

# 福祉の まちづくり 研究



Vol.22 No.1

2020

特集 第22回全国大会(東京大会)基調講演・シンポジウム報告  
小特集 ICTによる歩行者移動支援の取り組み



## 視覚障がい者の外出のための 歩行者ナビゲーション支援技術の研究



筑波大学計算科学研究センター  
亀田能成

### 1. はじめに

科学技術振興機構社会技術研究開発センター(JST RISTEX)採択課題「多世代共創による視覚障害者移動支援システムの開発」(代表:関喜一)や日本学術振興会科学研究費助成事業・基盤研究B採択課題「経路撮影に基づく歩行者・パーソナルモビリティナビゲーション基盤の構築」(代表:亀田能成)などを通じて、視覚障がい者の単独外出支援のための歩行者ナビゲーション技術の研究に携わって来ました。

その成果として、モバイルカメラ1台とそれを接続したモバイル機器のみで、歩行中の現在位置を推定し歩行者ナビゲーションできる技術を提案しています。その基盤技術は、スマートフォン1台で実現できるものです。以下では、まず視覚障がい者の外出歩行の特性について述べ、そのあと、提案手法を紹介します。以下、本稿では、提案手法を歩行経路ナビと呼びます。

### 2. 視覚障がい者の外出歩行の特性

歩行経路ナビでは視覚障がい者を利用者として想定しています。通常、視覚障がい者の方は外出前に歩行経路を計画しておきます。計画した歩行経路に沿って歩くことで、目的地に到達します。まだ行ったことがない目的地や行くのに慣れていない目的地に向かって、視覚障がい者とその歩行経路を単独で進むのは難しいです。こうした外出に当たっては、同行してくれる支援者が必要となります。支援者が得られないときは、視覚障がい者はこうした外出を諦めなくてははいけません。単独歩行時にナビゲーションする技術があれば、この問題を解決できます。

### 3. 歩行経路ナビ

我々の研究取り組みでは、視覚障がい者の外出における特性に注目して、歩行経路ナビを実現しています。具体的には、カメラ付きのモバイル機器によって歩行経路を事前撮影しておき、その映像解析に基づいて、歩行経路上の位置推定をリアルタイムに実現しています。その実現に至った技術的解決策は既発表論文等に譲りますが、試作システムの様子を図1から図3に示します。以下では、我々が研究を行う上で考慮すべきであった要因について述べます。

歩行経路ナビの実現において、視覚障がい者の方と様々な議論を重ねる機会があり、それらは我々の研究遂行上の指針となりました。本稿ではそうした指針を以下で説明すると共に、歩行経路ナビでどのように対応したかを紹介します。

#### 3.1. 場所を問わない可用性

歩行ナビゲーションに利用できる技術としては、Google mapが最も一般的でしょう。年々改良が加えられ、精度も向上しています。Open Street Mapのように、オープンアクセスの電子地図およびそれに基づく歩行ナビゲーションサービスも実現されてきています。しかしながら、こうしたサービスは、その性質上、公衆が出入りできる場所に限られます。例えば、学校の校舎内や会社の建物内などは利用できません。歩行経路ナビでは、こうした私的な場所を含む経路でも利用可能です。なお、歩行経路ナビではカメラのみ利用しているため、GPS等は不要です。そのため、屋内でも屋外でも精度は変わりません。

### 3.2. モバイル機器での単独動作

歩行経路ナビは、最終的には視覚障がい者の方の単独歩行の役に立つことを想定しています。そのため、歩行中は常に稼働していることが望ましいです。歩行経路ナビは、ネットワークを利用しません。モバイル機器のカメラのみをセンサとして利用し、かつその情報処理は、モバイル機器内に保持したデータベースのみを参照して実行されます。また、アルゴリズムは簡潔かつ頑健で、カメラから画像が1枚得られさえすれば、その画像のみから計画歩行経路上の位置を推定します。

### 3.3. 歩行経路上の位置推定精度

目標とする精度は計画歩行経路に沿って1m程度を確保できることを目指しています。視覚障がい者との議論で、歩行支援であれば1m程度の位置推定精度が望ましいという意見がありました。これは体の幅に相当しますし、白杖が簡単に届く距離でもあります。この精度を達成することで初めて、視覚障がい者に対する現実的なナビゲーションと言えます。例えば、自動券売機1台、自動販売機1台、お店に入る入口のドアなどに到達するためには、1m以下の精度が必要です。一方で、歩行時のナビゲーションとしてのユーザインタフェースの観点からは、1m単位の下の10cm単位の精度はそれほど必要ではないということもわかってきました。1m以下のところでは、白杖を用いて実際に確認して頂いた方が早くて確実です。

### 3.4. 計画された歩行経路に限定したナビゲーション

まだ行ったことがない目的地や行くのに慣れていない目的地に向かって歩行する状況を想定しているので、歩行経路から外れたままでの歩行支援は想定しません。この限定は、モバイル機器での単独動作を実現するために役立ちます。一方で、計画された歩行経路から外れないよう丁寧にナビゲーションすることが必要となります。そのためのユーザインタフェースの研究も進めています(3.6.節)。

なお、視覚障がい者の方との議論を通じて、自由に街を歩き回りたいというよりは、街の様子をまず知りたい、という希望が強いということがわかりました。そのため、実際に歩行外出をする前に、バーチャル散歩できることが望まれています。本

研究の技術の一部は、視覚障がい者の方に向けたバーチャル散歩の実現のために転用できるよう考えてあります。

### 3.5. 計画された歩行経路に沿った事前撮影映像の用意

我々が提案する歩行経路ナビの前提になるのが、計画された歩行経路に沿った映像を予め撮影しに行くことです。その事前撮影映像を解析してデータベースの形に変換し、そのデータベースをモバイル機器に格納します。そのモバイル機器を持って、視覚障がい者が歩行外出します。

事前撮影映像を用意することは提案手法の欠点ではないかという意見はあります。しかしながら、支援者の同行が得られないと、視覚障がい者は外出を諦めているのが現状です。提案手法ではあれば、歩行経路さえ定めれば、支援者は視覚障がい者と同行する必要はなく、それに先立って時間のある時にその経路に沿って映像を撮影して来るだけでよいのです。映像の受け渡しは電子的に行えば済みます。またこの方式のよい副産物として、経路の安全確認を事前に行えることが挙げられます。

もう一つのよく頂く意見として、Google社のGoogle Street Viewでの画像や、最近ではOpen Street Map上でのMapillary社の路上画像閲覧サービスなどを利用すれば、事前撮影映像の代替になるのではないかという意見があります。特に後者はCC-by-SAによってオープンアクセスが可能です。これについては、3.1.節でも述べたように、私有地等では利用できないという制約が可用性を損ねます。また、技術的見地から見ても、こうした画像の多くはその道路の車道上で撮影されていて、歩道や歩行者が歩く部分に関しては情報が欠けていることが多いのが現状です。

なお、事前撮影映像および実際の歩行時のどちらでも、その前や周りに他の歩行者や車両等があっても問題ありません。こうした外乱に頑健な手法を、歩行経路ナビのために研究開発しました。カメラ映像が先行歩行者の姿で覆われてしまうような状況では位置推定は不能になりますが、経験上、白杖を利用した歩行ではそのような状況にはほぼなりません。事前撮影映像の撮影時には、前方との距離が詰まらないように気を付ける程度で十分な映像となります。

### 3. 6. 歩行時の誘導に適したユーザインタフェース

歩行経路ナビでは、計画された歩行経路から外れないよう対象者を丁寧にナビゲーションすることが必要となります。視覚障がい者は多くの場合、歩行時に白杖を使用しています。モバイル機器のカメラは、対象者の体前面に取り付けるため、歩行経路ナビには、映像中に白杖が写り込んでも構わないアルゴリズムを採用しています。

視覚障がい者は歩行の安全確認をするために、白杖の他、聴覚や、頭頂部の皮膚感覚を利用していることがあります。そうした感覚に影響を与えにくい形で誘導指示を出すため、歩行経路ナビでは、耳を塞がない骨伝導ヘッドフォンと振動子を利用しています。

様々な実験から、ナビゲーションにあたって過剰な情報提供を行うと、かえってナビゲーションがうまくいかないということがわかっています。これは高齢者の方に顕著です。そこで、歩行経路に沿って歩くために必要最小限な情報に絞って対象者に提供する方法についても研究を進めています。例えば、直進時と方向変換時にナビゲーション方法を使い分け、かつ言葉による指示と信号音による提示も使い分ける方法について研究を進めています。

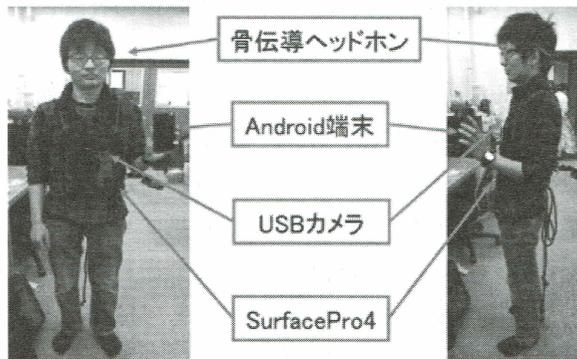


図1. 歩行経路ナビの試作システム装着の様子[1].

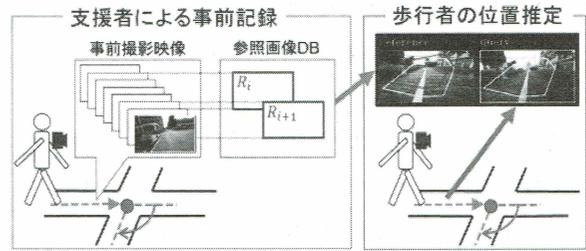
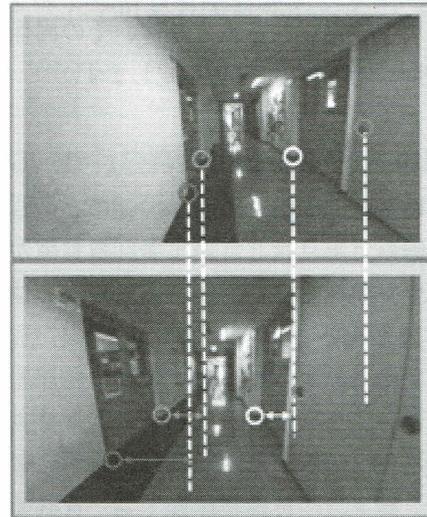


図2. 事前撮影映像による歩行位置推定の概要[1].

参照画像



問い合わせ画像

図3. 屋内での位置推定の様子[1]. 現在位置で撮影した問い合わせ画像に対して、歩行経路ナビシステムが、事前撮影映像中で見た目が最も近い画像(参照画像)を自動的に検索し、そこから歩行経路上の位置を推定する。

### 参考文献

- [1] 小河原 洗貴, 宍戸 英彦, 北原 格, 亀田 能成, 「ターンバイターン方式ナビゲーションに適した音と振動によるインタフェース」, HCGシンポジウム2019, 5 pages, 2019.