

ヘッドマウントディスプレイ式補助走行装置システムの提案

王 世文^{†a1} 藤木 淳^{†1}

概要：本稿では、画像認識技術や GPS 技術が向上している未来を見据えた、視覚障害者用の補助走行装置システムを提案し、そのための基礎研究について述べる。視覚障害者の中に全盲者の割合が少ない、大部分の視覚障害者はある程度の視力が残っている。近年は、視覚障害者をサポートする道具として白杖の他に様々なサポート装置が登場している。そのような装置には、主に声でナビゲーションするタイプと振動や合成音声で環境情報を提示するタイプの二種類がある。今までのナビゲーションシステムは主に言葉だけで、視覚障害者の道案内をしていたが、「左、右に曲る」のような言葉は視覚障害者にとって正確な情報ではなく、危険を招く場合がある。そこで、本稿では、画像認識技術や GPS 技術が向上している未来を見据えて、視覚障害者の光覚、色覚を利用し、視覚障害者に理解しやすいように目的地まで案内するための、障害物を事前によけさせられる補助走行装置を提案する。また、そのための基礎研究の結果について述べる。

1. はじめに

WHO の統計資料によると、世界範囲で、視覚障害者は約 2 億 5300 万人がある[1]。英アングリア・ラスキン大学の研究チームは、予算拡大で治療法を改善しない限り、先進国で普遍的に存在する高齢化問題が時間と共に深刻になり、中程度から重度の視覚障害がある人は 2 億人以上から、2050 年までに 5 億 5000 万人へ増加すると予測されている[2]。

視覚障害者にとって、歩道上の段差や道路の障害物、駅のホームには多くの未知、危険が伴う[3]。環境を把握できない故、視覚障害者は自分がよく覚えている道以外は行かない。万が一自分が普段に通る道から反れると、元の道に戻るのには困難であり、危険性も高い。後述するように、視覚障害者が身の回りのものを認識し、障害物を避けることを可能にする研究がなされている。一方で、それらの補助走行装置は主に音声でナビゲーションするタイプと振動や合成音声で提示している。例えば「前方 5 メートルに、右側に曲ってください」の提示音、と右側のモーターの振動を合わせて提示する方法がある。しかし、実際の使用シーンにおいて、振動や提示音は気づき難く情報を見逃すことがある。

一方で、視覚障害者の中に全盲者の割合が少なく、大部分の視覚障害者はまだある程度の視覚視力が残っていることが知られている。そのような視覚障害者へのインタビューによると、正確には見えなくとも視覚情報が最も重要な意見が得られた。このことから、将来 GPS 技術が向上している未来を見据えて、視覚障害者の光覚、色覚を利用し、視覚障害者に理解しやすいように目的地まで案内するためのヘッドマウントディスプレイ補助走行装置を提案する。

2. 関連研究

従来の装置は主に超音波、LiDAR（レーザー距離センサー）やカメラで周囲の障害物を振動や警告音のトーン、合成音声を通じて視覚障害者周りの障害物はどこにあるのかを知らせている。このような装置の例には、ビチャイ研究室の「OTOMO[4]」、S UNU 社の「Sunu Band[5]」、Horus Technology 社の歩行サポート「Horus[6]」、等々がある。



図 1 「OTOMO」, 「Sunu Band」 「Horus」

(1) ウェアラブルデバイス「OTOMO」

視覚障害者の転落・衝突事故を未然に防ぐために、段差（線路、降りる階段、穴等）及び障害物の存在を音のトーンで歩行中の視覚障害者に安全距離知らせる機能を備えている。

(2) 超音波を使って、周囲の障害物を探知する「Sunu Band」

ユーザの移動をナビゲートしたり、ドアや敷居などにつまづかないよう警告する機能もが搭載されている。[5]

(3) 歩行サポート「Horus（ホルス：Horus Technology）」

ステレオカメラと骨伝導のスピーカーを備えるヘッドセットと、Horus Core と呼ばれるスマホサイズの本体で構成されており、進行方向の交通信号や文字、顔を認識し、さらに知人であれば誰であるかまで伝えてくれる。[6]

その他に、鈴木らは、人の聴覚左右判断能力を利用することで、位置情報を聴覚情報に変換する装置を開発した[7]。

* ^{†1} 札幌市立大学
Sapporo City University

3. 研究概要

3.1 装置紹介・使用方法

本システムは、画像認識技術や GPS 技術が向上している未来を見据えて、これらの技術と連動し、ユーザにヘッドマウントディスプレイへの表示により移動の指示を与える。本研究では、そのようなシステムを想定し、プロトタイプとして、カメラ、ヘッドマウントディスプレイ、演算装置（ノートパソコン）で構成した。



図 2 使用している装置

周囲状況や現在位置や向き等が得られることを前提として、ユーザを前方に誘導する時はヘッドマウントディスプレイの表示領域の下部位置にガイドを表示、左右に誘導するときは左右位置にガイドを表示することで目的地まで誘導する利用を想定している。

3.2 基礎実験

3.2.1 実験説明



図 3 実験中の写真

基礎研究として、ヘッドマウントディスプレイに表示するようなガイドが、ユーザを適切に目的地まで向かわせられるか検討した。具体的には、次節で解説する、グラデーション提示、平行移動提示、グラデーション+平行移動提示という異なる3つの提示エフェクトパターンで応答速度や目的地までの到達時間をストップウォッチで計測した。また、実験における感想、一番認識し易いエフェクトに関するアンケートを実施した。

なお、実験では、周囲状況や現在位置や向き等が自動に得られることとして、実験者が遠隔操作で表示を切り替えるようにした。

実験は図1に示す室内空間で実施した。設計した路線は12個曲がり角があり、合計29.49mである。

一人の被験者につきそれぞれ3つのエフェクトパターンで実験を実施し、各スタート位置（A,B,C）は三つの中からランダム抽選で決めている。

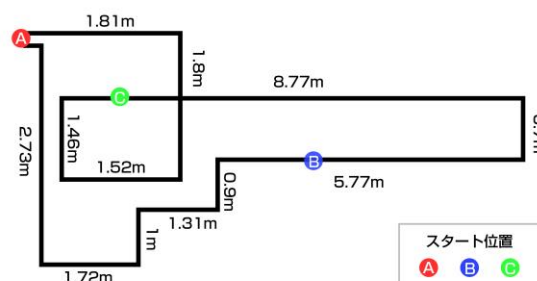


図 4 路線図とスタート位置

実験では、視力が著しく低い視覚障害者を想定し、被験者はカメラから得たユーザの前方の映像をモザイクエフェクト処理して提示した。



図 5 健常被験者左に曲る際の視野

3.2.2 計測するデータ

実験では、被験者が提示されたエフェクトを見てから、そのエフェクトに応じた方向に曲るまでの動作に掛かった時間を計測した。そして、各エフェクトとフレームレートに応じた、平均時間を割り出している（図9）。

3.3 エフェクトパターンの説明

3.3.1 エフェクトのグラフィック効果

今回の実験で「グラデーション提示」、「平行移動提示」、「グラデーション+平行移動提示」三つの提示エフェクトパターンを使用している。

(1) 「グラデーション提示」

「グラデーション提示」は移動方向に応じた色ブロック（左方向は青、右方向は赤、前進は黄色）のブロックが、フェードインとフェードアウトを繰り返すエフェクトである。



図 6 「グラデーション提示」

(2) 「平行移動提示」

前述の色ブロックが画面内から画面外に移動するエフェクトである。



図 7 「平行移動提示」

(3) 「グラデーション+平行移動提示」

前述の色ブロックがフェードインとフェードアウトを繰り返しながら、画面内から画面外に移動するエフェクトである。



図 8 「グラデーション+平行移動提示」

3.3.2 エフェクトの再生速度（フレームレート）

エフェクトは合計 40 枚連番 png 画像で表示される。

再生プログラムの実験で検証している三つのエフェクトのフレームレートをそれぞれ 20 フレーム 1 秒（1 倍速）と 30 フレーム 1 秒（1.5 倍速）を設定し、被験者に三つのエフェクトを 1 倍速と 1.5 倍速で体験させ、一人付き合計 6 回の実験を行った。

4. 実験結果・評価

三種の提示動画のフレーム速度と平均時間の分析

		被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E
グラデーションの平均時間	20フレーム1秒	1.2s	1.51s	1.9s	1.42s	1.54s
	30フレーム1秒	1.0s	1.24s	1.61s	1.32s	1.1s
	20フレーム1秒 ゴールまでの時間	2:27s	2:37s	2:42s	2:58s	3:07s
	30フレーム1秒 ゴールまでの時間	2:16s	2:24s	2:37s	2:41s	2:55s
平行移動の平均時間	20フレーム1秒	1.1s	1.4s	1.7s	1.4s	1.33s
	30フレーム1秒	0.9s	1.0s	1.55s	1.37s	1.27s
	20フレーム1秒 ゴールまでの時間	2:18s	2:27s	2:34s	2:12s	2:39s
	30フレーム1秒 ゴールまでの時間	2:9s	2:21s	2:23s	2:8s	2:31s
平行移動+グラデーションの平均時間	20フレーム1秒	1.4s	1.57s	2.21s	1.83s	1.65s
	30フレーム1秒	1.0s	1.3s	1.76s	1.42s	1.39s
	20フレーム1秒 ゴールまでの時間	2:32s	2:33s	2:57s	2:41s	3:28s
	30フレーム1秒 ゴールまでの時間	2:16s	2:30s	2:52s	2:28s	2:14s

（提示してから、人に認識され、行動に移すにはかかった時間）

図 9 三種の提示動画のフレーム速度と平均時間の分析

実験は 5 名の健常者（20 代男性 3、女性 2 名）で実施した。

各エフェクトの再生速度（フレームレート）と平均時間の関係を比べて見ると、1 倍速度の場合、グラデーション、平行移動とグラデーション+平行移動の「提示効率平均値」は 1.514 s、1.386 s、1.732 s であり、1.5 倍速度の場合、それぞれの平均値は 1.254 s、1.218 s、1.374 s であった。

三つのエフェクトに置において、1.5 倍の速度での平均時間は 1 倍の速より速く、そして、ゴールに辿り着く時間は短かった。

一方、被験者のアンケートでは、一番認識し易いエフェクトは平行移動（5 人の内 4 名）であった。その理由には「1. 環境と明らかな違いがあり、2. 面積が多い。3. 移動しているエフェクトを見て、その方向へ曲がりたい気分になる。4. 提示するエフェクトが効果的である。」というコメントがあった。

被験者が「もう少し再生速度を上がって、提示効率が上がるそうですか？」の質問に対し、「今の 1.5 倍の再生速度そのままがいい」を選択した人は 4 名、「分からない」を答えた人が 1 名だった。

「認識し易い原因は何ですか」の質問に対し、「平行移動が一番認識し易い」を答えた被験者人の中には、「1. 環境と明らかな違いがある、面積が多い。2. 提示するエフェクトが効果的である。3. 移動しているエフェクトを見て、その方向へ曲がりたい気分になる。4. グラデーションエフェクトがない方が、視覚障害者にとってもわかりやすいかもしれません。」というコメントがあった。

「改善したい所」について以下のコメントが得られた。

1. 曲る時は先に前方にどれだけ歩けばいいのかわかりたい
2. もう少し平行移動のブロック面積を拡大したい
3. 音声提示や振動提示を加えて方がよりわかりやすいか

もしれません

5. 実験考察

実験結果から 3 種類のエフェクトの中で一番提示効率高く、速くゴールまでに辿り着けるエフェクトは「平行移動」であった。そして、アンケートの回答からは、1 倍速度よりも 1.5 倍速度の方が認識しやすいと考えられる。このことから、ある程度の速さでグラフィックを移動することがユーザーの認識率を向上させる可能性があることと考える。

「改善したい所」を見ると、提案するヘッドマウントディスプレイ補助走行装置システムは視覚情報のみならず音声や振動提示を付与することにより、より認識しやすくなれると考えられる。

6. 結論と今後について

今回の実験において、三つのエフェクトの中に、1.5 倍速 (30 フレーム 1 秒) の「平行移動」エフェクトが最も「提示効率」が高いことが分かった。

一方で、今回の実験は室内空間に限っていた。今後は、実践を見据え、室外空間における検証を行っていききたい。また、「平行移動」エフェクトにおけるブロックの大きさによる影響や、最適な再生速度の導出を検証していききたい。

参考文献

- 1) 視力障害と失明 WHO ファクトシート (PDF)”。公益社団法人 WHO 協会 (2017 年 10 月)
<https://www.andhand-project.com/posts/6146236/>
- 2) Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis。Prof Rupert R A Bourne, MD。The Lancet Global Health。August 02, 2017
- 3) 「視覚障害者の駅での困りごとや声かけサポート」に関するアンケート結果，一般社団法人 PLAYERS，2019，
<https://www.andhand-project.com/posts/6146236/>
- 4) ビチャイ研究室 ウェアラブルデバイス OTOMO”，2018.7.1
http://www.iot.ac.jp/~vichai/?page_id=167
- 5) 視覚障害者の「目」になる超音波リストバンド
2017.11.6
<https://www.tel.co.jp/museum/magazine/news/253.html>
- 6) Horus Technology 視覚障害者用ウェアラブルデバイス「ホルス」
<https://ascii.jp/elem/000/001/260/1260747/>
- 7) 立体音を用いた視覚障害者用水族館鑑賞システムの開発，人間工学，2019 年 55 巻 Supplement 号 p. 1C3-3，鈴木 誠一