隣接駅の非常に近い距離に別の路線が存在する場合である．隣接駅同士が非常に近接している場合には，どちらの駅を通過したのかを GPS ログ内の測位データを用いて判定することは，非常に困難である．よって，非常に近接している場合には，その地点で通過駅を 1 つに判定せず，近接しているすべての駅を通過駅候補として判定しておく．

隣接駅の非常に近い距離に出発駅から乗ることができる路線が存在する場合，図 4 中の H 駅を通過駅として判定すると，H 駅の隣接駅とユーザの現在位置との直線距離を測定し，次の通過駅を判定する場合に，I 駅を次の通過駅として判定する．し

かし，実際の通過駅は G 駅であり，H 駅や I 駅を通過駅として判定することは誤りである．よって，H 駅を通過駅候補の一つとして判定し，H 駅の各隣接駅と，F 駅の各隣接駅とユーザの現在位置との直線距離を測定し，通過駅判定を行うことで誤判定を減少させる．

3.5 乗換駅判定

乗換駅とは，停車駅の種類であり，ユーザの移動している路線と駅の所属する路線が異なる駅の 1 つ前の停車駅や，同じ路線上でユーザが別の列車に乗り換えた駅とする．乗換を行わなかった場合の停車駅での滞在時間より，ユーザの停車駅での滞在時間が長い場合は，ユーザが列車を乗り換えたとして判定し，ユーザの停車駅を乗換駅として判定する．また，過去にユーザの移動してきた路線と現在の停車駅に到達できる路線とが異なる場合には，1 つ前の停車駅を乗換駅として判定する．

4. 実 験

本実験の目的は，実際に GPS ロガーを用いて測位した鉄道上の GPS ログに本手法を適用し，本手法による停車駅判定と通過駅判定の精度を評価する．

4.1 実験データ，条件，手順

実験データとして，GPS ロガーを用いて測位した 115 本の GPS ログデータを使用する．実験データは，掛川駅から浜松駅間，浜松駅から岐阜駅間の鉄道上のログである．観測者が GPS ロガーを所持し，鉄道に乗った．実験データの停車駅数は 657 駅，通過駅数は 25 駅である．停車駅数と通過駅数は，観測者が記録したものである．

GPS ロガーは，CanMore 社の GT-730FL-S を使用する．GPS の測位は，一定の距離毎に測位を行うのではなく，一定の時間毎に測位を行うモードを使用する．GPS ロガーが測位を行う間隔は 1 秒とする．今回の実験データを収集するさいに，GPS ロガーを所持しておく場所については特に指定していない．所持しておく場所を指定しない理由としては，衣服のポケットやかばん程度ならば十分な精度で GPS の測位が可能であると考えられる．

本実験では，GPS ロガーを用いて測位した掛川駅から浜松駅間の GPS ログ 111 本と，浜松駅から岐阜駅間の GPS ログ 4 本の合計 115 本の GPS ログに対して，本手法を用いて，停車駅判定と通過駅判定を行う．駅数とは，観測者が記録した停車駅と通過駅の数である．判定した駅数とは，GPS の測位データから本手法を用いて判定した停車駅と通過駅の数である．判定データの正解，不正解を手で確認し，駅数と判定した駅数の比較をおこない精度の評価を行った．本実験では正解率を精度とする．

4.2 実験結果

実験の結果を表 1 に示す．停車駅判定の精度は 97% と非常に高い精度で判定することができた．停車駅数に比べ，通過駅数のデータが十分とは言えないが，通過駅判定の精度は 84% と高い精度で判定できた．停車駅判定で誤判定が起きたデータについて調べると，GPS の測位ができずに停車駅の直前で途切れた場合，停車駅で停車した際に GPS のデータに誤差が大きく

表 1 停車駅判定と通過駅判定の実験結果

	駅数	判定した駅数	精度
停車駅数 (合計)	657	637	97%
停車駅数 (浜松～岐阜)	32	28	88%
停車駅数 (掛川～浜松)	625	609	97%
通過駅数 (浜松～岐阜)	25	21	84%



図 5 誤差が増大した GPS ログの例

なり、停車駅判定の距離における閾値を超えた場合に誤判定していることがわかる。しかし、誤差が増大した GPS データであっても、正しく停車駅判定を行うことができるデータが存在した。通過駅判定で誤判定が起きたデータは測位中に GPS の測位が途切れ、その後、測位が再開された間に通過した駅について誤判定が起きていることがわかる。

4.3 考 察

GPS の測位が途切れる原因として、GPS の電波がトンネルやビル、山などの遮蔽物によって遮られ十分な数の衛星の電波を受信できなかったことが考えられる。GPS によって現在の緯度経度を測位するには、最低 4 機の GPS 衛星の電波を捉えることが必要であり、十分な精度を得るには 8 機の GPS 衛星の電波を捉える必要がある。また、GPS の精度が低下する原因として、GPS の衛星ごとの電波の経路差によるものが考えられる。GPS 衛星からの電波が、ビルや駅舎といった建造物や電車の車両の内部で反射することによって、電波が伝わる経路が実際の距離よりも長くなる。経路が長くなることによって、実際に GPS を受信している位置とのずれが起き、精度が低下する。GPS の特性として、高速の移動物体に対しては誤判定が起きた GPS ログを調べると、GPS の測位が途切れる現象や精度が低下する現象は、特定の地点で発生する可能性が高いことがわかる。鉄道上のログでは、GPS の測位が途切れる現象や精度が低下する現象は、駅の近くや鉄橋で発生している。また、車両内での経路差による精度の低下が鉄道上のログでは発生する。

図 5 は誤差が増大したが正しく判定を行うことができた GPS ログの例である。図 5 中の赤い線は、浜松駅から掛川駅間の鉄道上の GPS ログの緯度経度を点として GoogleMaps 上にプロットしたものである。図 5 中のマーカーは、停車駅判定によって停車駅と判定された駅を表している。この GPS ログは、GPS の精度が低下し東海道本線から大きく下にズレてい

る。GPS のログを調べると GPS が受信している衛星の数は 8 機であり、十分な精度を得るのに必要な数の衛星を受信している。また、GPS のログが一様に同じ方向にずれていることが地図から読み取ることができる。よって、この GPS ログの精度低下の原因として、電車の車両内部での GPS 電波の反射による経路差が原因と考えられる。このように大きな誤差が存在する GPS ログの中にも、本手法で正しく駅の判定できる GPS ログがある。図 5 の GPS ログより、停車駅付近ではログが駅の近くに存在している。誤差が大きくなった GPS ログに対して、本手法で正しく駅の判定された理由として、駅周辺の GPS ログは測位されていたためと考えられる。このように本手法の特性として、駅間の GPS ログの誤差には影響されずに判定を行うことができる。しかし、駅付近での誤差が増加した場合には正しく判定を行うことはできない。

GPS の測位が途切れた場合や誤差が増大した場合にも対応できる判定方法が必要となる。GPS の測位が途切れた場合の対策としては、別のユーザの過去の GPS データを使用し、途切れた GPS データを補完する方法が考えられる。GPS ログを補完する方法として、過去の GPS ログの中から、現在のユーザの GPS ログと類似度が高い軌跡を求め、測位ができない部分を補う。軌跡の類似度を測る距離としては、EDR (Edit Distance on Real Sequences) [7] などといった方法が考えられる。軌跡の類似度を測定し、最も類似している軌跡を過去のユーザの GPS ログの中から求める。しかし、軌跡の形状の類似度だけではなく、時刻と速度の類似性や停車や通過した駅も重要な要素である。よって、軌跡の類似度、時刻と速度の類似度がともに高い軌跡を求め、GPS の測位が行われなかった部分を補う。また、GPS ログを補う別の手法としては、あらかじめ過去の GPS データを、Lili Cao らの GPS データから地図を生成する手法 [8] を用い、路線の GPS データを生成しておく方法も考えられる。

GPS ログを補う手法と本手法とを同時に用いることで精度が向上する可能性がある。また、鉄道上の GPS ログ特性として、過去に測位した同じ路線の同じ運行をする列車の GPS ログは現在の同じように移動している GPS ログとほぼ同じ軌跡を描く性質がある。このような鉄道上での特性が、収集した GPS ログから推定でき、GPS ログを補う手法を使用することで、GPS の様々な測位に対応することが可能になると考えられる。今回の実験では、GPS の測位を 1 秒ごとに測位するモードを使用してデータの収集を行ったが、GPS はユーザの設定ごとに異なる時間間隔で測位ができる。別のモードとして、測位を時間間隔ではなく、一定の距離移動した際に測位するように変更することも可能である。このような様々な測位モードに対して、過去の同じ位置を移動したユーザのログを使用することで、過去のログと同じ測位方法のデータを停車駅判定や通過駅判定、コンテンツへの情報の付与と利用することができる。例としては、1 秒間隔で測位した過去の GPS ログが存在する場合、現在のユーザが 15 秒間隔で GPS の測位をしたとしても、1 秒間隔で測位した GPS ログを使って、現在のユーザがコン

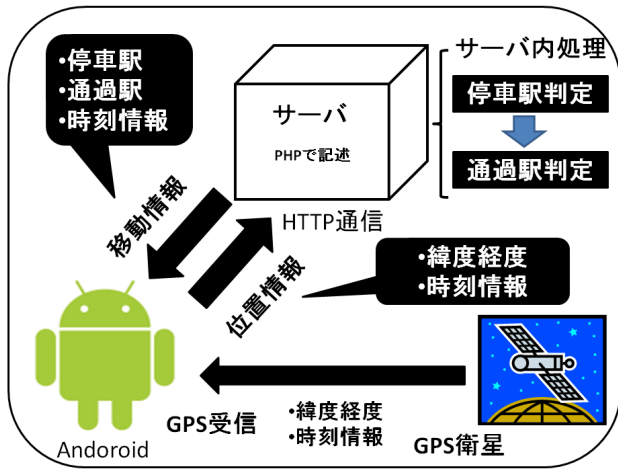


図 6 試作したシステムの全体図

テンツへのタグ付けを行うことができる。

5. 停車駅判定，通過駅判定システムの試作

停車駅判定と通過駅判定システムを試作した。システムの全体図を図 6 に示す。今回は市販されている GPS ロガーを使用せず，GPS ロガーの機能をもった Android のアプリケーションを作成した。ユーザは Android アプリを使って，GPS ログをスマートフォン上のデータベースに格納する。サーバには HTTP 通信を用いて，格納した GPS ログ（緯度，経度，タイムスタンプ）を送信する。サーバでは受け取った GPS ログを解析し，停車駅判定を行い，通過駅判定を行う。受け取った GPS ログをすべて判定の処理にかけるまで停車駅判定と通過駅判定を行う。そして結果のうち最新の判定結果をサーバが Android アプリケーションに対して HTTP 通信を用いて送信する。

ユーザの使用する GPS ロガーを Android アプリケーションで作成した理由として，GPS の測位設定が柔軟に設定可能な点，市販の GPS ロガーを購入するよりも安価な点，スマートフォン上のセンサや機能が使用可能な点があげられる。本研究では，ユーザが GPS ロガーを所持しながら移動することが前提となっている。スマートフォンは GPS を搭載し，ユーザが所持していることで非常に研究に適したデバイスとなっている。また，Android を使用することで市販の GPS ロガーと違い，測位間隔を自由に書き換え可能であり，GPS の精度が低下した場合の処理を記述することが可能となっており，非常に柔軟な設定が可能である。そして，AndroidOS を搭載したスマートフォンを所持しているユーザならばすぐにシステムを利用可能である。

今後の予定としては，試作したシステムの評価や，GPS ログを蓄積する機能を実装し，GPS 補完の手法について検討する。また，スマートフォン上の加速度センサや方位センサといった値を GPS と同時に取得する機能を実装する予定である。

6. おわりに

GPS の測位データという点だけの低次元の情報に，Web 情

報（駅の緯度経度，路線情報）を組み合わせることで，GPS の測位データよりも高度な情報を記述した移動情報タグを自動的に生成することができた。また，駅の緯度経度と路線情報を用いることで停車駅と通過駅を高い精度で判定可能であることを示した。

今後の課題として，車やバスといった別の移動手段に対しての移動情報タグの生成があげられる。車やバスにおいては，道路状況の変化によって，遅延や停車などが頻繁に発生する点が鉄道と異なる。また，車やバスといった移動手段は，鉄道に比べて，低速であり，建物が密集する空間を頻繁に移動する。GPS の特性上，建物が密集する空間や，低速の移動物体に対しては，測位誤差が大きくなる。よって，誤判定の低減や，GPS の誤差の軽減が大きな課題となる。また，GPS の測位するタイミングは，距離や時間，速度など自由に変更することができる。ユーザが使用する GPS は，ユーザの目的のために様々な間隔で測位を行っているのが，一般的である。よって測位する間隔を様々な変化させた場合に対して，高い精度で停車駅判定や通過駅判定を行う手法について検討する必要がある。GPS の測位データだけでなく，スマートフォンなどに搭載されている加速度センサなどの測位データを同時に用いることで，ユーザが立っている，座っているといったより詳細なユーザの移動状況を推定し，より細かい移動情報タグを生成する手法や，移動情報タグとユーザのスケジュールや生活習慣といったユーザの行動に関わる情報を用いることで，ユーザの行動の意味を記述した行動情報タグを生成する手法についても検討する。謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金（B）（課題番号 22650012）の助成による。

文 献

- [1] Zhenhui Li, Ming Ji, Jae-Gil Lee, Lu-An Tang, Yintao Yu, Jiawei Han, Roland Kays, " MoveMine: Mining Moving Object Databases ", SIGMOD'10, June6-11, 2010, Indianapolis, Indiana, USA
- [2] 長 健太, 岡本 雄三, 瀬戸口 久雄, 服部 正典, 川村 隆浩, " センサを用いてユーザの移動を予測する交通利用支援エージェント ", 合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2010 (JAWS2010), 2010
- [3] Yu Zheng, Like Liu, Longhao Wang and Xing Xie, " Learning Transportation Mode from Raw GPS Data for Geographic Applications on the Web ", WWW2008, 2008, Beijing, China
- [4] 池谷 直紀, 菊池 匡晃, 長 健太, 服部 正典, " 3 軸加速度センサを用いた移動状況推定方式 ", 電子情報通信学会技術研究報告, USN, ユビキタス・センサネットワーク, pp.75-80, 2008
- [5] 駅データ. jp, <http://www.ekidata.jp/>
- [6] Vincent W. Zheng, Yu Zheng, Xing Xie and Qiang Yang, " Collaborative Location and Activity Recommendations with GPS History Data ", WWW2010, April 26-30, 2010, Raleigh, North Carolina, USA
- [7] Lei Chen, M.Tamer Ozsu, Vincent Oria, " Robust and Fast Similarity Search for Moving Object Trajectories ", SIGMOD2005, June14-16, 2005, Baltimore, Maryland, USA
- [8] Lili Cao, John Krumm, " From GPS Traces to a Routable Road Map ", ACM GIS '09, November4-6, 2009, Seattle, WA, USA