

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

新田 知之^{1,a)} 宮崎 和哉² 吉見 駿² 田端 亮介² 新井 イスマイル³ 安積 卓也² 西尾 信彦²

概要：屋内ナビゲーションの需要は近年高まってきているが、屋内測位は様々な原因から普及にはまだ時間がかかる。本研究では、屋内測位の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が高い歩行者ナビゲーションの実現を目的とする。そして、その場に詳しい人が携帯電話越しに迷っている人を案内するように、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する。この提案手法を評価実験で比較した結果、ユーザに安心感を与えられることを確認した。また、部分的な屋内測位と PDR を加えることにより安心感を大きく向上できることを確認した。

Visibility Confirmation based Pedestrian Navigation System

TOMOYUKI NITTA^{1,a)} KAZUYA MIYAZAKI² SHUN YOSHIMI² RYOSUKE TABATA² ISMAIL ARAI³
TAKUYA AZUMI² NOBUHIKO NISHIO²

Abstract: In recent years, there has been a growing demand for indoor navigation. However, it would still take time for the indoor positioning to spread. This study is directed to realization of highly practical pedestrian navigation where no or partial indoor positioning infrastructure is available. We propose a method to estimate the current position from the interaction to check the visibility of each landmark as is done when a person guides the pedestrian via cell phone. We conducted a series of evaluation experiments in the Osaka underground city. We confirmed that the proposed method can provide the users a sense of conviction that they are on the right way. We also observed that a sense of conviction can be greatly improved by adding a partial indoor positioning infrastructure and the PDR functionality.

1. はじめに

近年、Android 端末や iPhone などのスマートフォン上で、GPS による測位を行いながら二次元地図（以下、地図）で案内を行う屋外歩行者ナビゲーション（モバイル

Google マップ^{*1}、いつも NAVI^{*2}、NAVITIME^{*3}）が普及してきている。また、複雑に入り組んだ構造をしている地下街などの屋内も、歩行者ナビゲーションの需要が高まっている。しかし、屋内では GPS による測位が行えないため現在普及している地図を用いたリアルタイムナビゲーションは使用できない。屋内測位は、GPS 信号を利用した IMES[1] や無線 LAN を利用したシステム [2][3] などの様々な研究が進められているが、十分な精度を得るために多数の発信機を設置する必要があることや、無線 LAN 情報を定期的に学習させる必要があるなどの様々な原因から

¹ 立命館大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

² 立命館大学情報理工学部
Department of Computer Science and Engineering, Ritsumeikan University

³ 明石工業高等専門学校電気情報工学科
Department of Electrical and Computer Engineering, Akashi National College of Technology

a) nittan@ubi.cs.ritsumeikan.ac.jp

*1 <http://www.google.com/mobile/maps/>

*2 http://www.its-mo.com/stc/service/Android_au_Softbank/index.html

*3 http://www.navitime.co.jp/pcstorage/html/android_app/

普及にはまだ時間がかかる。そこで、本研究では、屋内測位の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が高い歩行者ナビゲーションの実現を目的とする。測位ができない地下街で人がどのように目的地まで移動するか分析を行った結果、地図上に記述してある駅や店舗などの目印（以下、ランドマーク）と見えている風景を比較して現在地を推測していることが分かった。また、迷っている人がその場に詳しい人に携帯電話越しに案内してもらった場合には、見えているランドマークの確認から現在地を推測して案内することが多い。これらのことから、その場に詳しい人が携帯電話越しに迷っている人を案内するように、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する。提案するナビゲーションは、ユーザが安心して目的地に進めるということを重視している。よって、評価実験でもユーザに安心感を与えられたかという点を評価する。

この論文では、2節で関連研究を述べ、3節で本研究のアプローチを述べる。4節で二回の予備実験の結果に基づいた実装を述べる。5節で評価実験について述べ、6節で今後とまとめを述べる。

2. 関連研究

ランドマークを案内に利用した歩行者ナビゲーションの研究を、藤井ら [4] や渡邊ら [5] が行った。藤井らのナビゲーションは、道路ネットワークの他に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対象とした構造化モデルを提案し案内文の生成を行った。しかし、リアルタイムのナビゲーション案内を想定していないため目的地までの案内が一度に生成されてしまい、目的地までの距離が伸びるのに比例して画面に表示される案内文が多くなってしまいう問題がある。また、迷った時などの任意のタイミングでのナビの再生成ができないことも問題である。リアルタイムのナビゲーションを提供する環境は、画面が小さいモバイル端末が想定されるため、案内文が一度に表示されることも望ましくない。

渡邊らは、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情報を持つランドマーク情報と、ランドマークが視認可能な場所を特定するための建物・壁の位置などの情報を持つ空間情報を用いている。その情報により、歩行者から見て進行方向に存在し視認性の高いランドマークを選択することによって、ユーザの画面閲覧を必要としない音声歩行者ナビゲーションを提案している。音声のみでユーザが画面を見なくてよい軽快なナビを要件としているため、地図など視覚的な補足情報を見せることも避けている。しかし、音声のみだと説明の聞き返しの対話が煩雑になり、地図を用いた方が説明が簡潔に伝えられる場合も考えられる。また、大きさや視認

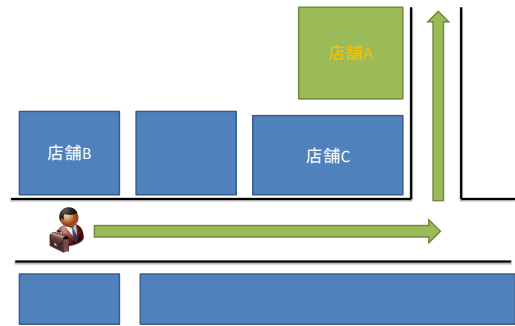


図 1 電話での案内

Fig. 1 The navigation on the telephone.

可能な方向、色などのランドマークの詳細な情報を、ユーザが地図上に登録するクラウドソーシングによって集めることを前提としているが、集合知による情報収集は、不正解・不均質な情報を整えることが大変難しい。また、実際にナビゲーションサービスとして重要な要素となるユーザが迷った場合やランドマークが見つからなかった場合、ランドマーク情報がなかった場合などが考慮されていない問題もある。そして、屋内のリアルタイムのナビゲーションを想定しているが、実際にどのタイミングで案内文を再生するかなどのユーザとのインタラクションについて論文中には言及されていない。以上のことから、関連研究では、ユーザに十分な安心感を与えられないと考える。

3. 測位インフラを必要としない対話型ナビゲーション

本研究の目的は、屋内測位の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が高い歩行者ナビゲーションの実現である。測位ができない地下街で人がどのように目的地まで移動するのかを分析するため、被験者 3 人に、道と比較的大きな施設の名称が記載された紙の地図を渡し大阪・梅田周辺地下街を歩いてもらった。その結果、地図と周りの情報を注意深く観察して現在地を把握してから移動する被験者と、先に移動してから目立つ施設を見つけて地図を確認する被験者に分けることができた。また、どの被験者もランドマークを地図上の情報から自分で決定し、それを頼りに現在地を推測し目的地まで移動していることが分かった。また、ランドマークを上手く地図から選択できないユーザは、現在地を推測することが難しくなり道に迷いやすいことも分かった。観察調査の結果から、測位インフラを利用せずにユーザの現在位置を推測する方法として、ルート上のランドマークを用いることが有効であると考えられる。また、道に詳しい人が電話で道案内をする場合にも、ランドマークは用いられている。電話で案内をする場合には、測位インフラを使わなくても以下のように、道を案内することが可能である。(図 1)

表 1 用語定義

Table 1 The term definition.

名称	詳細
曲がり角	進行方向が変わる場所
ターン	曲がり角から曲がり角までの案内
交差点	道が3つ以上繋がっている場所
広場	多数の道が繋がっていてある程度広い空間
流れ	1ターンの案内を簡潔にまとめた物

道を知りたい人 「A店までの行き方を教えてください。」

道に詳しい人 「今何が見えますか？」

道を知りたい人 「B店が見えます。」

道に詳しい人 「B店を正面に見て右に進めばC店がある

ので、その近くの交差点を左へ曲がってください。」

道を知りたい人 「C店の交差点を左に曲がりました。」

道に詳しい人 「しばらく進むとA店が左手にあります。」

本研究では、この会話の流れのように、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する。表1に本論文で用いる用語の定義を記す。ナビゲーションを行う上で最も重要な情報は、どの交差点をどの方向に曲がるかである。よって、曲がり角を1つのターンの区切りとし、ユーザはターンで指示された行動が終わるごとにシステムとインタラクションを行う。1つのターンが長い場合、長い距離を案内なしで進まなければならないためユーザが不安を感じてしまう恐れがある。よって、1ターンが長い場合には通過するランドマークを案内する。また、ユーザが曲がった直後に道が正しいか確認できるように曲がってすぐに通過するランドマークを案内する。1ターン内にどのような行動をしなければならないかをユーザに予め伝え安心を与えるために、ターンの初めに流れを表示する。この案内でユーザに安心感を与えられるかを予備実験で確認し、実装を行う。

4. 予備実験と実装

評価実験を行う前に、予備実験を行い実装の改良を行った。予備実験は、被験者に大阪・梅田周辺地下街を提案した手法のプロトタイプアプリで目的地まで移動してもらい行動の観察を行った。また、アンケートによって提案手法の案内のわかりにくかった部分を被験者に記述してもらった。プロトタイプアプリは、屋内測位が不可能なことを前提にして、電話越しにナビを楽しむモデルをメディアを音声から文字に置き換えた以外は忠実に再現しており地図を用いず対話の案内文のみの実装にした。その結果、文字のみの案内では、道路の形状やランドマークまでの距離感がわからず、ランドマークが見つからなかった場合に不安になり迷いやすいということが分かった。道路の形状やランドマークまでの距離感を伝えるためには、案内文の文字数が膨大になってしまい案内文を読むユーザの負担になっ

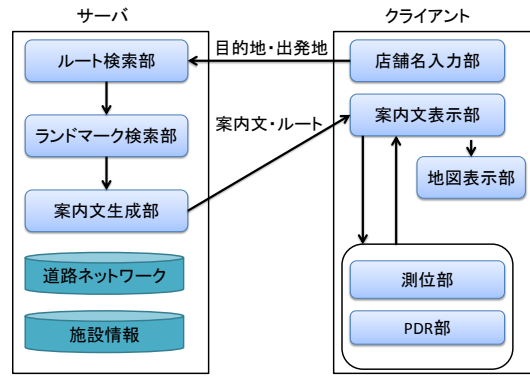


図 2 システムの全体図

Fig. 2 The overall view of the system.

てしまう。渡邊らの音声ナビゲーションも、道路の形状やランドマークまでの距離感を伝えるためには、案内の量を増やすしかないため同じようにランドマークが見つからなかった場合に不安になり迷ってしまう問題がある。道路の形状やランドマークまでの距離感を伝えるためには、地図を利用した視覚的な案内が有効だと考えられる。また、ユーザの歩数や部分的な屋内測位の利用も有効であると考えられる。

予備実験を踏まえて改良した提案手法の対話型ナビゲーションシステムの全体図を図2に記す。システムは、サーバとクライアントの2つに分かれている。クライアントは、Androidアプリとして実装を行った。店舗名入力部は、入力された目的地と出発地の店舗名をサーバに送信する。サーバは、目的地と出発地の店舗名をもとにランドマーク検索部・案内文生成部でルート生成や案内文の生成を行いクライアントに返信する。クライアントは、サーバからの案内文情報をもとに案内文表示部と地図表示部でナビゲーションを行う。PDR(Pedestrian Dead Reckoning)部では、端末内の加速度センサを用いてユーザの歩行を検知し、歩数をカウントしてランドマークまでの移動距離を推測する。また、提案手法は、基本的に屋内測位を必要としないが、今後屋内測位が整備された時のことも考え、屋内測位を利用した案内を行う測位部を実装した。以下に、各部の説明を記す。

4.1 店舗名入力部

店舗名入力部は、ユーザに目的地の店舗名と出発地から見える店舗名を入力してもらう部分である。入力の際の入力自動補完を行い、入力候補をドロップダウンリストとして図3の左のように表示する。このドロップダウンリスト内に表示される短い表記の店舗名では、同じ名前でも場所が異なる物やチェーン店等、名前では区別が付きにくい物があるため、検索機能を実装した。検索ボタンを押した後は、検索結果を図3の右のように表示する。検索結果の店舗名をタップすると、入力結果をサーバに送信する。



図 3 店舗名入力時のスクリーンショット

Fig. 3 The screenshot of when input a store name.

4.2 ルート検索部

ルート検索部は、クライアントから送られてきた目的地と出発地をもとに道路ネットワークからルートの検索を行う部分である。本研究では、大阪・梅田周辺地下街の道路ネットワークを全長 6.5km 分作成し活用した。経路探索アルゴリズムはダイクストラ法を用いて、出発地から目的地までの最短距離を導き出している。また、30 度以上進行方向が変わる箇所を曲がり角と定義した。

4.3 ランドマーク検索部

ランドマーク検索部は、ルート検索部で検索したルート上にある施設情報の検索を行う部分である。大阪・梅田周辺地下街の施設情報 901 件をランドマーク情報としてデータベースに格納し利用した。ランドマーク情報の詳細を表 2 に示す。ランドマークの検索条件は、案内文生成部に依存する。

4.4 案内文生成部

案内文生成部は、ルート情報とランドマーク情報から案内文を生成する部分である。案内文は、以下の様に分類される。

4.4.1 出発地からどの方向に進むか

店舗名入力部でユーザが入力した出発地から見える店舗を正面にして左右どちらの方向に進むかの指示を行う。しかし、1つの店舗だけで「店舗 A を正面に見て右の方向へ歩き出したらボタンをタップしてください。」という案内を行うと店舗 A が交差点にある場合図 4 の 2 つ矢印のように、二通りの解釈ができてしまう。この問題を解決するために、店舗 A の他に道路を挟んで後ろにある店舗を案内文に追加し「店舗 B を背に、店舗 A を正面に見て右の方向へ歩き出したらボタンをタップしてください。」という案内文を生成する。これにより、案内の解釈を 1 つにすることができる。

4.4.2 曲がり角を左右どちらに曲がるか

曲がり角の案内では、交差点から 20 メートル以内の一

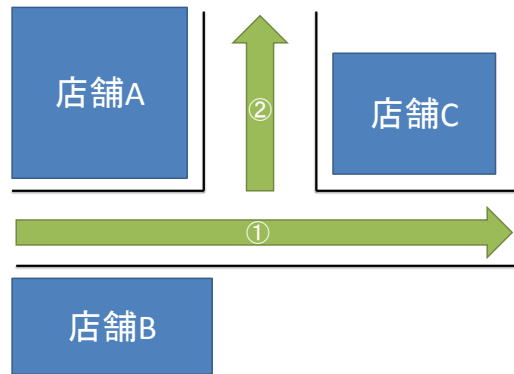


図 4 出発地の案内

Fig. 4 The guide of start point.

番近い店舗をランドマークとして、「約 40 メートル先左手に店舗 A があります。その近くの交差点を左に曲がったらボタンをタップしてください。」という案内を生成する。もし、曲がり角の交差点周辺にランドマークがない場合は、「約 40 メートル先 3 個目の左に曲がれる交差点を左に曲がったらボタンをタップしてください。」というように、曲がるまでに通る交差点の数で案内を行う。

4.4.3 曲がってからすぐにどのようなランドマークを通過するか

渡邊らも述べているが、人は曲がり角などで曲がる時など進行方向が変わる際に迷うことや不安を感じることがある。よって、曲がったあとにすぐ通過する店舗を「曲がるとすぐ（約 10 メートル先）左手に店舗 A があれば正しく進めています。そこを通り過ぎたらボタンをタップしてください。」というように案内する。

4.4.4 直線が続く場合どのようなランドマークを通過するか

長い直線のためその間、何も案内が生成されないと人は不安になることが予備実験から分かった。そのため、80 メートル以上直線が続く場合に 80 メートル毎に通過するランドマークを「約 80 メートル先左手に店舗 A があります。そこを通り過ぎたらボタンをタップしてください。」というように案内する。80 メートルという数値は、実証実験から経験的に導き出した。

4.4.5 広場をどのように抜けるか

広場は、縦横無尽に歩ける上に多数の道が繋がっているため迷いやすい。よって、広場では、広場の入口と出口付近にどのようなランドマークがあるか、入口から出口までどのような方向に歩けばいいかを案内する。実際の案内文は、「約 30 メートル先左手に店舗 A があります。そこから広場になっているはずですが、広場に入ったらボタンをタップしてください。」「広場の入口から左斜め前に進んでください。約 30 メートル先に店舗 B があります。そこが広場の出口です。たどり着いたらボタンをタップしてください。」である。

表 2 ランドマーク情報の詳細

Table 2 The details of a landmark information.

名称	型	詳細
id	int	ランドマークの識別子
layer_name	text	ジャンル名
structure_name	text	施設が属している商業施設名
name	text	施設名称
reading	text	施設名称のよみがな
latlng	geometry point	施設敷地内の任意の緯度・経度

4.4.6 流れの説明

1 ターンの中で、どのランドマークを通過するのか、どのランドマークの交差点を曲がるかをターンの最初に簡潔に案内する。曲がり角までの流れを簡潔に与えることによって、安心感を高められると考える。

4.5 案内文表示部

案内文表示部は、サーバから送られてきた案内文を画面に表示し、ユーザとインタラクションを行う部分である。過去の案内を見やすくするため、またシステムと会話しているような感覚を与えるために、iPhone^{*4}のSMSやLINE^{*5}のような会話のタイムライン表示インタフェースを実装した。以下に、ナビゲーションの流れを記す。

- (1) システムは、その場から見えるランドマークをユーザに質問する。
- (2) ユーザは、見えているランドマークを入力する。
- (3) システムは、見えているランドマークからどの方向に進むべきかをユーザに伝える。
- (4) ユーザは、進むべき方向を理解したら画面上のボタンをタップする。
- (5) システムは、先に進むと見えてくるはずのランドマークとそのランドマークからどの方向に進むべきかをユーザに伝える。
- (6) ユーザは、システムの指示に従い道を進み、ランドマークが見え指示された方向に進んだら画面上のボタンをタップする。
- (7) (5)と(6)を目的地に到着するまで繰り返す。

案内中の画面のスクリーンショットを図5に示す。タイムラインは、地図と同時に表示されるがこのスクリーンショットでは、地図画面を最小にしている。左側から出ている白い吹き出しがシステムからの案内文で、右側から出ている青い吹き出しがユーザの応答である。一番下の吹き出しにあるオレンジ色のボタンは、道を曲がった後やランドマークを通り過ぎた時にユーザがタップするものである。過去の案内は、画面をスクロールすることによって見ることができる。

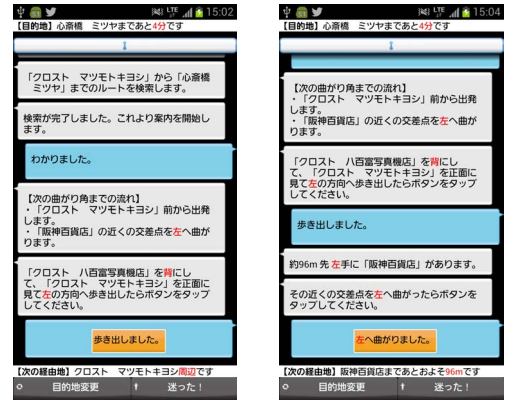


図 5 タイムラインインタフェースのスクリーンショット
Fig. 5 The screenshot of a timeline interface.



図 6 地図案内のスクリーンショット
Fig. 6 The screenshot of a map interface.

4.6 地図表示部

地図表示部は、サーバから受け取ったルート情報とランドマーク情報を地図上に表示する部分である。案内中の画面のスクリーンショットを図6に示す。地図は、タイムラインと地図の境界にある白いバーをドラッグすることによって自由に大きさを変えることができる。地図実装は、Yahoo! Android マップ SDK^{*6}を用いて行った。青い人型のアイコンは、推測された現在地を表し、案内文が進むと青い人型アイコンも連動して移動する。青い線は今まで通ってきたルートを、赤い線はこれから通るルートを表し

*4 <http://www.apple.com/jp/iphone/>

*5 <http://line.naver.jp/ja/>

*6 <http://developer.yahoo.co.jp/webapi/map/openlocalplatform/v1/androidsdk/>

ている。オレンジ色の靴型アイコンは、案内文に関係があるランドマークの位置を表している。オレンジ色の靴型アイコンは、タップするとランドマークに使われている店舗の名前を見ることができる。地図は、3段階で拡大・縮小を行うことができ、ドラッグで自由に表示位置を移動することができるが、ターンの終わりのユーザからのタップなどで現在地が確定すると自動的にスクロールする。

4.7 測位部

提案手法は屋内測位を必要としないが、今後屋内測位が整備された場合や屋外でGPSが使える場合を考慮し、測位機構を拡張機能として実装した。屋内測位は、本研究室で研究している測位インフラ特化型アクセスポイント(Place Sticker) [6] を用いて行う。Place Sticker から一定以上の強度の電波が聞こえた場合に、聞こえた Place Sticker の緯度経度がルートから外れていれば「ルートから外れている可能性があります」という警告を案内文表示部で表示する。また、曲がり角周辺に Place Sticker がある場合は、「そろそろ店舗 A の周辺です」という案内を案内文表示部で表示する。一部の広場では、三点測量を行い地図上に現在地を表示する。評価では、測位部なしの手法とありの手法で分けて比較する。

4.8 PDR 部

PDR 部では、加速度センサを用いてのユーザの歩行動作を検出し、移動距離の推定 (Pedestrian Dead Reckoning) を行う部分である。ユーザの歩行距離に応じて、地図表示部の青い人型アイコンを移動させ、ランドマーク周辺で「そろそろ店舗 A の周辺です」という案内を出すようにした。また、画面下部に、ランドマークまでの距離をカウントダウンするように表示した。PDR 部も、提案手法では必須機能でないため評価では、PDR 部なしとありで比較を行った。

5. 評価実験

大阪・梅田周辺地下街で3つのルートを用意し、以下の3つの手法を被験者に使用して目的地まで移動してもらい、「安心感のアンケート」「道を間違った回数」「到着までの時間」で評価を行った。被験者は、10代男性1人、10代女性2人、20代男性2人、20代女性2人、30代女性1人、40代男性1人の計9人である。また、被験者は大阪・梅田周辺地下街にあまり行ったことがなく地下街の道を詳しく知らないという条件で募集した。使用した Android 端末は、Galaxy Nexus^{*7}に統一している。

手法1) 地図だけのナビゲーションアプリ(比較手法)

Yahoo! Android マップ SDK で作成した、二次元地図

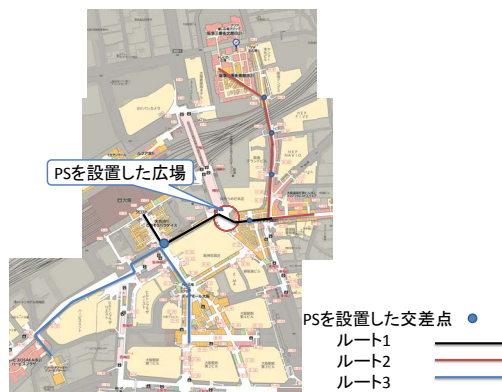


図7 3つのルートと Place Sticker の設置位置

Fig. 7 Three routes and Place Sticker.

上に出発地から目的地までのルートを青い線を表示したナビゲーションである。地図を最大に拡大することによって、店舗の名前が確認できる。

手法2) 地図+案内文のナビゲーションアプリ(提案手法)

提案手法の対話型ナビゲーションである。PDR 部と測位部を使わないナビゲーションである。

手法3) 地図+案内文+移動サポートのナビゲーションアプリ(提案手法+拡張機能)

提案手法の対話型ナビゲーションに加えて、PDR 部と測位部を使ったナビゲーションである。

また、部分的に屋内測位を行うため、5ヶ所の交差点と1ヶ所の広場に Place Sticker を設置した。3つのルートと Place Sticker の設置位置を図7に示す。

5.1 実験手順

ナビゲーションアプリの操作に慣れてもらうため実験を行う前に各手法の操作説明を行い、実験に関係がない道を被験者に歩いてもらった。また、PDR 部で被験者の歩幅を設定する必要があるため、実験前に測定を行った。被験者ごとにルートの順番と使う手法の順番を入れ替えて3ルートを別々の手法で進んでもらった。ルートごとの目的地は、実験者が設定を行ない、出発地から見える店舗を入力し始める時から到着までの時間を計測した。移動中は、実験者が付き添い被験者がどのようなルートを通ったかをメモし、ルートを間違った回数を数えた。3ルートを移動し終えた後に、安心感を与えられたかどうかの主観的な評価を行うため、それぞれの手法ごとにどれくらい安心できたかを5段階で回答してもらった。また、自由記述によるアンケートを行った。

5.2 実験結果と考察

5.2.1 道を間違った回数

図8に被験者が道を間違えて案内されたルートから外れた回数を示す。なお、ルートから外れてからもとのルート

^{*7} <http://www.google.co.jp/nexus/#/galaxy>

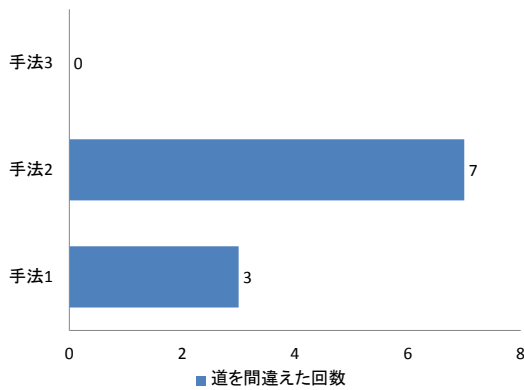


図 8 道を間違えた回数の結果

Fig. 8 The result of the wrong way.

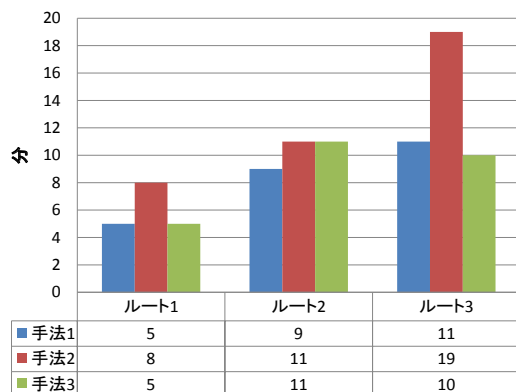


図 9 到着までの時間の結果

Fig. 9 The result of travel time.

に戻るまでを1回と数えている。道を間違えた回数は、提案手法である手法2が最も多かった。しかし、部分的な屋内測位とPDRを加えた手法3で被験者が道を間違えることは一度もなかった。また、目的地までたどり着くことができなかった被験者は今回の実験ではいなかった。道を間違えた回数のうち、被験者が迷ったと感じてナビゲーションのリルート機能を使用した回数は、それぞれ手法1、手法2で1回、2回であることから、ランドマークを見逃して少し行きすぎてから、すぐに気付いてルートに戻ることが多かったことがわかる。以上の結果から、手法2は3つの手法の中で最も道を間違えやすいが、部分的な屋内測位とPDRを加えることによって改善できることが分かった。

5.2.2 到着までの時間

図9に到着までにかかった時間(分)を示す。手法2は、手法1と手法3と比較して到着までにかかった時間が長くなっている。これは、手法2の道を間違えた回数が多かったことが原因である。また、手法1と手法3は到着までにかかった時間に問題になるような差はなかった。

5.2.3 安心感のアンケート

3つの手法ごとにどれくらい安心できたかを5段階で回答してもらった結果を図10に示す。手法1と手法2は、

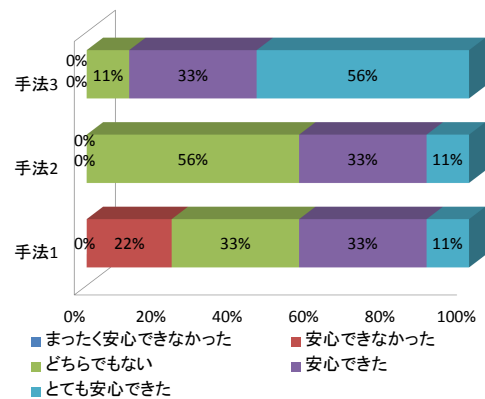


図 10 安心感のアンケート結果

Fig. 10 The result of sence of security.

安心感に関して肯定的な回答の割合がどちらも44%になったが、手法1は否定的な回答の割合が22%あることから提案手法である手法2の方が高い結果となった。手法3は、肯定的な回答の割合が89%となり最も高い結果となった。以上の結果から、提案手法は地図に比べて被験者が不安になることがないことが分かった。また、提案手法に部分的な屋内測位とPDRを加えることによって被験者に与える安心感を大幅に高めることができることが分かった。被験者それぞれに、安心感のアンケートの回答理由を聞いたところ、手法2は地図が自動で移動しないため地図と案内文の両方を操作しなければならないのに対し、手法3は、歩数に合わせて自動で地図が移動するため案内文に集中することができたからと回答する被験者が多かった。道を間違えた回数と到着時間は、手法2が手法1より劣っていたが、ユーザの主観では提案手法である手法2の方が優れていることがわかった。また、交差点にのみ屋内測位インフラを整備するだけでも、PDRと提案手法で安心感とナビゲーション性能が向上することから屋内測位インフラの設置個数・設置場所を示唆する結果にもなった。

6. まとめと今後

本研究では、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。被験者実験によってこれを評価した結果、比較手法よりも安心感を被験者に与えられることが確認された。また、提案手法に部分的な屋内測位とPDRを加えることによって更に安心感を与えることができ、道の間違える回数や目的地までの到着時間を短くできることが確認された。

今後は、ユーザにとって分かりやすいランドマークの選択方法、屋外ナビゲーションへの対応を考慮し実現していく。また、被験者が道を間違えたり立ち止まってしまう場所は、周りにランドマークがない場所や広場が多くあったため、地下街の天井に設置されている案内用看板を利用した案内生成や、風景写真を利用することも今後考えていき

たい。

謝辞 本システムの実装・評価にあたってフィールドを提供いただいた「地下街マップ検討協議会」に感謝いたします。

参考文献

- [1] D.Manandhar, S.Kawaguchi, M.Uchida, M.Ishii and H.Torimoto: IMES for Mobile Users Social Implementation and Experiments based on Existing Cellular Phones for Seamless Positioning, *International Symposium on GPS/GNSS* (2008).
- [2] 梶 克彦, 河口信夫: indoor.Locky: 屋内位置推定のための無線 LAN 情報プラットフォーム, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-MBL-56, No. 1, pp. 1-6 (2010).
- [3] 暦本純一, 塩野崎敦, 末吉隆彦, 味八木崇: PlaceEngine: 実世界集合知に基づく WiFi 位置情報基盤, インターネットコンファレンス, pp. 95-104 (2006).
- [4] 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, pp. 2026-2034 (1999).
- [5] 渡邊翔太, 梶 克彦, 河口信夫: 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提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICO2012) シンポジウム, pp. 1897-1903 (2012).
- [6] TranXuanDuc, 宮崎和哉, 西尾信彦: 無線 LAN 位置マーカ方式測位への状況適用型測位手法, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICO2012) シンポジウム, pp. 1017-1026 (2012).