

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

渡 邊 翔 太^{†1} 梶 克 彦^{†1} 河 口 信 夫^{†1}

歩行者の移動支援を目的とした、ナビゲーションシステムが普及しつつあるが、その多くは表示される地図や経路の確認のために画面を何度も見る必要がある。しかし、歩行中の画面確認は、衝突の危険性や、移動の目標物を見失う可能性があり、安全な歩行を行うためには、立ち止まって端末の画面を見る必要がある。本研究で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を提案する。提案するナビゲーションでは、従来のナビゲーションで用いる地図情報に加えて、視認可能な方向、大きさ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壁情報を用いる。これらの情報により、歩行者から見て進行方向に存在し、歩行者から視認可能な、視認性の高いランドマークを選択し案内を行う。これらにより、ユーザの画面確認を必要としない、音声ナビゲーションを実現する。また、提案した音声ナビゲーションの実用性を確かめるために、プロトタイプシステムを実装し、動作を検証した。

A Proposal of Landmark-conscious Voice Navigation

SHOTA WATANABE,^{†1} KATSUHIKO KAJI^{†1}
and NOBUO KAWAGUCHI^{†1}

Recently, pedestrian navigation systems which display a guide route on the map become popular. However, the user needs to look at the device's display many times when using these navigation systems. It is necessary for user to stop for look at the map on the display, in order to walk safely. Moreover, if an user looks at the display while walking, he is at risk for colliding something, or losing sight of the route. Therefore, we propose a landmark-conscious voice navigation. Landmark means something easy to be recognized, such as a billboard, a monument, or a vending machine. Our voice navigation method provides a guide message using highly visible landmark, based on information of landmark. The visibility is calculated by position, size, visible direction, and features of the landmark. To exemplify the feasibility of the voice navigation, we have implemented a prototype system.

1. はじめに

GPS や地磁気センサを装備したモバイルデバイスの普及により、歩行者向けナビゲーションシステム (NAVITIME¹), Google Maps Navigation²), etc.) が広まりつつある。歩行者向けナビゲーションシステムは、対象とする空間での移動距離や、移動し得る空間の制約や形状の複雑さなどがカーナビゲーションと異なる。そのため、カーナビゲーションシステムと同様の手法により、歩行者向けナビゲーションシステムを実現した場合、情報の不足が生じる可能性がある。また、存在する歩行者向けナビゲーションシステムの多くでは、端末のディスプレイに地図、経路、案内文が表示され、ユーザが経路と案内文に従って歩行するため、ユーザは何度もディスプレイを見て、現在歩行する経路が正しいか確認する必要がある。しかし、歩行中の画面の閲覧は、衝突の危険性や、経路や移動の目標物を見失う可能性があり、安全な歩行を行うためには、立ち止まって端末の画面を見る必要がある。

音声のみで目的地までの案内が実現できれば、歩行者はガイドを聞きながら周りに目を向けることが可能になると考えられる。音声のみを用いた案内では、ユーザの向かうべき方向を案内するために、看板、モニュメント、自動販売機などのような、歩行者の移動の目印となるもの (以下、ランドマーク) を用いた案内文が有効と考えられる。

本研究で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を提案する。提案するナビゲーションでは、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壁情報を用いる。これらの情報により、歩行者から見て進行方向に存在し、歩行者から視認可能な、視認性の高いランドマークを選択する。また、歩行者がランドマークにし得る、オブジェクトやエリア全てをランドマークとして扱う。さらに、階段を上る、廊下の角を曲がるなどの動作後の進行方向を見失わないよう、動作後の進行方向に存在する視認性の高いランドマークを用いて案内を行う。これらにより、ユーザの画面閲覧を必要としない、音声ナビゲーションを実現する。また、提案した音声ナビゲーションの実用性を確かめるために、プロトタイプシステムを実装し、動作を検証した。

以下、2章では本論文の関連研究を述べ、3章でランドマークの視認性に基づく歩行者向

^{†1} 名古屋大学大学院 工学研究科

Graduate School of Engineering, Nagoya University

け音声ナビゲーションを提案し、4章では実装したプロトタイプについて述べる。また5章でナビゲーションに用いるランドマーク情報の収集について述べ、6章でまとめを述べる。

2. 関連研究

ユーザの地図閲覧を前提とした歩行者ナビゲーションでは、出発地から目的地までの経路探索を行い、案内文や、簡略地図を生成³⁾し、ディスプレイに表示する。一般的に普及している地図を用いた場合に比べて、簡略地図を用いた場合には、ユーザが経路を歩行する上で必要と思われる情報のみを用いるため、歩行者の移動支援に有効であると考えられる。簡略地図と案内文を同時に用いた場合には、案内文に従ってユーザは歩行し、案内文に不足した情報があれば、ユーザ自身が簡略地図から不足した情報を補う。しかし、このような簡略地図による情報の補完を前提としたナビゲーションシステムで提供される案内文は、経路選択に必要な情報が少なく、「XXメートル先を右に曲ってください」の様な単純なものが多い。

ランドマークとなるオブジェクト同士の位置関係を用いて、歩行者が次に曲がるべき交差点を具体的に指示する案内文の生成に関する研究を藤井ら⁴⁾が行った。藤井らは、構造化の対象を地図上のすべての図形に拡張した構造化モデルを適用し、目標物に対する相対的な位置関係を示す空間語表現を含む案内文を生成している。しかし、屋外空間を対象としているため、ランドマークとして扱う対象を経路や交差点の脇にある建物に限定している。これは、多様なランドマークが様々な場所に存在しうる屋内空間に拡張した場合には不十分だと考えられる。また、建物をランドマークとしているため、建物名と位置のみを案内文に含めているが、歩行者案内には、色、大きさ、文字などのランドマークの持つ特徴を用いた案内も有効であると考えられる。

任意の地点で進むべき方向を示すナビゲーション支援として、塚田ら⁵⁾による研究がある。ベルトに方位センサー、GPSと複数のアクチュエータを装着し、方位情報を伴う触覚情報提示を実現した。ナビゲーションシステムによる煩雑さを解消している点では優れているが、方向情報のみの提示ではユーザの次の動作に対する事前の案内が難しい。次の動作が十分に伝えられていない場合には、歩行者はとりあえず自分の思うように歩行してしまい、経路を見失ってしまうことが考えられる。そのため、音声のみでのナビゲーションの場合にも、動作後に経路を見失わないために、動作後に向かう方向の案内が有効であると考えられる。

本研究のようにランドマークの視認性を考慮した研究で、中澤ら⁶⁾はランドマークの視認性に着目した定量化するための評価モデルを作成し、視認性の高いランドマーク付近を

通るような経路探索を行い案内地図を生成した。中澤らにより、幾つかの視認性の高いランドマーク間の移動による目的地への移動が可能になった。しかし、案内文生成を行わないため、経路中の任意の地点において、いずれのランドマークの視認性が高いか考慮していない。本研究では案内地図生成ではなく、歩行者の現在地における音声案内に着目するため、特定の経路中の任意の地点において、視認性の高いランドマークを選択し案内文を生成する。そのため、経路全体の中で視認性の高いランドマークを選ぶのではなく、案内するそれぞれの地点で、視認性の高いランドマークの選択が必要と考えられる。また、任意の地点でランドマークの視認性を算出する場合には、ランドマークがどの方向から認識しやすいものか考慮する必要があると考えられる。そのため、本研究では、ランドマークの視認可能方向を考慮し、視認性の高いランドマークを選出する。

3. ランドマークの視認性を考慮した音声ナビゲーション

本章では、ユーザが入力した出発地と目的地の間を、地図を閲覧させずに、音声のみで案内を実現する手法を提案する。提案する手法は、屋内外の双方の環境を対象とした、個人の歩行者向けの音声ナビゲーションを想定する。2章を踏まえて、本研究が目指す、地図の閲覧をせずに、音声のみで十分理解可能な案内のアプローチを以下に挙げる。

- 可能な限り多くの視認性の高いオブジェクトをランドマークの対象として扱う
- ランドマークを特定するための、補足的な情報も案内に含める
- 任意の地点で、その地点において視認性の高いランドマークを用いて案内を行う
- 動作後の進行方向を見失わないよう、動作後の進行方向に存在するランドマークを用いて動作前に案内を行う

これらのアプローチで歩行者ナビゲーションを実現するシステムのシステム構成を、図1に示す。システムは空間の構造や地形などの情報を表す地図に加えて、その空間に存在するランドマークに関する情報を持つ。歩行者の現在地の情報を取得し、地図情報、目的地より、経路を探索する。その経路の案内に最適なランドマークを選択し、得られた経路とランドマーク情報から、案内文生成モデルにより案内文を生成する。生成した案内文をユーザの状況に応じたタイミングで発話し、目的地までの移動を支援する。

以下、本章では、ユーザの現在地と目的地が取得できているとした場合に、提案するナビゲーションの手法で用いるデータの構造、経路上でのランドマークの選択方法、案内文生成について述べる。

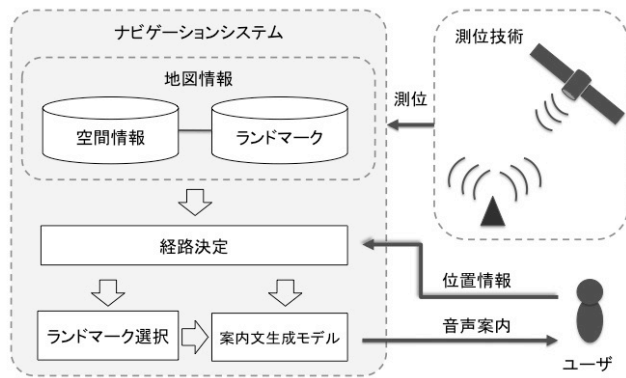


図 1 システム構成

3.1 ナビゲーションに必要なデータ定義

案内文の生成には、歩行者の現在地から視認可能なランドマークの情報が重要であり、検出には、地図情報とランドマークの情報が必要である。以下にそれらの情報に必要な事項について述べる。

3.1.1 空間情報

本章では、角や交差点の間の距離が短く、より具体的な指示が有効なため、ランドマークを用いた案内がより有効であると考えられる屋内空間を主な対象として述べる。屋内空間を対象として考えたときに、地図データの一つのまとまりとなるのは、建物である。建物を単位としたデータを図 2 に示す。

建物 (Building) は各フロア (Floor) により構成され、フロア情報はフロア内の壁 (Wall)、ランドマーク (Landmark)、エリア (Area) で構成される。また、ナビゲーションに用いる経路は一般的に用いられる経路探索を行う。出発地から目的地までの最短経路を案内経路とし、経路を導出するためにノード (Node)、リンク (Link) 情報を用いる。

3.1.2 ランドマーク情報

Building 内で用いる Landmark のデータ構造を図 3 に示す。任意の地点からのランドマークの視認性を算出するために、ランドマークの視認可能角度 (Visible direction) を情報として持つ。色 (Color)、大きさ (Size)、書かれた文字 (Text)、フロアからの高さ (Height) をランドマークの特定のための補助的な情報として持つ。さらに、領域、エリア

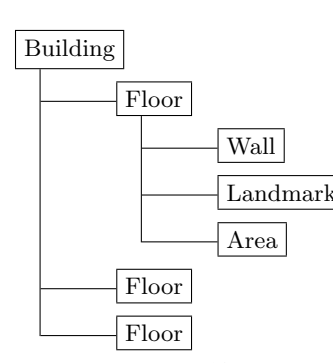


図 2 建物のデータ構造

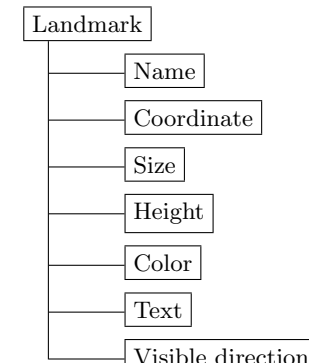


図 3 ランドマークのデータ構造

名、分類を持つエリア情報もランドマークとして扱った。階段、部屋、改札など、歩行可能な領域の特定のエリアもランドマークになりえるためである。

このランドマーク情報をナビゲーションの対象となる空間に網羅的に登録するものとする。以上の情報があれば、任意の地点から視認可能なランドマークとその方向を検出可能になる。

3.2 ランドマークの選択方法

ランドマークの選択は、歩行者の現在地と目的地が入力された後に行う。入力された現在地と目的地を登録されたノードとリンクの情報からダイクストラ法により最短経路を導出する。このとき導かれた経路中で、角を曲がる、階段を上る、エリアを通り抜けるなどの歩行者の動作が考えられるノードを動作ノードとする。提案するナビゲーションでは、動作ノードごとに、次の動作ノードまで向かうリンクの方向と、次の動作ノードで行う動作の指示のために、視認性の高いランドマークを選択し、案内文を生成する。そのため、動作ノードから視認可能、かつ、進行方向に存在し、次の動作ノード付近に存在するランドマークを用いた案内文の生成が望ましい。また、ランドマークが複数検出された場合には、歩行者が認知しやすいランドマークの選択が望ましい。歩行者が案内文中のランドマークを認知するために、歩行者の視界に入りやすいランドマークの選択が重要であると考えられる。視界に入りやすいランドマークの特徴として、「離れた場所からでも確認できる大きさである」「特徴的な色である」等が挙げられる。

以上を踏まえて、ランドマークの選択は次の 3 つの手順で行う。歩行者の経路が決定後、

経路中のある動作ノード N_i から、次の動作ノード N_{i+1} の方向を示すために用いるランドマークを選択するものとする。現在のフロアに存在するランドマーク、壁のリストをそれぞれ L, W とし、選択されたランドマークのリスト $L_{N_{i+1}}$ を更新していく。

(A) N_i の進行方向に存在するランドマークの選択

N_i が扇型の中心角に位置し、 N_{i+1} が扇型の中心角の二等分線上に位置するように扇型を形成し、その範囲内に存在するランドマークを選択し、 $L_{N_{i+1}}$ とする

(B) N_i から視認可能な位置に存在するランドマークの選択

$L_{N_{i+1}}$ に含まれるランドマークそれぞれについて、 W を用いて、 N_i から視認不可能な位置に存在するランドマークを $L_{N_{i+1}}$ から除外する。更に、 $L_{N_{i+1}}$ の中で、 N_i が視認可能角度範囲内に存在しないランドマークを $L_{N_{i+1}}$ から除外する。これにより、視認可能な位置に存在し、歩行者から視認可能なランドマークのリストが得られる。

(C) 最も視認しやすいランドマークの選択

$L_{N_{i+1}}$ の中から、最も視認性の高いランドマークを選択し $L_{N_{i+1}}$ の要素を1つに絞る。視認性の高さは、 N_i, N_{i+1} からランドマークの距離、大きさ、ランドマークの向きと進行方向から算出する。大きさや距離などの要因に加えて、歩行方向に対して正面に向くランドマークは、垂直に向くランドマークに比べて歩行者が認識し易いと考えられるためである。また、対象とするユーザの年齢、身長、性別などによっては、色、形、文字、フロアからの高さなども視認性の高さに影響する場合も考えられる。

以上の3ステップにより得られた $L_{N_{i+1}}$ を N_{i+1} で選択されたランドマークとする。また、視認しやすいランドマークが複数検出された場合は、それらの位置関係の案内により、さらに案内の効果が高まると考えられる。

図4に示す案内経路付近のランドマークの配置例を用いて、ランドマークの選択例を示す。ランドマークの情報は視認可能角度、大きさとし、扇型の角度と大きさにより視認可能角度と大きさを、また、直線によりフロアの壁を示す。歩行者が N_1 に位置し、 N_1, N_2, N_3, N_4 の順に誘導するとき、 N_2 から N_3 の方向を示すために用いるランドマークを、A, B, C, D, E, F, G から選択する。

まず、進行方向に存在するランドマーク A, B, C, D を選択する。壁の情報を用いて、その中から N_2 の位置から視認可能な位置に存在するランドマーク A, B, C を選択する。次に、ランドマークの視認可能角度の情報を用いて、 N_2 から視認可能なランドマーク A, B を選択する。最後に、その中から、最も大きく視認性の高い B を選択する。このようにして N_2 から N_3 の区間では B を用いて案内を行う。これにより、 N_2 でも B を用いて案内が可能とな

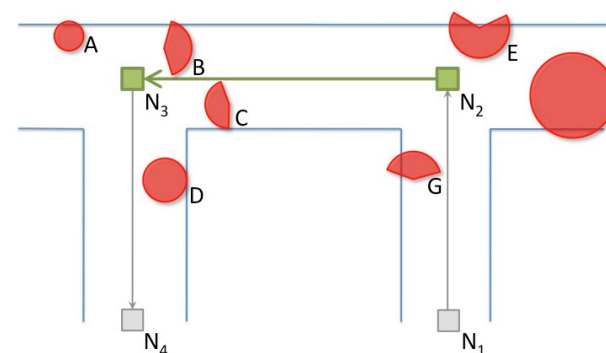


図4 経路付近のランドマークの配置例

り、 N_1 では「突き当たりを左に曲がり、少し進むと右手に見える B を目指して下さい」と案内をし、その後 N_2 では「B が見える T 字路を左に曲がって下さい」という流れを持つ案内を生成できる。

3.3 案内文の生成

動作ノードでは、次の動作ノードまでの距離、方向、次のランドマークを指示し、歩行者の目的地までの移動を支援する。ある動作ノード、次の動作ノード、その次の動作ノードを N_i, N_{i+1}, N_{i+2} とすると、 N_i では次の動作ノードまでの案内に加えて、動作後の進行方向を見失わないために、案内文を次の前半部分、後半部分に分ける。

- N_i から N_{i+1} までの案内
- N_{i+1} 後から N_{i+2} への進行方向の案内

これらを案内するために、ある動作ノードにおける案内文の生成には、次の動作ノードと、その次の動作ノードの2つの動作ノードと、それぞれ地点において選択された2つのランドマークを用いる。また、エリアを通り抜ける地点での動作を案内する場合には、エリア自体が目印としての役割を担うため、ランドマークではなくエリアを案内に用いる。

この案内文生成の手法を図5を用いて述べる。図中の N_1, N_2, N_3 はそれぞれ、現在のノード、次の動作ノード、その次の動作ノードである。 L_{N_2}, L_{N_3} はそれぞれ、 N_2, N_3 で選択されたランドマークである。

まず、案内文の前半部分の生成について述べる。 N_1 と L_{N_2} との間の距離の進行方向成分 l_1 と、 L_{N_2} の大きさ m_1 を用いて、 N_1 から L_{N_2} が見える距離 l_A 算出する。 N_1 と N_3 を

結ぶ線分に対して L_{N_2} が左右どちら側にあるか s_a を算出する。次に、 L_{N_2} と N_3 との間の距離の進行方向成分 l_2 を算出する。最後に N_1 から見た L_{N_2} と N_3 との位置関係 p_a を算出する。これらの情報と L_{N_2} の特徴 f_a を用いて案内を生成する。

生成する案内文では、 l_a を用いてランドマークが見えるまでの距離を、 s_a を用いてランドマークの見える方向を指示する。 l_2 、 p_a を用いて、動作ノードとランドマークの位置関係を指示する。また、ランドマークを明確に指示するために f_a を用いてランドマークを述べる。生成される案内の例を挙げる。「少し歩くと右手に見える、赤い看板の奥に見える角を左に曲がってください」直前に階段などのエリアを通過する場合には次のように案内文が生成できる。「階段を降りると、進行方向に見えるエレベータの前を右に曲がってください」

次に、案内文の後半部分の生成について述べる。ここでは次の動作ノードから、目指すべき方向がわかればよい。したがって、 L_{N_3} がどのくらいの距離に、どの方向に、どのように見えるかを述べる。前半部分と同様に l_b, s_b, f_b を求め、前半部分と同様に案内文を生成する。

これにより、次のように案内文を生成できる。「その後しばらく進むと、右手に見える、コーヒーと書いた緑色のポスターの方に進んでください。」

このように前半部分ではひとつ前の案内で用いられたランドマークを用いて次の動作の案内を行い、後半部分で、その次の動作までの目指すべき方向を示す。これにより、連続的に目指す場所が把握できるため、歩行者はスムーズな歩行が可能になると考えられる。

4. プロトタイプの実装

3章で検討した音声ナビゲーションシステムのプロトタイプを実装した。本システムでは事前に登録したフロア (Floor)、ランドマーク (Landmark) 情報から、ユーザの入力した出発地、目的地の間を案内する案内文を生成した。本システムでは、位置測位は行なっておらず、ユーザがシステム上に表示される地図上をクリックして現在地と目的地を入力する。ここでは地下鉄名古屋大学駅構内における案内を例として、プロトタイプシステムの動作を説明をする。

図6に本システムが生成した案内文の例を示す。図中の地図に説明のために、出発地点から目的地までのルート及びマップ上のオブジェクトを記述した。図中ではそれぞれ、三角形がスタート地点、正方形が目的地、扇型がランドマーク、矩形がエリア、線分がルート、菱形がノードを示す。案内文3はノード N_1 地点からノード N_2 を曲がってノード N_3 に向かうときの案内文である、案内文3は次の内容である。「進行方向に見える黄色い券売機の前を右に曲がって下さい。その後、少し歩くと右手に見える地図の方に進んで下さい。」こ

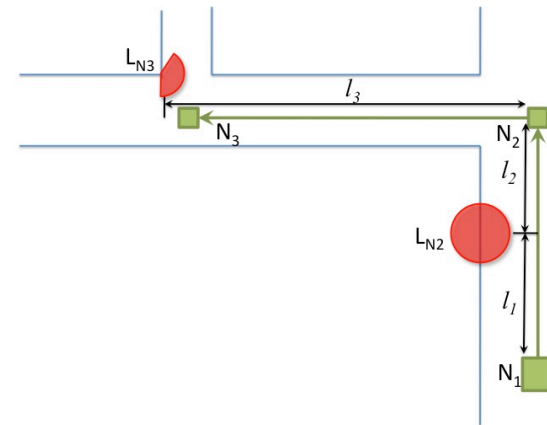


図5 案内文生成時に利用するノードとランドマークの配置例

ではノード N_2, N_3 のそれぞれに対し、券売機、地図をランドマークとして選出した。ノード N_2 ではランドマークの位置と壁の情報より、視認可能なランドマークとして、券売機とエレベータをランドマークとして選出する。次にその中から最も大きなランドマークである券売機をランドマークとして選出した。同様にノード N_3 では進行方向に存在する地図をランドマークとして選出した。

3.3の手法により、ノード N_1, N_2 と券売機の情報を用いて前半部分の案内文を生成する。ここでは、ノード N_1, N_2 と券売機の位置関係より、「進行方向に見える」が導かれ、券売機の特徴を用いて補足的な情報も含めて「黄色い券売機」とし、ノード N_2 と券売機の位置関係より「券売機の前を右に曲がって下さい」とした。後半部分でも同様に案内文を生成した。また、ここで前半部分でランドマークまでの距離について言及していないのは、券売機の大きさ情報と、ノード N_1 から券売機の距離を考慮するとノード N_1 から直接視認可能な距離にあると判断し、距離に関する案内文を省略したためである。

このように案内文を生成し、次の動作地点を視認性の高いランドマークを用いた案内する。また動作後に目指すべき方向もランドマークによって示し、動作後に進む方向を指示する。

同様に図7でも案内文生成例を述べる。こちらはノード N_1, N_2, N_3 と進むときの案内文である。案内文1で次のように案内した。「少し歩くと進行方向に見える1番と書いた看板の角を左に曲がってください。その後、すぐに見えるエスカレータを上って下さい。」

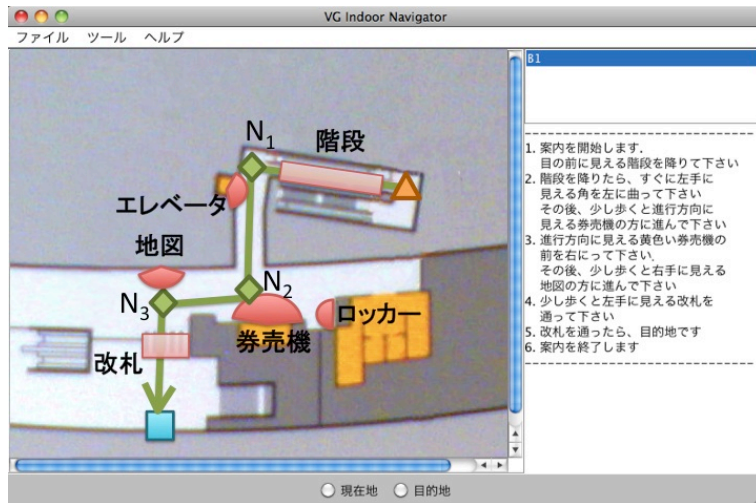


図 6 プロトタイプのご案内生成例 1

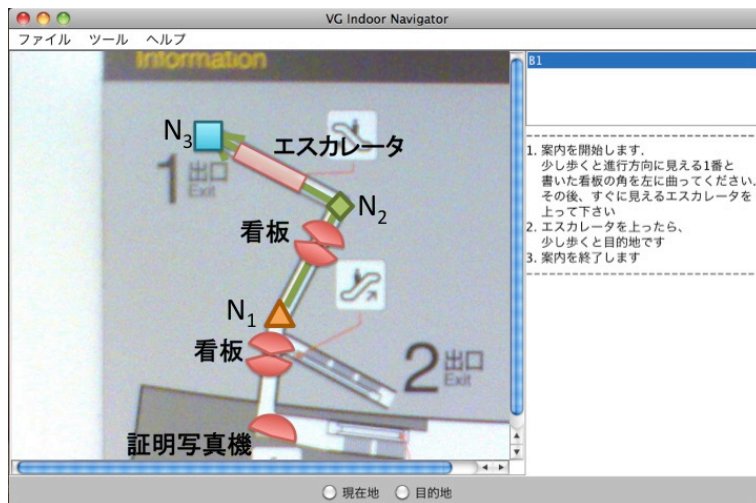


図 7 プロトタイプのご案内生成例 2

ノード N_1 付近に存在するランドマークとして、看板が2つとポスターが存在する。しかし、これらの2つの看板にはそれぞれ、裏と表に異なる文章が書いてある。そのため、看板をそれぞれ2つの看板とし、text 情報にそれぞれの文章を入力し、視認可能方向をそれぞれの向いている向きとして登録した。したがって、ノード N_1 の付近には看板が4つとポスターが1つの5つのランドマークが存在する。これにより、ノード N_1 からノード N_2 への進行方向に存在し、視認可能なランドマークは一方の看板に限定された。そのため、案内文では看板に書いてあるテキストを特定し「1番と書いた看板」とユーザがこのランドマークを特定するために適切な補足的な情報を用いて案内が可能になった。

5. ナビゲーションに用いるランドマーク情報の収集

ナビゲーションの実現には様々な場所の構造地図情報が必要である。構造地図情報とは、一般的に用いられる地図情報に加えて、壁、エリア、部屋など構造的な情報を持つ地図情報である。屋内空間においての、既存の構造情報としては、Micello Maps⁷⁾ や Google SketchUp⁸⁾ のモデルなどが挙げられる。Micello Maps は、Micello 社が作成したショッピングモールなどの館内地図であり、特定の施設にしか情報がなく、また、ユーザや開発者がデータを自由に利用できない。Google SketchUp は建物などを3次元的に可視化するための構造地図である。また、我々はフロアベース屋内測位の応用としての屋内位置情報サービスを目的として、クラウドソーシングのアプローチから、屋内構造地図の生成に関する研究を行っている。屋外空間においても、OpenStreetMap⁹⁾ により多くのユーザの共同編集によって、自由に利用可能な地図を制作されている。

屋内屋外問わずに、特定の場所の目印となりうるランドマークは、位置情報サービスを利用するユーザにとって位置の把握や表現の基準点となる。そのため、ユーザの自身の位置や、サービスにより示された位置の把握など、多様な位置情報サービスにおいて重要な役割を担うと考えられるが、現時点ではランドマークの情報を詳細に収集したデータベースは存在しない。また、個人の感覚や性別、年齢、環境などにより、その環境中で扱うランドマークも異なり、ランドマーク自体の位置の移動や時期や時間帯による特徴変化の可能性も高い。このように位置情報サービスの対象となる空間におけるランドマークは非常に多岐に渡り、数多く存在するために、情報の登録・修正をデータベースの管理者がすべて行うのは不適切だと考えられる。我々はこれまで、Locky.jp¹⁰⁾¹¹⁾ で無線 LAN 位置情報、TimeTable.Locky¹²⁾ で日本を走る電車の時刻表情報の収集を、クラウドソーシングによって実現した。ランドマーク情報の収集も、平面的なフロアマップをもとに、ユーザが構造地

図上にランドマークを登録するクラウドソーシングの形で実現可能であると考えられる。¹³⁾ また、クラウドソーシングにより多くのユーザがランドマークの情報の登録を行い、名称や呼称などが様々なパターンで入力されれば、多くのユーザの知識が蓄積されるため、周囲に存在するランドマークの読み上げによるユーザの位置推定なども可能だと考えられる。

6. まとめと今後の課題

本稿ではランドマークの視認性を考慮した音声ナビゲーションの実現方法を提案した。提案した音声ナビゲーションでは位置の目印となる視認性の高いランドマークを用いて、ユーザの進行方向を案内する。この手法は、動作地点の明確な案内が可能のため、地図の閲覧を前提としない音声ナビゲーションで有効であると考えられる。また、角を曲がる、階段を昇るなどの動作後の経路間違いを減らすために、動作後に進むべき方向をランドマークを用いて案内する。この手法を実装したプロトタイプシステムを実装し、実用性の検証を行った。最後にナビゲーションに用いるランドマーク情報の収集を検討した。

今後の課題としては、位置測位との連携が挙げられる。本研究では、屋外空間のみでなく屋内空間も対称であるため、GPSを用いた位置推定の実現は難しい。我々は Scene Analysis による無線 LAN 位置推定¹⁴⁾¹⁵⁾ や、行動情報¹⁶⁾ を利用した経路推定の研究¹⁷⁾ も行っており、これによりシステムの位置推定の実現を行う予定である。本稿ではランドマークの特徴から視認性を考慮したが、近くに存在するランドマーク同士の特徴の類似度や位置関係などを考慮し、識別しやすいランドマークを用いた案内文の検討が必要だと考えられる。ランドマークによってランドマークが遮られて歩行者視認できない場合を考慮できていないため、3次元的なランドマークの視認性の算出の必要があると考えられる。また、システムが案内文を発話するタイミングをユーザの動作の種類、案内文の内容の、ユーザの状況に応じた変更も有効と考えられる。

参考文献

- 1) NAVITIME. <http://www.navitime.co.jp/>.
- 2) Google Maps Navigation(Beta). <http://www.google.co.jp/intl/en.us/mobile/navigation/>.
- 3) Babaguchi, N., Dan, S., and Kitahashi, T. Generation of sketch map image and its instructions to support the understanding of geographical information. In *Pattern Recognition, 1996., Proceedings of the 13th International Conference*, Vol.3, pp. 274–278, 1996.

- 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, Vol.82, No.11, pp. 2026–2034, 1999.
- 5) Tsukada, K. and Yasumura, M. ActiveBelt: Belt-Type Wearable Tactile Display for Directional Navigation. In *UbiComp 2004: Ubiquitous Computing*, Vol. 3205, pp. 384–399. 2004.
- 6) 中澤啓介, 北望, 高木健士, 井上智雄, 重野寛, 岡田謙一. ランドマークの視認性に基づいた動的な案内地図作成. 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp. 233–241, 2008.
- 7) Micello Maps. <http://www.micello.com/>.
- 8) Google SketchUp. <http://sketchup.google.com/>.
- 9) OpenStreetMap. <http://www.openstreetmap.org/>.
- 10) Yoshida, H., Ito, S., and Kawaguchi, N. Evaluation of Pre-Acquisition Methods for Position Estimation System using Wireless LAN. *The Third International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking*, pp. 148–155, 2006.
- 11) Ito, S., Yoshida, H., and Kawaguchi, N. Studies on collection method of Access Point in metropolitan-scale 802.11 Location Systems. In *The Eighth International Conference on Ubiquitous Computing(Ubicomp2006)*, 2006.
- 12) Yano, M., Kaji, K., and Kawaguchi, N. TimeTable.Locky: nation wide WiFi location information system based on user contributed information. In *Proceedings of the 3rd International Workshop on Location and the Web, LocWeb '10*, pp. 7:1–7:2, 2010.
- 13) 鈴木友基, 梶克彦, 河口信夫. クラウドソーシングによる屋内構造地図情報の構築と収集. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 111, No. 296, pp. 1–6, 2011.
- 14) Ito, S. and Kawaguchi, N. Bayesian Based Location Estimation System Using Wireless LAN. *Proceedings of Third IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops*, pp. 273–278, 2005.
- 15) 梶克彦, 河口信夫. indoor.Locky: UGC を利用した無線 LAN 屋内位置情報基盤. 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.12, 2011.
- 16) 河口信夫, 小川延宏, 岩崎陽平. HASC Challenge2010 : 人間行動理解のための装着型加速度センサデータコーパスの構築. 2012.
- 17) 小川延宏, 梶克彦, 河口信夫. 装着型センサを活用した行動情報によるユーザ移動経路推定. 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012.