

-黒杖- 位置推定と仮想点字ブロックを用いて 視覚障害者を歩行支援する電子白杖

古川裕士ⁱ 濱川礼ⁱ

本論文では、ユーザ（視覚障害者）が行きたい施設や部屋までの経路の中から安全な経路上に「仮想点字ブロック」を自動設定し、誘導を促す電子白杖について述べる。視覚障害者にとって、現在点字ブロックが設置されていない場所へ行くことは困難であるという問題点がある。Web カメラ・無線 LAN のアクセスポイント・赤外線センサーを用いてユーザの位置と目的地までの安全な経路を特定し、点字ブロックと同じ感触を提示するソレノイドの機構を組み込んだ電子白杖でユーザはあたかも従来の白杖を使っているかのように誘導する手法を提案する。

-Kokujo(Black cane)- The electronic white cane supports a visually handicapped person using the Localization and the virtual Braille block

FURUKAWA HIROSHIⁱ HAMAKAWA REIⁱ

We describe the electronic white cane to set up "virtual Braille blocks" in a safe path to where the user wants to go. It is difficult for visually handicapped person to go to the place where no Braille block. We propose a method for guiding the user in the white cane to identify a safe route to the destination and the user's position using a Web camera, presenting feel like Braille block.

1. 概要

ⁱ本論文では、ユーザ（視覚障害者）が行きたい施設や部屋までの経路の中から安全な経路上に「仮想点字ブロック」を自動設定し、誘導を促す電子白杖について述べる。「仮想点字ブロック」とは実在するブロックではなく、杖に内蔵された機構があたかも点字ブロックに触れているかのような感触を提示する仮想的ブロックを指す。

開発する電子白杖（以降、黒杖とする）は、ユーザが行きたい目的地までの経路を「仮想点字ブロック」を介して感触で提示する。

ユーザが初めて通る経路では、経路の画像や前方との距離などの周辺情報を保存し、「仮想点字ブロック」は設定されない。ユーザ自身または他のユーザがすでに通った経路では、目的地までの経路に「仮想点字ブロック」が自動設定され誘導する。これは視覚障害者が一度でも自力で通った経路は信頼性が高く、安全性が高いという仮定に基づく。

現在、点字ブロックが設置してある場所は少ない。狭い路地や屋内ではほとんど設置されていないため視覚障害者を歩行支援する研究が数多く開発されている。典型的な例としては障害物を検知すると振動する電子的な白杖がある。しかし、振動という情報がなくなると、ユーザが今どんな経路を移動しているか分からなくなる。地点では情報をユーザに提示するが、地点と地点の間では何の情報も提示し

ない。すなわち、現在研究されている歩行支援手法は「情報の不連続性」という問題点がある。

この問題を解決するために本論文で提案する黒杖は「位置推定」を行い、障害物を検知しながら安全な経路を特定する。さらに、特定された経路に連続した「仮想点字ブロック」を設定し目的地まで誘導する。

黒杖は1台のPCに繋がり、そのPCにはWebカメラ2台、赤外線距離センサーが接続されている。WebカメラはPCに進行方向が映るように取り付け、赤外線距離センサーもPCに進行方向にある物体との距離を測れるように取り付ける。ユーザは黒杖を持ちながら移動する。

歩行する際の全体図を以下に示す（図1）。



図1 黒杖全体図

黒杖本体にはユーザが従来の点字ブロックを使用しているように感じ、違和感なく利用してもらうために「衝撃性再現機構」と「凹凸性再現機構」を組み込む。「仮想点字ブロック」上では黒杖に組み込まれた2つの機構が動作し、

ⁱ中京大学
Chukyo University

点字ブロックのような感触を提示する。

2. 背景

2.1 視覚障害者の歩行についての問題点

現在、視覚障害者は国内に 31 万人いる[1]。視覚障害者は歩行の際に点字ブロックや健全者には判断できない目印＝ランドマーク（地面との反響音や僅かな段差）をヒントに移動する。しかし、自転車などの障害物や工事によって点字ブロックやランドマークを見失うことがある。駅では人混みに流され、自分の位置が分からなくなったまま安全だと思いこんで進み、ホームから転落し死亡してしまう事故が多い。2011 年 2 月 14 日～2 月 28 日に日本盲人会連合加盟 60 団体が調査したところ、全盲者と弱視者含め全 252 名中 92 名が駅のホームから転落したことがあると答えた[2]。

視覚障害者が歩行する上での問題点を名古屋盲人情報文化センターに聞き取り調査を行い、視覚障害者の方 9 名と職員 3 名から得た命に関わる問題点 2 つを以下にあげる。

1. 工事や障害物によって、点字ブロックやランドマーク（視覚障害者の目印となるもの、自動販売機や段差）を見失うことがある
2. 不注意や勘違いによって、自分の位置を把握できず駅のホームから落下する事故が多い

この 2 つの問題点は現状の視覚障害者歩行支援システムでは解決されていない。理由は「情報の不連続性」があるからである。詳しくは関連研究で後述する。

2.2 点字ブロックについての問題点

視覚障害者が歩行する際に重要なヒントとなる点字ブロックが設置してある場所は少ない。駅やバス停付近では比較的設置してあるが、狭い路地や屋内では費用がかかるという理由や大規模な工事が必要であるなどの理由でほとんど設置されていない。そのため、視覚障害者 1 人では点字ブロックが設置してある道路に面した施設や点字ブロックが設置された施設にしか行けないというのが現状である。

2.3 問題解決

上記の問題点を解決するために、本研究ではシステムが目的地まで「仮想点字ブロック」を連続的に設置し、常時位置の確認や障害物の検知を行う。ユーザが目的地まで「仮想点字ブロック」を辿る最中に自分の位置を見失うことも障害物に阻まれることもない。

3. 関連研究

黒杖の位置推定及び目的地までの経路作成手法を自律移動ロボットの周辺環境地図作成の技術と比較する。

Lucas Teixeira らは画像をキャプチャし、キャプチャ画像から SURF 画像処理を行い、画像からマーカースとなる特徴

点を検出する研究を行っている[3]。データベースにはマーカースの特徴点情報と画像のグローバルポジションが保存されており、現在のカメラ画像とマーカースとのマッチングによりカメラ位置を判定している。しかし、マーカースとなる部分に変更もしくは移動した場合、誤検出となってしまう。そこで黒杖で使用する「位置推定」手法では、キャプチャ画像全体をマッチングする。これにより保存されたキャプチャ画像の大部分が変わらない限り高精度のマッチングを行うことができる。

Konstantin Schauwecker らは小型自動ヘリコプターに 4 つのカメラを装着し、2 組のステレオマッチングを実現している[4]。1 組のカメラ 2 つでヘリコプター前方を撮影し、ステレオマッチングすることで前方の物体距離や物体位置、奥行きを検出するシステムを提案している。残りの 1 組のカメラでヘリコプターの下方を撮影し、飛行している高さや下方の物体を検出する。この論文では遠隔操作のロボットが障害物のない場所を飛行しながら地図を作成するため、ロボットの移動経路に情報が少ない。

黒杖の「位置推定」機能はユーザが自力で歩行しながら発見したランドマークを周辺情報として獲得する。誘導時には、ユーザが「仮想点字ブロック」を辿る過程で、ランドマークも確認することができる。

視覚障害者の歩行支援システムやハードウェアも数多く開発されている。静岡県立大学国際関係学部の石川教授が開発した視覚障害者 GPS 歩行支援システムを、有限会社エクストラと韓国の HIMS 社が共同で製品化した「GPS ナビ」がある[5]。これは GPS と CF カードという専用の地図データを用いる。GPS の座標データから現在地点を特定し、入力された目的地までの経路を CF カードから検索し音声でナビゲーションを行う。

確かに音声は視覚障害者にとって多くの情報を取得できる手段であるが、音声ナビゲーションは「進行方向 5 メートル先右です。」や「30 歩で目的地に到着します。」のように伝えるため、音声だけでは具体的な距離が分かりづらいという意見が聞き取り調査により視覚障害者から挙がっている。5 メートルというのは受け取る個人の感覚によって異なり、30 歩というのも個人の歩幅で変化してくる。

さらに音声が発信されていない時は、ユーザに提供する情報が失われるため「情報の不連続性」が問題となる。視覚障害者が歩行する際は今自分がいる位置は誘導経路と合っているか、前方に障害物がないかなどの情報を常に必要とする。

黒杖は情報を「仮想点字ブロック」として連続的に提示し、視覚障害者に今自分がいる位置や障害物の有無を常に伝える。

電子白杖の類似研究として秋田精工株式会社が 2011 年 5

月 31 日に販売開始した「スマート電子白杖」というデバイスがすでに存在する[6].

センサー1 個タイプとセンサー2 個タイプがあり、センサー1 個タイプは頭部前方 2m の障害物を感知し、グリップ部分とリストバンド部分に埋め込まれた振動子が振動することによって障害物の情報を伝え、センサー2 個タイプは正面と頭部前方 2m の障害物を感知し、同様にグリップ部分およびリストバンド部分の振動子が振動することによって障害物の情報を伝える。しかし、振動で障害物の有無を伝えるというのは本来杖にない感触であるためユーザは違和感を与える。また、スマート電子白杖ではセンサーの届く 2m 先の障害物しか察知できず、ユーザ自身が避ける際に行きたい経路を一時的に外れることになる。障害物が連続で存在する場合は振動も連続するため使用者にはストレスとなる。振動がない経路では「情報の不連続性」が問題となり、ユーザが自分は今どんな経路を進んでいるかが分からなくなる。

本研究では振動子を使用せず、あくまで点字ブロックのような感触によって情報の連続した提示を目指す。

電子白杖研究では應義塾大学 SFC 坂井直樹研究室、筑康明研究室、中澤仁研究室が共同開発している NS_cane もある[7]。杖に搭載されたセンサー群（GPS、方位、加速度、カラー）を用いてユーザの歩行位置、方位、加速度、地面の色情報を取得し、ログに保存する。NS_cane の開発途中であるプロトタイプシステムは杖をついた間隔やその際の地面の色のログに対応して注意喚起を促す。汎用性の高いシステムではあるが、GPS では位置精度の誤差が大きく、方位や加速度で位置精度を補完しても屋内で使用する際は GPS の電波が届かないため位置精度に誤差が大きくなる。黒杖の手法では屋内でも、屋外でも精度の違いなく「位置推定」し誘導できる。

4. 提案手法

背景や関連研究で挙げた問題点を解決するために本論文で提案する黒杖は「位置推定」を用い、障害物を検知しながら経路を特定する。さらに、特定された経路に連続した「仮想点字ブロック」を設定し目的地まで誘導する。

黒杖は 1 台の PC に繋がり、その PC には Web カメラ 2 台、赤外線距離センサーが接続されている。Web カメラは PC に進行方向が映るように取り付け、赤外線距離センサーも PC に進行方向にある物体との距離を測れるように取り付ける。ユーザは黒杖を持ちながら移動する。

黒杖本体にはユーザが従来の点字ブロックを使用するように感じ、違和感なく利用してもらうために「衝撃性再現機構」と「凹凸性再現機構」を組み込む。「衝撃性再現機構」は点字ブロックに接触した際の衝撃を再現するために、「凹凸性再現機構」は点字ブロックに接触した際の凹凸

感を再現するための機構である。どちらの機構も黒杖の先端にソレノイドを組み込む構造であり、ユーザが「仮想点字ブロック」上に移動すると、ソレノイドが動作し機構が動く。

ユーザが黒杖使用中に初めて通る経路、つまり「仮想点字ブロック」が自動設定されない経路を移動している時は、無線 LAN アクセスポイントから推定した移動中のユーザの位置をパソコンに保存する。同時に 2 台の Web カメラの画像と赤外線距離センサーの値を周辺情報としてパソコンに保存する。

ユーザが 2 回目以降に通る経路、つまり「仮想点字ブロック」を設定可能な経路を移動するとパソコンに保存された周辺情報と現在の取得している周辺情報とを比較し、ユーザの現在の位置とそこから目的地までの経路を判定し、その経路に「仮想点字ブロック」を設定する。

「仮想点字ブロック」上を移動している時は常に Web カメラの画像を用いて障害物の検知を行い、障害物を検知した場合は障害物を避ける経路を判定し、その経路に「仮想点字ブロック」を設定する。「仮想点字ブロック」上では、黒杖に組み込まれたソレノイドが動作し、点字ブロックのような感触を提示する。

5. 黒杖の機能概要

黒杖が有する機能の概要を以下に示す。

- (1) 「位置推定」機能
 - 1.1 ユーザ位置取得
 - 1.2 周辺情報取得
 - 1.3 周辺情報マッチング
 - 1.4 誘導経路決定
 - 1.5 障害物検知
- (2) 「仮想点字ブロック」機能
 - 2.1 「衝撃性再現機構」
 - 2.2 「凹凸性再現機構」

6. 「位置推定」機能詳細

本研究の「位置推定」ではユーザが行きたい目的地の場所や名前を入力し、「位置推定」の目的地に設定する部分は作成せず、すでにユーザによって音声または点字キーボードなどで目的地が決定している場合を想定する。

「位置推定」機能の手法は移動ロボットの開発で使われている手法と同様の手順で行う。例えば野本らの手法では、本研究と同様に移動しながら経路を把握していく[8]。しかし、ロボットの位置を正確に把握するためにライン上の目印を経路上に設置する必要がある。黒杖の「位置推定」機能はユーザがどんな場所にいても目印無しで位置を推定できる。

6.1 ユーザ位置取得

ユーザ位置取得ではユーザの現在位置を特定するために無線 LAN からの受信電波強度を取得する。現在位置を特定する手段として、GPS を用いる手法もあるが、屋内や地下など GPS の電波が届かない場所でもユーザ位置を取得する必要がある。そのため koozyt が提供している「PlaceEngine」API を利用する[9]。

「Place Engine」API を使用すると Wi-Fi のアクセスポイントから「Place Engine」のローカルサーバーを経由して、受信電波強度を取得しユーザの位置を取得する。これによりどの建物にいるか、どのフロアにいるかが認識できる。後述するが、作成したキャプチャ画像の検索効率を高めるために受信電波強度をキャプチャ画像に付加している。

受信電波強度から 20～30m の誤差でユーザの位置を取得することができる。さらに、ユーザの現在位置と推定位置をほぼ同じにするために周辺情報取得と周辺情報マッチングを行う。

6.2 周辺情報取得

周辺情報取得部分では誤差のあるユーザの位置を補完するため、経路の画像や前方との距離などの周辺情報を保存する。ユーザが動いている間は進行方向を常に 2 つの Web カメラで撮影し、前方の物体の距離を赤外線距離センサーで計測する。それぞれ撮影された動画からキャプチャ画像を切り出し、受信電波強度と対応させ、赤外線距離センサーの値を含めて周辺情報として保存する。

周辺情報にはさらに、ユーザの進行方向も算出し付加する。進行方向は映像中の物体移動量を計測できるオプティカルフローを用いて算出する。特定サイズ毎のオプティカルフローを算出し、フローの角度から進行方向（「直進」「斜め右」「右折」「斜め左」「左折」）を判定し、フローの長さからどれだけその方向に移動したかを算出する。これらの情報を対応するキャプチャ画像に付加し、マッチング後に取り出す。

6.3 周辺情報マッチング

「仮想点字ブロック」が設定される経路を移動すると、保存している周辺情報と現在取得した周辺情報とをマッチングし、対応した画像と進行方向を取り出す。

現在取得した周辺情報の受信電波強度に対応する受信電波強度を持つ周辺情報のみをマッチングする。つまり、ほぼ同様のフロアや施設内の経路がマッチング対象となる。マッチングの判定に使用する類似度の算出方法は、色ごとに分類したヒストグラムを作成し、ヒストグラムの差が小さい画像を高い類似度とする方法と SURF を使用し、特徴点の距離と特徴量の等しい画像を高い類似度とする方法を使用する。

ヒストグラムを基に類似度を計算する場合、保存した画像と現在取得した画像から作成されたヒストグラムを同じ色ごとにまとめる。同じ色同士のヒストグラム距離（ヒストグラムの差）を計算し、全ての色のヒストグラム距離を合計し、ヒストグラム距離が小さければ小さいほど高い類似度となるように最大値が 50、最小値が 0 となるように正規化する。ヒストグラムを基にした類似度で取り出された画像を示す（図 3）。右が現在取得した画像で、左が保存した画像の中で一番類似度が高い画像である。



図 3 ヒストグラムマッチング画像

SURF とは画像内から特徴点の検出と特徴量を算出する画像処理で、異なる画像間でマッチングするために使用される。画像の回転、拡大縮小、照明変化等に対応し、同様な働きをする SIFT より数倍高速のためリアルタイム画像処理が可能となる。

SURF を基に類似度を計算する場合、保存した画像と現在取得した画像に SURF 処理を行う。検出できた特徴点の距離と特徴量の差を計算し、差が小さければ小さいほど高い類似度となるように最大値が 50、最小値が 0 となるように正規化する。SURF でマッチングされた画像を示す（図 4）。右が現在取得した画像で、左がマッチングで対応した画像である。図を見ると、現在の画像と傾きに違いはあるもののほぼ同じ場所の画像が取り出せている。

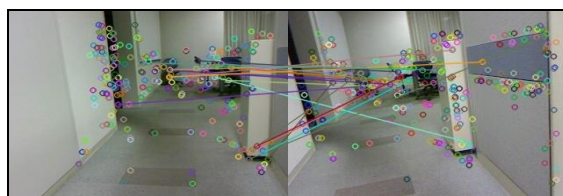


図 4 SURF マッチング画像

これら 2 つのマッチング手法を組み合わせ、最も類似度の高い画像（類似度が 100 に近い画像）を取り出す。

6.4 誘導経路決定

周辺情報マッチングで推定されたユーザの位置から目的地までの経路を設定するアルゴリズムは以下の A～C に従って「仮想点字ブロック」を設定する。

- A) 複数回通った経路や経路を戻った場合：「最適化」され、最短の経路に設定する（最適ルート）
- B) 障害物を検知した場合：障害物を回避する経路に設定する（回避ルート）
- C) 経路を外れた場合：リアルタイムで修正誘導する経路を設定する（修正ルート）

A～C は競合した場合 C を優先し、C がなければ B, B

がなければ A の順に経路を優先する。

A はユーザが同じ通路を通った場合、または経路を戻った場合に適応する。同じ通路を通るまたは経路を戻った場合は類似した画像が繰り返し保存される。そこで周辺情報マッチングと同じ手法で現在取得した画像と保存した画像をマッチングし、類似画像が検出されると保存した画像から現在取得した画像までの経路で保存した画像を全て削除し、不必要な周辺情報を省くという「最適化」を行う。

B は進行方向に一時的な障害物や不定期の工事などがある場合に適応する。B だけは「仮想点字ブロック」が自動設定されない経路を移動している時にも黒杖の赤外線距離センサーや画像処理によって進行方向に「仮想点字ブロック」を設定する。障害物の具体的な検出手法は後述する。障害物を検出した場合は対象の障害物を回避する経路に「仮想転移ブロック」を設定する。

C はユーザが「仮想点字ブロック」の設定された経路を移動している場合に適応する。ユーザが「仮想点字ブロック」の経路から外れた場合、現在取得した画像からオプティカルフローを計算し進行方向を算出後、それを逆走する方向に「仮想点字ブロック」を設定する。さらにリアルタイムで「仮想点字ブロック」の経路以外に停止や警告の「仮想点字ブロック」を設定する。

6.5 障害物検知

ユーザが「仮想点字ブロック」の設定された経路を移動する場合は常に障害物を検知する。2つの Web カメラで撮影された画像にステレオマッチングを用い、2つの画像の視差と赤外線距離センサーから物体の位置と物体との距離を算出する。物体の距離が 1.5m より近くなった場合は障害物とする。この距離は黒杖の届く範囲よりも遠く、かつ「仮想点字ブロック」を設置して十分避けられる距離である。

以下にステレオマッチングのイメージ図を示す (図 5)。

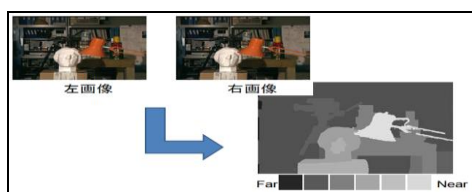


図 5 ステレオマッチング

左の画像と右の画像から距離を明度で表す。明度が高いと距離が近くなり、明度が低くなるにつれ離れる。赤外線距離センサーにより対象物との距離を測ることで、画像処理の精度を補完して距離を測る。

7. 「仮想点字ブロック」機能詳細

7.1 点字ブロックの感触

「仮想点字ブロック」は点字ブロックと同様の感触を目指しているが、そもそも点字ブロックには誘導ブロックと

警告ブロックの2種類あり、それぞれ感触が異なる。本論文では通常視覚障害者が通り慣れていない経路を歩く際に用いられる「スライドテクニック」を想定し[10]、白杖の感触を再現する手法を提案する。そこで「スライドテクニック」で実際の点字ブロックに触れた感触を確認した。

誘導ブロックは4回同じテンポで杖の先端に衝撃を発生し、同時に杖の先端が押し返される凹凸感がある。警告ブロックはランダムに複数回引っかかる衝撃を発生し、同時に杖の先端が押し返される凹凸感がある。これらの衝撃や感触を小型ソレノイドで再現する。

7.2 「衝撃性再現機構」

「衝撃性再現機構」とは、点字ブロックに当たる衝撃を再現する機構で「黒杖」の先端内部にプルタイプの小型ソレノイドが組み込まれており、ソレノイドが起動すると杖の先端内部にソレノイドの可動鉄心が衝突する。可動鉄心の衝突によって「黒杖」を持つユーザには杖の先端が何かの物体に接触したと感じる。

点字ブロックの感触を基に「仮想点字ブロック」を設定する経路が直進の場合は同じテンポで4回、停止や警告はランダムに複数回「衝撃性再現機構」を起動する。

7.3 「凹凸性再現機構」

「凹凸性再現機構」とは、点字ブロックに当たる際、視覚障害者が感じる凹凸感を再現する機構である。プッシュタイプの小型ソレノイドを杖の先端に組み込み、起動するとソレノイドの可動鉄心が飛び出し、杖の先端が点字ブロックの高さと同程度の 5mm 伸びる。伸びた分の大きさの物体が杖に当たっているとユーザは感じる。これは中垣拳らの研究で用いられているデバイスの構造を参考にしたものである[11]。

「凹凸性再現機構」も「衝撃性再現機構」と同じく直進の場合は同じテンポで4回、停止や警告ではランダムに複数回起動する。実際に「衝撃性再現機構」と「凹凸性再現機構」を組み込んだ「黒杖」の写真を以下に載せる (図 6)。右図が「衝撃性再現機構」であり、左図が「凹凸性再現機構」である。



図 6 衝撃性再現機構凹凸性再現機構

8. テスト評価・考察

「位置推定」機能が正確にユーザの位置を推定し、実際の経路を歩く上で推定される位置の評価を行った。

予め大学、駅、マンション、視覚障害者センターなど愛知県内7カ所で目的地までの経路情報を保存する。1カ所毎

に目的地が異なる 5～6 経路設定し、1 経路約 300 枚の画像（歩行時間約 3 分）を歩きながら画像を撮影した。保存された全画像 10000 枚 36 経路から 1 つの経路上に立ち、目的地まで経路を辿って誘導可能か評価した。名古屋盲人情報センターの視覚障害者の方 3 人に協力してもらい、場所を変えた場合と、同じ場所でも目的地を変えた場合とを合わせて全ての経路で誘導が成功するかを確認する。

36 回中 33 回は正確に位置を推定し、誘導することができた。いずれも誘導開始時に最初の画像をマッチングする時間が約 4 秒かかり、最初の正解位置が推定された後は、その後の画像マッチングは 0.3 秒以下で誘導ができた。

誤判定した 3 回は同じ場所を逆向きの周辺情報が保存されていた場合が 2 回と特徴のない壁などがマッチングにより取得された場合が 1 回あった。誤判定してマッチングされた画像の例を以下に示す（図 7）。

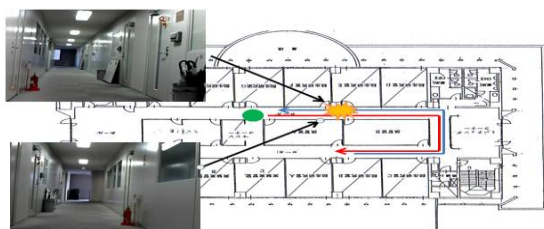


図 7 誤認識画像例

図 7 の左下画像が現在取得した画像であり、左上画像が誤判定した正解経路を逆走して予め保存した画像である。場所は同じ場所を特定しているが、向いている方向が違うため、誘導すると別の場所に到着してしまう。ほぼ同じ物体が映っていることで色が似てしまいヒストグラムでは差が表れない。さらに、SURF では回転などに影響されずに似た特徴点を全て対応するため画像の類似度がどちらも高くなり、経路の誘導も混在してしまった。

またオプティカルフローから正確な進行方向を提示できているかの検証も行った。ある 1 つの経路(画像 300 枚)で正しい進行方向提示回数 30 回と、画像 10 枚毎にオプティカルフローが算出した進行方向の提示回数 30 回の方向が対応しているか評価を行った。結果を以下に示す（表 1）。

表 1 進行方向の評価

	右	斜め右	直進	斜め左	左
右	1	0	5	0	0
斜め右	1	1	2	0	0
直進	0	0	15	0	0
斜め左	0	0	2	0	0
左	0	0	0	1	2

表 1 は、1 行目が正しい誘導経路の進行方向で、1 列目がオプティカルフローによって算出した進行方向を表す。

30 回中正しい進行方向を提示できた回数は 19 回で、約 63% の一致率となった。特に問題だと思われる点は、直進を提示しなければならないが、オプティカルフローから算

出した進行方向は右を提示している場所があることである。

主観的な感想ではあるが、視覚障害者の方には自然な誘導であったとの高評価を得られた。

評価に使用した PC スペックを以下に載せる

CPU : intel core2 Duo 1.40GHz メモリ: 4GB

カメラ : BSW20K10H 2 台

9. 今後の課題

逆方向の経路画像も類似度が高くなる問題は、類似度を検索する際に 4 分割し、分割画像毎に類似度を計算しマッチングを行う手法を考案している。4 分割することで左右の違いが類似度に表れる。また、壁などの特徴のない画像はマッピングせず、特徴のある画像が取得できた段階でマッピングを開始する必要がある。オプティカルフローから進行方向を算出する過程で誤判定する問題は、実際に直進している画像からオプティカルフローの角度を集計し、その角度を判定に加えるなどして精度を高める。

「仮想点字ブロック」機能を視覚障害者の方に使用してもらい、提示する感触が実際の点字ブロックより若干弱いとの意見を頂いた。今後、名古屋盲人情報文化センターの視覚障害者の方を対象に評価を続けながら「位置推定」の精度向上や「仮想点字ブロック」をより実際の点字ブロックの感触に近づけるなど発展を目指したい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、聞き取り調査や黒杖を開発する際のアドバイスをしてくださった名古屋盲人情報センターの職員の方、また評価の際に被験者を快く引き受けてくださった視覚障害者の方々には大変お世話になりました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課統計調査 <http://www.stat.go.jp/library/faq/faq20/faq20c01.htm>
- 2) 日本盲人会連合 <http://www.normanet.ne.jp>
- 3) Lucas Teixeira, Alberto B. Raposo : Indoor Localization using SLAM in parallel with a Natural Marker Detector, SAC'13 March 18-22, 2013 ACM 978-1
- 4) K. Schauwecker, A. Zell : On-Board Dual-Stereo-Vision for Autonomous Quadrotor Navigation, IEEE2013 ICUAS2013, 333 - 342
- 5) GPS ナビ <http://www.extra.co.jp/sense/gpsnavi.html>
- 6) スマート電子白杖 <http://www.akitaseiko.jp/>
- 7) NS_cane <http://naokix.iza.ne.jp/blog/entry/1498880/>
- 8) 野本悠太, 伊藤由佳, 木田貴章他 (産業技術大学院大学) ロボットを利用したリモートオープンキャンパスシステムにおける屋内位置推定手法 情報処理学会第 75 回全国大会
- 9) PlaceEngine <http://www.placeengine.com/>
- 10) 北九州市視覚障害者自立推進協会 <http://aizu-k.com/index.html>
- 11) 中垣拳, 今野恵菜, 田代俊太郎他 (慶應義塾大学) ペタンコ麵棒: 物体を潰して伸ばす麵棒型 VR インタフェース インタラク ション 2012