

視覚障害者用横断歩道誘導器の触覚提示システム

Haptic presentation system of the crosswalk guidance system for persons with visual impairment

○ 岩崎雄己（東電大院） 大西謙吾（東電大）

Yuki IWAZAKI, Graduate School of Tokyo Denki University

Kengo OHNISHI, Tokyo Denki University

Abstract: Crosswalk and the pedestrian signal are effective for safe road crossing for the sighted persons. However, this system dependent on visual information is a barrier for person with visual impairment, and therefore, customizable alternative methods are required to recondition the restriction. In this study, we developed a portable crosswalk guidance device with image processing and haptic projector. The haptic presentation consist of a vibration notice system and Braille notice system. To assess the mockup, response time to the Braille stimulation of conventional projection and our thumb-mounted tactile projection is compared. With no significant difference between the tactile projection methods, on responding to the stimuli and correnct answer rate, it is confirmed that the mockup Braille notice system are no less adequet for tactile information projection.

Key Words: Persons with visual impairment, Haptic presentation, Braille stimulation, Crosswalk guidance

1. 背景

視覚障害者は、聴覚情報など残存感覚器官から得られる情報を手がかりに歩行する。しかし横断歩道をはじめとする交通システムは、主に視覚に依存する設計であるため、視覚障害者は道路横断に必要な情報を十分に得られないまま利用する。視覚障害者の約79%が道路上で常に危険を感じており、また約71%が道路横断に危険を感じている⁽¹⁾。視覚障害者が安全に道路の歩行、横断ができない環境は、単独外出の障壁であり、道路設備の改修も必要であるが、個人で携帯できる支援機器があり、かつ同時に使用することでさらに活動範囲が広がるのが期待される。

視覚障害者の歩行支援機器として画像処理や、超音波センサによる横断歩道や障害物の検出に関する研究が行われている。しかし検出情報の提示には音声を用いる場合が多く⁽²⁾、環境音の聴取に干渉し、情報提示には適さない。また歩行誘導の情報提示に触覚提示を用いる研究⁽³⁾があることから、本研究では画像処理技術による横断歩道・歩行者信号の検出、触覚提示による情報提示を行う手に装着可能な横断歩道誘導器の開発を進めた。本報告では、試作した横断歩道誘導器使用時の、点字による触覚提示の有効性を、一般的な点字触読時の、点字刺激に対する知覚能力と比較することにより調査した結果を述べる。

2. 横断歩道誘導器の構想

本研究では、視覚障害者が道路を安全に横断するために必要な情報を、横断歩道の情報と、歩行者信号の赤青情報の2点とする。歩行しながら周囲の情報を小型カメラより画像として取得、ARMプロセッサ型シングルボードコンピュータ Raspberry Pi にて取得した画像から歩行者信号の情報と横断歩道を検出する。触覚通知システムには、円盤型小型振動モータ(T.P.C, FM34F)、点字セル(KGS, SC11)の2つの触覚インターフェースを用いる。誘導器は小型軽量単体で装着が簡単であることとの視覚障害者からの意見から、小型カメラと各触覚インターフェースが一体で手に装着できる構造とした。そして、点字セルは示指で触読し、母・中・環・小指は非拘束となる形状とした。構想図を Fig. 1 に示す。

3. 横断歩道誘導器の試作

誘導器のポリ乳酸樹脂製の試作器を3次元プリンタで製作した(Fig. 2)。樹脂のみの重さは約102g、点字セル、振動モータを含めた総重量は約116g。誘導器は物を物を持ちながら情報を読める形状との構想から、母指丘に装着し、示指が屈曲位でまき上げ・つき出しの指列の動きで点字を読む構造とした。通常の点字触読は、示指を伸展位で点字に押し付け、内外転の動きで行うため、指の姿勢と動きに違いがあることから、誘導器装着での点字刺激の知覚・認識・判別に及ぼす影響を考慮し、比較実験を行うこととした。

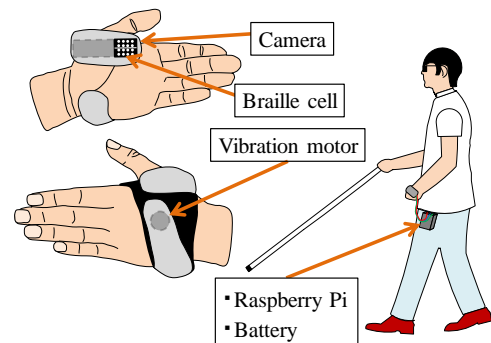


Fig. 1 Concept image of the crosswalk guidance system

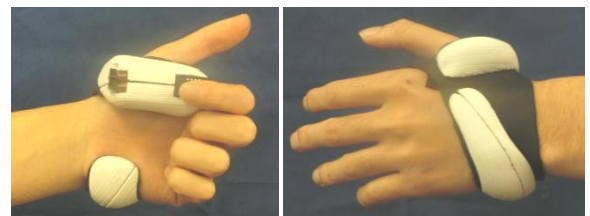


Fig. 2 Prototype guidance device

4. 点字刺激知覚実験

4.1. 目的・条件

本実験は、示指を伸展位で点字に押し付け、内外転動作で触読する方法を通常触読、誘導器を装着し示指を屈曲位で点字を巻き上げ・突き出し動作で触読する方法を誘導器

触読とし、それぞれの点字刺激に対する知覚成功率、応答時間を比較することで、横断歩道誘導器の一部として点字通知システムの有効性を調査することを目的とする。

実験装置は、点字セルと制御する Raspberry Pi、提示信号を知覚したのを通知するタクトスイッチからなり、Raspberry Pi からの点字セル印加電圧信号とタクトスイッチ信号をサンプリング周期 10 ms で記録した。被験者は提示された点字一文字を点字セルで触読し口頭で回答する。提示文字と回答が一致する場合を成功とし、点字提示回数に対する成功数の割合を知覚成功率とした。被験者は提示された点字を知覚中タクトスイッチを押し続けるとし、応答時間は点字セル印加電圧信号が ON になった時刻から、タクトスイッチ信号が ON になった時刻までの時間とした。

提示点字の文字種類は、文字毎の触読時間、触読のしやすい配列についての報告⁴⁾を参考とした。日本点字の清音 43 文字から、点字の構成点数が 2～5 個の文字は触読時間が短く触読しやすい 1 文字と、触読時間が長く触読しにくい 1 文字の各々 2 文字計 8 種類、点数が 1 個と 6 個の文字は各 1 文字の計 10 種類とした(Table 1)。各被験者は 10 種類の文字を不規則に提示されるのを 1 試行とし、各試行では文字の提示順を変えた 3 試行に回答する。事前に複数回点字を左示指で触わる練習を被験者は行う。練習時の提示順は、実験に影響しないよう本試行とは異なる順とした。

通常触読時は、高さ約 750 mm の机上に設置された点字セル上に左示指を乗せた状態で待機とし、誘導器触読時は、装着しながら左示指を点字セル上に乗せた状態で待機とした。タクトスイッチは右手に保持し、実使用環境を模擬し外乱として、環境音をイヤフォンで提示、アイマスクを着用しながら立位状態で実験を行った。

4.2. 結果・考察

本実験は東京電機大学ヒト生命倫理委員会の承認を得て、被験者に実験参加の同意を得て実施した。被験者は点字習練経験のない 5 名(晴眼男性，右利き，年齢：22±SD0.6 歳)とした。2 条件の全 15 試行のデータの平均知覚成功率を図 3、平均応答時間を図 4 に各々示す。図 3 から、点字の構成点数間の比較では、誘導器触読の場合、点数が 3, 4, 5 個の文字は、通常触読の場合と比べ成功率が低く、点の配列の正確な知覚ができていない。村上⁴⁾らは、点数の少なさが点字の読み取りやすさにつながると報告していることから、通常触読時と比べ指の可動範囲が狭い誘導器触読時に、点数の増加による成功率が顕著に低下したと考えられる。しかし点数が 4 個の「フ」は、点数が 2 個の「ウ」，「ナ」と比べ、知覚成功率が高い。これは中段に空隙があり、かつ点の並びが単純であるという、触読初心者にとって読み取りやすい特徴を兼ね揃えていることから、点数が多くても成功率が高かったと考えられる。

図 4 から、最小平均応答時間は通常触読時、誘導器触読時いずれも、点数 6 個の「メ」で 0.34 s であった。標準偏差が最小だったのは、通常触読時は、「メ」の 0.06 s、誘導器触読時は点数 5 個の「へ」で 0.08 s であった。2 条件それぞれの全文字種類の平均応答時間は、通常触読時は 0.39 s、誘導器触読時は 0.38 s であった。文字種類、触読方法の 2 要因の、平均応答時間への影響を分析するため、有意水準 5 % で二元配置分散分析を行った。結果、文字種類は $p=0.28$ 、触読方法は $p=0.21$ となり、平均応答時間に対する文字種類、誘導器装着による影響に有意差はなかった(文字種類: $F(9,280)=1.91$, n.s., 触読方法: $F(1,280)=3.87$, n.s.)。以上の結果より、誘導器で設定した触読の指の姿勢・動き

による影響は本実験条件下では通常触読と差がなく、点字刺激を知覚可能であることを示唆する。

5. まとめ

試作した手に装着する誘導器による情報提示の有効性の検証として触読時の指の姿勢、動きが、点字刺激に対する応答時間、知覚成功率に及ぼす影響を調査した。結果、通常触読時と誘導器触読時の応答時間に有意差がなく、本実験条件では横断歩道誘導器で点字通知は文字種類を選べば短時間で情報の知覚・判断が可能であると考えられる。今後は提示する情報と文字種類の組み合わせを検討し、フィールドテストを試みる。

参考文献

- (1) 高山佳子, 大野久奈, 視覚障害者の道路環境に関する実態, 横浜国立大学教育紀要, Vol. 32, pp.189-192, 1992.
- (2) 中村和宏, 青野嘉幸, 他1名, 視覚障害者用誘導型歩行支援システム, 電子情報通信学会論文誌. D-II, 情報・システム, II-情報処理, Vol. J79-D-2, No. 9, pp.1610-1618, 1996.
- (3) 阿曾沼樹, 松本三千人, 他1名, 視覚障害者歩行支援のための頭部への触覚刺激による方向提示, 電子情報通信学会論文誌. D, Vol. J90-D, No. 3, pp.815-819, 2007.
- (4) 村上詩織, 渡辺哲也, 他2名, 触読初心者を対象とした点字の読み取りやすさに関する実験的研究, 電子情報通信学会研究報告, Vol. 110, No. 53, pp.9-14, 2010.

Table 1 Braille pattern

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Letter	ア	ウ	ナ	ユ	タ	フ	ト	ム	ヘ	メ
Braille	●● ●●	●● ●●	●● ●●	●● ●●	●● ●●	●● ●●	●● ●●	●● ●●	●● ●●	●● ●●

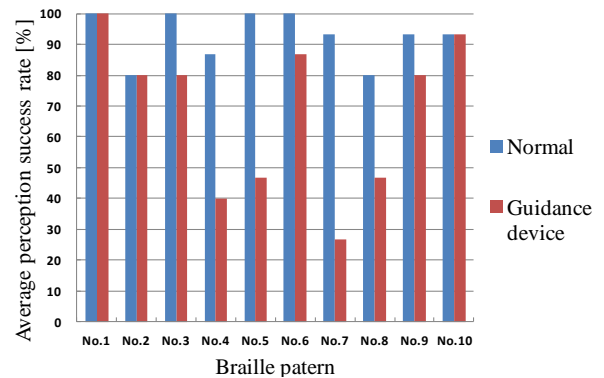


Fig. 3 Average perception success rate

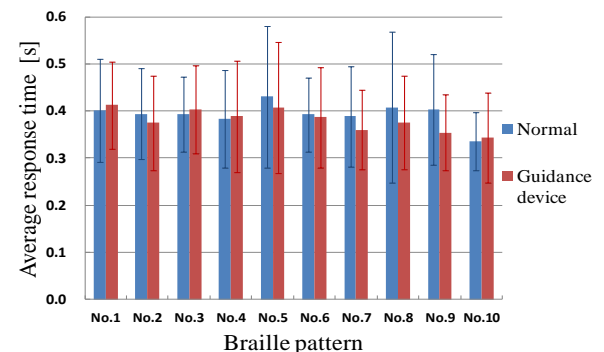


Fig. 4 Average response time