

201224048A

厚生労働科学研究費補助金

障害者対策総合研究事業（感覚器障害分野）

白杖歩行・盲導犬歩行・同行援護歩行に対応した

マルチモーダル情報処理技術に基づく

訓練と評価の循環支援

平成24年度 総括研究報告書

研究代表者 蔵田 武志

平成 25（2013）年 5 月

目次

I. 厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業（感覚器障害分野）） 総括研究報告書	2
白杖歩行・盲導犬歩行・同行援護歩行に対応した	2
マルチモーダル情報処理技術に基づく訓練と評価の循環支援 研究代表者 蔵田 武志 産業技術総合研究所 研究チーム長	
II. 厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業（感覚器障害分野）） 分担研究報告書	6
1. 音声ナビを用いた白杖歩行・盲導犬歩行実験	6
研究分担者 石川 准 静岡県立大学 教授 関 喜一 産業技術総合研究所 主任研究員 研究代表者 蔵田 武志 産業技術総合研究所 研究チーム長	
2. 歩行者デッドレコニング技術による歩行計測	11
研究分担者 興梠 正克 産業技術総合研究所 研究員 研究代表者 蔵田 武志 産業技術総合研究所 研究チーム長	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	14
IV. 研究成果の刊行物・別刷	15

I. 厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業（感覚器障害分野））

総括研究報告書

白杖歩行・盲導犬歩行・同行援護歩行に対応した

マルチモーダル情報処理技術に基づく訓練と評価の循環支援

研究代表者 蔵田 武志 産業技術総合研究所 研究チーム長

研究要旨

視覚障害者の歩行訓練現場では、同行援護の施行や歩行者ナビのプラットフォームとなるスマートフォンの普及等、取り巻く環境の変化への対応が求められている。また、歩行訓練効果の継続的な定量評価が十分ではないため、個々人に適した訓練プログラム提供には限界があるだけでなく、訓練士自体のスキル評価も難しいと言わざるを得ない。さらに、実践に近い歩行訓練の安全性や効率を上げていくことも望まれている。これらの課題や問題は決して独立ではないため、戦略的に取り組むことにより複数の課題解決に同時に寄与できると考えられる。

そこで本研究では、歩行者ナビと仮想歩行訓練技術に基づくシステムを歩行訓練プログラムに組み込み、白杖歩行・盲導犬歩行・同行援護歩行を対象とした実証的取り組みを進める。まず、タッチパネル、振動、音声ガイドによる視覚障害者向けインタフェースと屋内外測位を特徴とする歩行者ナビシステムを開発し訓練プログラムに導入する。当該インタフェース、エコロケーションVR、屋内外測位等の技術を統合した仮想歩行システムも開発し同様に訓練に導入する。仮想歩行訓練に関しては仮想ドロップオフ訓練の実現も目指す。歩行者ナビの訓練への導入は、視覚障害者への歩行者ナビ普及に対して訓練現場が迅速に対応できるようにする、仮想歩行技術の訓練への導入は、より安全で効果的な訓練を高頻度で提供できるようにする、という点で意義深いものである。

各システムを訓練に導入するもう1つの利点は、システム利用履歴が活用可能になるということである。そこで、その履歴に基づいて訓練の進捗や効果の定量評価を支援するための技術開発を行う。さらに、技術、訓練プログラム、及び評価情報の循環に関する効果検証とそれらの改良を訓練現場との密な連携や被験者実験を通じて推し進める。

これらの取り組みは、訓練の効率向上、機会増加、安全性向上、訓練効果の指標化によるモチベーション向上、個々人に効果的なプログラム策定等に寄与することが期待できる。長期的視野に立てば、視覚障害者の自立と社会参加の促進、訓練の客観評価に基づく訓練士の地位向上にも貢献可能であると考えられる。なお、当該事業年度は、訓練現場への技術導入に関するインパクト予備評価を行うと共に、視覚障害者向けナビシステム開発、仮想歩行技術統合、及びそれらを組み込んだ訓練プログラムの開発に取り組む。

研究分担者

関 喜一・産業技術総合研究所・主任研究員
興梠正克・産業技術総合研究所・研究員
石川 准・静岡県立大学・教授

視覚障害者に適したインタフェースが搭載されれば、その視覚障害者への普及も現実味を帯びる。また、同行援護が施行され、ガイドヘルパによる外出支援が促進される見込みである。このように、視覚障害者の外出歩行を取り巻く環境が大きく変化することが想定されるが、視覚障害者の外出歩行自体や、歩行訓練現場もこの変化に適応していく必要がある。

A. 研究目的

スマートフォンの普及により健常者の歩行者ナビ利用が国内外で一般的になりつつあるが、

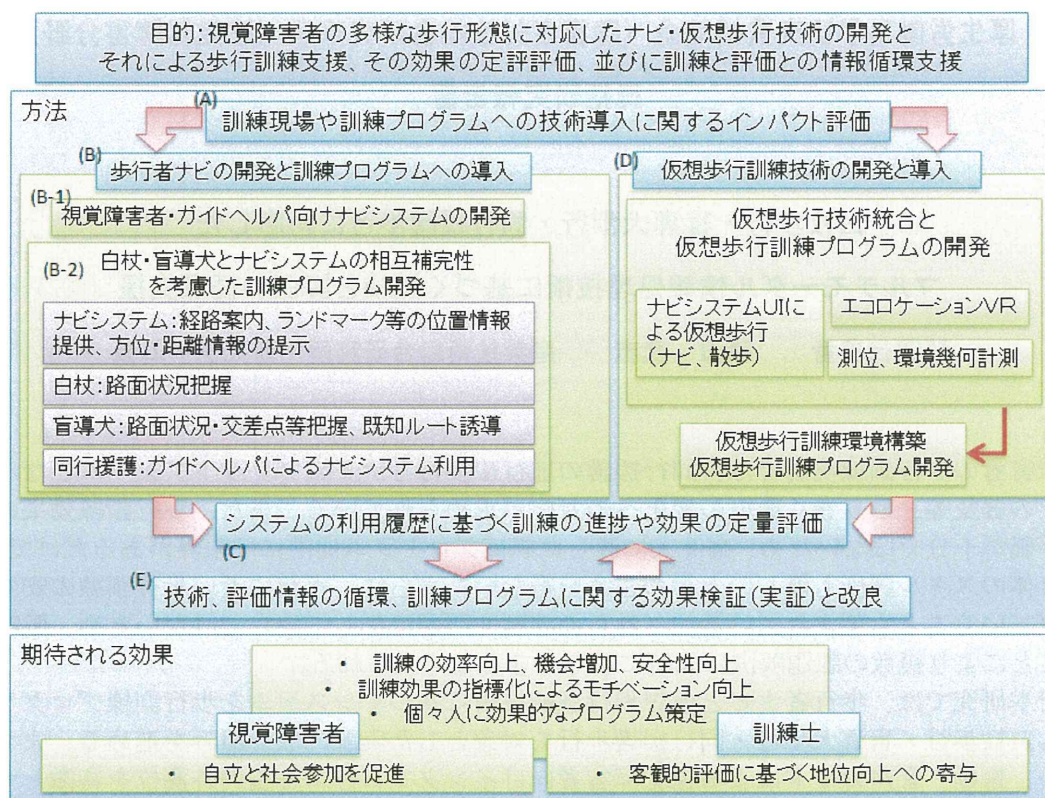


図 1: 本課題の流れ図

また、歩行訓練効果の継続的な定量評価が不十分であるため、歩行スキルに応じた歩行者ナビからの情報提供や訓練プログラム提供には限界があり、訓練士自体のスキル評価も難しい。さらに、実践に近い歩行訓練の安全性や効率を上げることも望まれている。これらの課題は決して独立ではないため、戦略的な取り組みにより複数の課題解決に同時に寄与することができる。

本研究の目的は、視覚障害者の多様な形態の歩行やその訓練を支援しつつ、訓練効果の定評評価、並びに訓練と評価との間での情報循環支援を実現し、上述の各問題の解決もしくは軽減に寄与することである。

この研究目標を達成するため、本研究では、歩行者ナビと仮想歩行訓練技術に基づくシステムを歩行訓練プログラムに組み込み、白杖歩行・盲導犬歩行を対象とした実証的取り組みを進める。同行援護については、訓練に直接組み込むのではなく、ガイドヘルパ向けナビシステムを用いて同行援護で歩行したルートを、視覚障害者が単独で後日歩行することの支援を、シ

ステム UI やその履歴等により支援することを目指す。

そのためにまず、歩行履歴記録、音声ガイド、振動による視覚障害者向けインタフェースと屋内外測位を特徴とする歩行者ナビシステムを開発し、歩行実験を進めながら、定量評価指標を設計し、訓練プログラムに導入する。当該システム、エコロケーションVR等の技術を統合した仮想歩行システムも開発し訓練に導入する。歩行者ナビの訓練への導入は、視覚障害者への歩行者ナビ普及に対して訓練現場が迅速に対応できるようにする、仮想歩行技術の導入は、より安全でかつ実環境に近い状況での効果的な訓練を提供できるようにする、という点で意義深いものである。

各システムの訓練への導入は、システム利用履歴が活用可能になるという別の利点ももたらず。そこで、上述の評価指標設計含め、履歴に基づいて訓練の進捗や効果の定量評価の循環を支援するための技術開発を行う。さらに、技術、訓練プログラム、及び評価情報循環に関する効果検証とそれらの改良を訓練現場との連携や被

験者実験を通じて推し進める。図 1 は本課題の進め方を示した流れ図である。

B. 研究方法

歩行は、オリエンテーション（定位）とモビリティ（移動）から成り立っており、O&M と呼ばれている。オリエンテーションには、地理的操作（ルート作成、行動計画）、環境（空間）認知という要素があり、モビリティには、路面状況や安全面の把握、身体制御、障害物回避等の要素がある。

H24 年度のフィジビリティスタディでは、「歩行者ナビの訓練プログラムの、訓練の進捗や効果の定量評価に特化した形で研究を実施する」ため、視覚障害者向け歩行者ナビ（以下、「音声ナビ」と呼ぶ）と白杖操作もしくは盲導犬との間の O&M への寄与に関する機能的な相互補完関係に対する理解を深め、訓練の進捗や効果の定量評価のための指標設計について検討した。

分担研究報告書で詳細説明をするが、既存の音声ナビ、GPS、PDR（歩行者相対測位）、心拍計、脳波計等を用いて実施した歩行実験では、白杖歩行と盲導犬歩行を対象とした。

なお、本研究遂行のための会議及び実験等の日程は以下の通りであった。

全体会議

5 月 18 日、6 月 29 日、7 月 17 日

8 月 8 日、9 月 5 日、10 月 12 日

11 月 9 日、2 月 6 日

被験者実験

9 月 19～20 日、12 月 14 日

被験者意見交換会

1 月 7 日

（倫理面への配慮）

被験者実験を行うために、臨床研究に関する倫理指針に準ずる各参画組織の倫理審査の申請（産業技術総合研究所の人間工学実験計画申請、ならびに、静岡県立大学の研究倫理審査申請）を行い、それぞれ承認を受けた。実際の被験者実験においては、それらの申請内容に沿って、倫理面等に関するすべての事項を厳格に遵守した。

C. 研究結果

相互補完関係については、白杖歩行の場合のモビリティ確保の負荷や環境・反射音の寄与が盲導犬のそれらよりも高いため、音声ナビ使用の認知的負荷も高いことがインタビューで確認された。

正確性については、歩行軌跡と設定ルートとの差を GPS 及び PDR により計測し、PDRの方がより正確であった（長距離では両者の連携が必要）。

歩行時間の 40% で音声案内がなされたが、案内直後の不規則動作が 2.8 回/分（それ以外：0.6 回/分）となり、音声ナビがモビリティに負の寄与をした。

能率性については、白杖歩行で約 3km/h、盲導犬歩行で約 4km/h の平均速度であり、どちらも能率的であったと言える。

脳波からは、「自信有歩行」の方が「自信無歩行」よりもリラックス度は高く集中度は低いという結果が得られた。心拍について特徴的な結果は得られなかった。

訓練の進捗や効果の定量評価に向けて、正確性（局所・大局）、能率性（局所・大局）、不安指数、安全（適切）歩行指標、地理リテラシーに関する指標設計を進めているが、実験から、その多くに開発システムが寄与できることが確認された。さらに、「触軌跡」による訓練生へのフィードバックが有効であることも示唆された。

視覚障害者向けナビシステムの開発において、PDR、GPS、脳波履歴を記録可能なアンドロイド端末向けソフトウェアを開発した。

D. 考察

相互補完関係についてであるが、先に述べたように、白杖歩行の場合のモビリティ確保の負荷や環境・反射音の寄与が盲導犬のそれらよりも高いため、音声ナビ使用の認知的負荷も高いことが確認された。一方、盲導犬歩行の方がモビリティのための認知的負荷が相対的に低く、音声ナビを扱うための認知心理的余裕が大きいと考えられる。

また、音声案内直後の不規則動作の頻度の多さから、音声ナビがモビリティの正確性（局所）に負の寄与をしたことが示された。これらの考察をまとめたものを表 1 に示す。

なお、今回、不規則動作は目視で確認したが、今後は PDR で自動計測する計画である。また、今回のように比較的短距離（200~250m 程度）

の場合、触地図や補足説明による設定ルートの事前把握のみでも、歩行中に設定ルートを記憶し続けることが比較的容易であった。そのため、より長距離で複雑なルートでの歩行訓練を設定することにより、音声ナビや触地図の効果と限界について明確にしていく必要がある。

表 1: 音声ナビと白杖、盲導犬との関係 (O&M、音声ナビ利用の認知的負荷)

	オリエンテーション 支援	モビリティ 支援	音声ナビ利用の 認知的負荷の 許容度
音声ナビ	高い	低い (負の寄与あり)	
白杖	N/A	高い	比較的低い
盲導犬	低い	高い	比較的高い

歩行の評価指標の設計に関しては、以下のようなものを検討しているが、(5)以外は本実験で得られた知見に基づいて歩行時データから概ね定量化できる見通しである。

- (1a) 正確性 (局所) : 歩行の偏軌量を計測
- (1b) 正確性 (大局) : 道順がルート通りかを計測
- (2) 安全性 : 不規則動作の頻度計測 (特に音声案内直後)
- (3a) 能率性 (局所) : 歩幅や歩行速度
- (3b) 能率性 (大局) : 設定ルート所要時間
- (4) 不安 : リラックス度やストレスを計測
- (5) 地理リテラシー : 街と街の位置関係、主要道路についての理解、主要施設の場所や位置関係などに関する問題を出題するなどして指標化

E. 結論

本実験により、音声ナビと白杖歩行・盲導犬歩行との組み合わせについての理解が深まり、携帯・装着型装置で得られたデータから歩行状況の定量評価につながる指標がある程度得られることがわかった。

システムの利用履歴に基づく訓練の進捗や効果の定量評価(図 1-C)において、音声ナビと白杖もしくは盲導犬の相互補完関係、正確性、能率性、心理(脳波)に関する結果が得られた(イ

ンパクト予備評価(図 1-A)とも関連)。それらに基づき、今後は、正確性(局所・大局)、能率性(局所・大局)、不安指数、安全(適切)歩行指標、地理リテラシーに関する指標設計を進める。訓練プログラム開発(図 1-B-2)においては、指標をどのように訓練生や訓練士にフィードバックするかを検討し、訓練生へのフィードバックが有効であることが示唆された「触軌跡」を含め、H25 年度も情報循環支援を視覚障害者・訓練士・訓練現場との連携により設計する。

今後は、歩行状況履歴を記録する機能を有する音声ナビをスマートフォンベースで開発し、触地図、触軌跡も活用しながら、歩行に関する評価指標を継続的に訓練士や訓練生に提供できる仕組みについて検討を進めたい。

また、繰り返しになるが、実験では安全性を確保する必要があるため、心拍に差が出なかった可能性がある。将来的には、バーチャルリアリティ技術によって現実に近い状況を再現できるような訓練環境を構築することも検討課題としたい。

F. 健康危険情報 特になし。

G. 研究発表 1. 論文発表 なし

2. 学会発表
蔵田武志、関喜一、興梠正克、石川准、音声ナビを用いた白杖歩行・盲導犬歩行の訓練支援に向けて、第 38 回感覚代行シンポジウム、pp.1-4 (2012)

蔵田武志、関喜一、興梠正克、石川准、白杖歩行と盲導犬歩行における音声ナビと触図の役割 ～歩行訓練支援に向けて～、信学技報 MVE2012-96, vol.112, No.474, PP.5-10 (2013)

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。) 特になし。

II. 厚生労働科学研究費補助金（障害者対策総合研究事業（感覚器障害分野））

分担研究報告書

1. 音声ナビを用いた白杖歩行・盲導犬歩行実験

研究分担者 石川 准 静岡県立大学 教授
関 喜一 産業技術総合研究所 主任研究員
研究代表者 蔵田 武志 産業技術総合研究所 研究チーム長

研究要旨

音声ナビと白杖操作もしくは盲導犬とは機能的に相互補完関係にある。音声ナビと白杖歩行や盲導犬歩行との組み合わせがどの作用し、歩行訓練支援につながるようなデータが、音声ナビやその他の携帯・装着型装置から歩行中にどの程度得られるのかを把握するために、音声ナビ、心拍計、脳波計、測位センサを用いた歩行実験を実施した。本報告では、本歩行実験とその結果の解析状況について報告する。

A. 研究目的

本プロジェクトでは、視覚障害者の多様な歩行形態に対応した歩行訓練を歩行者ナビの普及・導入の流れに沿って支援し、訓練効果の定量評価、並びに訓練と評価との間での情報循環支援を実現することを目的として研究を進めている。本報告書では、目的達成の第一ステップとして行った白杖歩行、盲導犬歩行の2つの歩行形態を対象とした視覚障害者向け歩行者ナビ（以下、「音声ナビ」と呼ぶ）を用いた歩行実験について報告する。

B. 研究方法

総括研究報告書の繰り返しになるが、歩行は、オリエンテーション（定位）とモビリティ（移動）から成り立っており、O&M と呼ばれている。オリエンテーションには、地理的操作（ルート作成、行動計画）、環境（空間）認知という要素があり、モビリティには、路面状況や安全面の把握、身体制御、障害物回避等の要素がある。

音声ナビは、未知経路案内、方位・距離情報の提示、地図検索等の機能を備え、主にオリエンテーションに対して貢献する。白杖歩行の場合、白杖操作は、路面状況把握に有効であり、言うまでもなくモビリティに寄与しているため、オリエンテーションに寄与する音声ナビとは機能的に相互補完的な関係にある。一方、盲導犬

は路面状況の把握だけではなく、交差点や建物の入口等の把握、既知経路誘導等の役割を担っている。オリエンテーションにもある程度の寄与をしつつ、やはりモビリティに対する寄与が大きい。未知の経路誘導という機能面も含め音声ナビと盲導犬も相互補完的な関係にある。

音声ナビと白杖歩行・盲導犬歩行の間にはこのような定性的な関係があるが、音声ナビを用いた白杖歩行や、音声ナビを用いた盲導犬歩行が、そもそもどのように行われるのか、訓練効果の定量評価や訓練と評価との間での情報循環支援につながるようなデータが、音声ナビやその他の携帯・装着型装置から歩行中にどの程度得られるのか、といったことは十分に把握されていない。そこで、本プロジェクトでは、音声ナビや心拍計、脳波計等を用いた歩行実験を白杖歩行、盲導犬歩行の2つの歩行形態に対して実施した。

以下、実験装置、被験者、設定ルート、実験手順について紹介する。

装置：

音声ナビには、トーキング GPS 携帯端末トレッカーブリーズ（エクストラ社、Humanware社）を用いた（図1）。産総研敷地内の地図情報が存在していなかったため、事前に手動でルート登録をした。実験中は、そのルート情報に用いたルートガイダンス機能により、次の案内ま

での距離と方位（絶対方位：東西南北、相対方位：何時の方向）、ルートに沿っているか外れているか、ランドマークや目的地情報等についての音声案内を被験者に提供した。

また、被験者は、音声ナビの他に、GPSによる絶対測位、PDR（歩行者デッドレコニングによる相対測位、心拍、脳波の各データを得るために、下記の装置を携帯・装着した。

(1) 脳波計：B-Bridge 社製 B3 Band（頭部に装着。データロガーとして Android タブレットをバックパックで携帯）

(2) 心拍計、GPS：POLAR 社製 RS800CX N GPS（心拍計測トランスミッターを胸部に装着。GPS トランスミッターをバックパックで携帯。心拍及び GPS データのレシーバ兼ロガーを腕に装着）

(3) PDR：SAMSUNG 社製 GALAXY S II（腰部に装着。加速度、ジャイロ、磁気センサを用いた PDR により相対測位）

被験者：

視覚障害者 6 名

全盲 5 名、重度の弱視 1 名

白杖歩行 4 名、盲導犬歩行 2 名（図 2、3）

設定ルート：

同じ被験者が複数回試行をする際にルート覚えてしまわないように複数のルートを用意した。また、運動負荷をそらせるために各ルートの距離は約 210~250m に設定された。

手順：

まず、実験の趣旨や装着・携帯する装置類について説明し、被験者から同意を得る。次に、音声ナビの操作方法の説明と練習、及び、装置類の装着等の実験準備を行う。その後、以下から成る「試行」を一被験者あたり、2、もしくは 3 回繰り返す。

(1) 触地図による設定ルートの事前把握（被験者の質問に対しての口頭での補足あり）（図 4）

(2) 音声ナビを用いた白杖歩行、もしくは音声ナビを用いた盲導犬歩行

(3) インタビュー

なお、主に心拍の参考値を得る為、最後の試行では、設定ルートを歩行した後、少し休憩し、同じルートの復路（逆ルート）を手引きにより歩行してから、インタビューを受ける。

被験者の行動、発話、ナビの音声案内を書き起こし、それらに基づいて主観的に被験者の時間ごとの状況をラベル付した。ラベルとしては、歩行（自信有）、歩行（自信無）、状況確認、スタッフによる安全確保情報提供、スタッフによる路面状況提供を用いた。



図 1：トーキング GPS（トレッカーブリーズ）



図 2：白杖歩行での実験の様子



図 3：盲導犬歩行での実験の様子

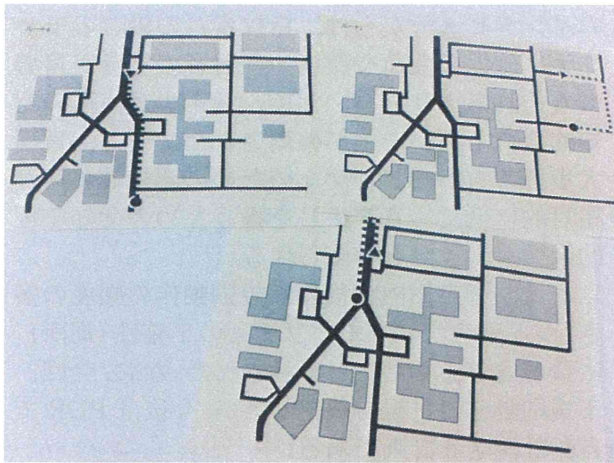


図 4：歩行前に設定された歩行ルート把握するために用いた触地図（建物[多角形]，道路[実線]，設定ルート[点線]，始点[三角印]，終点[丸印]）

C. 研究結果

上記に述べた実験条件で得られた実験結果のうち、まず、歩行の評価指標に関する結果を以下に示す。

正確性について：

歩行（自信有）、歩行（自信無）の各状態で、ルート追従に失敗していた時間割合を確認した。その結果、歩行（自信有）で 0%，歩行（自信無）で 29%であった。

安全性について：

不規則動作（急な歩行速度や進行方向の変更）回数を確認した。その結果、

(1) 音声案内直後の不規則動作頻度 2.8 回/分

(2) 他の状況での不規則動作頻度 0.6 回/分

となった。なお、歩行中の 4 割程度の時間において、何等かの音声案内がなされている。

能率性について：

平均時速を、使用ルート、試行回数が同条件だった白杖歩行の 2 名と盲導犬歩行の 2 名とでそれぞれ算出したところ、

(1) 白杖歩行の 2 名 約 3km/h

(2) 盲導犬歩行の 2 名 約 4km/h

であった。これは途中で足を止めて進行方向を確認するなどの状況も含んだものであり、どちらもある程度能率的であったといえる。

不安・ストレス：

脳波については、歩行（自信有）と歩行（自信無）の両方の状態が存在している 11 試行について、集中指標（集中度の平均値）に関しては、歩行（自信有）よりも歩行（自信無）の方が高く（11 試行，100%），リラックス指標（リラックス度の平均値）に関しては、歩行（自信無）よりも歩行（自信有）の方が高い（9 試行，82%）という結果が得られた。

なお、心拍については、SPR (Stress Pulse Ratio) を含め、特徴的な結果は今のところ得られていない。後日実施した被験者 1 名での追実験でも、脳波、心拍の傾向は同様であった。

インタビュー：

各歩行後のインタビュー、及び後日の意見交換会等で得られたコメントの要約を以下に示す。

（実験全般）

- ・スタートでスタッフが体の向きを進行方向に向けてくれた。スタートの向きが得られるということはとても重要なので、この設定がよかったかどうか。
- ・モビリティが保証されているので不安はない。

（音声ナビ）

- ・スタートがルート上ではないという音声案内。しばらく歩くと OK だった。
- ・スタートで音声案内による方位が逆だった。途中の音声案内による方位も感覚と違う場合があった。
- ・音声案内では道の右側・左側の区別がない。
- ・横断歩道、ポール、段差等のランドマークの案内は有効。多すぎると混乱。
- ・目的地（周辺）に着いたことを知ることができる。
- ・まっすぐでいいのに、11 時という方向に向かってくださいなどと言われる。
- ・顔の高さの障害物を言ってほしい。

- ・距離情報しか使わなかった
- ・音声ナビをあまり信用しない。
- ・自分と音声案内のどちらを信じる？
- ・音声ナビの癖（GPS の特性、ルート案内のタイミング等）を知っているかどうかで、使い方が変わる。

（音声ナビと白杖歩行）

- ・突き当たってよいかどうか分かるよ。
- ・Y 字路や直角でないところ（道なり）で迷った。
- ・音声案内を聞きながら歩くというのは案外難しい。
- ・周囲の音が聞きづらくなる。不得意。ダブルタスク。
- ・音声案内を聞くストレスがあった。聞いた分のベネフィットが得られると思えるかがポイント。

（音声ナビと盲導犬歩行）

- ・盲導犬だと速く歩けるからランドマークをもっと手前で言ってほしい。
- ・交差点は気にするがカーブ（道なり）は気にしない。
- ・触地図、音声ナビ、盲導犬のすり合わせが必要

（触地図）

- ・事前把握で用いた触地図が強力に作用した。その分、記憶に頼り、音声ナビにあまり頼らない場面もあった。
- ・触地図による記憶が間違っていたこともあった。
- ・触地図は苦手（触覚的な面、方位の把握に関して）。
- ・触地図の縮尺と実尺の対応は取りづらい。

D. 考察

ここでは、音声ナビと白杖操作もしくは盲導犬との O&M に関する相互補完関係、不安・ストレス・心拍、脳波計装着、訓練生へのフィードバックに関する考察を述べる。

相互補完関係：

まず、相互補完関係についてであるが、上述

のインタビューからは、白杖歩行の場合のモビリティ確保の負荷や環境・反射音の寄与が盲導犬のそれらよりも高いため、音声ナビ使用の認知的負荷も高いことが確認された。一方、盲導犬歩行の方がモビリティのための認知的負荷が相対的に低く、音声ナビを扱うための認知心理的余裕が大きいと考えられる。

また、音声案内直後の不規則動作の頻度の多さから、音声ナビがモビリティの正確性（局所）に負の寄与をしたことが示された。なお、今回、不規則動作は目視で確認したが、今後は PDR で自動計測する計画である。

不安・ストレス・心拍：

被験者の歩行状況、ルート追従の正しさ、脳波からは、自信を持って歩行している時はよりリラックスし、自信なく歩行しているときは実際にルートから外れている場合も多く、正しいルートに戻るためにより集中していたと解釈できる（ただし、サンプル数が十分ではなく、検定も行っていない）。

心拍から特徴的な結果が得られなかった点については、実験では倫理上、安全性を確保する必要があることが、その理由の 1 つとしてあげられる。そのため、バーチャルリアリティ技術によって現実に近い状況を再現できるような訓練環境を構築し、仮想的に安全とは言えない状況を再現して訓練することが必要かもしれない。

また、歩行が順調に行われている時は歩行速度が高めであり、それが運動負荷の増加につながり、ストレスが少ない状況にも関わらず心拍を上昇させた可能性がある。そのため、歩行速度や高低差等の情報を用いて運動負荷を割り出し、それに基づいて心拍を正規化した上で SPR を算出することを検討してもよいかもしれない。

脳波計装着：

頭部への脳波計装着は、現状では被験者（訓練生）の外観への影響があるため、より自然なデザインにする、心拍や PDR 等の他の手段で心理状態を推定するなどの検討が必要である。

触軌跡：

各被験者には、実験から数週間経った後に図5に示すような触地図（以下、触軌跡と呼ぶ）を提示した。歩行速度やルート追従の正確さなどを数値で伝えることは可能であるが、マイクロに結果を確認することは難しい。インタビューの結果、触軌跡によって、どこでどの程度歩行の偏軌が起こったのかを直感的に知ることができるといった意見が得られたため、今後、歩行訓練結果の訓練生へのフィードバック手段として検討することとする。

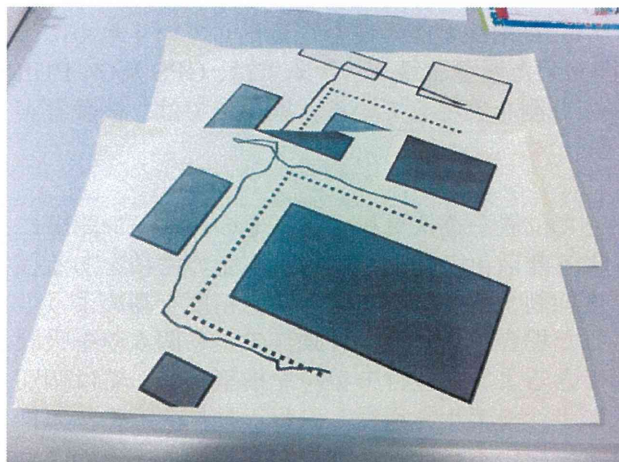


図5：歩行訓練結果の訓練生へのフィードバック手段として検討中の触軌跡（建物，設定されたルート，PDRで計測した歩行軌跡を提示）

E. 結論

本実験により、音声ナビと白杖歩行・盲導犬歩行との組み合わせについての理解が深まり、携帯・装着型装置で得られたデータから歩行状況の定量評価につながる指標がある程度得られることがわかった。

今後は、歩行状況履歴を記録する機能を有する音声ナビをスマートフォンベースで開発し、触地図、触軌跡も活用しながら、歩行に関する評価指標を継続的に訓練士や訓練生に提供できる仕組みについて検討を進めたい。

分担研究報告書

2. 歩行者デッドレコニング技術による歩行計測

研究分担者 興相 正克 産業技術総合研究所 研究員

研究代表者 蔵田 武志 産業技術総合研究所 研究チーム長

研究要旨

測位や歩行動作の計測技術は、歩行の評価指標のうち、正確性と能率性を定量化していくために、非常に重要な役割を担っている。本プロジェクトで開発した履歴記録システムでは、GPS 及び、PDR（歩行者デッドレコニング）により、測位と歩行動作の計測を実現している。本報告では、被験者実験で得られた PDR 履歴の分析結果について報告する。

A. 研究目的

総括研究報告書でも述べた歩行の評価指標のうち、正確性と能率性を定量化していくために、本プロジェクトでは、GPS だけではなく、PDR（歩行者デッドレコニング）を用いて測位と歩行動作の計測を実現することで、よりミクロな歩行の計測の実現し、歩行の評価指標を精緻化していくことを目的の1つとしている。また、PDR を用いることで、屋内での歩行評価も視野に入れることが可能となる。本稿では、被験者実験で得られた PDR 履歴の分析結果について報告する。

B. 研究方法

まず、PDR について概説する。図 1 は PDR の概略であるが、基本的には、装着型自蔵センサ群（加速度、角速度、磁気、気圧等）のセンサ情報に基づく自蔵航法の1種である。自蔵航法には、対象がヒトかどうかに関わらず適用できる加速度の二重積分に基づく方法（INS: Inertial Navigation System）と、歩行者用の自蔵航法である PDR とに分類される。前者の INS は対象を選ばないが、高精度なセンサシステムを利用する必要があり、そうでない場合、短時間で誤差が蓄積してしまうという問題を持つ。PDR は、加速度・角速度の時系列パターンを認識して、歩幅（歩行速度）を推定し積算するこ

とで位置を逐次更新する。そのパターン認識による離散化の効果により、誤差の蓄積をある程度抑制することができるが、精度を高めようとした場合、多様な歩行動作の差や個人差を吸収できるように歩行モデルを構築、もしくは個別に歩行モデルを獲得し、歩行動作認識や歩幅推定に用いる必要がある。本実験では、そのような校正作業を個々の被験者ごとに行った。

また、PDR では、重力方向、角速度、地磁気情報をカルマンフィルタ等で組み合わせることで、ジャイロのドリフト、磁場の歪みや外乱要因などの各センサの欠点を補償しながら、方位情報についても逐次更新する。

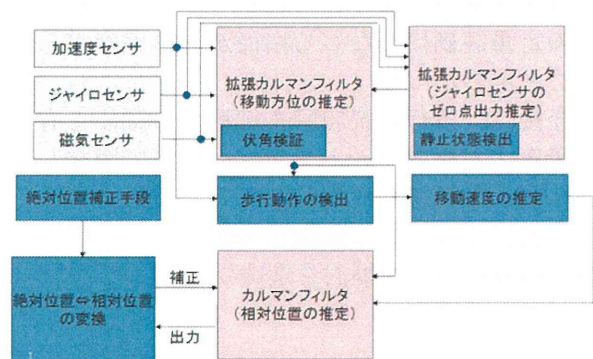


図 1 : PDR の概略

本研究では、PDR、GPS、脳波履歴を記録可能なAndroid端末向けソフトウェアを開発している。ただし、被験者実験時は、PDR、GPS、脳波の履歴記録装置はそれぞれ独立して動作していた。各被験者は、PDRをインストールした携帯端末（SAMSUNG社製 GALAXY S II）を被験者の腰部に装着することでPDR履歴を取得した。参考までに分担研究報告書 II-1 でも述べた携帯・装着装置の概略を図2に示す。



図2：被験者が携帯・装着した装置の概略

C. 研究結果

図3~5は、実際の歩行が設定ルートに沿っていたある試行におけるGPS及びPDRによる歩行軌跡の計測結果の比較例である。これらの場合、明らかにPDRで得られた軌跡の方が、GPSから得られた軌跡よりも設定ルートに近いことがわかる。これは他のデータでも概ね似た傾向の結果となった。ただし、前述の通り、PDRの場合、個人個人の歩行パラメータを与える必要がある。また、相対測位手段であることから、初期絶対位置と初期方位を与える必要もある。本実験で得られた各軌跡を用いてPDRの性能を評価したところ、測位誤差は約3~4m、歩行速度の誤差は10~20%程度であった。試行ごとの平均測位誤差、及びサンプル区間ごとの歩行速度誤差を、それぞれ図6,7に示す。

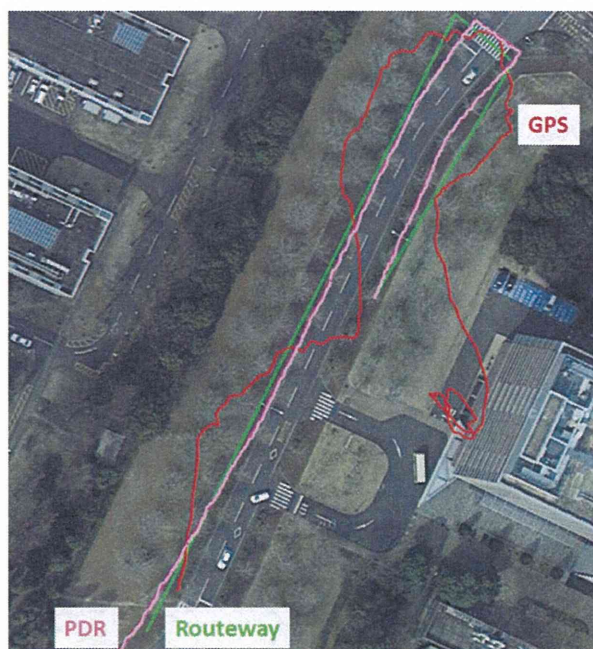


図3：設定ルート（黄緑）、GPSで計測した歩行軌跡（赤）、PDRで計測した歩行軌跡（紫）

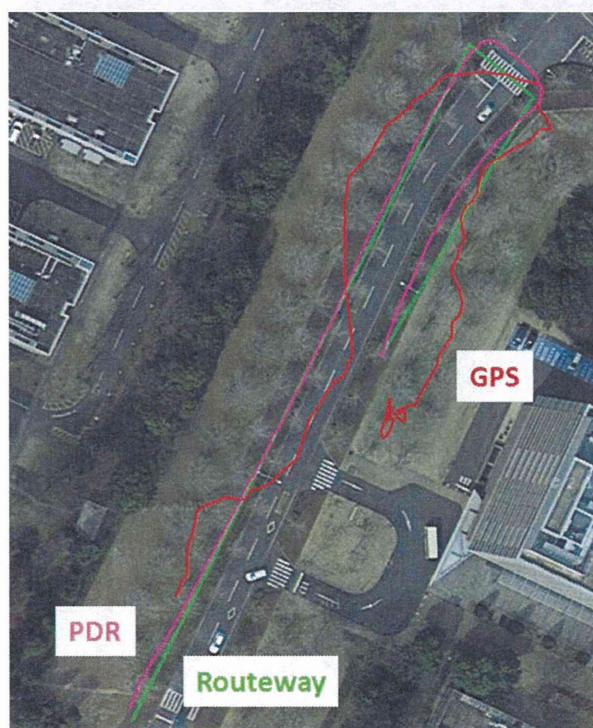


図4：設定ルート（黄緑）、GPSで計測した歩行軌跡（赤）、PDRで計測した歩行軌跡（紫）

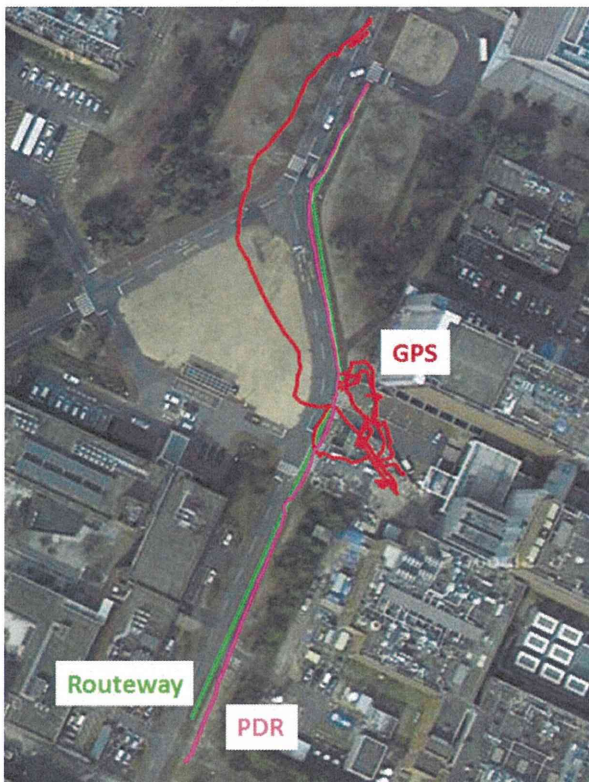


図 5 : 設定ルート (黄緑), GPS で計測した歩行軌跡 (赤), PDR で計測した歩行軌跡 (紫)

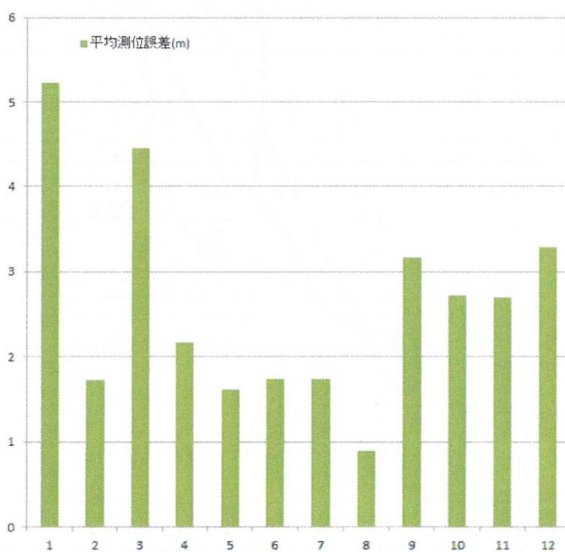


図 6 : 試行ごとの平均測位誤差 (横軸 : 試行 ID、縦軸 : 平均測位誤差[m])

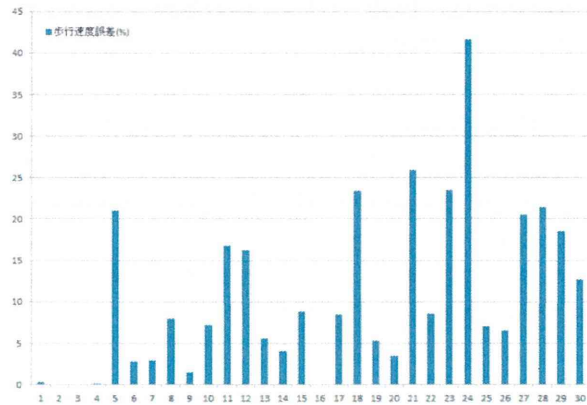


図 7 : サンプル区間ごとの歩行速度誤差 (横軸 : サンプル区間 ID、縦軸 : 歩行速度誤差 [%])

D. 考察

GPS よりも PDR の方が、測位誤差が小さいというだけではなく、得られた軌跡を用いて歩行偏軌 (Veering) の評価をしやすいということが、軌跡を可視化、さらには触軌跡にすることにより確認された。ただし、PDR での計測では誤差の蓄積を避けることができないため、長距離では PDR と GPS 等と連携が必要となる。

歩行指標のうちの能率性の一要因として、歩行速度を 10~20% の誤差で PDR から取得することができた。各サンプル区間としては、比較的一定した速度で歩行していた 20 秒弱~2 分程度の区間を用いたが、それに類する時間長で歩行速度を指標として用いる場合、前述の誤差が許容できるのであれば、本システムは適用可能であるということが言える。

E. 結論

本実験により、コンシューマ (Android スマートフォン) に実装した PDR によって、測位、及び歩行動作 (今回は、歩数、歩行速度[歩幅]) が計測可能であり、その結果は歩行評価指標に活用可能であることを示すことができた。センサの校正などの課題はあるが、PDR を用いることで、屋内での歩行評価できるため、今後は、屋内から屋外またはその逆のルートによる歩行履歴取得に取り組むことも検討してもよいであろう。それにより、より現実的なルート設定での歩行実験や歩行訓練の道が開けてくると考えられる。

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
蔵田武志、関喜一、興梠正克、石川准	音声ナビを用いた白杖歩行・盲導犬歩行の訓練支援に向けて	第38回感覚代行シンポジウム論文集		1-4	2012
蔵田武志、関喜一、興梠正克、石川准	白杖歩行と盲導犬歩行における音声ナビと触図の役割 ～歩行訓練支援に向けて～	電子情報通信学会技術研究報告(信学技報)	Vol.112,	5-10	2013
			No.474		

IV. 研究成果の刊行物・別刷

音声ナビを用いた白杖歩行・盲導犬歩行の訓練支援に向けて

蔵田武志^{1,2} 関喜一¹ 興梠正克¹ 石川准³¹産業技術総合研究所 ²筑波大学 ³静岡県立大学

E-mail: t.kurata@aist.go.jp

あらまし 音声ナビと白杖操作もしくは盲導犬とは機能的に相互補完関係にある。音声ナビと白杖歩行や盲導犬歩行との組み合わせがどの作用し、歩行訓練支援につながるようなデータが、音声ナビやその他の携帯・装着型装置から歩行中にどの程度得られるのかを把握するために、音声ナビ、心拍計、脳波計、測位センサを用いた歩行実験を実施した。本稿では、本歩行実験とその結果の解析状況について概略する。

Towards Training Support of Orientation and Mobility with a Long Cane,
Guide Dog and Talking Navigation AidTakeshi KURATA^{1,2}, Yoshikazu SEKI¹, Masakatsu KOUROGI¹ and Jun ISHIKAWA³¹AIIST ²University of Tsukuba ³University of Shizuoka

Abstract There is a functionally complementary relationship between a talking navigation aid and long cane or guide dog. In order not only to figure out how such combinations work but to investigate how much data for training support of orientation and mobility from mobile/wearable devices including a talking navigation aid, we conducted an experiment on orientation and mobility using a talking navigation aid, heart rate monitor, EEG headset, and positioning sensors. This paper reports on the experiment and the intermediate results.

1. はじめに

スマートフォンの普及により健常者の歩行者ナビアプリ利用が国内外で一般的になりつつあるが、視覚障害者に適したインタフェースが搭載されれば、その視覚障害者への普及も現実味を帯びる[1]。また、同行援護が施行され、ガイドヘルパによる視覚障害者の外出支援が促進される見込みである。このように、視覚障害者の外出歩行を取り巻く環境が大きく変化することが想定されるが、歩行訓練カリキュラムや訓練現場もこの変化に適応していく必要がある。

そのため、厚労省科研「白杖歩行・盲導犬歩行・同行援護歩行に対応したマルチモーダル情報処理技術に基づく訓練と評価の循環支援」プロジェクトでは、視覚障害者の多様な歩行形態に対応した歩行訓練をそのような変化への適応を含めて支援し、訓練効果の定量評価、並びに訓練と評価との間での情報循環支援を実現することを目的として研究を進めている。本稿では、目的達成の第一ステップとして行った白杖歩行、盲導犬歩行の2つの歩行形態を対象とした視覚障害者向け歩行者ナビ（以下、「音声ナビ」と呼ぶ）を用いた歩行

実験について報告する。

2. 音声ナビと白杖歩行・盲導犬歩行

歩行は、オリエンテーション（定位）とモビリティ（移動）から成り立っており、O&Mと呼ばれている[2]。オリエンテーションには、地理的操作（ルート作成、行動計画）、環境（空間）認知という要素があり、モビリティには、路面状況や安全面の把握、身体制御、障害物回避等の要素がある。

音声ナビは、未知経路案内、方位・距離情報の提示、地図検索等の機能を備え、主にオリエンテーションに対して貢献する。白杖歩行の場合、白杖操作は、路面状況把握に有効であり、言うまでもなくモビリティに寄与しているため、オリエンテーションに寄与する音声ナビとは機能的に相互補完的な関係にある。一方、盲導犬は路面状況の把握だけではなく、交差点や建物の入口等の把握、既知経路誘導等の役割を担っている。オリエンテーションにもある程度の寄与をしつつ、やはりモビリティに対する寄与が大きい。未知の経路誘導という機能面も含め音声ナビと盲導犬も相互補完的

な関係にある。

音声ナビと白杖歩行・盲導犬歩行の間にはこのような定性的な関係があるが、音声ナビを用いた白杖歩行や、音声ナビを用いた盲導犬歩行が、そもそもどのように行われるのか、訓練効果の定量評価や訓練と評価との間での情報循環支援につながるようなデータが、音声ナビやその他の携帯・装着型装置から歩行中にどの程度得られるのか、といったことは十分に把握されていない。そこで、筆者らは、音声ナビや心拍計、脳波計等を用いた歩行実験を白杖歩行、盲導犬歩行の2つの歩行形態に対して実施した。



図1：トーキングGPS携帯端末トレッカーブリーズ



図2：白杖歩行での実験の様子

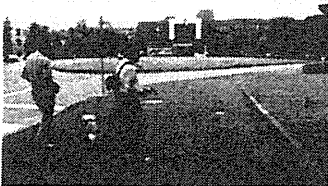


図3：盲導犬歩行での実験の様子

3. 歩行実験

以下、実験装置、被験者、設定ルート、実験手順について紹介する。

装置：音声ナビには、トーキングGPS携帯端末トレッカーブリーズ（エクストラ社、Humanware社）を用いた（図1）。産総研敷地内の地図情報が存在していなかったため、事前に手動でルート登録をした。実験中は、そのルート情報に用いたルートガイダンス機能に

より、次の案内までの距離と方位（絶対方位：東西南北、相対方位：何時の方向）、ルートに沿っているか外れているか、ランドマークや目的地情報等についての音声案内を被験者に提供した。

また、被験者は、音声ナビの他に、GPSによる絶対測位、PDR（歩行者デッドレコニング）[3]による相対測位、心拍、脳波の各データを得るために、下記の装置を携帯・装着した。

- (1) 脳波計：B-Bridge社製B3Band（頭部に装着。データロガーとしてAndroidタブレットをバックパックで携帯）
- (2) 心拍計、GPS：POLAR社製RS800CXN GPS（心拍計測トランスミッターを胸部に装着。GPSトランスミッターをバックパックで携帯。心拍及びGPSデータのレーザーバ兼ロガーを腕に装着）
- (3) PDR：SAMSUNG社製GALAXY S I（腰部に装着。加速度、ジャイロ、磁気センサを用いたPDRにより相対測位）

被験者：視覚障害者6名

全盲5名、重度の弱視1名

白杖歩行4名、盲導犬歩行2名（図2、3）

設定ルート：同じ被験者が複数回試行をする際にルートを覚えてしまわないように複数のルートを用意した。また、運動負荷をそろえるために各ルートの距離は約210-250mに設定された。

手順：まず、実験の趣旨や装着・携帯する装置類について説明し、被験者から同意を得る。次に、音声ナビの操作方法の説明と練習、及び、装置類の装着等の実験準備を行う。その後、以下から成る「試行」を一被験者あたり、2、もしくは3回繰り返す。

- (1) 触地図による設定ルートの事前把握（被験者の質問に対しての口頭での補足あり）（図4）
- (2) 音声ナビを用いた白杖歩行、もしくは音声ナビを用いた盲導犬歩行
- (3) インタビュー

なお、主に心拍の参考値を得る為、最後の試行では、設定ルートを歩行した後、少し休憩し、同じルートの復路（逆ルート）を手引きにより歩行してから、インタビューを受ける。

被験者の行動、発話、ナビの音声案内を書き起こし、それらに基づいて主観的に被験者の時間ごとの状況をラベル付した。ラベルとしては、歩行（自信者）、歩行（自信無）、状況確認、スタッフによる安全確保情報提供、スタッフによる路面状況提供を用いた。

4. 実験結果

実験結果の包括的な整理はまだ進行中であるが、こ

こでは暫定的な結果について平均歩行時間を、使用ルートの白杖歩行の2名と盲導犬歩行の2名とを比較し、白杖歩行の方が長かったという結果が得られた。白杖歩行の2名が約3km/h、盲導犬歩行の2名が約4km/hであった。

歩行（自信有）、歩行（自信無）の両方の状態が存在し、集中指標（集中度の平均値）も歩行（自信有）よりも歩行（自信無）の方が低かった。リラックス指標（リラックス度）も歩行（自信有）よりも歩行（自信無）の方が低かった。これは、特効的な結果は今のところ見られていない。図6は、実際の歩行が設定ルートにおけるGPS及びPDRの結果である。測位誤差の定量評価も明らかにPDRで得られた軌跡は設定ルートに近い軌跡よりも設定ルートに近い軌跡であった。

インタビューの要約を以下に示す。

実験全般：

- ・スタートでスタッフが体の向きを直してくれた。スタートの向きが得られなかったら、これも重要なので、この設定がよい。
- ・モビリティが保証されている。
- 音声ナビ：

- ・スタートがルート上ではないから早く歩くという指示はなかった。
- ・スタートで音声案内による方位も感覚と違った。
- ・音声案内では道の右側・左側・横断歩道、ポール、段差等の情報がなかった。
- ・多すぎると混乱。
- ・目的地（周辺）に着いたことを知らせる指示がなかった。
- ・まっすぐでいいのに、11時くらいなどと言われる。
- ・顔の高さの障害物を言っただけでは、距離情報しか使わなかった。
- ・音声ナビをあまり信用しない。
- ・自分と音声案内のどちらを信用するかの違い（GPSの特性、音声ナビの癖（GPSの特性、音声ナビの癖）等）を知っているかどうか。
- 音声ナビと白杖歩行：
- ・突き当たってよいかどうか。

難と方位（絶対方位：東西南
北）、ルートに沿っているか外
クや目的地情報等についての
した。

ナビの他に、GPSによる絶対
ドレコニング）[3]による絶対
ータを得るために、下記の装

・B3 Band（頭部に装着。デー
タブレットをバックパックで

・R社製 RS800CX N GPS（心拍
胸部に装着。GPS トランスミ
携帯。心拍及びGPSデータの
装着）

・Galaxy S I（腰部に装着。
センサを用いたPDRにより相

1名
歩行2名（図2、3）
が複数回試行をする際にルー
ーに複数のルートを用意した。
るために各ルートの距離は約

や装着・携帯する装置類に
ら同意を得る。次に、音声ナ
（音、及び、装置類の装着等
の、以下から成る「試行」を一
くは3回繰り返す。

・事前把握（被験者の質
（足あり）（図4）
杖歩行、もしくは音声ナビを

値を得る為、最後の試行では、
を、少し休憩し、同じルートの
1きにより歩行してから、イン

ナビの音声案内を書き起こし、
的に被験者の時間ごとの状況を
示しては、歩行（自信有）、歩行
スタッフによる安全確保情報提
面状況提供を用いた。

整理はまだ進行中であるが、こ

こでは暫定的な結果について報告する。

平均歩行時間を、使用ルート、試行回数と同条件だ
った白杖歩行の2名と盲導犬歩行の2名とでそれぞれ
算出したところ、白杖歩行の方が1.34倍ほど歩行時間
が長かったという結果が得られた。平均時速は、白杖
歩行の2名が約3km/h、盲導犬歩行の2名が約4km/h
であった。

歩行（自信有）、歩行（自信無）の各状態で、ルー
ト追従に失敗していた時間割合は、それぞれ0%、29%
であった。脳波については、歩行（自信有）と歩行（自
信無）の両方の状態が存在している11試行について、
集中指標（集中度の平均値）に関しては、歩行（自信
有）よりも歩行（自信無）の方が高く（11試行、100%）、
リラックス指標（リラックス度の平均値）に関しては、
歩行（自信無）よりも歩行（自信有）の方が高い（9
試行、82%）という結果が得られた。なお、心拍につ
いては、特徴的な結果は今のところ得られていない。

図6は、実際の歩行が設定ルートに沿っていたある
試行におけるGPS及びPDRによる歩行軌跡の計測結
果である。測位誤差の定量評価はまだ行っていないが、
明らかにPDRで得られた軌跡の方が、GPSから得られ
た軌跡よりも設定ルートに近いことがわかる。

インタビューの要約を以下に示す。

実験全般：

- ・スタートでスタッフが体の向きを進行方向に向けてくれた。スタートの向きが得られるということはとても重要なので、この設定がよかったかどうか。
- ・モビリティが保証されているので不安はない。

音声ナビ：

- ・スタートがルート上ではないという音声案内。しばらく歩くとOKだった。

- ・スタートで音声案内による方位が逆だった。途中の音声案内による方位も感覚と違う場合があった。

- ・音声案内では道の右側・左側の区別がない。
- ・横断歩道、ポール、段差等のランドマークの案内は有効。多すぎると混乱。

- ・目的地（周辺）に着いたことを知ることができる。
- ・まっすぐでいいのに、11時という方向に向かってくださいなどと言われる。

- ・顔の高さの障害物を言ってほしい。

- ・距離情報しか使わなかった

- ・音声ナビをあまり信用しない。

- ・自分と音声案内のどちらを信じる？

- ・音声ナビの癖（GPSの特性、ルート案内のタイミング等）を知っているかどうかで、使い方が変わる。

音声ナビと白杖歩行：

- ・突き当たってよいかどうかかわるとよい。

- ・Y字路や直角でないところ（道なり）で迷った。
- ・音声案内を聞きながら歩くというのは案外難しい。
- ・周囲の音が聞きづらくなる。不得意。
- ・音声案内を聞くストレスがあった。聞いた分のベネフィットが得られると思えるかがポイント。

音声ナビと盲導犬歩行：

- ・盲導犬だと速く歩けるからランドマークをもっと手前で言ってほしい。

- ・交差点は気にするがカーブ（道なり）は気にしない。

- ・触地図、音声ナビ、盲導犬のすり合わせが必要

触地図：

- ・事前把握で用いた触地図が強力に作用した。その分、記憶に頼り、音声ナビにあまり頼らない場面もあった。

- ・触地図による記憶が間違っていたこともあった。

- ・触地図は苦手（触覚的な面、方位の把握に関して）。

- ・触地図の縮尺と実尺の対応は取りづらい。

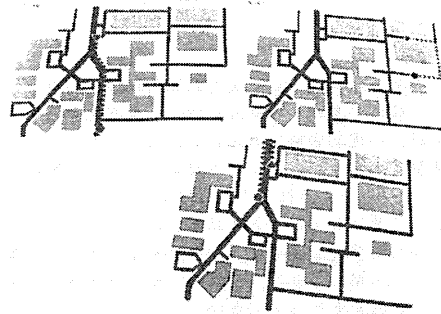


図4：歩行前に設定された歩行ルート把握するために用いた触地図（建物[多角形]、道路[実線]、設定ルート[点線]、始点[三角印]、終点[丸印]）

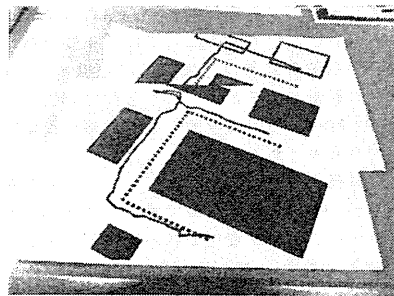


図5：歩行訓練結果の訓練生へのフィードバック手段として検討中の触軌跡（建物、設定されたルート、PDRで計測した歩行軌跡を提示）

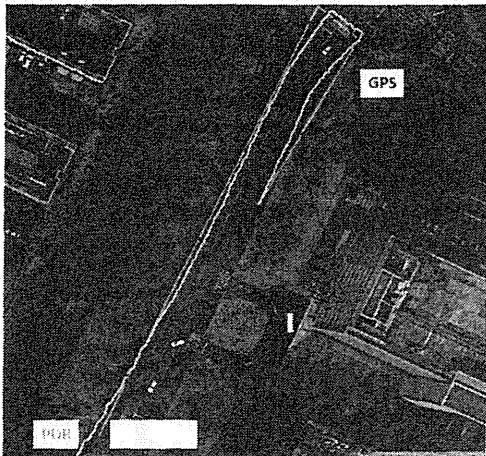


図6：設定ルート（黄緑）、GPSで計測した歩行軌跡（赤）、PDRで計測した歩行軌跡（紫）

5. 考察

白杖歩行と盲導犬歩行との比較では、モビリティのための認知的負荷が相対的に低く、音声ナビを扱うための認知心理的余裕が大きいと考えられる。

被験者の歩行状況、ルート追従の正しさ、脳波からは、自信を持って歩行している時はよりリラックスし、自信なく歩行しているときは実際にルートから外れている場合も多く、正しいルートに戻るためにより集中していたと解釈できる（ただし、サンプル数が十分ではなく、検定も行っていない）。

今回のように比較的短距離の場合、GPSよりもPDRから得られた軌跡の方が歩行偏軌の評価に有効であることが確認された。触地図についても記憶し続けられる程度の距離や複雑さであった。そのため、より長距離で複雑なルートでの歩行により、音声ナビや触地図の効果と限界について明確にしていける必要がある。

頭部への脳波計装着は、現状では被験者（訓練生）の外観への影響があるため、より自然なデザインにする、心拍やPDR等の他の手段で心理状態を推定するなどの検討が必要である。

歩行の評価指標としては、以下のようなものを検討しているが、(5)以外は本実験で得られた知見に基づいて歩行時データから定量化を試みる予定である。

- (1a) 正確性（局所）：歩行の偏軌（Veering）量を計測
- (1b) 正確性（大局）：道順がルート通りかを計測
- (2a) 能率性（局所）：歩幅や歩行速度
- (2b) 能率性（大局）：設定ルート所要時間
- (3) 不安指数：歩行時のストレスを計測
- (4) 安全歩行（適切歩行）指標：上記の各指標と障害

物との接触、歩行時のつまずき等を含めて指標化

(5) 地理リテラシー：街と街の位置関係、主要道路についての理解、主要施設の場所や位置関係などに関する問題を出題するなどして指標化

一部の被験者には実験から3週間後に図5に示すような触地図（以下、触軌跡と呼ぶ）を提示した。前節で述べたように、歩行速度やルート追従の正確さなどを数値で伝えることは可能であるが、ミクロに結果を確認することは難しい。インタビューの結果、触軌跡によって、どこでどの程度歩行の偏軌が起ったのかを直感的に知ることができるという意見が得られたため、今後、歩行訓練結果の訓練生へのフィードバック手段として検討することとする。

6. おわりに

本実験により、音声ナビと白杖歩行・盲導犬歩行との組み合わせについての理解が深まり、携帯・装着型装置で得られたデータから歩行状況の定量評価につながる指標がある程度得られることがわかった。2節でO&Mについて少し述べたが、音声案内に気を取られるなど、音声ナビはモビリティに関しては負の寄与をする可能性がある。インタビューからもそれに関するコメントが得られているので、その定量評価もできればと考えている。

今後は、歩行状況履歴を記録する機能を有する音声ナビをスマートフォンベースで開発し、触地図、触軌跡も活用しながら、歩行に関する評価指標を継続的に訓練士や訓練生に提供できる仕組みについて検討を進めたい。また、実験では安全性を確保する必要があるため、心拍に差が出なかった可能性がある。バーチャルリアリティ技術によって現実に近い状況を再現できるような訓練環境を構築することも検討課題としたい。

謝辞

本研究は、厚生労働省の支援を受けて行われた。また、実験への協力をいただいた被験者各位、及び関係各位に感謝の意を表す。

文献

- [1] T. Kurata, M. Kourogi, T. Ishikawa, Y. Kameda, K. Aoki, and J. Ishikawa: "Indoor-Outdoor Navigation System for Visually-Impaired Pedestrians: Preliminary Evaluation of Position Measurement and Obstacle Display", In Proc. ISWC2011, pp.123-124, 2011.
- [2] 芝田裕一, 視覚障害児・者の理解と支援, 北大路書房, 2007.
- [3] M. Kourogi and T. Kurata, "Personal Positioning Based on Waling Locomotion Analysis with Self-Contained Sensors and a Wearable Camera", ISMAR2003, pp. 103-112, 2003.

視覚障がい者

山口翔太郎

*筑波

あらまし 本報告では、歩行速度センサー値から障害物検出シーンを対して認識実験

Object Recognition

Shotaro YAMAGUCHI

*University of Tsukuba

Abstract In this report, we show the results of an experiment using a Kinect-equipped camera to detect obstacles from walking speed sensor values. The results are shown.

1. はじめに

2012年現在、日本には約30万人の視覚障害者がいる[2]。またその育成には1人あたり約1000万円の費用がかかる。このような状況を改善するために、視覚障害者に提供できるスマートデバイスによる障害物検知システム[7]を提案している。しかし、ユーザーに提示する情報が本当に有用であるという問題がある。我々は、この問題を解決するために、提示した物体だけを認識し、環境中の物体を認識する。このシステムは、ユーザーの歩行状況や歩行速度に基づいて、歩行中の物体を認識する。このシステムは、ユーザーの歩行状況や歩行速度に基づいて、歩行中の物体を認識する。

2. Kinect 白杖システム

本システムでは図1に示すように、ユーザーの歩行方向をx軸正方向、歩行速度をy軸正方向とし、歩行速度を定義する。ユーザーの歩行速度に基づいてシステムは、ユーザーの歩行速度に基づいて、歩行中の物体を認識する。

2.1. Kinectによる距離情報

提案システムで用いる Kinect