

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：32629

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26870863

研究課題名(和文)点図における識別容易な凸点の単純形状パラメーターの評価

研究課題名(英文)Discriminable dimensions of tactile raised dots in Braille graphics

研究代表者

豊田 航 (Toyoda, Wataru)

成蹊大学・理工学部・助教

研究者番号：90609257

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、視覚障害者が利用する点図の描画に用いられる凸点の高さと直径の触弁別可能な条件を明らかにすることであった。心理物理実験の結果、視覚障害者の加齢や触知経験による触覚特性の変化に応じた、凸点の高さ弁別閾とウェーバー比が明らかになった。一方、凸点の直径を変化させるだけでは正確な触弁別が困難であることが明らかとなった。本データは、点字プリンターを設計する際の参考値として利用できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to clarify the conditions for distinguishing the height and the diameter of tactile dots of braille graphics used by persons with visual impairments. Results of psychophysical experiments revealed that the height discrimination threshold and the Weber fraction were clarified according to the changes in the tactile characteristic depending on the age and the tactile experience of persons with visual impairments. On the other hand, it was difficult to accurately discriminate the tactile dots just by changing the diameter. The data can serve as useful references for designing Braille printers.

研究分野：人間工学

キーワード：視覚障害 点図 識別 触覚 点字プリンター

1. 研究開始当初の背景

点図は、視覚障害者に対して数量や概念図を直感的に伝える重要なツールである。点図では画像の輪郭や色、密度などが点字様の凸点を連ねた線や面パターンによって描画される。点図の様々な内容は、凸点の高さや直径といった形状を 0.1mm 単位で変化させた多種類の凸点によって描画し分けられるため、視覚障害者は凸点の触感の違いによって図の内容の違いを読み取ることができる。

近年普及した点字プリンターは視覚障害者に対して個別ニーズに応じた点図を迅速かつ安価に提供できるが、多くの機種では印刷できる凸点が 2 種類前後に限られている。そのため視覚障害者からは、点字プリンターの表現力向上のためにより多くの種類の凸点が印刷できるようになることが求められている。

申請者が企業等と行った事前ミーティングによって、凸点の高さと直径の 2 つが点字プリンターにおいて調整可能な形状パラメーターの候補であることが推定されていた。しかし凸点の寸法にどのような違いがあれば、視覚障害者が正確に触弁別できるのかを定量的に検討した文献は不十分であった。そのため、新たな点字プリンターの開発にあたり、設計目標値となる客観的データが必要であった。

2. 研究の目的

視覚障害者によって触弁別可能な凸点の高さと直径の条件を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 凸点の触弁別実験

視覚障害者にとって高い精度で触弁別可能な凸点の高さと直径を明らかにすることを目的とした心理物理実験を行った。実験参加者は、年齢や受障後経過年数の違いによって合目的に選ばれた視覚障害者 50 名であった。

刺激は、我が国の盲学校教科書の印刷に採用されている最も一般的な印刷方法である亜鉛製版によって作製された。刺激の形状は、凸点を密接に連ねた線であり(図 1、長さ 85 mm)、上質紙(30 mm × 100 mm)に印刷された。

刺激の高さおよび直径は、あらかじめ計画された寸法と近似するように厳密に統制された。高さの範囲は約 0.1 mm から約 0.5 mm とした。直径は凸点先端の曲率半径によって統制することとし、約 0.4 mm から約 5 mm の範囲で統制された。

刺激の寸法精度は 3 次元形状計測機 (VR-3000, Keyence Corporation, Japan; measurement accuracy: ± 0.003 mm in height, ± 0.005 mm in width) を用いて確認された。一つの刺激に含まれる凸点の平均高さが、計画された寸法から 0.005 mm 以内であった刺激

のみを実験で使用した。

実験参加者は、標準刺激と比較刺激からなる刺激ペアを触知し、その同異を強制 2 肢選択により回答した。得られたデータから 90% の精度で触弁別可能な高さの閾値および直径の閾値が参加者ごとに算出され、それらのウェーバー比が算出された。さらに、一つひとつの刺激の弁別に要した時間および主観的な弁別しやすさ(5 段階尺度)に関するデータが収集された。

(2) ユーザー調査

後述の実証実験の計画立案(刺激の図案の選定など)に向けた知見を得ることを主たる目的として、点図利用者である視覚障害者 14 名と、点図作成者である視覚障害者生活訓練等指導員(歩行訓練士) 15 名に対して調査を行った。

参加者の点図に関するニーズが語られるように、半構造化面接が行われた。質問は、点図を含む触図の利活用実態およびそれを踏まえたニーズに関する以下の内容が含まれた: これまでの点図の利用経験、理解しやすかった/理解しにくかった点図の特徴、特に読むことが困難であった点図の種類、点図を触察する際の方法、設計上配慮すべき点など。調査者は、視覚障害者から語られる経験談やニーズに対して内容を深めるように問いかけを繰り返すことで、参加者の自発的な語りのデータを得た。得られた音声データはテキストに起こされ、内容ごとに分類(概念化)され、質的に分析された。

(3) 実証実験

心理物理実験で得られた弁別閾に基づいて設計された凸点の実用性を確かめる実証実験を行った。

凸点の高さおよび直径の違いによって図の内容が描画し分けられた点図の刺激を作成した。刺激として、ユーザー調査によって日常生活において需要が高かった地図および線グラフを採用した。これらの図に含まれる幾つかの要素を、視覚障害者 10 名に触弁別させる課題を行った。

4. 研究成果

(1) 凸点の触弁別実験

実験の結果、触知経験が豊富な視覚障害者

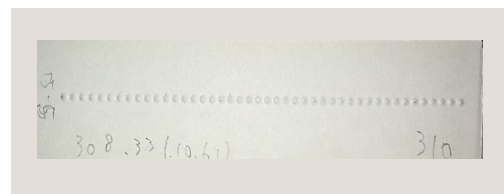


図 1 触弁別実験で用いた刺激

であっても、凸点の直径のみを変化させるだけでは、正確な触弁別が容易ではないことが明らかとなった。特に、失明間もない高齢者では困難であった。実用上は、凸点の直径に加えて、高さなどの形状パラメーターも変化させて印刷する必要がある。

また、視覚障害者の加齢や触知経験の程度による触覚特性の変化に応じた、凸点の高さ弁別閾およびウェーバー比が詳細に明らかになった。このウェーバー比に基づき、視覚障害者にとって触弁別可能な高さデータセットが整理した(表1)。このデータは将来的に新たな点字プリンターを検討する際の参考値として利用できる。

なお、本研究によって明らかとなったウェーバー比は、これまで既往文献によって定性的に推奨されていた値よりも顕著に大きかった。即ち、既往文献での推奨値に基づき凸点を設計しても視覚障害者にとっては正確な触弁別が難しいため、本研究の知見に基づき設計された凸点を利用することが推奨される。

(2) ユーザー調査

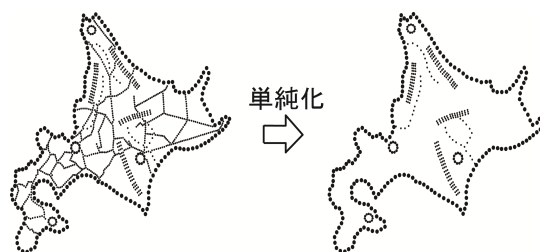
調査の結果、点図(ひいては触図全体)の触読性に影響を及ぼす設計要因が明らかとなり(図2)、実証実験で使用する刺激を設計する上で有用な知見が得られた。具体的には、点図として触地図や数量関係を示すグラフに関する触読性向上のニーズが高いことが明らかとなった。また、この設計要因は、将来的に画像情報を視覚障害者にとって読みやすく点図化するための実用的なノウハウとしても利用可能である。

さらに、本調査はインタビューのニーズを探索的に明らかにする質的調査法を用いたため、当初の調査目的を超える発展的な知見が得られた。例えば、一部の先天盲視覚障害者は、視覚経験の欠如によって点図の触読が極めて困難であるために、点図の触読能力向上に繋がる学習教材を求めていた。そこで3次元情報(例:交差点形状など)を点図のような2次元情報に翻案するプロセスを学習可能な簡便な立体教材を試作した。視覚障害者に簡単なヒアリング評価を実施した結果、その有用性が認められた。今後このような新しい学習教材を開発・活用することで、点図の優れた学習支援が実現できる可能性が示唆された。

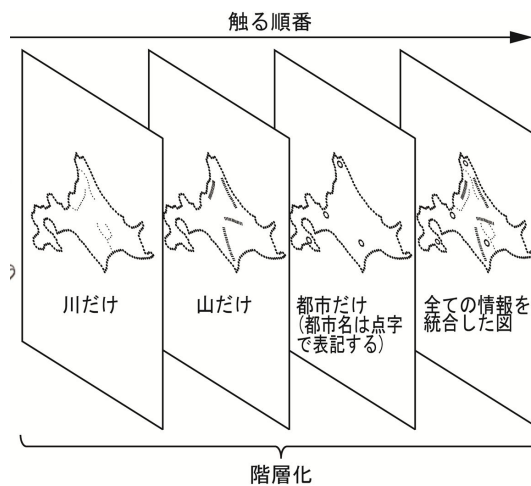
表1 触弁別実験の結果に基づき整理された凸点の高さデータセット(一部)

想定ユーザー	高さデータセット
高齢中途視覚障害者	0.2, 0.35, 0.55

単位: mm



(a) 情報の精選・単純化



(b) 情報の階層化

図2 抽出された点図の触読性向上に関わる設計要件の一例((a)情報の精選・単純化,(b)情報の階層化)

(3) 実証実験

実験の結果、本研究の成果に基づく凸点の高さおよび直径によって描画された点図のサンプルは、高い正確性および早い触読時間で触知できることが明らかとなった。このことから、本研究による知見の実用性が確認された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

1. 豊田航, 大倉元宏, 視覚障害者の歩行支援に関する福祉用具・システム開発とアウトリーチ活動, 成蹊大学理工学研究報告, Vol. 54, No. 1, pp. 23-27, 2017.

〔学会発表〕(計8件)

1. 豊田航, 早苗和子, 尾形真樹, 大内進, 清水美知子, 歩行訓練における立体的触地図の使用は先天全盲視覚障害者の空間理解を向上させる, 第27回視覚障害リハビリテーション研究発表大会抄録

- 集, 2018 .
2. 大内進, 金子健, 豊田航, 原雄司, 井出まゆみ, 3D プリンターの最前線と視覚障害者のための立体物の造形, 第 43 回 感覚代行シンポジウム講演論文集, Vol. 43, pp. 15, 2017 .
 3. 豊田航, 尾形真樹, 大内進, 清水美知子, 大倉元宏, 触地図キットの有用性の評価, 第 26 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会抄録集, pp. 77, 2017 .
 4. 豊田航, 須藤友輝, 大内進, 尾形真樹, 清水美知子, 大倉元宏, 新たな歩行訓練用触地図の開発に向けた設計要件の抽出, 第 25 回 視覚障害リハビリテーション研究発表大会抄録集, pp. 94, 2016 .
 5. 豊田航, 須藤友輝, 大内進, 尾形真樹, 清水美知子, 大倉元宏, 歩行訓練士による触地図を用いた訓練方法に関する調査, 第 41 回 感覚代行シンポジウム講演論文集, Vol. 41, pp. 63-66, 2015 .
 6. 豊田航, 宮本涼, 大内進, 大倉元宏, 井上剛伸, 視覚障害受障時期の違いを想定した点図における凸状点線の高さ識別特性の評価, 第 41 回感覚代行シンポジウム講演論文集, Vol. 41, pp. 59-62, 2015 .
 7. 豊田航, 大内進, 井上剛伸, 点図における凸点の高さ弁別特性の評価, 第 35 回 バイオメカニズム 学術講演会, pp. 229-230, 2014 .
 8. 豊田航, 大内進, 井上剛伸, 点図の触読性に影響を及ぼす作成要因の抽出, 第 23 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会抄録集, pp. 97, 2014 .

(4)研究協力者 なし

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称: 触地図キット
発明者: 豊田 航
権利者: 成蹊学園
種類: 特許
番号: 特願 2017-008078
出願年月日: 2017 年 1 月 20 日
国内外の別: 国内

○取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

豊田 航 (TOYODA, Wataru)

成蹊大学理工学部 助教

研究者番号: 90609257

(2)研究分担者 なし

(3)連携研究者 なし