

コンテキスト活用ナビのための位置コンテキスト認識手法

松山聖路¹ 中山祐貴² 奥脇優² 山辺教智¹ 清原良三²

概要: 近年、従来の車載情報端末に代わりスマートフォンが活用されるようになりつつある。これにより、これまで自動車に属していたログがドライバに属するログとなる点や、運転に関する様々な情報をインターネット経由で取得することができる点など様々な利点が生まれる。これらの利点により、スマートフォンを活用して様々なコンテキストを認識することができるようになると期待する。そこで我々は、ドライバが所望する画面をコンテキストから推測し、推測に基づいて画面の切り替えをサポートする、コンテキストを活用した車載情報端末を提案している。この提案する端末を実現するために、コンテキスト認識についての検討を行っているが、位置コンテキストの認識がドライバの所望する画面の推測に大きな役割を持つ。しかし、GPS データをそのまま記録した走行履歴と走行中の道を比較するだけでは十分に位置コンテキストを認識することはできない。そこで本論文では、格子状に区切られた座標空間へ走行状況を表す値を格納する形で走行履歴の記録を行い、GPS データの緯度・経度に該当する座標に格納されている値を所定の閾値と比較することで位置コンテキストの認識を行う手法を提案する。提案手法に基づくシステムを実装し、2名の被験者に対して評価実験を行った結果、毎日のように利用する地域周辺とそうでない地域においてフィルタの値を適切に変更する必要があることが確認できた。また、本提案手法による位置コンテキスト認識精度の向上のための課題が明らかとなった。

1. はじめに

近年、従来の車載情報端末に代わりスマートフォンが活用されるようになりつつある。従来の車載情報端末は自動車に備え付けとなっていることがほとんどであり、GPS データなどのログは自動車に属するものであった。そのため、同じ自動車を複数人のドライバが利用するといった場合に、あるドライバが走行したことのある経路でも他のドライバは走行したことがないといったようなことが起こりうる。しかし、スマートフォンであれば常時携帯することが可能であり、ライフログをドライバに属するものとして記録することができる。

また、従来の車載情報端末はインターネットを利用するために追加のコストが必要であったが、普段利用しているスマートフォンを車載情報端末として利用することにより、追加のコストなくインターネット経由で運転に関わる様々な情報を取得することができる。

そこで我々は、これらの利点を活かすべく、コンテキストを活用した車載情報端末 [1] を提案している。コンテキストに応じてドライバが所望する画面を推測し、画面切り

替えのサポートを行う。画面推測のためのコンテキストは Controller Area Network(CAN) を通じて得られる自動車のデータや、スマートフォンに記録されるライフログ、インターネット経由で得られる情報等を用いて、自動車、ドライバおよび周囲に関するコンテキストとして認識する。ドライバは安全上の理由から、運転中において信号待ちなどの一時停止中でなければ端末の操作を行うことができない。しかし、運転中に自動車が連続して停止している時間は短いため、操作時間が非常に限られたものとなり、十分に操作を行うことができない。ドライバが所望する画面を推測し、画面切り替えのサポートを行なうことで、画面切り替えに必要であった操作数と操作時間を削減し、運転中の限られた端末操作時間を有効に利用することができるようになる。さらに、画面の切り替えに必要であった操作を省略することで、運転姿勢の崩れや視線逸脱による事故リスクの軽減も期待できる。

我々は提案する車載情報端末を実現するために、コンテキスト認識についての検討を行っており、ドライバに関するコンテキストとして位置コンテキストを挙げた。本研究における位置コンテキストとは、ドライバの道習熟度を表すコンテキストである。ドライバの道習熟度に応じたサービスの利用を考えると、初めて走行する道では走行中も一時停止中も地図サービスを利用したいのではないかと推測

¹ 神奈川工科大学 大学院 工学研究科 情報工学専攻
Graduate School of Kanagawa Institute of Technology.

² 神奈川工科大学 情報学部 情報工学科
Kanagawa Institute of Technology.

することができるが、よく知っている道であれば、走行中も一時停止中も地図サービスを所望していないと推測することができる。また、走行経験が少なく道の習熟度が低い道では走行中に地図サービスを必要とするが一時停止中に他のサービスを所望することも考えられる。そこで本研究では、ある時点において走行中の道が「よく知っている」、「あまり知らない」、「初めて走行する」のどれに該当するかを位置コンテキストとして表す。この位置コンテキストを認識することは、ドライバの所望するサービスを推測する際に大きな役割を持つ。

しかし、GPS データをそのまま記録した走行履歴と走行中の道を比較するだけでは十分に位置コンテキストを認識することはできないと考える。例えば、毎日走行している道の一本となりの道であれば、直接走行した経験が少ない、あるいは走行経験がないとしても、ある程度道の先を予測することができるかもしれない。また、スマートフォンに記録されている走行履歴は、車載情報端末としての利用を開始してからの記録しかないので、あまり利用しない道の走行履歴はなかなか記録されない。さらに、データ保存領域の課題もある。スマートフォン上に GPS データをそのまま走行履歴として記録する場合、GPS データは着々と蓄積されていくため、サンプリングレートによっては非常に大きなデータとなってしまふ。

そこで我々は、GPS データから記録された走行履歴を用いて、ドライバの位置コンテキストを認識する手法を提案する。提案手法では、GPS データをそのまま記録するのではなく、格子状に区切られた座標空間へ走行状況を表す値を格納する形で記録する。そして、取得した GPS データの緯度・経度に該当する座標に格納されている値と所定の閾値を比較する認識手法により、ドライバの習熟度を判断しづらい道も考慮したコンテキストの認識を目指す。

以下、第 2 章では、関連研究を紹介し、本研究の位置づけについて述べる。第 3 章では、本研究の提案手法について説明する。第 4 章では、提案手法の有効性を確認するために行った実験について説明し、その結果と考察を述べる。第 5 章では、本論文のまとめを述べる。

2. 関連研究

ユーザに応じたサービス提供を目指し、移動履歴をはじめとする様々なライフログを利用する研究が数多く存在する。また、サービス提供の前段階としてライフログからユーザの特性を推測するといった研究も数多く存在する。

本章では、まず 2.1 節で既存研究において移動履歴がどのように記録され、その移動履歴をどのように活用しているのかについて紹介する。次に、2.2 節で本研究の位置づけについて述べる。

2.1 関連研究

内田ら [2] は、電動アシスト自転車のアシストが傾斜に入ってから開始されることにより発生する安全性と乗り心地の低下という課題を解決するために、走行路の傾斜情報と自転車の走行路予測からアシスト量を算出する手法を提案している。この研究における走行履歴は、GPS 受信機から得られる緯度、経度および時刻に加えアシスト量を記録したものとなっている。この走行履歴から現在走行している地点より 5 m 程度先の傾斜状況を推測し、アシストの制御を行なっている。しかし、この研究の対象は電動アシスト自転車であり自動車とは異なる。また、提供されるサービスの性質も本研究とは異なるためそのまま適用することができない。

藤田ら [3] は、行動推薦や支援などを効果的に実行するために重要となるユーザの嗜好や属性を、ユーザ自身に入力させることによる強い負荷や潜在的な嗜好を見逃すといった問題を解決するために、GPS 移動履歴に対する接触可能性キーワード履歴化による分析法を提案している。この研究における移動履歴自体は GPS データをそのまま記録したものであるが、接触可能性キーワードを移動履歴に関連付けることによりユーザの嗜好を推定している。ユーザの嗜好を推測する手法はサービス提供のために有効であるが、接触可能性キーワードを関連付けるために必要となるデータベースを用意しなければならない。本研究はスマートフォンのみを利用した位置コンテキスト認識を目指すものであり、そのまま適用することはできない。

岩田ら [4] [5] は、スマートフォンの利用者がアプリケーションの選択、起動、情報の検索、検索結果からの選択などを自ら行わなければいけないという課題を解決するために、利用者の状況やスマートフォンの利用履歴から所望するアプリケーションや情報を推定して提示する手法を提案している。この研究における位置履歴は、アプリケーション毎に時刻とともに記録されている。この記録から位置と時刻に依存して利用されるアプリケーションが存在することを確認している。位置と時刻に依存して利用されるアプリケーションの情報は運転中のサービス提供にも有効であるが、この研究は運転時を想定したものではないためそのまま適用することはできない。

チョウら [6] は、スムーズな運転を妨げるもの（インシデント）が存在する場所をスマートフォンを用いて推定することを目指し、スマートフォンの GPS 軌跡を利用して、この研究における GPS 軌跡は、GPS 位置情報、速度、進行方向を記録したものであり、最小自乗法によって求めた値をインシデントとの距離を求める際に利用している。インシデントの情報をユーザに提供することで事故リスクの削減やインシデントによる不満の解消などが期待できるが、本研究とは提供するサービスが異なるためそのまま適用することができない。

田中ら [7] [8] は、日常運転に有効なカーナビゲーションシステムとして、目的地やその経路に関する情報を自動的に提示するシステムを提案しており、ユーザの目的地を予測するために現在位置と過去の走行履歴を用いている。この研究における行動履歴は、車両の走行経路、速度、乗員数、ガソリン残量、目的地など運転から得られる情報を蓄積したものである。目的地やその経路に関する情報を提示することにより、User Experience の向上が期待できるが、本研究は画面の切り替えをサポートする手法への適用を目指すものであり、目的地を予測する必要はないため適用することができない。

小林ら [9] は、車載端末向けの情報提供サービスにおいて簡単な操作で利用者が所望する情報を得られるようにすることを目的とし、到着地予測のために走行履歴を利用している。この研究における走行履歴は、エンジンをかけてから止めるまでを1走行とし、走行ごとに出発地点、到着地点、経路、時刻、同乗者の有無、天気などを記録したものである。この履歴における経路は、メッシュ状に区切られた緯度・経度にあらかじめ番号を付けておき、出発地点から到着地点までに通過した番号の列として記録されている。この研究も到着地の予測を目的としており、本研究に適用することはできない。

2.2 本研究の位置づけ

関連研究における移動履歴は、GPS データをそのまま記録したもの [3] や、付加情報を追加したり [2][4] [6][7] [9]、他の情報と関連付けたもの [3] であった。しかし、このような履歴の記録では着々と記録されていくデータにより移動履歴のサイズが大きくなってしまふ。本研究では、スマートフォンを車載情報端末として利用することを想定しているため、移動履歴はスマートフォン上に記録される。そこで本研究では、移動履歴を記録する際に、GPS データをそのまま記録するのではなく、一定の距離ごとに区切られた格子状の緯度・経度座標に走行状況を表す値を格納する形で行なう。GPS 受信機から得られる緯度・経度は値を格納する座標を特定する際に利用し、格納する値はあらかじめ定めているフィルタの値をすでに格納されている値に加算したものとなる。これにより、スマートフォン上に移動履歴を記録する際にも移動履歴のサイズが問題とならない手法となっている。

また、本研究はスマートフォンを車載情報端末として利用する際に画面の切り替えによるサポートを行う手法への適用を目指すものであり、車載情報端末による利用を想定したものである。

3. 提案手法

本章では、スマートフォンに搭載されている GPS 受信機から得られるデータを用いて、ドライバの走行履歴を記

録し、位置コンテキストの認識を行う手法を提案する。

まず 3.1 節で、認識される位置コンテキストについて述べる。次に 3.2 節で、位置コンテキスト認識の全体構成について述べる。3.3 節では、本研究における走行履歴の記録について述べる。3.4 節では、走行履歴から位置コンテキストを認識する手法について述べる。3.5 節では、提案手法に基づくシステムの実装について述べる。

3.1 認識される位置コンテキスト

本研究における位置コンテキストとは、ドライバの道習熟度を表すコンテキストである。通学や通勤などで利用する道や自宅周辺の道など、ドライバが日常的に利用する道は習熟度が高い。一方で、一度も走行したことのない道や 1,2 回利用しただけの道は習熟度が低い。また、何度か走行はしているが日常的に利用するほどではないといった道は習熟度が高いとは言えないが、低いとも言えない。

そこで本研究では、ドライバの道習熟度に応じて、ある時点において走行中の道が「よく知っている」、「あまり知らない」、「初めて走行する」のどれに該当するのかを位置コンテキストとして表す。

位置コンテキストの具体的な活用として、我々が提案するコンテキストを活用した車載情報端末 [1] を挙げる。提案する車載情報端末では、様々なコンテキストに応じてドライバの所望する画面を推測し、画面の切り替えによるサポートを行うが、そのコンテキストの 1 つに位置コンテキストがある。位置コンテキストが「よく知っている」と認識された場合、ドライバは走行中も一時停止中も地図サービスを必要としないと推測できるため、他サービスの提供を行う。次に、「あまり知らない」と認識された場合、走行中は地図サービスを利用したいと推測されるが、一時停止中は他のサービスを利用したいのではないかと推測し、オーディオ等の他サービスへと画面の切り替えを行う。最後に、「初めて走行する」と認識された場合、ドライバは走行中も一時停止中も地図サービスを利用したいと推測することができるため、地図サービスを提供し、画面の切り替えは行わない。

3.2 全体構成

本研究で提案する位置コンテキスト認識手法の全体構成を図 1 に示す。本提案手法は、走行履歴の記録と位置コンテキストの認識から構成される。それぞれの具体的な構成については 3.3 節および 3.4 節で述べる。

まず、スマートフォンに搭載されている GPS 受信機を用いてデータの取得を行う。GPS データは、緯度、経度およびタイムスタンプから構成されており、所定のサンプリングレートで取得する。次に、走行履歴の記録と位置コンテキストの認識を行うが、これは GPS データが取得されるごとに行う。

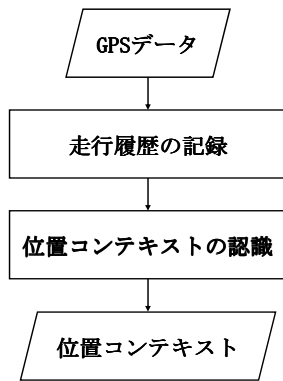


図 1 提案手法の全体構成

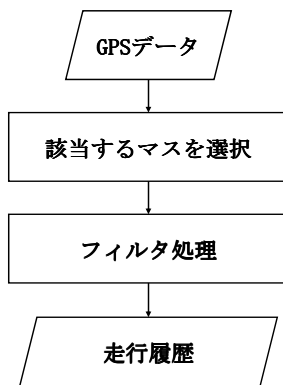


図 2 走行履歴記録の流れ

3.3 走行履歴の記録

走行履歴記録の流れを図 2 に示す。走行履歴は、一定の距離ごとに区切られた格子状の緯度・経度座標 (マス) に走行状況を表す値を持つデータとして記録する。

まず、取得した GPS データから得られる緯度・経度からフィルタの適用領域を決定する。取得した緯度・経度を含むマス目を中心とした 3×3 の領域がフィルタの適用領域となる。次に、選択された領域に対してフィルタを適用する。フィルタの適用イメージを図 3 へ示す。今回はフィルタとして式 (1) に示す 2 次元ガウス分布に基づく値を用いた。このフィルタは中心を $(x, y) = (0, 0)$ としている。

$$v_{xy} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

フィルタの適用処理は、フィルタ値を適用領域に加算する処理である。今回、ガウス分布に基づくフィルタ値を用いたのは、運転中の道に対する意識が、ドライバからの距離が離れるにつれて薄くなるという仮定に基づく。図 3 中のフィルタ値は $\sigma = 0.8$ のガウス分布に基づく値であるが、評価では σ に様々な値を用いた。

3.4 位置コンテキストの認識

位置コンテキスト認識の流れを図 4 に示す。

まず、取得した GPS データから得られる緯度・経度に該当するマスを探し、格納されている走行状況を表す値を取

フィルタ ($\sigma = 0.8$)

0.0521	0.1139	0.0521
0.1139	0.2487	0.1139
0.0521	0.1139	0.0521

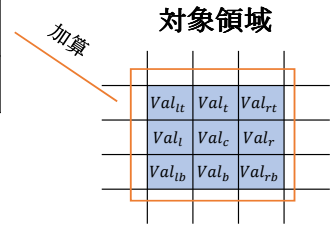


図 3 フィルタの適用イメージ

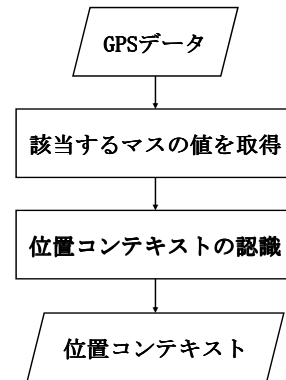


図 4 位置コンテキスト認識の流れ

得する。次に、取得した値と所定の閾値との比較を行い、位置コンテキストを認識する。

3.5 システムの実装

提案手法に基づき、位置コンテキスト認識システムの実装を行った。

まず、Android 端末上で動作する GPS データ取得のためのアプリケーションを実装した。GPS データ取得のサンプリングレートは 1Hz とし、緯度、経度およびタイムスタンプを CSV 形式のファイルに保存する。取得する緯度・経度は 10 進法で表現される。動作端末は SH-02E(OS: Android 4.1.2) と L-05E(OS: Android 4.2.2) である。

次に、走行履歴の記録および位置コンテキスト認識システムを実装した。本研究はコンテキストを活用した車載情報端末への導入を目標とする位置コンテキスト認識手法であり、Android 端末上で動作するアプリケーションとしての実装が望ましいが、今回は提案手法の有効性確認のために可視化などの機能も実装する必要があったため、PC 上で動作するアプリケーションとして実装した。ただし、Android アプリケーションへの移植性を考慮し、開発言語として Java を用いた。また、走行履歴の記録および位置コンテキストの認識は GPS データの取得とともにリアルタイムで行なう必要があるが、実装システムでは GPS データ取得アプリケーションにより保存された CSV ファイルを用いて、一定期間の走行履歴として記録した。

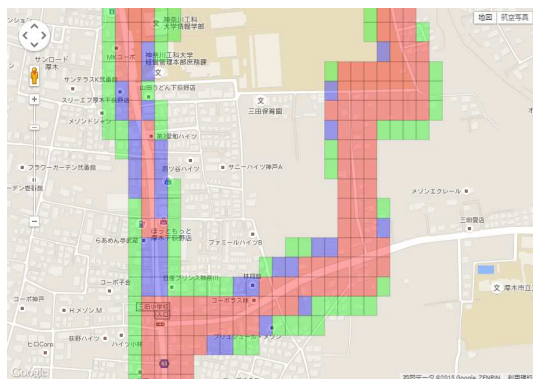


図 5 可視化の例

走行履歴の緯度・経度座標は、緯度を 0.00027386 ごとに、経度を 0.00022535 ごとに区切り格子状の座標となるようにした。これはヒュベニの公式 [10] を用いて、緯度・経度の距離が 25 m 程度となるように計算した値である。座標のメモリを 25 m 程度となるようにしたのは国土地理院が提供する 2 万 5 千分 1 地形図において真幅道路として記述されない道路の最大幅であることと、GPS 誤差を考慮したためである。区切りの間隔が細くなればなるほど走行履歴のデータサイズは大きくなるため、道路の最大幅を目安とする間隔とした。また、GPS 誤差の範囲は状況等により異なるが、一般的なスマートフォンに搭載されている GPS 精度は 10~ 20 m であると考えられるため、誤差によるマス目のズレを 1 マス以内に収めることができる。

位置コンテキストの認識に用いる所定の閾値として、フィルタの中心値を 10 倍した値を「よく知っている」、5 倍した値を「あまり知らない」、それ以下を「初めて走行する」として設定した。

移動履歴の可視化は、Google Maps APIs を用いて値を持つマス目を色分けしている。「よく知っている」と認識されるマス目は赤色、「あまり知らない」と認識されるマス目は青色、「初めて走行する」と認識されるマス目は緑色とした。ただし、走行状態を表す値を持たない（一度も緯度・経度が得られていない）マス目は塗っていない。移動履歴の可視化の例を図 5 に示す。

4. 評価と考察

提案手法の有効性を評価するために実験を行った。

まず、4.1 節で実験の設定について述べる。次に、4.2 節で得られた結果について述べる。最後に、4.3 節で得られた結果についての考察を述べる。

4.1 実験設定

学生 2 名の被験者に端末をそれぞれ 1 台ずつ用意し、データの収集を行った。被験者の実験データの概要をそれぞれ表 1 と表 2 に示す。実験期間は 1 週間とし、平日だけではなく週末も含むようにしている。

表 1 実験データの概要 (被験者 A)

実験場所	神奈川県厚木市, 伊勢原市
移動手段	大型自動二輪
期間	2015 年 5 月 15 日~ 2015 年 5 月 23 日
実験端末	L-05E(OS: Android4.2.2)
収集データ量	GPS データ数: 19,763 記録されたマス数: 4,818

表 2 実験データの概要 (被験者 B)

実験場所	神奈川県厚木市
移動手段	軽自動車
期間	2015 年 5 月 15 日~ 2015 年 5 月 23 日
実験端末	SH-02E(OS: Android4.1.2)
収集データ量	GPS データ数: 31,523 記録されたマス数: 7,177

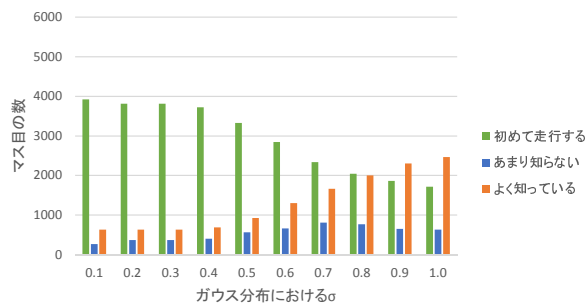


図 6 走行履歴の分布 (被験者 A)

被験者には通常通りの生活をしてもらい、車・バイクでの移動時に GPS データ取得アプリケーションを起動・実行してデータの収集を行ってもらったようにした。収集されたデータのうち、識別対象外のデータ（移動終了後に取得し続けてしまったデータ）は除去している。また、今回はリアルタイムでの走行履歴の記録は行わず、得られた 1 週間分のデータをまとめて処理した。フィルタ値はガウス分布における σ の値を 0.1~ 1.0 (0.1 間隔) として計算した値を用いた。

データ収集後、走行履歴から選んだいくつかの地域の地図上に「よく知っている」道を赤色、「あまり知らない」道を青色、「走行経験がない」道を緑色で塗ってもらい評価に利用した。

4.2 結果

被験者 A の走行履歴の分布を図 6 に、被験者 B の走行履歴の分布を図 7 に示す。図 6 および図 7 から、「よく知っている」に該当する値として記録されるマス目の数と σ の値は比例関係にあり、「初めて走行する」に該当する値として記録されるマス目の数と σ の値は反比例の関係にあることが確認できる。

4.2.1 被験者 A

被験者 A は通学時にバイクを利用しており、毎日決まっ

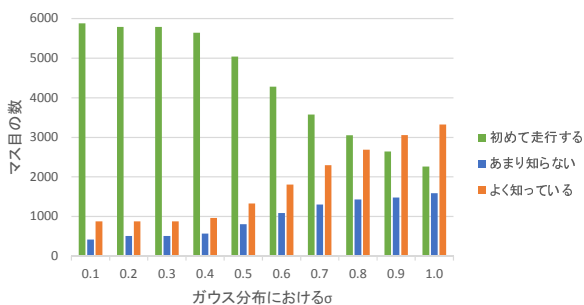


図 7 走行履歴の分布 (被験者 B)

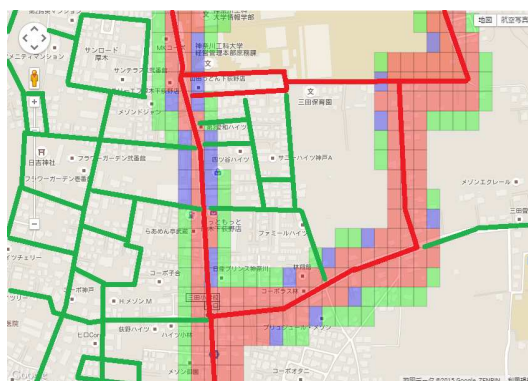


図 9 被験者 A の学校周辺における走行履歴と道熟知度

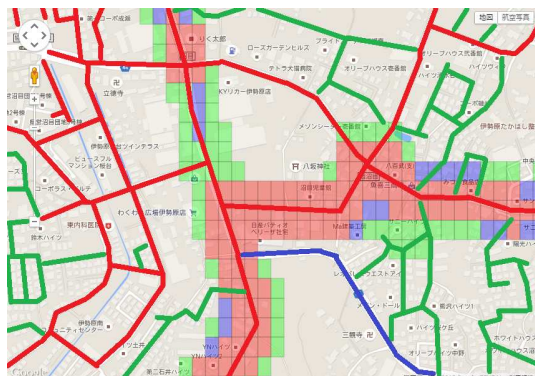


図 8 被験者 A の地元における走行履歴と道熟知度

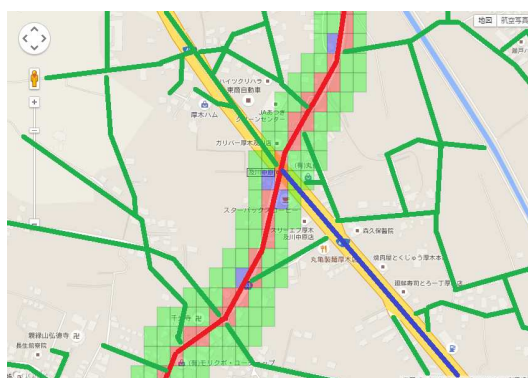


図 10 被験者 A の自宅から離れた地域における走行履歴と道熟知度

た経路を利用して通学している。実験期間中は通学以外の目的でバイクを利用することがあまりなかった。そのため、被験者 A には、地元、学校周辺および自宅から離れた地域の地図上に道熟知度を示す色を塗ってもらった。

まず、地元における走行履歴と道習熟度を比較した結果、 $\sigma = 1.0$ としたときの走行履歴が最も最適であった。図 8 に走行履歴と道習熟度の比較を示す。地元には習熟度の高い道が多く存在すると考えられるため、 σ の値が大きいものとなったのは妥当であると考えられる。

次に、学校周辺における走行履歴と道習熟度を比較した結果、 $\sigma = 0.9$ としたときの走行履歴が最も最適であった。図 9 に走行履歴と道習熟度の比較を示す。学校周辺も毎日のように利用するため習熟度の高い道が多く存在するが、地元周辺ほどは多くない。そのため、 σ の値はあまり大きくない値となるかと期待したが、 $\sigma = 0.9$ という結果となった。これは、実験期間の短さによるもので、熟知している道であるが実験期間中に利用することが少なかった道を、少ない走行回数でも「よく知っている」に該当させるために σ の値が大きくなったのではないかと考えられる。

最後に、自宅から離れた地域における走行履歴と道習熟度を比較した結果、 $\sigma = 0.1$ としたときの走行履歴が最も最適であった。図 10 に走行履歴と道習熟度の比較を示す。自宅から離れた地域では、利用する道以外の習熟度が非常に低いと考えられるため、 σ の値が小さなものとなったのは妥当であると考えられる。

4.2.2 被験者 B

被験者 B は通学時に自動車を利用しており、通学以外にも自動車を利用することが多くあった。また、駅周辺の走行もあった。そのため、被験者 B には、学校周辺、駅周辺および自宅から離れた地域の地図上に道熟知度を示す色を塗ってもらった。

まず、学校周辺における走行履歴と道習熟度を比較した結果、 $\sigma = 0.5$ としたときの走行履歴が最も最適であった。図 11 に走行履歴と道習熟度の比較を示す。学校周辺は毎日のように利用するため習熟度の高い道が多く存在するが、地元周辺ほどは多くない。そのため、 σ の値はあまり大きくない値となると期待されるため、 σ の値が大ききも小さくもならなかったのは妥当であると考えられる。

次に、駅周辺における走行履歴と道習熟度を比較した結果、 $\sigma = 0.9$ としたときの走行履歴が最も最適であった。図 12 に走行履歴と道習熟度の比較を示す。駅周辺は細い道が多く実際に走行している道以外の習熟度は低くなるのではないかと考え、 σ の値は小さくになると期待したが大きな値となった。これは、実験期間の短さによるもので、熟知している道であるが実験期間中に利用することが少なかった道を、少ない走行回数でも「よく知っている」に該当させるために σ の値が大きくなったのではないかと考えられる。

最後に、自宅から離れた地域における走行履歴と道習熟度を比較した結果、 $\sigma = 1.0$ としたときの走行履歴が最も

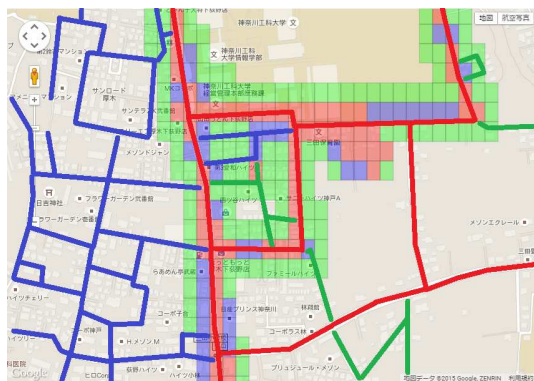


図 11 被験者 B の学校周辺における走行履歴と道熟知度

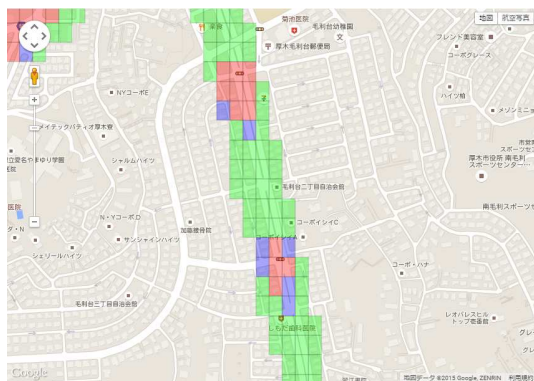


図 14 複数の位置コンテキストに該当する領域が混在する道

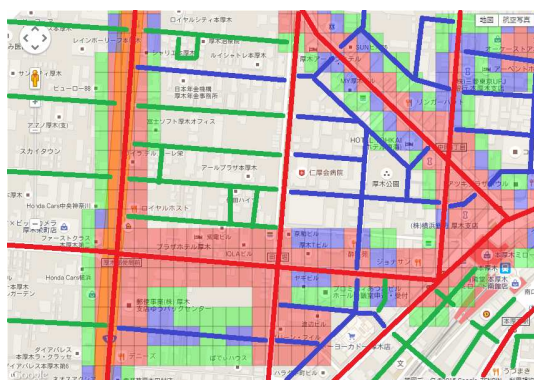


図 12 被験者 B の駅周辺における走行履歴と道熟知度

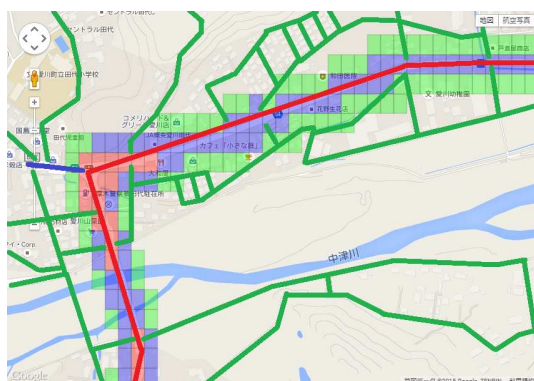


図 13 被験者 B の自宅から離れた地域における走行履歴と道熟知度

最適であった。図 13 に走行履歴と道習熟度の比較を示す。自宅から離れた地域では、利用する道以外の習熟度が非常に低いと考えられるため、 σ の値は小さなものとなると期待したが大きな値となった。これも実験期間の短さによるもので、熟知している道であるが実験期間中に利用することが少なかった道を、少ない走行回数でも「よく知っている」に該当させるために σ の値が大きくなったのではないかと考えられる。

これらの結果から、自宅や学校・勤務先など毎日のように利用する地域周辺においては σ の値を大きくし、自宅から離れた場所は小さくするなど、状況に応じたフィルタ値の変更が必要であることが確認できた。また、最適なフィルタ値には個人差があると考えられるため、ユーザーに応じ

た変化も必要であると考えられる。

4.3 考察

これらの結果から、今回は一定の閾値によって走行履歴の記録を行ったが、自宅周辺の地域とそうでない地域において、位置コンテキスト認識のための閾値を変更する必要があるのではなかと考えられる。また、今回の結果からは確認することができなかったが、道路の大きさに応じて閾値を変更する必要があるかどうかの検討も引き続き行う必要がある。4.2 節で述べたユーザーに応じたフィルタ値の変更と閾値の変更を自動で行なう手法を確立することができれば、実用上さらに有効な手法になるのではないかと考える。

次に、位置コンテキストの認識について考察する。本提案手法では、GPS データを取得する毎に位置コンテキストの認識を行なうものとしているが、一本の道に複数の位置コンテキストに該当する領域が混在している道が見受けられた。図 14 は被験者 A が実験期間中に走行した経路である ($\sigma = 0.8$ としたときの移動履歴)。一本の道に全ての位置コンテキストに該当する領域が混在していることが確認できる。「よく知っている」に該当する領域は信号待ちによって GPS データを取得し続けた領域である。この結果から、GPS データのサンプリングレートを時間ではなく距離での指定に変更する必要があると考える。また、サンプリングレートを距離の指定に変更した場合にも、一本の道に複数のコンテキストに該当する領域が混在することが予測されるため、位置コンテキストの認識の後に補正処理を追加し、不自然な位置コンテキストの変動を防ぐ必要がある。

最後に、コストについて考察する。本研究は、スマートフォンを前提としたコンテキストを活用する車載情報端末への適用を目標としている。そのため、走行履歴のサイズや消費電力について考慮する必要がある。まず、本提案手法の走行履歴のサイズは GPS データをそのまま記録する手法に比べて小さくなる。これは緯度・経度を一定の区間ごとに区切っていることと、フィルタ値の加算によって記

録を行なうことによるものであり、保存領域がPCに比べ限られている状況において有意であると考えられる。次に、消費電力についてであるが、自動車において利用される場合はケーブルに接続して利用されると考えられるため、それほど気にする必要はないかもしれないが、バイクで利用されるような場合にはスタンドに固定されるだけであることが多いため考慮する必要がある。GPS受信機を利用しているため消費電力は低くはないが、先述したようにサンプリングレートを距離で指定するように変更すれば、GPSデータの取得頻度が下がり消費電力を抑えることができるのではないかと考える。

5. まとめ

本研究では、格子状に区切られた座標空間へ走行状況を表す値を格納する形で走行履歴の記録を行い、GPSデータの緯度・経度に該当する座標に格納されている値を所定の閾値と比較することで位置コンテキストの認識を行う手法を提案した。提案手法に基づくシステムを実装し、2名の被験者に対して評価実験を行った。評価実験の結果、ガウス分布以外のフィルタ値の検討、閾値の再考、不自然な位置コンテキストの認識を防ぐための補正処理の追加、サンプリングレートの変更、進行方向取得処理の追加といった課題を確認することができた。

今後は、これらの課題を検討し、本提案手法を実用可能なものへと向上させる取り組みを行っていく。また、今回の評価実験は十分な期間を設けることができなかつたため、より長期間の実験を行っていく。

参考文献

- [1] 松山聖路, 山辺教智, 清原良三: コンテキストを活用した車載情報端末, 情報処理学会研究報告コンシューマ・デバイス&システム (CDS), Vol. 2015, No. 30, pp. 1-8 (2015).
- [2] 内田匡哉, 栗原和也, 桧垣博章: 収集走行ログを用いた自転車走行ルートと勾配推定による電動アシスト自転車制御, 情報処理学会研究報告. マルチメディア通信と分散処理研究会報告, Vol. 2015, No. 51, pp. 1-6 (2015).
- [3] 藤田将成, 手塚博久, 武藤伸洋, 南弘征, 水田正弘: GPS移動履歴からの接触可能性キーワード抽出法と嗜好推定法の提案, 行動計量学, Vol. 40, No. 1, pp. 3-15 (2013).
- [4] Iwata, M., Miyamoto, H., Hara, T., Shimatani, K., Mashita, T., Kiyokawa, K., Nishio, S. and Takemura, H.: A Menu-based Content Search System based on Relationships between Mobile User Context and Information Needs, *Proc. of International Workshop on Data Management for Wireless and Pervasive Communications (DMWPC 2014)*, pp. 197-202 (2014).
- [5] 嶋谷健太郎, 間下以大, 原隆浩, 清川清, 竹村治雄, 西尾章治郎: スマートフォン利用者のコンテキストログを用いたアプリケーション推薦システム, 情報処理学会研究報告 (2013).
- [6] ダン・ヴェット・チョウ, 久保正男, 佐藤浩, 山口明宏, 生天目章: スマートフォンで記録した車両軌跡ログからのインシデント地点発見法, 情報処理学会研究報告. MPS,

- 数理モデル化と問題解決研究報告, Vol. 2015, No. 18, pp. 1-5 (2015).
- [7] Tanaka, K., Kishino, Y., Terada, T. and Nishio, S.: A destination prediction method using driving contexts and trajectory for car navigation systems, *Proceedings of the 2009 ACM Symposium on Applied Computing (SAC)*, pp. 190-195 (2009).
- [8] 田中宏平, 寺田努, 岸野泰恵, 西尾章治郎: カーナビゲーションシステムのための走行履歴と運転状況を用いた車両目的地予測手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 1, pp. 141-151 (2010).
- [9] 小林誠, 嶋恵子, 小針里美, 曾布川靖, 伊東幸宏, 酒井三四郎: 車載端末向け情報選別配信システムにおける到着地推定機構, 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 12, pp. 2688-2695 (2004).
- [10] K.Hubeny: Weiterentwicklung der Gauss'schen Mittelbreitenformeln, *Z. Vermess.*, Vol. 84, pp. 159-163 (1959).