

反提示方向への力の低減を行った視覚障害者誘導用力覚インタフェース

Force Blinker-2 の開発

Haptic Interface “Force Blinker 2” for Navigation of the Visually Impaired

○ 安藤 健 (早大) 塚原 亮太 (早大) 関 雅俊 (早大) 藤江 正克 (早大)

Takeshi ANDO, Waseda University
 Ryota TSUKAHARA, Waseda University
 Masatoshi SEKI, Waseda University
 Masakatsu G. FUJIE, Waseda University

Key Words: Navigation, Haptic, The Visually impaired, Force Blinker

1. 緒言

本邦における視覚障害者の数は約 30 万であり、視覚障害者の外出頻度が他の障害者と比べ低くなっていることが問題となっている。視覚障害者の最も有効な外出支援方法は、ガイドヘルパーによる付き添いである。ただし、この手法はガイド側の身体的・精神的負担、および視覚障害者側の精神的負担が大きくなる。そこで、視覚障害者の外出を支援するナビゲーションシステムの研究開発が進められている。

現在位置を取得する手法としては GPS やスードライドなどを用いたもの、移動方向を提示する技術としては音声、超音波、画像などを用いるものが研究開発されている。一方、ヘルパーによる手引きのように力情報を用いた研究も進められている。これまでに中村ら⁽¹⁾や著者ら⁽²⁾も回転する偏心錘の組み合わせにより任意の方向を提示するシステムを開発してきた。しかし、著者らが開発してきた Force Blinker 1 においては、提示方向と逆方向（反提示方向）に対しても力が提示されてしまい、提示された方向の認識率が悪くなるという問題があった。

そこで、本稿では、反提示方向への提示力を低減した Force Blinker 2 を開発し、反提示力の低減の方向認識への影響を視覚障害者 10 名により検証することを目的とする。

2. 力覚インタフェース Force Blinker 2 の開発

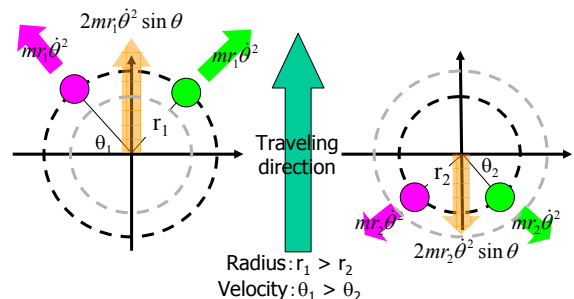
2-1 力覚提示手法と反提示力低減手法

Force Blinker においては、2 つの偏心錘が互いに逆方向に回転し、それぞれの遠心力などの合力がインタフェースの提示力となる。提示方向において角速度を 5[Hz]、反提示方向で 1[Hz]とすることで、提示方向に対して大きな遠心力を提示することができる⁽¹⁾。ただし、遠心力に加え、加減速による慣性力が生じるため、反提示方向に対しても力が加わる。本研究では、反提示方向への力を低減するために回転半径を小さくすることとした。つまり、提示方向と反提示方向で半径を可変とするものとする (Fig. 1)。

2-2 Force Blinker 2 の機構

Fig. 2 に開発した Force Blinker 2 の試作機 (3100×φ30[mm], 465[g], 最大提示力:1.3[N]) を示す。また、錘と軸に斥力を生じるように永久磁石を配置することで回転半径を変化させるパッシブな機構の模式図を Fig. 3 に示す。この機構では、遠心力などと斥力との釣り合い関係により、回転速度が速いときには回転半径が大きく、速度が遅いときは回転半径が小さくなるようになっている。ただし、磁石の磁束密度は試行錯誤により錘側 3130[Gauss]、軸側 2840[Gauss]と決定した。

きには回転半径が小さくなるようになっている。ただし、磁石の磁束密度は試行錯誤により錘側 3130[Gauss]、軸側 2840[Gauss]と決定した。



(a) Traveling direction (b) Opposite side direction
 Fig. 1 Concept of direction teaching

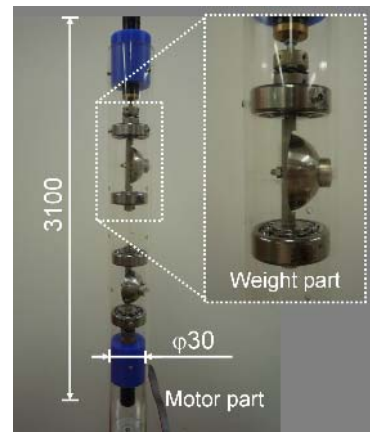
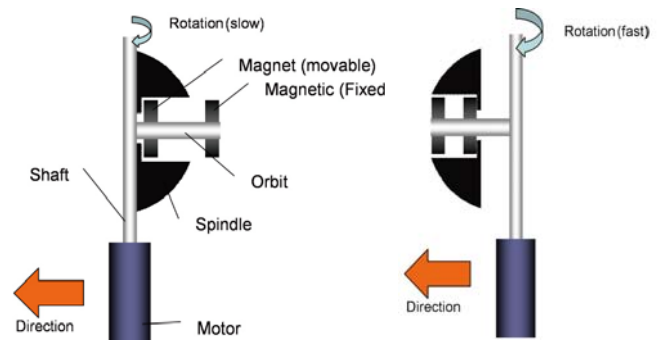


Fig. 2 Prototype of Force Blinker 2



(a) Opposite side direction (b) Traveling direction
 Fig. 3 Simple model of Force Blinker 2

3-3 Force Blinker 2 の制御

Force Blinker 2 においては、速度フィードバックのマイコンループを有する角度フィードバック制御をマイコン (H8/3052F, 25[MHz], 512[kB]) により行った。エンコーダの値により 2.7 ± 3.0 [deg] の誤差により制御できていることを確認した。また、回転中の錘の挙動を錘の鉛直上方より高速カメラ (キーエンス VW-6000, 1000[Hz]) で撮影し、Fig. 4 のように回転半径が変化していることを確認した。

3. 視覚障害者による評価実験

3-1 実験目的

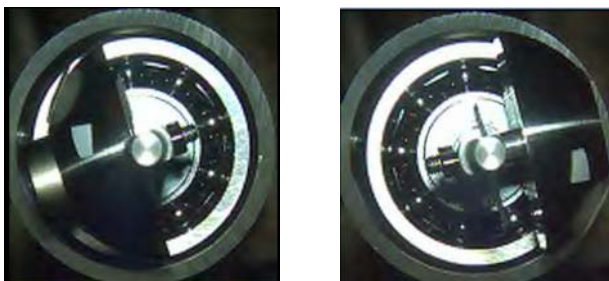
Force Blinker 1 (回転半径固定) と Force Blinker 2 (回転半径可変) による方向提示を行い、反提示力の低減が視覚障害者の方向認識に与える影響を検討する。

3-2 実験方法

Fig. 5 のように視覚障害者 10 名 (1 級:8 名, 2 級:2 名) が座位で Force Blinker 1 および 2 を利き手で把持し、前後左右の 4 方向をランダムに 80 回ずつ提示した。ただし、Force Blinker 1 および 2 を持つ順序は、被験者によりランダムに決定した。本実験は早稲田大学倫理委員会の承認 (#2009-142) を得て行われた。

3-3 実験結果, 考察

Fig. 6 に認識率の結果を示す。Force Blinker 1 を用いたときは $75 \pm 20\%$ 、Force Blinker 2 を用いたときは $83 \pm 16\%$ であった。ウィルコクソン符号付順位和検定により有意差を確認した ($p < 0.02$)。よって、半径可変により反提示力を低減した Force Blinker 2 を把持した場合の認識率が高くなることがわかった。



(a) Opposite side direction
Fig. 4 High speed camera

(b) Traveling direction



Fig. 5 Experimental scene

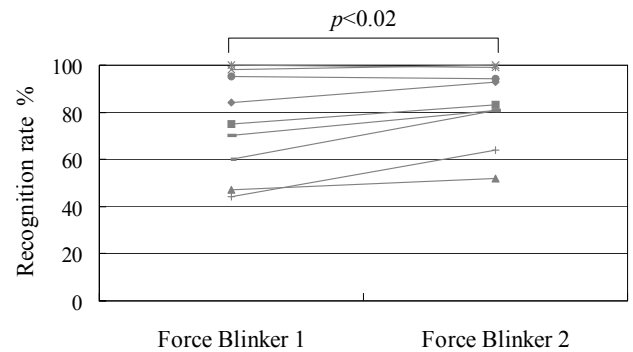


Fig. 6 Recognition rates

また、視覚障害歴により A グループ (20 年以上, 6 名), B グループ (20 年未満, 4 名) に分けた認識率を算出した。Force Blinker 1 においては A グループが $82 \pm 22\%$ 、B グループが $65 \pm 14\%$ 、Force Blinker 2 においては A グループが $89 \pm 14\%$ 、B グループが $72 \pm 17\%$ となった。どちらのインタフェースにおいても、A グループの方が B グループと比べ、認識率が高くなった ($p < 0.1$)。よって、障害歴が長い方が、提示された方向に対してより感度良く認識ができることがわかった。また、A、B グループのどちらにおいても Force Blinker 2 を用いたときの認識率が高くなった ($p < 0.1$)。

4. 結言

視覚障害者のナビゲーションにおける方向提示を目的として、反提示力を低減するための永久磁石によるパッシブな機構を用いたインタフェース Force Blinker 2 を開発した。視覚障害者 10 名による評価実験により、新たに開発した Force Blinker 2 は従来の反提示力が大きい Force Blinker 1 と比べ、認識率が約 10% 向上することがわかった。

今後は、経路決定システムなどとの統合を行い、ナビゲーションシステムを完成させる。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省グローバル COE プログラム「グローバルロボットアカデミア」、科研費 (20240058) の支援を受けて行われた。

被験者実験に際しては、藤本浩志先生 (早稲田大学)、和田勉氏 (日本点字図書館) に多大なるご尽力を頂きました。また、実験にご協力頂きました被験者の方々に御礼申し上げます。

さらに、高速カメラの撮影においては、蒲池道夫氏 ((株)キーエンス) にご協力頂きました。

参考文献

- (1) Nakamura N., Fukui Y., An innovative Non-grounding Haptic Interface 'GyroCubeSensuos' displaying Illusion Sensation of Push, Pull and Lift, Proceedings of ACM Siggraph2005, 2005
- (2) Ando Takeshi, Yamamoto Masahiro, Seki Masatoshi, Fujie Masakatsu G., Development of a Cane with a Haptic Interface Using IC Tags for the Visually Impaired, 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2009, 3196-3201.