

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350654

研究課題名(和文) 建物の案内図をバリアフリー化するシステムに関する研究

研究課題名(英文) A study on the floor plan tactualization system

研究代表者

渡辺 哲也 (Watanabe, Tetsuya)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：10342958

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：(1)構内図の画像から壁の部分抽出するソフトウェアを試作した。(2)既存の点字フォントは17から18ポイントのサイズで立体コピー用紙に印刷したとき触読しやすいことを明らかにした。(3)立体コピーの発泡状況を3次元形状計測装置を使って計測した結果、点字を十分に発泡させるのに必要な熱量の設定値、用紙の周囲部の発泡は用紙中央の発泡より低いこと、線幅が広いほど発泡が高いこと、線同士の交差部は線部よりも発泡が高いことを明らかにした。(4)触読用の点字フォントを新たに開発し、これが既存の点字フォントよりも触読しやすいことを実験で確かめた。(5)触図サイトを開設し、これまでに作成した触地図を掲載した。

研究成果の概要(英文)：(1) Software was developed that extracts walls only from floor plans and outputs them as vector lines. (2) It was shown that the conventional Braille font is easy to read tactually when printed at 17 to 18 points on capsule paper. (3) 3D measurements of raising on capsule paper revealed (a) the minimum heat setting that is necessary to raise Braille font sufficiently, (b) the dots on the four sides of the paper have less expansion than the dots near the center of the sheet, (c) the wider the lines are, the greater the expansion is and (d) the heights for the intersections are larger than those for the line parts. (4) A new Braille font was developed for printing on capsule paper. An experiment showed that it is more legible than conventional Braille font. (5) A tactile graphics Web site was created and the tactile maps ever created was uploaded there.

研究分野：ヒューマンインタフェース、触覚情報処理、視覚障害者支援

キーワード：触地図 視覚障害者 立体コピー 点字フォント 触読しやすさ 構内図 画像処理

### 1. 研究開始当初の背景

- (1) 私たちは、視覚障害者自身が操作できる触地図自動作成システム「tmacs」を開発し、これを使って視覚障害者の依頼に応じて触地図を作成・送付するサービスを運用してきた。このサービスへの申込みの約5分の1が屋内の触地図を希望するものだった。tmacsは屋内の触地図作成に対応しておらず、その触地図を手作業で作成しなければならず、時間がかかるという問題があった。
- (2) 立体コピーシステムで作る触知図に点字をはめ込むには点字フォントを使う。しかし、このフォントをどのサイズで印刷すれば触察しやすいかが明らかではなかった。

### 2. 研究の目的

- (1) 屋内の地図（以後、構内図）の画像から壁の部分を抽出し、これをベクトルとして出力するソフトウェアを開発する。構内図の画像では、説明の文字や引出し線、施設記号などが壁に重なることが多い。そのような箇所でも適切に壁を抽出することが技術的なチャレンジとなる。
- (2) 既存の点字フォントをどのサイズで立体コピー用紙に印刷すれば、浮き上がらせたときに触読しやすいかを実験的に明らかにする。更に、既存の点字フォントは本来触読用に作られていないので、触読しやすさを考慮した立体コピー用点字フォントを新たに開発する。開発したフォントは、触地図内で使用する。
- (3) 触地図 Web サイトを構築し、これまでに作成した触地図をここからダウンロードできるようにする。

### 3. 研究の方法

- (1) 構内図の画像から壁の部分を抽出するソフトウェアは、画像処理に適したプログラミング言語 **Processing** と画像処理ライブラリ **OpenCV** を用いて開発する。その際に、直線とみなすための閾値や、線が途切れている場合に1本の線とみなす隙間の最大値などのパラメータを変化させられる作りとする。直線抽出の基本アルリズムとして **Hough** 変換を用いる。
- (2) 触読に適した点字フォントのサイズを調べるため、8種類の異なるサイズで立体コピー用紙に印刷した点字を視覚障害者に読んでもらい、読みに要した時間と読みの正誤を計測するとともに、読みやすさの主観評価を実験協力者に尋ねた。実験協力者は、点字の触読に優れた者として先天性の若年視覚障害者と、点字の触読速度が決して速いとは言えない中途失明の中・高年の視覚障害者の2群とした。
- (3) 立体コピーの発泡特性を定量的に明らかにするため、立体コピー用紙全面に点や線を印刷し、これに加える熱量を変えて発泡させ、浮き出しの高さを3次元形状計測装置を使って計測した。

- (4) 既存の点字フォントよりも点径を小さめにした点字フォント2種類をフォントエディタ (**FontForge**) を使って開発し、これと既存の点字フォントの最適サイズとの間で読みやすさを比較した。
- (5) レンタル Web サーバ (**WordPress**) を使って触地図 Web サイトを構築した。このような触地図サーバが世界中にどのくらいあるかについて、キーワード検索により調査した。

### 4. 研究成果

- (1) 構内図の画像から壁の部分を抽出するソフトウェアを試作した。このソフトウェアは **PNG** や **JPG** 形式の画像を読み込んで直線を抽出し、**SVG** 形式で出力する。構内図の画像には文字やイラストなど、直線として抽出する必要のない要素が含まれる、また壁が引き出し線などで途切れるなどの問題がある。そこで、元画像と抽出結果を交互に比較しながら、望ましい抽出結果となるように以下の3つのパラメータを調整可能とした。

**THRESHOLD**: 直線とみなすための閾値  
**MIN LINE LENGTH**: 検出可能な線の長さの最小値  
**MAX GAP**: 線が途切れている場合に1本の線とみなす隙間の長さの最大値

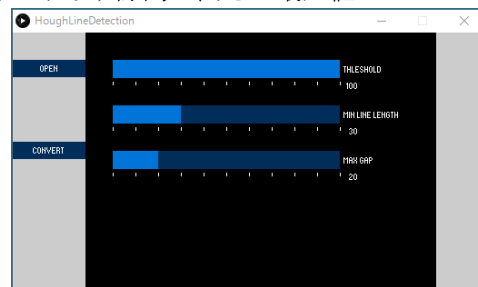


図1 直線抽出ソフトウェア



図2 構内図の画像 (原図)

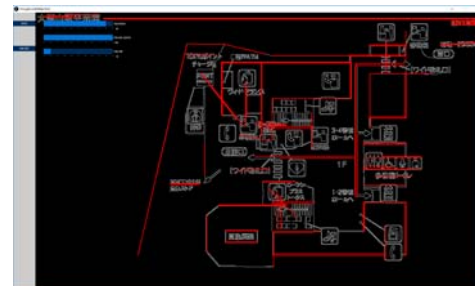


図3 直線抽出結果 (パラメータ調整後)

(2) 先天性の若年視覚障害者において、既存の点字フォントは17から18ポイントのサイズで印刷されたとき、触読時間が短く(図4)、主観評価が高い(図5)ことを明らかにした。

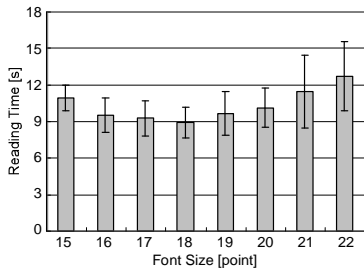


図4 点字のフォントサイズと触読時間の関係(先天性の若年視覚障害者)

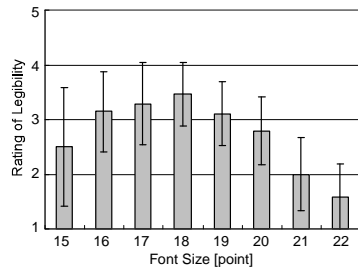


図5 点字のフォントサイズと読みやすさの主観評価の関係(先天性の若年視覚障害者)

後天性の中・高年視覚障害者において、既存の点字フォントは16から19ポイントのサイズで印刷されたとき、触読時間が短く(図6)、主観評価が高い(図7)ことを明らかにした。これらより大きいサイズ20から22ポイントで印刷した点字では読み間違いが多かった。この結果より、点字を大きくすることは必ずしも読みやすさの向上につながらず、適切なサイズが選ばれるべきとの結論が導かれた。

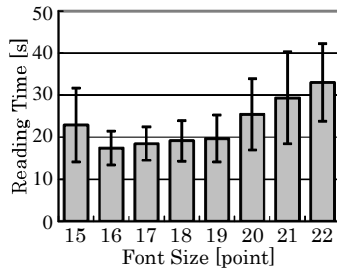


図6 点字のフォントサイズと触読時間の関係(後天性の中・高年視覚障害者)

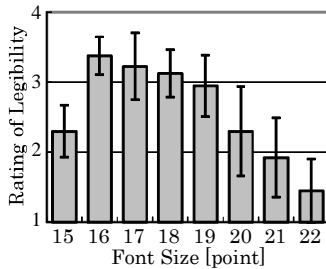


図7 点字のフォントサイズと読みやすさの主観評価の関係(後天性の中・高年視覚障害者)

(3) 立体コピーの発泡状況を3次元形状計測装置を使って計測した結果、次のことが明らかになった。

- 立体コピー機 (PIAF, Quantum Technology) を使って発泡させる場合、点字を十分に発泡させるには熱量の設定を7以上とすることが望ましい(図8)。
- 用紙の周囲部2-3 cmの発泡は用紙中央の発泡より低く、特に立体コピー機に入る側の用紙端は発泡の高さが低い(図9)。
- 線を発泡させるとき、線幅が広いほど発泡の高さが高い(図10)。
- 線同士の交差部は線のみ箇所よりも発泡の高さが高い(図11)。

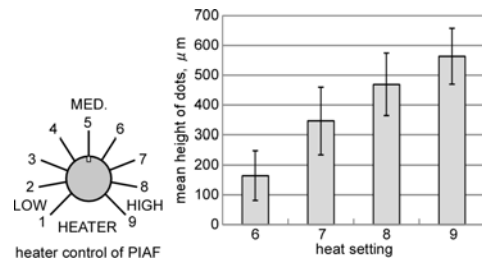


図8 熱量設定と点の発泡の高さの関係

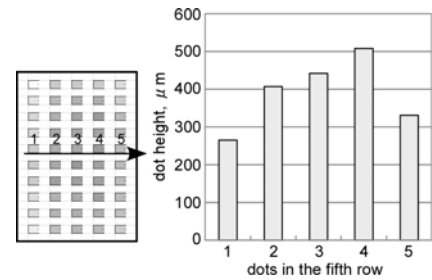


図9 列ごとに見た平均の点の発泡の高さ

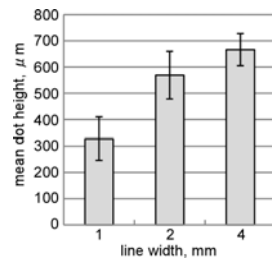


図10 線幅と発泡の高さの関係

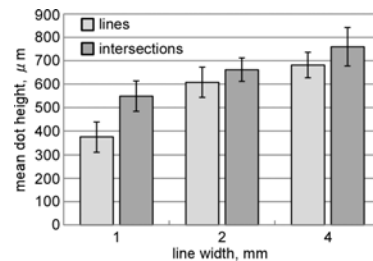


図11 線部と交差部の発泡の高さの比較

(4) 新たに開発した点字フォントのうち18ポイント印刷用のものが、既存の点字フォント、及び19ポイント印刷用のものより、読み時間が短く(図12)、読み間違いが少なく(図13)、主観評価値が高かった(図14)(た

だし、統計的有意差は見られなかった)。この 18 ポイント印刷用の点字フォントは、自分たちが作成する触地図で用いるとともに、希望者に配布している。

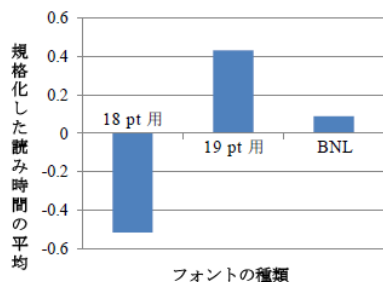


図 12 各フォントの触読時間

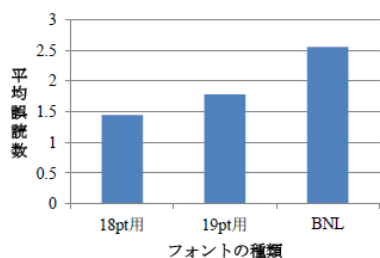


図 13 各フォントの誤読数

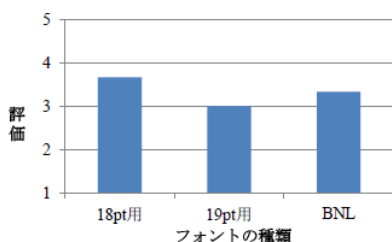


図 14 各フォントの主観評価

(5) 触図サイトを開設し (図 15), ここに、これまでで作成した触地図 70 点以上を掲載して、誰もがダウンロードして使えるようにした (個人宅を含む触地図は除外した)。

触図サイトの URL

<https://tactilegraphics.net/>



図 15 触図サイトのトップページ

触図サーバに関する Web 調査の結果、15 の触図ライブラリと 7 点の自動触図作成ツールを見つけた。英国・米国の視覚障害者支援

団体では触図作成サービスを行っているが、日本では触図作成単体のサービスは見つからず、点訳の一部として触図の作成が行われているようである。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 2 件)

① T. Watanabe and H. Kaga, “Determining the Optimum Font Size for Braille on Capsule Paper for Late Blind People,” ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.5, No.1, pp.2-7, 2017. (査読有)

DOI: <http://doi.org/10.3169/mta.5.2>

② T. Watanabe, “Determining the Optimum Font Size for Braille on Capsule Paper,” IEICE Transactions on Information & Systems, Vol.E97-D, No.8, pp.2191-2194, 2014. (査読有)

DOI: <http://doi.org/10.1587/transinf.E97.D.2191>

〔学会発表〕 (計 8 件)

① 韓星民, 和氣典二, 渡辺哲也, 北田亮, “触覚と特別支援教育(1)-触図認知と触覚教材・教具作り-,” 日本特殊教育学会第 54 回大会, 2016 年 9 月 17 日, 朱鷺メッセ (新潟県新潟市) .

② 渡辺哲也, 加賀大嗣, 山口俊光, “発表標題: 触図作成サービス・ライブラリの国際調査,” ヒューマンインタフェースシンポジウム 2016, 2016 年 9 月 8 日, 東京農工大学 (東京都小金井市)

③ T. Hashimoto and T. Watanabe, “Expansion Characteristic of Tactile Symbols on Swell Paper: Effects of Heat Setting, Position and Area of Tactile Symbols,” 15th International Conference on Computers Helping People with Special Needs: ICCHP 2016, 2016 年 7 月 13 日, Linz (Austria). (査読有)

④ 橋本孝博, 渡辺哲也, “立体コピーに適した点字フォントの開発とその評価,” 電子情報通信学会 第 82 回福祉情報工学研究会, 2015 年 12 月 9 日, 産業技術総合研究所臨海副都心センター (東京都江東区) .

⑤ 橋本孝博, 渡辺哲也, “立体コピーに適した点字フォントの開発,” 第 24 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会, 2015 年 6 月 28 日, コラッセふくしま (福島県福島市) .

⑥ 八木翼, 渡辺哲也, “触知案内図作成支援ソフトウェアの開発,” 第 24 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会, 2015 年 6 月 27 日, コラッセふくしま (福島県福島市) .

⑦ 橋本孝博, 渡辺哲也, “立体コピーの膨張に影響を与える要因の検討 ~触知記号の紙

面上での位置と面積，熱量の影響～，”電子情報通信学会 第 78 回福祉情報工学研究会，2015 年 3 月 13 日，筑波技術大学（茨城県つくば市）。

⑧ T. Watanabe, T. Yamaguchi, S. Koda, and K. Minatani, “Tactile Map Automated Creation System Using OpenStreetMap,” 14th International Conference on Computers Helping People with Special Needs: ICCHP 2014, 2014 年 7 月 9 日, Paris (France). (査読有)

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ「触地図 Tactile Graphics」

<https://tactilegraphics.net/>

これまでに作成してきた触地図を掲載。誰もが閲覧・ダウンロードできる。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡辺 哲也 (WATANABE, Tetsuya)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：1 0 3 4 2 9 5 8

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

南谷 和範 (MINATANI, Kazunori)

大学入試センター・研究開発部・准教授

研究者番号：9 0 5 5 1 4 7 4

山口 俊光 (YAMAGUCHI, Toshimitsu)

新潟大学・自然科学系附置人間支援科学教育研究センター・特任助教

研究者番号：4 0 5 5 4 2 8 3

### (4) 研究協力者

なし