

認知地図の構築過程に着目した ドライバの地点把握度認識実験と評価

千明優喜^{†1} 松山聖路^{†1} 齋藤正史^{†3} 清原良三^{†1}

概要：高齢者ドライバの増加に伴う事故の削減，交通渋滞の削減，CO₂排出量の削減などが期待できる自動運転車両の研究開発が活発となっている．完全自動運転車両の前段階である運転支援機能は，安全運転や，快適運転を目的に市場に投入されている．米国国家道路交通安全局(NHTSA)は自動運転を5つのレベルに分けて，最終段階をドライバが全く関与しない完全自動運転としている．たとえ，レベル5になったとしてもドライバの安心という観点からはドライバに対して車両の状況の中でも重要な情報を提示する適切に提示する必要がある．そのため，ドライバ，車両，周辺状況といったコンテキストに応じて適切に選択し，ドライバを安心させるとともに，必要な情報をわかりやすく提示することが必要になる．本論文では，その中でもドライバのコンテキストとして重要な位置コンテキストに着目し，ドライバの位置コンテキストに関して，認知地図構築過程，およびランドマークに着目した地点把握度の認識手法を提案し，実験評価を行い，ドライバ視点のランドマークの抽出の重要性に関して報告する．

キーワード：認知地区，地点把握度，ドライバコンテキストの認識

1. はじめに

高齢者ドライバの増加に伴う事故の削減，交通渋滞の削減，CO₂排出量の削減などが期待できる自動運転車両の研究開発が活発となっている．徐々に自動運転の機能が強化され市場に投入されていくことが容易に予想される．米国国家道路交通安全局(NHTSA)は自動運転を5つのレベルに分けて，最終段階をドライバが全く関与しない完全自動運転としている[1]．

たとえ，レベル5になったとしてもドライバの安心という観点からはドライバに対して車両の状況の中でも重要な情報を適切に提示する必要がある．そのため，ドライバ，車両，周辺状況といったコンテキストに応じて適切に選択し，ドライバを安心させるとともに，必要な情報をわかりやすく提示することが必要になる．

運転時にスマートフォンをナビゲーションやオーディオとして利用するユーザが増加している[2]．運転中は，自動車のコンテキスト(走行中，停車中，高速移動，etc.)や周囲のコンテキスト(天気，渋滞，etc.)，運転者のコンテキスト(眠気，疲れ，迷い，etc.)などさまざまなコンテキストが常に変化しており，運転中のユーザが必要とするサービスも常に変化し続ける．現在，運転中のユーザが利用することのできるLBSは地図・ナビゲーション以外ほとんど存在しない．しかし，スマートフォンを車載情報端末として利用するユーザが増加していることから，今後運転者向けの新しいLBSが登場すると期待できることからドライバの位置コンテキストは重要である．

我々は既にドライバ認知地図の構成過程に着目して，ドライバが通過した道路の回数とランドマークに依存して認

知していくであろうということを基礎的な実験を通じてその重要性確認している[3,4,5]．本論文はさらにこの研究を深め昼夜の違いやランドマークの種類による違いなどの検討を進め，実験し評価したものである．

2. 関連研究

また，運転中のユーザを対象としたコンテキスト認識に関する研究も数多く行われている．例えば，居眠りを検知するもの[6]，運転者の疲労度合を推定するもの[7]，運転者が周囲へ向ける警戒度[8]を評価するもの，安全な運転がなされているかどうかを判定するもの[9]など，運転者の安全状態を認識する研究が数多くなされている．これらのコンテキストに応じた対応を行うことは安全面やユーザビリティ面の課題に対して非常に有効である．

本論文で取り扱う地点把握度は，居眠りの検知や疲労度合の推定のような安全性の向上に直結するコンテキストではないが，地点把握度をもとにサービスを提供することで安全性の向上やユーザビリティの向上に貢献することができる．

3. 認知地図の概要と地点把握度の定義

3.1 認知地図の概要

認知地図とは人が頭の中に持つ地図，空間のイメージである．ユーザがある特定の地点をどの程度把握しているかという状態は，ユーザが持つ認知地図においてある特定の地点がどの程度鮮明に構築されているかという状態に置き換えることができる．つまり，この空間のイメージが鮮明であるほど地点把握度も高いといえる．そのため，人が持つ認知地図がどのように構成されており，どのように構築されていくのかを理解することができれば，人間の地点把握度を推定する際に役立てることができる．

^{†1} 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology

^{†2} 金沢工業大学
Kanazawa Institute of Technology

認知地図に関する研究の始まりは Tolman がネズミを用いて行った実験[10] であると言われている。出口に餌を置いた迷路にネズミを放す実験を行った結果、実験を繰り返すうちにネズミは袋小路に入り込む回数を減らしていった。Tolman はネズミが迷路を探索することで空間を学習し、内面に空間のイメージを構築したと分析した。そして、この空間のイメージを認知地図(Cognitive Map) と定義した。この空間のイメージは人間も同様に持つものと考えられ、人間と空間との関係を解明するために認知心理学や応用心理学の分野で様々な観点から研究が行われている。認知地図を解明することは、人間の空間行動の分析や都市の設計に役立てることができる[11, 12]。

認知地図の構築過程には「ルートマップ的理解」と「サーヴェイマップ的理解」の2段階があると報告されている[13]。図1に認知地図の構築過程の概要を示す。ルートマップ的理解の段階では、自分の視点から見たルートとその周辺に関する空間認知が行われており、その領域は局所的である。サーヴェイマップ的理解の段階では、俯瞰的な空間認知が行われており、その領域は広域的である。つまり、ルートマップ的理解の段階では、「交差点を右折した後、2つ先の信号まで直進」といったように移動経験を手続き型でイメージしているだけであり、周囲の空間との位置関係までは把握できていない。しかし、認知地図の構築が進み、サーヴェイマップ的理解の段階になると、空間同士の位置関係まで把握することができ、自らルーティングを行ったり、道案内をするときに相手にとって適切な経路を選択して説明することができるようになる。

認知地図がルートマップ的理解からサーヴェイマップ的理解へと遷移する過程において、「熟知性」と「ランドマーク」という2つの要素が大きな影響を与えることが報告されている。Appleyard はベネズエラ都市住民の認知地図を居住年数に応じて検証した結果から、馴染みのない空間を

学習するときどのような要素に着目し、空間に慣れ親しむに従って空間の認知がどのように変化していくのかを分析している[14]。そこで運転者の地点把握度を推定する際に空間の経験を表す要素として走行回数を用いることができるといえる。

ランドマークの影響に関連する研究では、ランドマークは認知地図が構築される初期段階から記憶されている[15] ことや目的地への到達という移動課題に対して空間的な情報(方角や距離)よりもランドマークなどの知覚的情報がよく用いられていること[16]、認知地図が詳細なものとなるのに比例してランドマークの数が増加すること[17]、未知の経路において記憶できるランドマーク数の限界が魔法の数 7 ± 2 [18] となること[19] などが報告されている。つまり、人間の地点把握度が上昇する過程においてランドマークは非常に重要な役割を持っており、地点把握度を推定する際にランドマーク情報が重要な参考情報となるといえる。

以上から、1) 熟知性と2) ランドマークの2要素が地点把握度の推定に役立つ可能性が高いといえる。

3.2 確認実験

前節で取り上げた認知地図に関連する研究の多くは歩行者を対象としたものであり、運転者の認知地図を取り上げた研究はあまり存在しない。歩行者と運転者とでは移動速度や移動中に注意を払うべき対象が異なるため、認知地図の構築過程に影響を与える要素が異なる可能性がある。運転者の認知地図を取り上げた数少ない研究の一つに久保田ら[20]の研究があり、歩行者と運転者とでは情報の密度(同じ経路を通過した後に想起した建物などの数)は似通っているものの、認知の内容は異なっていることが報告されている。そこで、熟知性やランドマークといった情報を用いて地点把握度の推定手法を構築する前に、再度これらの情報が運転者の認知地図の構築過程に影響を与えていることを確認する必要がある。文献[3,4,5]で我々も自ら実験し、ランドマークが運転者の認知地図の構築にも影響を与えていることが確認できた。

3.3 地点把握度の定義

上記で述べた認知地図の構築過程をもとに、本研究における地点把握度を定義する。本研究では、地点把握度を「よく把握している」、「ある程度把握している」および「ほとんど把握していない」の3段階に分類した。それぞれの定義は下記に示す通りであり、その概要を図2に示す。

■よく把握している 認知地図の構築過程におけるサーヴェイマップ的理解の段階であると定義する。この段階は移動に地図などの外的資源を必要としないだけでなく、自らルーティング(新規ルートの開拓)を行える、相手にとって適切な経路を選択して案内することができる。

■ある程度把握している 認知地図の構築過程におけるルートマップ的理解の段階であると定義する。この段階は移

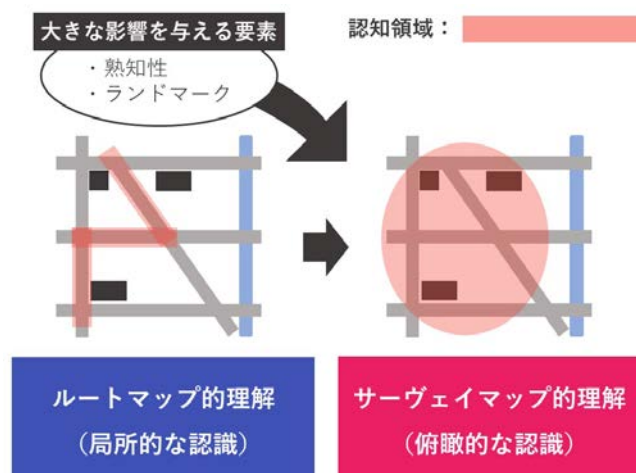


図1 認知地図の構築過程

動に地図などの外的資源を必要としないが、現在地周辺を俯瞰的なイメージで把握している状態ではないため、自らルーティングを行うこと、相手にとって適切な経路を選択して案内することはできない。

■ほとんど把握していない 認知地図の構築過程におけるルートマップ的理解にも満たない段階であると定義する。この段階は移動に地図などの外的資源を必要とし、地点に対してほぼ初見の状態である。

4. 提案手法

4.1 提案手法の概要

3 節で述べた通り、人の持つ認知地図(空間のイメージ)は熟知性とランドマークの影響を受けながらその詳細度を深めていく。歩行者だけでなく運転者も同様の影響を受けていることも前述の通りである。ある地点を繰り返し訪れることでその地点の把握度は高くなり、あまり訪れたことがない地点の把握度は低いものとなる。これが熟知性の影響である。また、訪れる回数が少ない地点でも、印象に残る建物などがあればその地点の把握度は高くなる。これがランドマークの影響である。これらの影響を定量的に扱わなければならない。

さらに考慮しなければならない要素として、昼間に訪れたのか夜間に訪れたのかといった周辺環境の違いや、前回その地点を訪れてから経過した時間(熟知性の間隔)といった要素がある。このように、時間的要素と空間的要素の両方が認知地図の詳細度に影響を与えている。

そこで、これらの要素を定量的に扱うことで、認知地図を定量的に扱うアプローチを採用し、走行回数を熟知性として扱う。過去にある地点を走行した回数はスマートフォンを用いて得られる位置情報を記録することで取得可能であり、熟知性を定量的に扱うことができるようになる。どこにどのようなランドマークが存在するのかという情報はインターネット経由で取得することができるため、ランドマークがユーザに与える影響は、ランドマークが存在しているかという情報とそのランドマークがユーザに与える印象の度合いを評価して定量的に扱う。

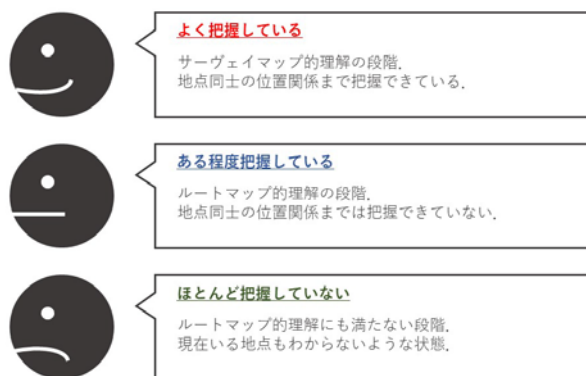


図2 地点把握度の定義の概要

定量的に扱われる認知地図も過去の状態が保存されており、空間を経験するごとに更新が行われていく。このように、位置情報とランドマーク情報を用いて各地点の把握度をスコアとして記録し、空間を経験するごとに更新を行う処理は「地点把握スコア記録モジュール」で行う。

提案手法は「地点把握スコア記録モジュール」と「地点把握度認識モジュール」によって構成した。提案手法の全体構成を図3に示す。

4.2 地点把握スコア記録モジュール

地点把握スコア記録モジュールは、ユーザが内面に持つ認知地図を定量的に扱うために、位置情報とランドマーク情報を用いて各地点の把握度をスコアとして記録し、空間を経験するごとに更新するモジュールである。本モジュールの概要を図4に示す。

地点把握スコア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)に記録される。ユーザが持つ認知地図は空間を経験するごとに更新されていくものであるため、地点把握スコアも過去の値が記録されており、空間を経験するごとに更新が行われていく。過去に走行した記録のない地点は0.0として扱う。

本論文では各格子が25m四方となるように区切った。詳細は4.3節で述べる。地点把握スコアの計算にはユーザの位置を中心とした33マスのフィルタを用いる。フィルタの値については後述する。フィルタの各マスの値を周辺環境(昼か夜か)とランドマークの影響の2点を考慮して計算し、9マスの値の和をユーザが通った地点に記録されているスコアに加算する。

本モジュールの処理手順をまとめると以下の通りである。

1. ユーザが通った地点の位置情報を取得する。
2. ユーザが通った地点を中心とした33マスのフィルタを用意する。
3. フィルタの各マスの値を周辺環境(昼か夜か)とランド

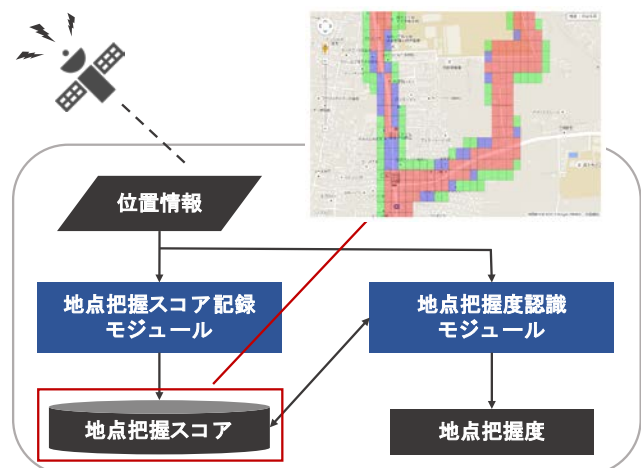


図3 提案方式

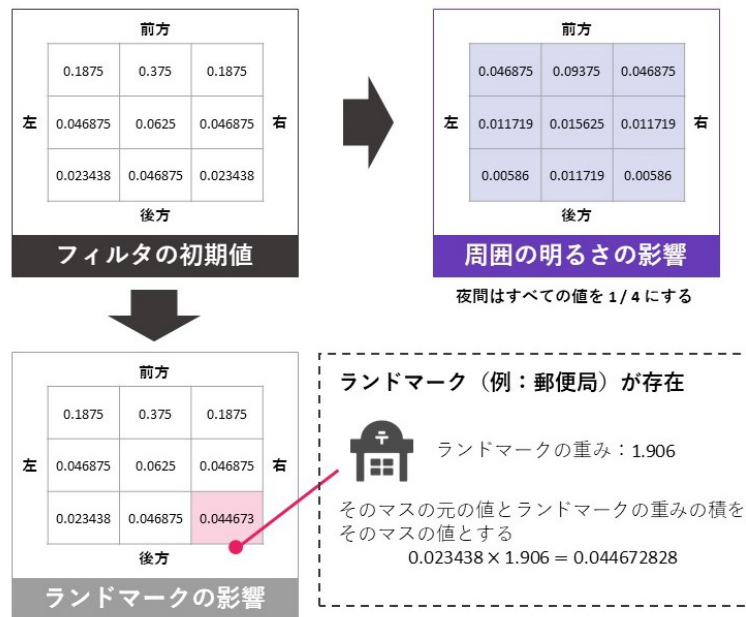
- マークの影響を考慮して計算する。
- フィルタの全マスの値を合計する。
 - ユーザが通った地点にすでに記録されている地点把握スコアを取得する。
 - すでに記録されていた地点把握スコアに合計した値を加算する。
 - 加算した値をユーザが通った地点に記録する。

4.2.1 フィルタの値

地点把握スコアの記録に用いるフィルタの値は、ユーザ

が周囲へ向ける注意を考慮して、1) ユーザの前方、2) ユーザの前方左右、ユーザの位置（中心のマス）、3) ユーザの左右、後方 4) ユーザの後方左右の順に重み付けされ、その合計が 1.0 となるような値とした。具体的な値は図 4 に示す「フィルタの初期値」の値である。

夜間は図 5 に示すように視認性が著しく減少するため、昼間と夜間とで異なるフィルタの値を用いなければならない。夜間に走行中の自動車がライトをハイビームにした場合とロービームにした場合とでどの程度の視認性が異なる



上記フィルタを用いた地点把握スコアの記録

- フィルタの値を計算する（進行方向、周辺環境、ランドマークを考慮）
- 全フィルタ値の合計を、ユーザのいる地点に記録されている値に加算する

図4 地点把握度スコア管理モジュール



図 5 昼夜の視認性の違い

のかを検証した報告がなされている[21]。この報告によれば、ハイビームはロービームの2~3倍の安全視認距離があるとされている。この研究は安全視認距離についてハイビームとロービームについて比較を行ったものであるが、昼間と夜間での視認性の違いを定量的に扱うための参考になる。ハイビームであっても昼間と比べれば視認性は劣るため、この報告を参考に、フィルタのすべてのマス値を1/4したものを夜間のフィルタとして用いることとする。また、夜間の視認性は街灯のある地点とない地点とで異なるが、簡単化のために本論文ではすべての地点においてフィルタの値を1/4したものを用いる。

また、本提案手法でランドマークが認知地図の構築過程に与える影響を定量的に扱うために、ランドマークが存在しているかという情報とそのランドマークがユーザと与える印象の度合いを評価してフィルタの値を変更する。フィルタの適用範囲にランドマークが存在する場合、以下の手順にしたがってフィルタの値を変更する。

1. フィルタの各マスに該当する領域にランドマークが存在するかどうかを確認する。
2. ランドマークが存在する場合、該当するマスの値に後述するランドマークの重みを乗算する。

あるマスに複数のランドマークが存在することも考えられる。その場合、存在するランドマークの中で最も重みの大きいものを選択してフィルタの値に乗算する。

これにより、ランドマークが周辺に存在しない地点では一度走行する毎に1.0ポイント加算されるが、ランドマークが周辺に存在する地点では1.0ポイント以上のスコアが加算されるため、何もない地点に比べて地点把握スコアの値は高いものとなり、ランドマークの影響を定量的に扱うことができる。

4.2.2 ランドマークの重み付け

ランドマークの存在する地点は印象に残りやすいため、ランドマークの有無は認知地図の構築速度に大きな影響を与える。しかし、ランドマークが与える印象の度合いはそれぞれのランドマークによって異なるため、まずはそのランドマークが人に対してどの程度印象に残りやすいかを定量的に扱う必要がある。

表1 ランドマークの出現頻度と重み

属性	出現頻度	重み
駅	0.117	1.898
商店	0.13	2.000
レストラン	0.018	1.614
公共施設	0.118	1.906
銀行	0.124	1.935
コンビニ	0.049	1.362

そこで、ランドマークの認知されやすさに応じた重み付けを行い、フィルタの値を変化させる割合をそれぞれのランドマークに応じて異なるものとした。ランドマークの認知されやすさは種類、大きさ、周辺環境など様々な要因によって異なると考えられる。

藤井[22]らは無作為に収集した案内地図を分析し、案内地図を構成する要素の調査を行った。調査の結果、ランドマークの認知しやすさは属性種別(公共施設、飲食店、etc.)によって異なるとし、その出現頻度を報告している。雑誌などで掲載される案内地図に登場するランドマークは広く一般に認知されるランドマークが採用されているため、本提案手法ではこのランドマークの出現頻度をもとに重み付けを行なった。

また、報告の中で出現頻度が高かったランドマークは駅、商店、レストラン、公共施設(郵便局、図書館、公園、etc)、銀行、コンビニエンスストアであったため、本提案手法ではこれらをランドマークとして用いる。藤井らの報告ではビルは出現頻度も高かったが、歩行時とは異なり運転中に外見的特徴からの同定が困難であると考え除外した。ランドマークの重みは、藤井らが報告したランドマークの出現頻度を1.0から2.0の範囲となるように正規化した値を用いた。つまり、フィルタの値は最小(ランドマークが存在しなかった場合)で1.0、最大(すべてのマスに最大の印象を与えるランドマークが存在した場合)で2.0となる。ランドマークの有無によるフィルタの値変更の例は、提案手法で採用したランドマークとその出現頻度、およびランドマークの重みを表1に示す。

4.3 地点把握度認識モジュール

地点把握度が運転中のLBSで活用されることを想定した場合、ユーザが現在いる地点だけではなく目的地までの間の地点把握度も必要になる。そこで本提案手法では指定されたあらゆる地点の把握度を推定できるような手法とした。これは、各地点の把握度がスコアとして記録されていることで可能となる。

本モジュールでは、指定された地点に記録されているスコアと閾値とを比較することで指定された地点の推定結果を出力する。

推定される地点把握度は3章で定義した3段階であり、「よく把握している」、「ある程度把握している」、および「ほとんど把握していない」のいずれかとなる。それぞれに閾値を設定して推定に用いるが、各ユーザの能力の違いなどにより適切な閾値は様々であると考えられる。本論文で用いた閾値については次節で述べる。

本モジュールの処理手順をまとめると以下の通りである。

1. 地点把握度の推定を行う地点の指定を受ける。
2. 指定された地点を探してそこに記録されている値を取得する。

3. 取得した値と閾値とを比較し、3章で定義した3段階のいずれかをその地点の把握度として出力する。

4.4 実装

提案手法にもとづき地点把握度を推定するためのシステムを実装した。次章で述べる評価はここで実装したシステムを用いて行った。実装環境は以下の通りである。

- ・ OS: Windows 10
- ・ CPU: intel Core5
- ・ プログラミング言語: Java(JDK 1.8)
- ・ 地点把握スコアの保存形式: XML

位置情報の取得は NTT Docomo 社の Optimus it L-05E へインストールした自作アプリケーションを用いて行った。このアプリケーションは、GPS を用いて一秒ごとに位置情報の取得を行い、緯度、経度、およびタイムスタンプを CSV 形式で保存するものである。

ランドマーク情報の取得には Google Maps API のライブラリである Place Library [23] を用いた。

今回は評価を行うために PC 上で動作するシステムとして実装したが、Java 言語を用いて実装したため Android 端末で動作するアプリケーションへ簡単に移行できるようになっている。地点把握度はスマートフォンで提供される LBS で活用されることを想定しているため、提案手法を用

いて地点把握度を推定し、地点把握度を活用するアプリケーションへの適応が可能である。

地点把握スコアの記録間隔（地図を格子状に分割する際の間隔）は、自動車の移動速度や運転者の視認距離などを考慮し、各マスが 25m × 25m 四方となるようにした。緯度・経度を用いて距離を計算する手法はいくつか存在するが、今回は計算がシンプルで容易に実装可能なヒュベニの公式 [24] を用いた。

5. 評価と考察

5.1 評価

本論文では推定結果と比較可能な正解データを、走行映像を用いた実験により作成して評価を行った。評価指標には地点把握度の推定結果と正解データを比較した適合率を用いる。本論文における評価の概要を図6に示す。

5.1.1 正解データの作成

正解データの作成に走行映像を用いた理由は実験環境と認知地図の保持状態の2点にある。実車での実験を行う場合、天候や明るさ、周囲の交通状況などをすべて統一することは不可能であり、実験環境の違いが評価結果に影響を与えてしまう可能性がある。そのため、実験環境を統一することのできる走行映像を用いた。分割された各地点における認知地図の状態がルートマップ的理解の段階であってもその地点を想起可能である視覚的イメージとして提示

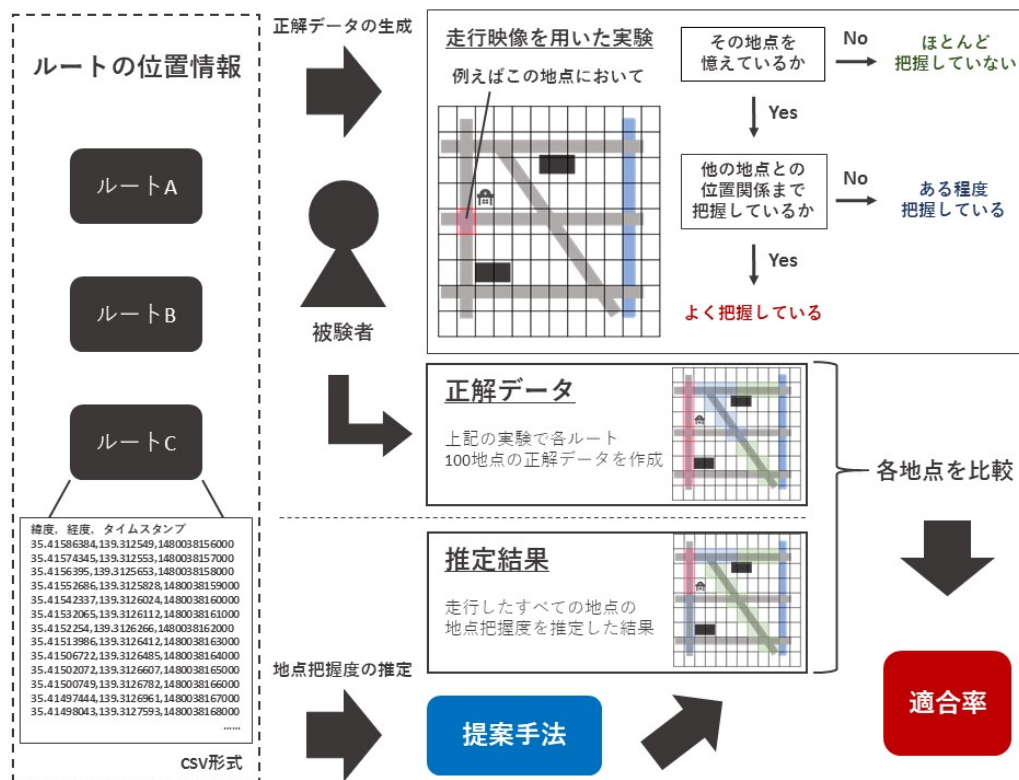


図6 評価概要



図 7 実験環境

可能な走行映像を用いた。

正解データは、走行映像を視聴した被験者に対して複数のタスクを課し、その結果から作成した。タスクの実施環境を図 7 に示す。同じ経路の熟知性が上昇していく過程における地点把握度が正しく推定できているかを評価するために、走行映像の視聴とタスクの実施はそれぞれ 1 日 1 回の計 5 回行った。被験者が行ったタスクは以下の通りである。

1. 記憶しているランドマークの抽出

被験者は視聴した走行映像の中から記憶しているランドマークを列挙する。

2. 場面の記憶確認

走行映像を視聴した経路の場面をランダムに選択し、一枚の画像として提示する。(提示した画像は視聴した走行映像が昼・夜どちらのものであっても昼間の画像とした。)被験者は、提示された場面を憶えているかどうかを報告する。提示された場面を被験者が憶えていなかった場合、その地点の正解データは「ほとんど把握していない」地点とする。憶えていた場合には、次のタスクにより「ある程度把握している」か「よく把握している」かを決定する。画像の提示は各回に 100 回行った。

2 つの場面の前後関係が正しく把握できている場合、その地点の正解データは「よく把握している」地点とする。2 つの場面の前後関係が正しく把握できていない場合、その地点の正解データは「ある程度把握している」地点とする。

走行映像はドライブレコーダを用いて撮影した。撮影し

た走行映像は、周辺環境の違いに対応できているかを評価するために、昼間と夜間の両方を用意した。また、進行方向の違いによる景色の違いに対応できているかを評価するために、行きと帰りの 2 つの進行方向で撮影した。走行映像の撮影は図 5.3 に示す 3 本のルートで行い、すべて被験者にとって初見のルートとした。走行映像の撮影と同時に GPS を用いて位置情報の取得も行った。位置情報の取得には自作したアプリケーションを用い、CSV 形式で緯度、経度、およびタイムスタンプを記録した。走行映像の撮影後、一秒ごとに走行映像を分割し、分割された各スナップショットに位置情報を対応付けたものを用いた。

5.1.2 被験者

被験者は 20 代男性 11 名と 20 代女性 1 名の計 12 名である。被験者のうち 9 名は普通自動車免許を所持しており、路上での運転経験がある。また、被験者には情報学部の学生と自動車工学部の学生がおり、自動車をふだんから利用している被験者が約半数いた。被験者は進行方向・周辺環境(明るさ)の異なる走行映像を視聴する各グループ 3 名の 4 グループに分かれて実験を行った。

5.2 結果と考察

5.2.1 熟知性とランドマークの影響

グループ A の被験者が各走行映像を視聴した後に行った場面の記憶確認タスクにおいてどのルートも視聴回数を重ねるごとに憶えている場面数も増加した。これは全グループの被験者に共通して見られた傾向である。この結果から、認知地図に大きな影響を与えると報告されている熟知性という概念を、走行回数という定量的に扱うことのでき

る形に置き換える提案が有効であると確認できた。

また、各ルートによって憶えている場面数が異なっていることも確認できる。国道沿いのようにランドマークが集中する地点では、走行しながら各ランドマークを個別に認知することが困難であるため、ランドマークが存在していても空間の記憶に与える影響は小さなものとなる。一方で、山中を通るような経路ではランドマークとなるものがほとんど存在せず、立ち並ぶ木々によって周囲の景色がどこも同じように見えてしまうため、場面の記憶が残りにくい。

ルート B が国道を含むルート A や山中を通るルート C に比べて場面の記憶数が多くなっているのは、ランドマークとなるものは少ないものの、それぞれのランドマークが存在する場面の印象が強く残りやすかったためであると考えられる。

5.2.2 提案手法の適合率

本提案手法が各ルート・各視聴回数に対して持つ全ての適合率の平均は 49.7 % となった。この精度で推定される地点把握度は、おすすめ情報を提示するサービスなどであれば提示する情報の選択基準の一つとして十分に活用可能であると考えられる。しかし、端末の操作などを支援するような安全性に影響を与えるサービスにおいて活用するためにはさらなる精度向上が必要である。

6. おわりに

本論文では運転者の地点把握度を、スマートフォンを用いて推定する手法を提案した。地点把握度とはユーザがある特定の地点をどの程度把握しているか表す状態である。地点把握度は人が内面に持つ状態であるため、地点把握度を推定するためにはその状態を定量的に扱わなければならない。そこで、「認知地図」という概念に着目した。認知地図とは、人が内面に持つ空間のイメージを指す概念である。認知心理学や応用心理学の分野で行われている研究からユーザが空間を認知していく過程で影響を受ける要素を求めた。認知地図の構築過程に熟知性（空間の経験）とランドマークが大きな影響を与えることが報告されている。熟知性は GPS などを用いて取得できる位置情報、ランドマークはインターネット経由で取得できるランドマーク情報として提案手法に取り入れ、各地点の把握度合いをスコア化し、ユーザが内面に持つ把握度という状態を定量的に扱うことで提案手法を実現した。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K00143 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/detakatsuyokiban/dorokotsu_dai1/siryousu.pdf
- [2] 総務省. 平成 26 年度版情報通信白書(4-1-3:車と ict).

- [3] 松山聖路, 徳永雄一, 清原良三, “認知地図の構築過程に着目したドライバの地点把握度認識手法の提案と評価,” 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS, 2016-ITS-66(12), 1-7 (2016-09-07), 2188-8965
- [4] 松山聖路, 徳永雄一, 清原良三, 認知地図の構築過程に着目したドライバの地点把握度認識手法の提案と活用, ITS シンポジウム 2016(ITS Japan)
- [5] Seiji Matsuyama, Yuichi Tokunaga and Ryoza Kiyohara, Recognizing User Location Context for Car Navigation Devices IEEE International Symposium on Consumer Electronics 2016
- [6] Wei Han, Yan Yang, Guang-Bin Huang, and Cornelia Denk. Driver drowsiness detection based on novel eye openness recognition method and unsupervised feature learning. Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2015 IEEE International Conference on. IEEE, 2015.
- [7] Guosheng Yang, Yingzi Lin, and Prabir Bhattacharya. A driver fatigue recognition model based on information fusion and dynamic bayesian network. Special Issue on Intelligent Distributed Information Systems, Vol. 180, pp. 1942-1954, 2010
- [8] Qiang Ji and Xiaojie Yang. Real-time eye, gaze, and face pose tracking for monitoring driver vigilance. Real-Time Imaging, Vol. 8, pp. 357-377, 2002.
- [9] Boon-Giin Lee and Wan-Young Chung. A smartphone-based driver safety monitoring system using data fusion. sensors, Vol. 12, pp. 17536-17552, 2012.
- [10] Edward C. Tolman. Cognitive maps in rats and men. The Psychological Review, Vol. 55, No. 4, pp. 189-208, 1948.
- [11] 徐華, 松下聡, 西出和彦. 認知地図の特性: 回遊空間における経路選択並びに空間認知に関するシミュレーション実験的研究(その 2). 日本建築学会計画系論文集, Vol. 545, pp.173-179, 2001.
- [12] Kevin Lynch. The image of the city. The MIT Press, 1960.
- [13] F. Shemyakin. Orientation in space. Psychological Science in the USSR, Vol. 1, pp.186-225, 1962.
- [14] D. A. Appleyard. Styles and methods of structuring a city. Environment and Behavior, Vol. 2, pp. 100-116, 1970.
- [15] Alexander W. Siegel and Sheldon H. White. The development of spatial representations of large-scale environments. Advances in Child Development and Behavior, Vol. 10, pp.9-55, 1975.
- [16] 新垣紀子. なぜ人は道に迷うのか?: 一度訪れた目的地に再度訪れる場面での認知プロセスの特徴. 認知科学, Vol. 5, No. 4, pp. 108-121, 1998.
- [17] 井原成男, 庄司順一. 児童の認知地図 cognitive map の発達(i). 日本教育心理学会総会発表論文集, Vol. 22, pp. 250-251, 1980.
- [18] George A. Miller. The magical number seven, plus or minus two. The Psychological Review, Vol. 63, pp. 81-97, 1956.
- [19] 森晃徳, 佐分利柁寿, 斎藤泰一, 山本和彦. 認知地図における記憶の限界と地図の形の偏り. テレビジョン学会誌, Vol. 45, pp. 1583-1588, 1991.
- [20] 久保田尚, 加藤篤史, 窪田陽一. 自動車運転者の認知地図の特性に関する研究. 土木計画学研究・論文集, Vol. 9, pp. 61-68, 1991
- [21] 加藤義和, 岡本征四郎, 横田成昭, 松田充生, 八木昌男. 夜間における運転者の視認性の研究—距離判断と見え方の評価—. 大阪産業大学産業研究所所報, Vol. 1, pp. 1-12, 1978.
- [22] 藤井憲作, 杉山和弘. 携帯端末向け案内地図生成システムの開発. 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 9, pp. 2394-2403, 2000.
- [23] Google: Place Library. <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/places/>, (accessed 2017/1).
- [24] Hubeny Karl. Zur entwicklung der gauss'schen mittelbreitenformeln. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Vol. 42, pp. 8-17, 2012