

# 視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発

## -局所的ナビゲーションによる位置推定方法の検討-

平内 健人

森 雄一郎

Kento Hirauchi

Yuichiro Mori

高知大学 応用理学科 情報科学コース

### 1. はじめに

現在、日本には31万人の視覚障害者が存在しており、約6割の視覚障害者が週2~3回以上の外出をしている<sup>[1]</sup>。しかしながら視覚障害者の外出には危険が伴うため、視覚障害者の歩行を支援するシステムの開発が必要とされており、当研究室でも一昨年度から、安価で手軽な白杖に注目して歩行支援デバイスの開発を行っている<sup>[2][3]</sup>。また、歩行時に危険を回避する機能だけでなく、自分の現在地や目的地までの誘導情報を提供する機能にも需要があることが分かった。昨年度、当研究室では視覚障害者に正確な位置情報を通知する前段階の研究として、屋内における安価で高精度な位置推定方法の検討を行った<sup>[4]</sup>。

本研究では視覚障害者に目的地までのナビゲーションを行う前段階として、さらに詳細な位置と方向の推定を行い、視覚障害者に求められる局所的ナビゲーションに関する検討を行う。

### 2. 先行研究

本研究では、当研究室の紙名が行った先行研究を前提として開発を行っている。先行研究では、視覚障害者歩行支援システムに位置推定機能を組み込む前段階の研究として、既存の無線LANアクセスポイントを利用した屋内における安価で高精度な位置推定方法の検討を行い、現在地推定が平均誤差1.29メートルという精度で推定でき、「どの部屋の前か」程度の精度でユーザの位置が推定できた。

### 3. 研究の目的

先行研究の位置推定精度は「どの部屋の前か」程度での推定が可能になった。しかし、視覚障害者に対するナビゲーションシステムを考える場合は「どの部屋の前か」程度の精度では不十分であると考えられる。健常者の場合は、視覚によって現在自分が置かれている状況を確認することができるので、ナビゲーションによる誘導に従って目的地に向かうことができる。しかしながら、視覚障害者の場合は健常者のように視覚を用いて周囲の状況が確認できないため、自分の向い

ている方向や廊下のどの位置に自分が位置しているのかといったことが確認できない。そのような状況でナビゲーションによる目的地への誘導情報を示したとしても、それに従い歩行を開始することができないからである。このように、当研究室の先行研究のみでは、視覚障害者がナビゲーションに従って歩行を開始する際に必要と思われる情報が十分ではない。

本研究では目的地までのナビゲーションを行う前段階として、その不足している情報を提供し、「歩き出すまで」のナビゲーションを提供する事を目的としている。本研究では「歩き出すまで」のナビゲーションの事を『局所的ナビゲーション』と呼称する。

### 4. 局所的ナビゲーションシステム

局所的ナビゲーションは、「歩き出すまで」のナビゲーションである。一般的なナビゲーションはユーザが現在地からどのような経路を歩行すれば目的地まで到着することができるのかという誘導情報を提供するものである。一方、局所的ナビゲーションで提供するものはユーザの詳細な位置や方向、周囲の歩行環境との関係などである。また、現在ユーザが置かれている歩行環境の詳細な情報を把握するために高度な支援対象空間の把握が行える要素を含んだ地図情報が事前に必要である。一般的に想定する局所的ナビゲーションにて扱う情報を表1に示す。局所的ナビゲーションでは、ユーザの歩行環境を仮想空間内に作り上げ、表1に示すような情報を用いて「歩き出すまで」に必要な情報を提供する。

表1. 局所的ナビゲーションにて扱う情報

	ユーザの周辺情報	歩行環境の全域の情報
事前取得する情報	—	地図情報
		目的地情報
リアルタイムに取得する情報	ユーザの方向情報	地図上の変更情報
	ユーザの位置情報	目的地・経由地の変更情報
	ユーザの周辺情報	
推定される情報	現在地の周辺情報	現在地情報
	ユーザの状態	経路情報

今回実現する局所的ナビゲーションにて扱う情報を表2に示す。今回実現する局所的ナビゲーションでは、歩行環境の経路と形状を仮想空間内に作り上げる際に、見取り図を用いた。また、ユーザの位置推定に関しては先行研究の「どの部屋の前か」程度の精度での推定でおおよその位置が把握されている前提で推定を行うため、今回は仮想空間上の任意の場所に仮想ユーザを移動できるように設計し、「どの部屋の前か」程度の精度での推定がされていると仮定した。

表2. 本システムが扱う情報

	ユーザの周辺情報	歩行環境の全域の情報
事前に取得する情報	—	地図情報 情報科学棟3階の見取り図 目的地情報
リアルタイムに取得する情報	ユーザの方向情報 ユーザの向いている方角情報 ユーザの位置情報 前方方向の壁までの距離 ユーザの周辺情報 前方方向の壁までの距離	地図上の変更情報 目的地・経由地の変更情報
推定される情報	現在の周辺情報 ユーザと壁との直線距離 ユーザの状態 ユーザの16方位での向いている方角	現在地情報 ユーザの大まかな位置情報 経路情報 ユーザから見た入り口の方向

赤字は今回推定されていると仮定した情報

本システムではSTMicroelectronics社製のマザーボードであるSTEVAL-MKI109V2のボード上に搭載する9軸モジュールであるSTEVAL-MKI108V2中の磁気センサを用いてユーザの向いている方位の情報を取得する。また、Microsoftが開発したKinect for Windows V2(KinectV2)の深度センサを用いてユーザの正面深度の情報を取得する。それらの情報をUnity上に作成した仮想的な歩行環境中で加工し、ユーザと壁との距離、16方位での向いている方向、ユーザから見た入口の方向を推定する。

## 5. 評価実験

本システムではどの程度の精度で位置推定が可能であるのかを評価するために、本学の情報科学棟にて実験を行った。

本実験は、本学情報科学棟の3階廊下で行う。約2メートル間隔の区画ごとの13ヶ所で位置と方向の推定を行う。磁気センサは被験者の手に持ってもらう、KinectV2は三脚に設置し、被験者の向いている向きに合わせる。また、被験者と壁との実際の距離を計測するためにメジャーを用いる。実験は2回行い、1回目は被験者の方角を南東に向く形で固定し、2回目は南西に向く形で固定して実施した。方向推定の結果を表3に、位置推定の結果を表4に示す。

方向推定では南東を向いているときに東南東など少なくとも16方位で隣接した方角までの誤差の範囲で推定ができ、位置推定では全体の平均誤差が0.17メートルという精度で推定ができた。方向推定に関しては磁気センサを用いたが、大きな誤差は発生せず位置推定に関しても「1歩程度」での推定が可能となり、

「歩き出すまで」に必要なユーザの状態である、「どの部屋の前」に居てその廊下の壁に対して歩数表現でどの位離れているのか、16方位でどちらを向いている、入口は何時方向にあるのかということを取得して通知できることが分かった。

表3. 方向推定結果

測定位置	1回目：常に南東向き	2回目：常に南西向き
1	南東	南西
2	南東	南西
3	南東	南西
4	東南東	南南西
5	東南東	南西
6	南東	南西
7	東南東	南南西
8	南東	南西
9	南東	南西
10	南東	南西
11	南東	南西
12	南東	南西
13	東南東	南西

表4. 位置推定結果

測定位置	1回目			2回目			全体
	実際の距離(m)	取得した距離(m)	誤差(m)	実際の距離(m)	取得した距離(m)	誤差(m)	
1	1.03	0.92	0.11	1.17	1.17	0.00	—
2	0.75	0.69	0.06	1.17	1.39	0.22	—
3	0.83	1.08	0.25	1.18	1.19	0.01	—
4	0.85	1.04	0.19	1.19	0.90	0.29	—
5	0.94	1.19	0.25	1.17	1.17	0.00	—
6	0.83	1.02	0.19	1.27	1.27	0.00	—
7	0.92	1.26	0.34	1.28	0.75	0.53	—
8	0.84	1.23	0.39	1.16	1.16	0.00	—
9	0.84	1.07	0.23	1.17	1.16	0.01	—
10	0.84	0.88	0.04	4.35	4.22	0.13	—
11	0.85	1.11	0.26	2.40	2.63	0.23	—
12	2.50	2.28	0.22	1.77	1.73	0.04	—
13	0.34	0.64	0.30	0.50	0.49	0.01	—
平均誤差(m)	—	—	0.22	—	—	0.11	0.17

## 8. おわりに

本稿では、視覚障害者に対するナビゲーションを行う前段階として局所的ナビゲーションによるユーザへの「歩き出すまで」の情報提示を行った。その結果、一定の成果が得られた。

今後の課題として、さらなる推定精度の向上、操作方法の検討などを行い、視覚障害者のための局所的ナビゲーションのあり方について模索してゆく必要がある。

## 参考文献

- [1] 厚生労働省社会・援護局 障害保健福祉部, 「平成18年度身体障害児・者実態調査結果」, 厚生労働省, 2008.
- [2] 篠原克麻, 「視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発-内部処理について-」高知大学理学部, 2013年度
- [3] 中内明男, 「視覚障害者のための白杖型歩行支援デバイスの開発-支援デバイスの製作について-」高知大学理学部, 2013年度
- [4] 紙名佑一, 「視覚障害者歩行支援システムの開発—無線LANアクセスポイントによる屋内位置推定方法の検討—」高知大学理学部, 2014年度