

# 音声ナビゲーションにおける ユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法の提案

飯田 啓量<sup>1</sup> 櫻田 健<sup>1</sup> 廣井 慧<sup>2</sup> 河口 信夫<sup>1,2</sup>

**概要：**モバイル端末の普及に伴い歩行者向けナビゲーションシステムが広まっている。屋内ではGPSに代表される位置測位技術を十分な精度で利用できないため、目印となるオブジェクト(ランドマーク)を提示してユーザを案内する手法が用いられる。我々はランドマークを用いた音声ガイドのみを利用し、画面の確認を必要としない音声ナビゲーションの研究を行ってきた。既存のナビゲーションではすべてのユーザに対して同じランドマークを提示するが、認識しやすいランドマークはユーザごとに異なる。そこで、本研究ではユーザ属性の違いを考慮したランドマーク提示手法を提案する。提案手法では協調フィルタリングに基づいて、対象ユーザにとって対象ランドマークがどの程度認識しやすいかを推定する。提案手法について分析・検討するために、22人の被験者に対し30ランドマークの認識テストを行った。その結果、提案手法を用いて平均70%の精度でランドマークが対象ユーザにとって認識しやすいか推定ができ、典型的なユーザに対して提案手法の有効性を確認した。

## Landmark Indication Method based on User Preference for Voice Navigation

HIROKAZU IIDA<sup>1</sup> KEN SAKURADA<sup>1</sup> KEI HIROI<sup>2</sup> NOBUO KAWAGUCHI<sup>1,2</sup>

### 1. はじめに

モバイル端末の普及に伴い様々な歩行者向けナビゲーションシステムが広まっている。屋外におけるナビゲーションでは、Google マップ [1] や NAVITIME [2] のように歩行や電車などの様々な移動手段を組み合わせる最適な経路を探る経路探索アプリケーションがすでに実用化されている。このようなナビゲーションシステムでは、目印となるオブジェクトをランドマークとして利用し、目的地までの経路をわかりやすく提示する。しかし、屋内ではGlobal Positioning System(GPS)といった位置測位技術が利用できないため、ユーザの位置や向いている方向の正確な推定が難しい。そのため、ランドマークを頼りにユーザに位置を伝える手法がよく用いられる [3][4][5]。

我々はこれまでに、歩行者向けナビゲーション手法とし

てランドマークに基づく音声ナビゲーションを提案してきた [4]。この手法ではユーザの位置から視認可能なランドマークを用いて音声のみでナビゲーションを行う。そのため、ユーザはディスプレイに表示された地図や案内を確認する必要がなく、周囲に目を向けながら安全に移動することができる。

ランドマークを用いて音声のみでナビゲーションをするためには、ユーザの位置から視認可能なランドマークを自動的に選択し提示する必要がある。この際、ランドマークとなる店の看板を事前に知っているか否かといった事前知識に応じて、ユーザごとにそのランドマークの認識しやすさは大きく異なる。例えば、名古屋周辺で特に有名な世界の山ちゃんのイラストの看板を、名古屋周辺に詳しくない人や海外の人に「世界の山ちゃん」と表現しても認識できない。しかし、既存のシステムは全ユーザに対して同じランドマークを提示してしまっている。以下では、このランドマークの認識しやすさに影響を与えるユーザごとが持つ要因を「ユーザ属性」と呼ぶ。

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院工学研究科  
Nagoya University, Graduate School of Engineering

<sup>2</sup> 名古屋大学未来社会創造機構  
Nagoya University, Institute of Innovation for Future Society

本研究では、ランドマークに基づく歩行者向け音声ナビゲーションのための、ユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法を提案する。対象ユーザに対し、一部のランドマークの認識しやすさをテストすることで、対象ユーザのランドマークの認識しやすさを推定する。この推定には、他のユーザのランドマーク認識結果を用いる、協調フィルタリングに基づいた手法を検討する。以下では、ランドマークの認識しやすさはユーザとランドマークごとの属性によって決定すると考え、あるユーザ  $u$  のランドマーク  $l$  に対する認識しやすさを  $R(u, l)$  で表現する。

本稿では、ランドマークの中でも特にユーザ属性による影響を受けやすい店舗ランドマークについて、 $R(u, l)$  を推定する手法を提案する。まず、ランドマーク認識度に影響を与える要因となるユーザ属性について議論し、我々が最終目標としているユーザ属性を考慮した歩行者向け音声ナビゲーションについて述べる。このナビゲーションを実現するために、複数のユーザのランドマークの認識しやすさ  $R(u_i, l_j) (i \neq \alpha)$  と対象ユーザの一部のランドマークの認識しやすさ  $R(u_\alpha, l_\beta) (\beta \neq j)$  から、協調フィルタリングに基づいた  $R(u, l)$  推定手法について検討する。実際に複数ユーザに対しランドマークの認識テストを行うことで、各ランドマークが対象ユーザにとって認識可能かどうかを測定し、提案手法について分析検討を行う。

以下、2章で本論文の関連研究について述べ、3章でユーザ属性考慮したランドマーク提示手法の概要について述べる。4章で  $R(u, l)$  推定手法とその推定結果について述べ、5章でまとめと今後の課題を述べる。

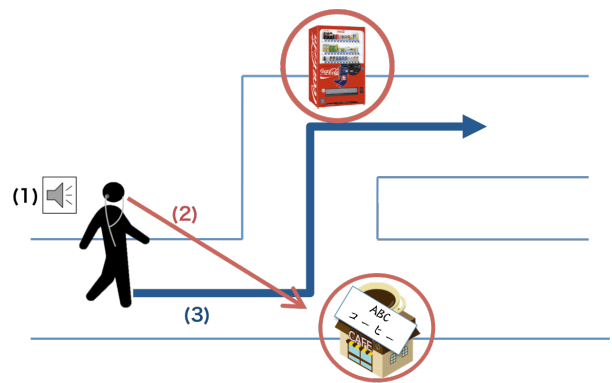
## 2. 関連研究

ナビゲーションには、専用デバイスを用いる方法 [6][7] や、スマートフォンなどのモバイル端末上に案内を表示する方法 [8][3]、音声ガイドを提示する方法 [4] などが提案・実用化されている。本研究ではスマートフォンを有する一般ユーザーを対象とするため、モバイル端末によるランドマークを用いたナビゲーションとその課題について説明する。

### 2.1 ランドマークを用いたナビゲーションに関する研究

藤井ら [8] と新田ら [3] はランドマークを利用した歩行者向けナビゲーションの研究を行ってきた。藤井らは建物や公園といった地図上の図形である空間オブジェクトをランドマークとして用いてナビゲーションを行った。しかし、地図上にある情報のみを利用し、ユーザのランドマーク認知の助けとなる外観、看板、高さなどの情報を利用していなかったため、ユーザが実際のランドマークを探すことが困難となっていた。

新田らは屋内測位インフラが十分でない地下街などの屋内でユーザが安心して進める実用性の高い歩行者向けナビ



10m先の右手にABCコーヒーのあるT字路を左に曲がって下さい。  
その後、自動販売機の方に進んで下さい。

図1 ランドマークに基づく歩行者向け音声ナビゲーション

ゲーションの実現を目的として、システムとユーザがランドマークの視認性確認の対話を行って、現在地を推測する対話型歩行者ナビゲーションを提案した。このシステムでは、ユーザとインタラクションを行いながら、ランドマークを利用した案内文を提示することで、ユーザに位置を把握させ、安心感を与えながらナビゲーションを行っていた。しかし、このナビゲーションでは、ユーザは端末画面上に表示された案内を閲覧する必要があり、また、店舗名のみからランドマークの認識が難しい場合は、地図表示部から細かい位置を確認する必要があった。そのため、ユーザは案内を確認する煩わしさを感じる可能性があり、また、端末画面上に表示された案内を注視しなければならないため、周囲への注意が散漫になる危険性もある。

### 2.2 ランドマークの視認性に基づく歩行者向け音声ナビゲーション

我々はランドマークの視認性に基づく歩行者向け音声ナビゲーションの研究を行ってきた [4]。この手法では、案内の目印となるオブジェクトをランドマークとして利用した音声ガイドを用いて、音声のみでナビゲーションを行う。そのため、ユーザはディスプレイを確認する必要がなく、周囲に目を向けながら安全に移動できる。

この手法では次のような手順でナビゲーションを行う (図1)。(1) ユーザの位置から視認可能な店舗や看板などのオブジェクトを、ランドマークとして利用した音声ガイドを生成しユーザに伝える。(2) ユーザは提示されたランドマークから、自身の進むべき位置や方向を把握し、(3) 音声ガイドに従って、曲がる、階段を登るといった行動を決定する。このナビゲーションでは、音声のみでランドマークの情報をユーザに伝えなければならないため、そのランドマークの音声表現方法が重要な要素となる。

オブジェクトをランドマークとして利用するためには、そのユーザにとって認識可能な音声表現を用いてユーザに

提示する必要がある。しかし、既存のシステムは、ユーザ属性の違いによるランドマークの認識しやすさの影響を考慮しておらず、すべてのユーザに対して同じランドマークを用いて案内を行っている。そこで、本研究ではこの歩行者向け音声ナビゲーションにユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法を追加することで、よりわかりやすいナビゲーションについて検討する。

### 3. ユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法

本章では、まずナビゲーションにおけるランドマークについて考慮すべき点について整理する。次に、我々が最終目標としているユーザ属性を考慮した歩行者向け音声ナビゲーションについて述べ、本稿で提案するユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法の構成について述べる。

#### 3.1 ランドマーク

2章で述べたように、ランドマークとは案内をする際に目印となるオブジェクトであり、ナビゲーションを行う上で重要な要素のひとつである。例えば、店舗や看板、階段、モニュメント、自動販売機などがランドマークとして利用できる。

ランドマークとして利用するためには、ユーザの位置から視認可能なオブジェクトである必要がある。視認可能なオブジェクトを判定するためには、従来のナビゲーションで用いる地図情報に加えて、大きさ、視認可能な方向などのランドマーク情報や、ランドマークが視認可能な場所を特定するための壁情報が必要となる [4]。

また、ユーザにランドマークを認識させるためにはそのユーザにとって認識可能な表現方法を用いて伝える必要がある。同一のオブジェクトであっても、それをどのように表現しユーザに伝えるかによって、その認識のしやすさは異なる。

我々は、ランドマークの表現方法の違いが与える影響について、名古屋駅地下街において実証実験を行った [9]。この実験では、同一の店舗を「服屋」といった普通名詞で表現する場合と、固有名詞（例：“シュッドエスト”）で表現する場合とで、その認識度がユーザや周囲の環境に依存することを確認した。固有名詞による表現では、他のオブジェクトと誤認する可能性は低いが、そのユーザが店舗の看板などから表現を読み取れなければ、ランドマークとして認識できない。一方で、普通名詞による表現では、周囲に同様のランドマークが存在する場合は、誤認してしまう可能性がある。特に地下街やショッピングモールといった場所では店舗のジャンルが偏ることが多く、普通名詞による表現では複数のオブジェクトが該当してしまうケースが多く見られる。

以上のことから、ランドマークを利用するためには、次

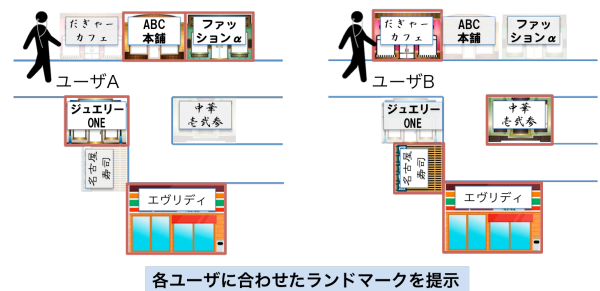


図 2 ユーザ属性を考慮した歩行者向け音声ナビゲーション

のふたつの条件を満たす必要があるとわかった。

- (1) ユーザの位置から視認可能なオブジェクトであること
- (2) 対象ユーザにとって認識可能な表現方法であること

ユーザの位置から視認可能なオブジェクトを判定する方法については既存研究で行われてきた。しかし、対象ユーザにとって認識可能な表現を推定する方法については議論されていない。 $R(u, l)$  を推定するためにはユーザごとに異なるユーザ属性を考慮する必要がある。

#### 3.2 ユーザ属性を考慮した歩行者向け音声ナビゲーション

この節では、我々が最終的に目標としているユーザ属性を考慮した歩行者向け音声ナビゲーションについて説明する。我々は環境下にあるオブジェクトからユーザひとりひとりに合わせて認識しやすいランドマークを自動的に選択し提示することで、誰にでもわかりやすく確実なナビゲーションを目指している。

ランドマークの認識しやすさの違いは国や地域、性別、年代、興味、嗜好といったユーザ属性によると考えられる。国によるの違いでは対象ユーザにとって使い慣れない言語で書かれた看板は認識しづらいといったことが挙げられる。例えば、日本人には日本語や英語以外の言語で書かれた店舗看板の文字は読みづらいため、店舗名で表現された場合認識しづらい。また、地域ローカルの店舗はその地域に詳しい人でなければ、見慣れておらず認識しづらいといった地域による違いも存在する。

また、同じ地域に住んでいるユーザであっても、性別、年代、興味、嗜好の違いにより知っているランドマークの種類は異なる。例えば、同じようなファッションに興味のある人同士は同じようなファッションの店舗に詳しい。

我々はこのようなユーザごとに異なるランドマークの認識しやすさを推定することで、ユーザひとりひとりにあったランドマークを提示するナビゲーションを目指す。(図 2)。このナビゲーションを実現するためには、各ランドマークとユーザ属性との認識しやすさの関係から  $R(u, l)$  を推定する必要があると考える。

#### 3.3 ユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法の構成

ユーザに合わせたランドマーク提示を行うためには、ラ

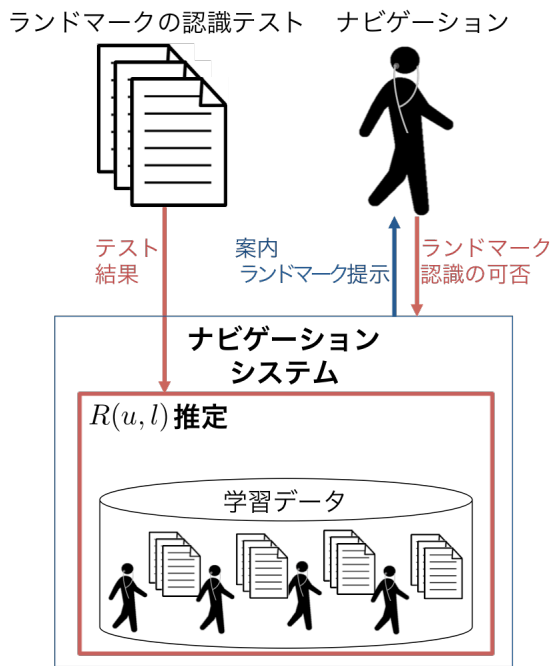


図 3 ユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法の構成

ランドマークの音声表現方法が、対象ユーザにとって認識可能かどうかをシステムが自動的に判定できる必要がある。対象ユーザにとって認識可能なランドマークが推定できたら、さらにユーザとランドマークとの位置関係やランドマークの目立ちやすさを考慮することで、最も視認度の高いランドマークを提示できると考える。

図 3 にユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法の構成を示す。本稿ではランドマークの中でも特にユーザ属性による違いの影響を受けやすい店舗ランドマークの認識度について述べる。

まず、ナビゲーション環境下のランドマークの認識テストを複数ユーザに対して行い、学習データとして保有する。この学習データを用いて、ユーザごとの  $R(u, l)$  の傾向を得る。実際にナビゲーションを行う際は対象ユーザに対し一部のランドマークの認識テストを行い、この結果と学習データを用いて、同様のユーザ属性を持っているユーザ同士は同様のランドマークを認識可能、もしくは認識不可能という仮説のもと推定を行っていく。

また、ナビゲーション中も対象ユーザから提示したランドマークが認識できたかどうかのフィードバックを受けることでランドマークの知識を取得し、 $R(u, l)$  推定に利用する。こうすることで、ナビゲーションを繰り返していくうちに、より対象ユーザに合ったランドマーク提示が可能となる。さらに、ユーザ数が増えるにつれ大量の  $R(u, l)$  が学習データとして収集でき、より精度の高い推定が可能になると考える。

#### 4. $R(u, l)$ 推定手法の検討

本章では他のユーザの  $R(u, l)$  との相関からレベルのユー

ザ属性を考慮する手法として、推薦システムで用いられる協調フィルタリングに基づいた  $R(u, l)$  推定手法について検討する。実際に 22 人のユーザから 30 ランドマークに関する認識テストを行い、その結果を用いて推定手法によりどの程度  $R(u, l)$  が推定できるかを分析・検討する。

##### 4.1 $R(u, l)$ 推定手法の概要

上述のように、 $R(u, l)$  に影響を与えるユーザ属性には、国や地域、性別、年代、興味、嗜好など様々なものがある。ランドマークと地域との関連性は web の情報を利用することである程度収集可能である [10]。また、国や性別、年代といった属性は、アンケート等により収集できるが、興味や嗜好といった属性を収集することは難しい。そこで本稿では興味や嗜好といったユーザ属性による  $R(u, l)$  の違いを推定する手法について検討する。

本稿では協調フィルタリングを利用した推定手法について検討する。協調フィルタリングは類似の興味・嗜好を持つ他のユーザの情報を用いて、あるユーザの情報を推定する手法であり、オンラインショッピングなどの推薦システムで主に利用されている [11]。この手法を参考にし、ランドマーク  $l_a$  を知っている (知らない) ならばランドマーク  $l_b$  も知っている (知らない) といった、同様の興味・嗜好を持つユーザは同様の  $R(u, l)$  を持つという点に注目し推定する。

##### 4.2 $R(u, l)$ 推定アルゴリズム

事前に収集した複数ユーザの  $R(u_i, l_j)$  の相関関係により興味・嗜好のユーザ属性を表現し、協調フィルタリングに基づいた  $R(u, l)$  推定アルゴリズムについて説明する。このアルゴリズムでは、 $R(u, l)$  は段階的に表現されるとし、クラス  $c_k$  のいづれかに分類されるとする。  $U, L, C$  はそれぞれユーザ  $u_i$ 、ランドマーク  $l_j$ 、クラス  $c_k$  の集合である。このとき、 $R(u_i, l_j)(i \neq \alpha)$  と  $R(u_i, l_j)(i = \alpha, j \neq \beta)$  から  $R(u_\alpha, l_\beta)$  が  $c_k$  となる確率をそれぞれ求める。

表 1 に他のユーザの  $R(u_i, l_j)(i \neq \alpha)$  の相関関係を求める学習フェーズのアルゴリズムを示す。  $R(u_i, l_j)(i \neq \alpha, j \neq \beta)$  がクラス  $c$  に分類されるとき、同時に  $R(u_i, l_\beta)$  もクラス  $c$  に分類される条件付き確率  $p_{l_\beta, l_j, c}$  を求める。

表 2 に対象ユーザ  $u_\alpha$  における一部のランドマークの集合  $L_{sub}(L_{sub} \subset L, l_\beta \notin L_{sub})$  に対する  $R(u_\alpha, l_j)(l_j \in L_{sub})$  と表 1 の結果から、 $R(u_\alpha, l_\beta)$  を推定するアルゴリズムを示す。表 1 で求めた条件付き確率を利用し、 $R(u_\alpha, l_j)(j \neq \beta)$  がクラス  $c$  のときに、 $R(u_\alpha, l_\beta)$  もクラス  $c$  となる確率を足し合わせ、正規化することで  $R(u_\alpha, l_\beta)$  の各クラスになる確率  $p_{u_\alpha, l_\beta, c}$  を求める。

**表 1**  $R(u_i, l_j) (i \neq \alpha, j \neq \beta)$  がクラス  $c_k$  に分類されるときに  $R(u_i, l_\beta)$  がクラス  $c_k$  になる条件付き確率  $p_{l_\beta, l_j, c_k}$  を求めるアルゴリズム

```

1: // 初期化
2: for  $l_j$  in  $(L - l_\beta)$  do
3:   for  $c_k$  in  $C$  do
4:      $corr_{l_j, c_k} = 0$ 
5:      $incorr_{l_j, c_k} = 0$ 
6:   end for
7: end for
8: //  $R(u_i, l_\beta)$  と  $R(u_i, l_j)$  のクラスが一致するかを調べる
9: for  $u_i$  in  $(U - u_\alpha)$  do
10:  for  $l_j$  in  $(L - l_\beta)$  do
11:     $c = R(u_i, l_j)$ 
12:    if  $R(u_i, l_\beta) = c$  then
13:       $corr_{l_j, c} + 1$ 
14:    else
15:       $incorr_{l_j, c} + 1$ 
16:    end if
17:  end for
18: end for
19: // 各クラス  $c_k$  となる確率  $p_{l_\beta, l_j, c_k}$  を求める
20: for  $l_j$  in  $(L - l_\beta)$  do
21:  for  $c_k$  in  $C$  do
22:     $p_{l_\beta, l_j, c_k} = \frac{corr_{l_j, c_k}}{corr_{l_j, c_k} + incorr_{l_j, c_k}}$ 
23:  end for
24: end for

```

**表 2**  $R(u_\alpha, l_\beta)$  が各クラス  $c_k$  になる確率  $p_{u_\alpha, l_\beta, c_k}$  を求めるアルゴリズム

```

1: // 初期化
2: for  $c_k$  in  $C$  do
3:   $p_{c_k} = 0$ 
4: end for
5: //  $l_j (\in L_{sub})$  と同じクラスになる確率を足す
6: for  $l_j$  in  $L_{sub}$  do
7:   $c = R(u_\alpha, l_j)$ 
8:   $p_{u_\alpha, l_\beta, c} + p_{l_\beta, l_j, c}$ 
9: end for
10: // 各クラス  $c_k$  となる確率  $p_{u_\alpha, l_\beta, c_k}$  を求める
11: for  $c_k$  in  $C$  do
12:   $p_{u_\alpha, l_\beta, c_k} = \frac{p_{u_\alpha, l_\beta, c_k}}{\sum p_{u_\alpha, l_\beta, c}}$ 
13: end for

```

### 4.3 ランドマークの認識テスト

$R(u, l)$  を推定する手法について検討するためにランドマークの認識テストを行った。図4にテスト画面の例を示す。なお、テストを行う前に被験者の年代、性別、対象施設の利用頻度などについてアンケートも行った。

今回は興味・嗜好レベルのユーザ属性を考慮するために被験者を20才前後の名古屋の日本人大学生に限定し、男性10名、女性12名に対して実験を行った。名古屋市中区の屋内ショッピング施設であるセントラルパーク [12] にある店舗のうち、26種類の店舗看板を固有名詞により21、普通名詞により9店舗の計30種類で表現し、実験対象ランド

\*1 看板画像は <https://www.centralpark.co.jp/> より取得



図4 ランドマークの認識テスト画面 \*1

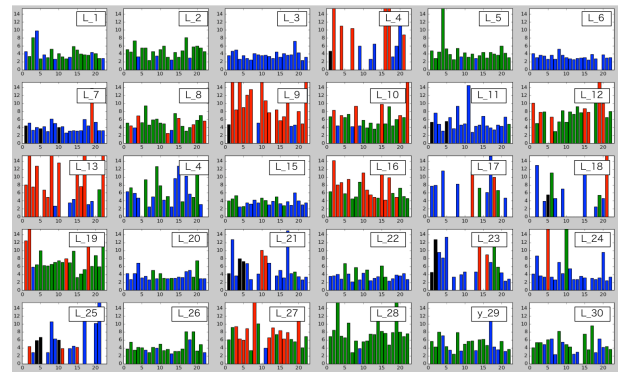


図5 ランドマークの認識テスト結果  
横軸：ユーザ ID，縦軸： $t[s]$ (0s~15.4s)

マークとして利用した。被験者にはセントラルパークによく行く人もいれば、一回も行ったことがない人も存在した。

テストの内容は以下の通りである。'発話再生ボタン'を押すと「右手に(ランドマーク名)が見える分岐点を右に曲がってください」といった実験対象ランドマークを使った案内文が再生される。被験者は案内文再生後に表示される10個の看板画像(実験対象ランドマーク+セントラルパーク内の店舗の看板約90種からランダム)から実験対象ランドマークの看板画像を選択する。この際、発話再生から看板画像選択までにかかった時間を測定しておく。音声聞き取れなかった場合は'聞き取れなかった(もう一度再生する)ボタン'をクリックすることで再度案内文を聞くことができる。その後、そのランドマークについて知っていたかアンケートを行う。テストの操作手順についてチュートリアルを行った後、実験対象ランドマークのテストを実施した。

### 4.4 ランドマークの認識テスト結果

ランドマークの認識テストの結果を図5に示す。各グラフはランドマークにおけるユーザごと(横軸)の発話再生

表 1  $R(u, l)$  のクラス

クラス	発話再生からランドマーク選択までにかかった時間 $t[s]$
$c_1$	$0 < t < 7.7$
$c_2$	$7.7 < t < 15.4$
$c_3$	$15.4 < t$ または, $t = 0$ (認識できなかった)

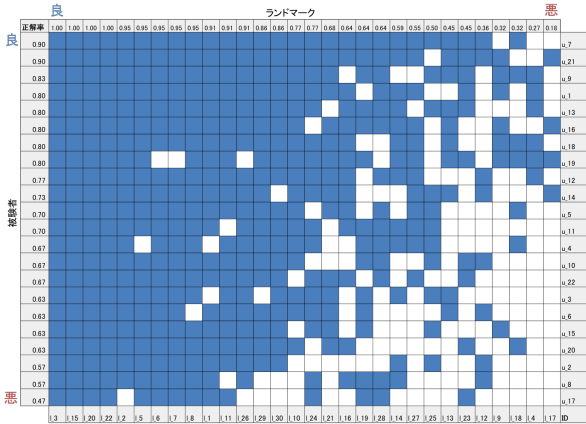


図 6  $R(u, l)$  推定結果

から看板画像選択までにかかった時間 ( $t$ ) [s] (縦軸) を示す。バーの色は、各ユーザがそのランドマーク選んだ理由を示しており、青色が知っていた、緑色が知らないが看板を読めた、赤色が看板が読めないが推定できたユーザである。また、 $t$  が 0 となっているものは、'この中にはない。わからない。' を選択した、もしくは誤回答を示す (認識できなかった)。

この結果からランドマークごとの認識度の特徴が観測できる。L.6 は大手コンビニチェーンの看板であり、ほぼすべての被験者にとって認識しやすい。また、L.13 は特殊な読みの店名を持つ看板であり、知っているユーザにとっては認識しやすいが、知らないユーザにとっては認識が難しい。

#### 4.5 $R(u, l)$ 推定結果

各ユーザの  $R(u, l)$  を  $t$  をもとに 3 クラスに分類 (表 1) し、 $R(u, l)$  推定を行った。7.7 秒という数字は仮に音声案内が動作地点の 10m 手前で発話されたとして、人の平均歩行速度 1.3m で動作地点までたどり着くまでの時間である。被験者 22 人のうち推定する 1 人以外のデータを学習データとし、対象ユーザの対象ランドマーク以外の認識率が既知なものとして、上述のアルゴリズムを用いて  $R(u, l)$  を求め最も確率が高かったものを推定クラスとする。

図 6 にランドマーク認識率の推定結果を示す。表の縦軸と横軸はそれぞれ被験者 ( $x_1$  から  $x_{22}$ )、ランドマーク ( $y_1$  から  $y_{30}$ ) を表しており、正解ラベルを正しく推定できた組み合わせを青く表示している。

被験者ごとに見てみると、全体の 3 分の 1 以上のユーザに対して 80% 以上の精度でランドマーク認識率を推定で

き、他のユーザと似た  $R(u, l)$  の傾向をもつユーザに対して、本手法の有効性を確認できた。一方で、他のユーザと似た傾向を持たないユーザに対しては、有名なランドマークに対してのみ推定できた。また、全体で見ると約 70% の精度で  $R(u, l)$  を推定できた。

ランドマークごとに見てみると 100% の精度で推定できているランドマークがある一方、33% 以下の精度のランドマークも複数存在した。精度が 100% のランドマークは有名な店舗であり、誰もが答えられるようなランドマークであった。また、精度が低いランドマークはあまり有名でないランドマークを普通名詞で表現した場合であり、類似の傾向を持つユーザが存在しづらいランドマークであった。100% の精度で推定できたランドマークは多くのユーザにとって認識可能であり、提案手法により  $R(u, l)$  を推定しランドマークとして提示できると考えられる。一方、33% 以下などの低い精度で推定されたランドマークは、提案手法で考慮されていたユーザ属性では  $R(u, l)$  の推定に適さないため、他の推定手法を検討する必要があると考えられる。

#### 5. まとめと今後の課題

本稿ではユーザ属性を考慮したランドマーク提示手法を提案し、協調フィルタリングに基づいた推定手法を用いてランドマークの認識しやすさを推定する方法について検討を行った。ランドマークの認識テストを用いて複数ユーザのランドマーク認識結果を取得し提案手法に対して評価した。その結果、一部のランドマークに対しては提案手法によりランドマークの認識しやすさを推定し、ランドマークとして提示できると考えられる。

今後の課題として、本稿で国や地域レベルのユーザ属性によるランドマークの認識のしやすさの違いの考慮が挙げられる。こうすることで、様々な国や地域の人が利用するような施設においても有効なランドマークが提示できると考える。

#### 参考文献

- [1] Google map. <http://www.google.com/mobile/maps/>.
- [2] Navitime. [http://products.navitime.co.jp/service/navitime/android\\_sp.html](http://products.navitime.co.jp/service/navitime/android_sp.html).
- [3] 新田 知之, 宮崎 和哉, 吉見 駿, 田端 亮介, 新井 イスマイル, 安積卓也, 西尾 信彦. 視認性確認対話ベースの地下街ナビゲーションシステム. 情報処理学会インタラクシオン, Vol. 2, No. 2EBX-27, pp. 448-455, 2013.
- [4] Shota Watanabe, Katsuhiko Kaji, and Nobuo Kawaguchi. A Proposal of Landmark-conscious Voice Navigation. *The Sixth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU 2012)*, pp. 56-61, 2012.
- [5] Alexandra Millonig and Katja Schechtner. Developing landmark-based pedestrian-navigation systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Vol. 8, No. 1, pp. 43-49, 2007.
- [6] 長岡 哲郎, 矢内 裕之, 長谷川 孝明. 上腕部での振動によ

- り歩行者道案内を行う WYSIWYAS 案内バンドについて. 電気学会研究会資料. ITS, ITS 研究会, Vol. 2007, No. 1, pp. 37-42, 2007.
- [7] 塚田 浩二, 安村 通晃. Active Belt : 触覚情報を用いたベルト型ナビゲーション機構. 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 11, pp. 2649-2658, 2003.
- [8] 藤井 憲作, 杉山 和弘. 歩行者ナビゲーション支援のための場所案内文生成手法. 電子情報通信学会論文誌. D-II, 情報・システム, II-パターン処理, Vol. 82, No. 11, pp. 2026-2034, 1999.
- [9] 飯田 啓量, 廣井 慧, 梶 克彦, 河口 信夫. 歩行者向け音声ナビゲーションのための IndoorGML 拡張データモデルの提案. マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2015) シンポジウム, pp. 561-567, 2015.
- [10] 井上 陽介, 李 龍, 高倉 弘喜, 上林 弥彦. 地域情報検索のためのリンク構造分析によるウェブページと地域の関係抽出. 電子情報通信学会データ工学ワークショップ (2002), Vol. 67, No. DBS-128, pp. 515-522, 2002.
- [11] Joseph A. Ekstrand, Michael D., Riedl, John T., Konstan. Collaborative Filtering Recommender Systems. *Foundations and Trends® in HumanComputer Interaction*, Vol. 4, No. 2, pp. 81-173, 2011.
- [12] Central park. <https://www.centralpark.co.jp/>.