

# 中山科学振興財団 活動報告書

2012 研究助成

視覚障害者のための歩行誘導システムの開発と実証

九州工業大学

和田親宗

## 1. 研究の目的

両足間の距離を計測可能なセンサ搭載靴(靴型歩行計測装置)とGPSを組み合わせることで、視覚障害者にとって直感的で確実な歩行誘導システムを開発し実証を行うことである。

## 2. 実施内容

### 2.1 歩行誘導システムの開発

#### 2.1.1 システム概要

GPSと靴型歩行計測装置とを組み合わせた開発システム全体のデータ処理フロー図を図1に示す。

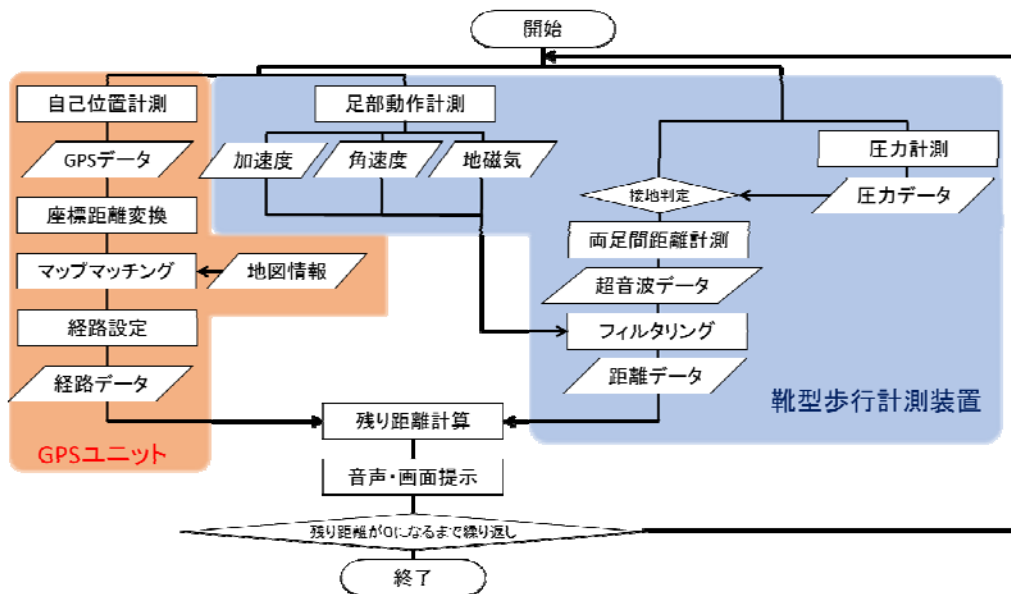


図1 システム全体の処理フロー図

GPSによって得られた緯度・経度情報と、準備しておいた地図データを組み合わせることで現在位置を決定する。同時に、靴型歩行計測装置から得られた両足間距離、回転角度などの情報より移動距離を算出する。以上を組み合わせることで、現在位置および目的地までの距離と方向を算出し、音声及び画面表示にて歩行者に提示する。

#### 2.1.2 開発システム

開発したシステムの内、GPSユニットと靴型計測装置の外観を図2に示す。



図2 システム外観写真

GPSユニットには、GPSレシーバ、3軸加速度センサ、3軸ジャイロセンサ、地磁気センサが入っており、計測データをワイヤレスでコンピュータに送信する。データ取得ユニットには、中敷きに設置されている圧力センサおよび靴側面に設置されている超音波センサからのデータをワイヤレスでコンピュータに送信する。電池を搭載しているため、このシステム(靴型装置)だけで自律的に移動距離データを計測できる。

### 2.1.3 システムの計測精度評価

#### (a) 靴型計測装置の距離計測精度

今回は、従来のもの比べて高いサンプリング周波数(超音波センサ:15Hz→30Hz、加速度・ジャイロセンサ:30Hz→100Hz)を持つセンサを用いた。また、距離データの算出アルゴリズムにフィルタリング処理(パーティクルフィルタによる計測値の確からしさの向上)を組み込んだ。これらの処理により、直線歩行時の誤差は図3のように減少した(被験者7名に靴型歩行計測装置を履かせ、4歩ずつの歩行を3回繰り返した結果。y方向は進行方向の距離、x方向はy方向に直行する方向の距離、Distanceは両足間の距離を示す)。

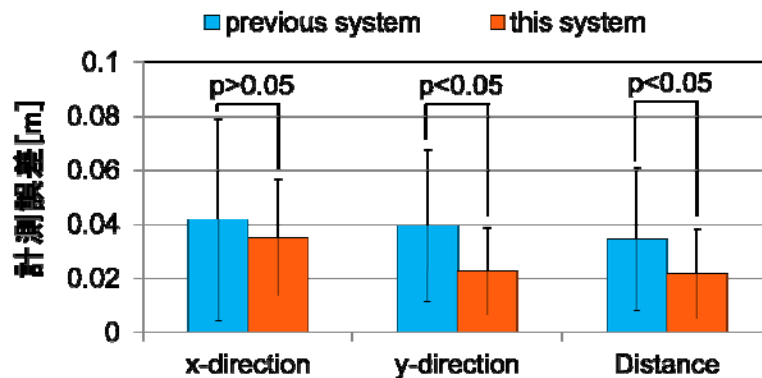


図3 直線歩行時の計測精度(1歩毎)

次に、被験者5名に靴型歩行計測装置を履かせ10[m]の直線歩行をさせた場合の計測誤差を求めた。その結果、到達時の誤差は、平均で0.4[m](0.05[m]から0.7[m])となった。開発したシステムでは、1歩毎の誤差が累積するため、現状の方法ではこれ以下に減らすことは難しいと考える。

また、90[deg]の左右曲線歩行時の計測精度を求めた。被験者は5名、左右方向に曲がったときの距離計測精度を求めたところ、左カーブ、右カーブとも0.1[m]程度の誤差が生じた。これはジャイロセンサによる角度算出時の誤差が累積したものと考えられる。地磁気情報を使うと誤差累積を低減できる可能性はあるものの、技術的な問題のため今回は補正方法の開発まで至っていない。

#### (b) GPSデータによる位置計測精度

GPSユニットを屋外で静止させた場合の、位置計測結果を図4に示す(縦軸は緯度、横軸は経度、各点がある時点でのGPSユニットの位置)。10分間ずつを二回計測した結果で、しかも比較的変動の少ない場合の結果であるが、距離に変換した場合、静止固定状態であるにもかかわらず20から30[m]程度移動している結果となった。言い換えると、GPSデータだけでは位置を決めることができないことになる。このデータに、標高などを含んだ地図情報を加えることで、位置計測誤差を減少させることができる。しかし、距離を計測することで地

図を作ったものの標高の正確な計測が不可能であったことと、計測地点の正確な緯度経度を含むデジタル化した地図の購入ができなかったため、歩行ナビゲーションで使える程度の計測誤差を実現することはできなかった。そのため、GPS による位置計測結果の利用を諦め、模擬 GPS データで誘導実験を実施することとした。

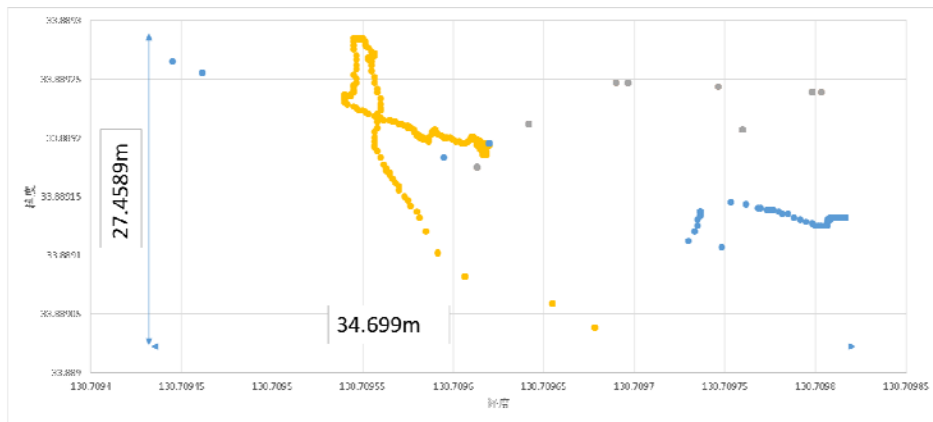


図 4 GPS による位置計測誤差(GPSユニット静止固定状態での結果)

## 2.2 歩行誘導システムの誘導評価

誘導実験を所属大学で実施した。誘導ルートの概略を図 5 に、航空写真に重畳したものを図 6 に示す。S から歩行を開始し、P1 で右に向きを変え、P2 を経て建物内に入る。その後、P3 で左に向きを変え、P4 を経て G が目的地となる。

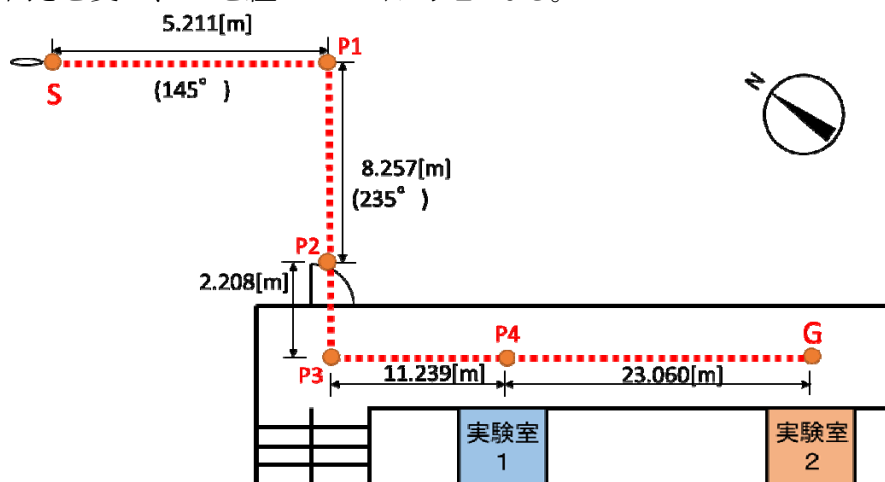


図 5 誘導ルート概略



図 6 航空写真で示す誘導ルート

前述したように、屋外での現在位置取得は、GPS データではなく模擬データにより実施した。Google Map の緯度経度情報から、S、P1、P2 の緯度経度を求める。そして、S から P2 にいたるルート周辺に、0.000001[deg]間隔で格子状に緯度経度マーカを設置した。一步ごとの被験者の位置を、実験者が緯度経度マーカから目視で読み取り、値をコンピュータに入力、その時のシステムの指示に従い被験者には歩いてもらった。すなわち、GPS レシーバが行っていることを実験者が代行することで誘導実験を実施した。

一方、屋内については、靴型計測装置による距離データをもとにシステムが自動的に提示する指示内容に従って被験者に歩いてもらった。被験者は 3 名、アイマスクで疑似視覚障害状態にし、システムの指示(例えば、「○○歩まっすぐ歩いてください」、「右斜め方向に○○歩歩いてください」など)に従って歩いてもらった。また、目的地(例えば、P1 や G)から半径 0.2[m]に被験者が到達した時点で、目的地に到達したと判断とした。

図7と図8に屋外でのシステムによる誘導指示内容の例を示す。

被験者 A								
1			2			3		
歩目	向	歩数	歩目	向	歩数	歩目	向	歩数
1	前	8	1	前	8	1	前	8
2		7	2		7	2		7
3		6	3		6	3		6
4		5	4		5	4		5
5		4	5		4	5		4
6		3	6		3	6		3
7		2	7		2	7		2
8		1	8		1	8		1
9			9			9	前	1
10			10			10		
11			11			11		
12			12			12		
13			13			13		
14			14			14		
15			15			15		

図 7 被験者 A が P1 に向かった際の指示内容

被験者 B								
1			2			3		
歩目	向	歩数	歩目	向	歩数	歩目	向	歩数
1	右	15	1	右	15	1	右	15
2		14	2		14	2		14
3		13	3		13	3		13
4		12	4		12	4		12
5		11	5		11	5		11
6	左前	11	6		10	6		10
7		10	7		9	7	左前	10
8	右前	9	8		8	8		9
9		9	9		7	9		8
10		8	10		6	10		7
11		7	11	左前	5	11		6
12		6	12		4	12		5
13		5	13		3	13	右前	5
14		4	14		2	14		4
15		3	15		1	15		3
16		2	16	右前	1	16		2
17		1	17			17		1
18			18			18		
19			19			19		
20			20			20		
21			21			21		

図 8 被験者 B が P1 から P2 に向かった際の指示内容

図7では 1 回目、2 回目は最初の指示(「前に 8 歩」)通りに歩いて目的地に到達している。しかし 3 回目では、当初の歩数では不足していたため、「前に一歩進む」という指示が出て

いる。図8では、P1 で 90[deg]の右回転が正しく行えていない場合(すなわち、回転が70[deg]であるような場合)、P2 から離れる。そのため、途中、適当なタイミングで様々な指示が出て、目的地まで誘導したことがわかる。

図9には屋内での誘導指示内容の例を示す。

C									
		1		2			3		
指示回目	内容	X	Y	内容	X	Y	内容	X	Y
1	前40	-0.5	-3.4	前40	-0.4	-0.5	前40	-0.3	2.8
2	前7	-0.2	0.6	右前1	0.1	0	後5	-0.1	0.2
3	後1	-0.1	0.1						

図9 被験者 C が P4 から G に向かった際の指示内容

図9より、1回目では、P4 スタート時に「前に40歩進む」という指示が出た。40歩歩いた時点で、目的地の手前3.4[m]、目的地に向かって左に0.5[m]離れた位置にいたことが示されている。この時、システムは「前へ7歩進む」という指示を行ったところ行き過ぎたため、「後ろへ一歩戻る」指示を行い、目的地に到達させている。

以上のように、全ての被験者、全ての試行において、適切なタイミングで適切な指示を行った結果、目的地に到達できている。

### 3. 終わりに

誘導システムを開発し、模擬状態で実験を実施した場合はあったものの、歩行者の目的地までの誘導を実現させることはできた。ただし、申請時の実施予定に対して以下の点を実現できていない。

- (a) 階段等の段差のある状況でも距離計測を行うこと
- (b) 地磁気センサで身体の向きを測ること
- (c) GPS の位置データにより現在位置を特定すること
- (d) 視覚障害者による歩行実験の実施

現在もこれらの点について研究を遂行中であり、今年度中に研究成果を発表したいと考えている。

### 謝辞

本研究課題実施の機会を与えてくださった中山科学振興財団の皆さまに感謝致します。