

# 視覚障がい者ナビゲーションのための点字ブロックをベースとしたルート探索と屋内外のシームレスな誘導方法

高石 一樹<sup>†</sup>, 佐藤 佳<sup>†</sup>, 佐藤 俊太<sup>†</sup>, 坂上 晴信<sup>†</sup>, 木岡 拓海<sup>†</sup>, 山下 晃弘<sup>†</sup>, 松林 勝志<sup>†</sup>

<sup>†</sup>国立東京工業高等専門学校 情報工学科

## 1. はじめに

従来のルートナビゲーションには、距離を優先するために細い道や交通量の多い道を通るといった、視覚障がい者には適さない道を案内してしまう問題がある。これまでに視覚障がい者用ナビゲーションシステムは開発されてきているものの、視覚障がい者用のルート探索は開発されていないのが現状である[1]。そこで本稿では、視覚障がい者にとって安全な道である点字ブロックをベースに、ルート探索を行う手法を提案する。また、点字ブロックは屋内にも多く敷設されており、これを実現するには屋内のルート探索も必要となる。そこで、屋内と屋外をシームレスに誘導する方法についても提案する。また、本提案の手法は視覚障がい者導きシステム PULLDOG に応用し、実装した[2]。

## 2. 点字ブロックの敷設データ

点字ブロックをベースとしたルート探索を行うには、事前に点字ブロックの敷設データが必要となる。本研究では、東京地図研究社<sup>株</sup>から屋外の点字ブロック敷設データを提供していただくことにより、このルート探索を実現した。このデータは kml 形式であり、緯度経度によって点字ブロックの敷設状況が表されている。図1にマップ状に表示したデータの一部を示すが、黄色が「進め」を示す線状ブロック、橙色が「止まれ」を示す点状ブロックである。なお、横断歩道などにおける点字ブロックの接続は、手動で設定した。



図1 点字ブロックデータ

Route search based on braille block for navigation of visually impaired people and seamless induction method at indoor and outdoor

<sup>†</sup>Department of Computer Science, National Institute of Technology, Tokyo College

## 3. 位置測位

本手法を実装した PULLDOG では、準天頂衛星みちびきと RFID を組み合わせて位置測位を実現している[2]。準天頂衛星みちびきは信号が受信可能な屋外で、RFID は点字ブロック下にタグが敷設済みである屋内外でそれぞれ測位可能である。タグには固有の ID が格納されており、対応する位置情報をスマートフォン内のデータベースに格納した。リーダによって ID を取得した後に、データベースから対応する位置情報の取得が行われる。いずれでも測位ができない場合、現在地の推定が不可能なため案内をすることはできない。

## 4. ルートの探索

### 4.1 出発地と目的地の設定

PULLDOG では、音声入力で出発地と目的地を設定する。現在地が測位可能な際に目的地のみを入力した際には、自動的に現在地からのルート探索が行われる。

### 4.2 屋外の探索

屋外の探索は、東京地図研究社<sup>株</sup>から提供して頂いたデータを利用する。実際には通行に支障がない範囲で僅かに離れている点字ブロックも存在するため、設定した閾値よりも近接している点字ブロックをつながっているとみなし、点字ブロック1本をノードとした無向グラフを構築する。このグラフについて、点字ブロックの長さをコストとしダイクストラ法により目的のルートを探る。点字ブロックとグラフ構造の対応例を図2に示す。現在地が点字ブロック上ではない場合は、4.4に示す手法で最寄りの点字ブロックへ誘導する。

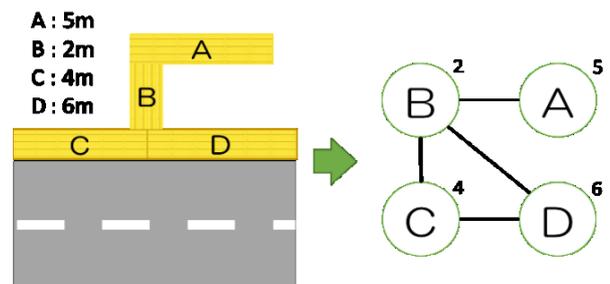


図2 屋外の点字ブロックとグラフの対応例

### 4. 3 屋内の探索

屋内の点字ブロックには、曲がり角や分岐点、及び長い直線には一定間隔で RFID タグが敷設されている環境を想定する。屋内では、RFID タグが現在地の測位やルート案内と密接であることを考慮し、RFID タグ入り点字ブロックの隣接関係とその距離テーブルを事前に準備しておく、ここから RFID タグ入り点字ブロック 1 枚をノードとした無向グラフを作成する。このグラフにおいて距離をコストとして屋外と同様にダイクストラ法でルート探索を行う。点字ブロックとグラフ構造の対応例を図 3 に示す。

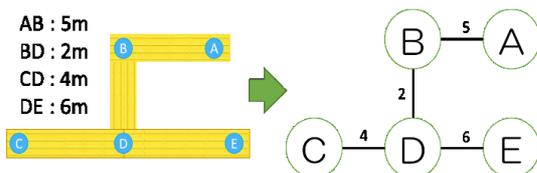


図 3 屋内の点字ブロックとグラフの対応例

### 4. 4 ルートへの復帰

案内中にルートから外れてしまった場合には、正規のルートへ復帰するためにルートを再探索する。屋内においては RFID しか測位手段がないため、ルートへの復帰はルート外の RFID 入り点字ブロックへ誤って進んでしまった場合にに限られる。この場合は既にルート探索処理において各ノードにゴールへのノードが格納されているため再探索の必要がなく、即座にルートへの復帰が可能である。

一方、屋外ではみちびきによる測位が可能であるときに、復帰ルートの探索が可能である。この場合は、ルートから一定距離以上離れた場合に再探索を行い、最寄りの点字ブロックへ最短距離の補助ルート(点字ブロックへ誘導するためのルート)を作成する。しかし、補助ルートが道路や障害物を横切ってしまう場合にはその次に近い補助ルートを利用し、再帰的に誘導可能な補助ルートが現れるまで探索を繰り返す。図 5 に復帰ルートを探索した例を示す。

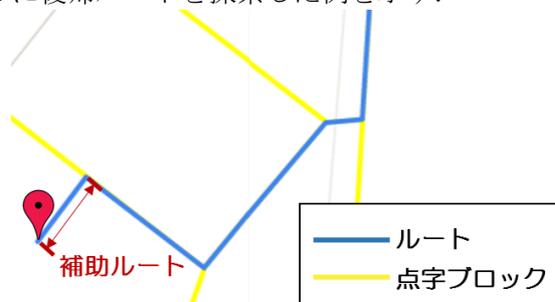


図 4 復帰ルートの例

### 5. 屋内外のシームレスな誘導

ルートが屋内と屋外を含む場合は、屋内外を

接続する接点を定義した上で、出発地と目的地から接点への探索を行う。これらの距離の合計が最短のものをルートとする。

ルート案内では、ルートに関する情報、方向の情報、周囲の情報を伝える。ルートに関する情報では、案内開始時にルートの総距離、また目的地が近づいた場合に通知を行う。方向の指示では方向を八方位に分けて通知をし、曲がり角までの残り距離についても通知をする。屋内においては、表 1 に示すようにあらかじめ隣接する RFID タグ入り点字ブロック 3 枚を通過した場合の方向をテーブルとして作成しておくことで、方向の通知を実現する。加えて、周囲に横断歩道や段差など危険箇所がある場合には、その内容を通知する。案内の際には方向テーブルと現在地を照合し、方向の提示を行う。

表 1 方向テーブルの例

タグID1	タグID2	タグID3	方向
1	2	3	右
3	2	1	左
2	3	4	前
4	3	2	前
3	4	5	左
5	4	3	右
3	4	6	右
6	5	4	左
5	4	6	前
6	4	5	前

### 6. 実環境における実証実験

本システムを全盲の被験者に協力してもらい、京王線北野駅で実証実験を行った。この実証実験では、電車を降りてから改札を通り、屋外にあるバス停までたどり着くことが目的である。

実証実験では実際に被験者が目的地を音声で入力し、ルートを作成してから案内に従って目的地にたどり着くことができた他、途中のスロープや横断歩道においても正常に危険箇所の通知が行われていたことを確認した。

### 7. まとめ

本研究では、視覚障がい者用のナビゲーションに利用するための点字ブロックをベースとしたルート探索と、屋内外のシームレスな誘導法について提案をした。また、提案手法を利用した視覚障がい者ナビゲーションシステムの実証実験も行い、手法の有効性について確認した。

### 参考文献

[1] 蔵田武志, 興梠正克, 石川智也, 亀田能成, 青木恭太, 石川准 視覚障害者歩行支援システム, 電子情報通信学会信学技報 MVE2010-64, pp. 67-72 (2010)

[2] 佐藤佳, RFID と順天頂衛星を用いた視覚障がい者ナビゲーションシステム PULL DOG の開発と実証実験, 東京工業高等専門, 第 78 回情報処理学会全国大会, 2016.3