

氏 名 スズキ ジュンヤ
鈴木 淳也

学位の種類 博士(工学)

学位記番号 富生命博甲第58号

学位授与年月日 平成26年3月21日

専攻名 生体情報システム科学専攻

学位授与の要件 富山大学学位規則第3条第3項該当

学位論文題目 移動する音による図形の輪郭提示

論文審査委員

(主査)

教授 津田 正明
教授 篠原 寛明
教授 西条 寿夫
教授 廣林 茂樹
教授 安藤 彰男

学位論文内容要旨

(ふりがな) すずき じゅんや

氏 名 鈴木 淳也

Ⓜ・女

全盲の視覚障害者は、視覚情報を取得出来ないため、文字や画像情報の取得が困難である。しかし、スクリーンリーダや点字ディスプレイなどのインタフェースの洗練に伴い、現在ではPCを介した独力での文字情報の受発信が可能となっている。

一方、ウェブなどでのグラフィカル情報の増加に伴い、視覚障害者にとっても画像の認識が重要になっている。これまで、視覚障害者が図形を認識する手段として、触覚を利用するものが多く開発されてきた。触覚は、視覚に次いで空間分解能がよく、グラフィカルな空間情報の提示に適しているからである。PCのグラフィカル情報を、触覚に提示するものとして点図ディスプレイがある。点図ディスプレイは、画面上に表示された画像や文字などの形を、点の列で表現するものである。しかし、点図ディスプレイは、図形全体の輪郭情報は提示できるが、文字の書き順や、物体の移動などを表現したアニメーションなど、移動を伴うグラフィカル情報の場合、その動きを指で追うことが困難である。また、点図ディスプレイは、表示面積がはがきサイズ程度と小さいため、複数の人が同時に触ることができない。さらに、これら触覚を利用して図形を認識させる装置の特徴は、点が「出ている状態」か「出していない状態」かの二値で表現することである。このためコントラストや明るさの違いを表示することはできない。この制約は、さまざまな色を表現するPCの画面を認識する装置として見過ごすことのできない制約であると考えた。コントラストや明るさの違いを区別して表示するには、表示装置が多段階の触覚提示ができなければならない。しかしながら、多段階の高さ提示を行う点図ディスプレイは実用化されておらず、他の感覚で補うなどの方法が求められる。

触覚提示では、線の形を点の配列で提示できる。これに対して、聴覚提示では、線の形を音の配列で同時には提示できない。聴覚情報は視覚情報に比べて空間分解能が低いからである。一方、時間分解能は、触覚より聴覚の方が3～4倍高いことが報告されている。そこで、筆者は、聴覚における高い時間分解能に着目し、書き順などの時間的な位置の遷移を伴う図形提示をでき、かつ複数の人が同時に図形情報を共有できる「音響式図形提示装置」を創出することを目標に研究を進めた。

まず、圧電スピーカマトリクスを用いて同一始点から同一の音源数で任意の図形を提示したときに、どの程度正しく知覚出来るか調べた。本実験で用いた圧電スピーカマトリクスでは毎秒8パルスのインパルス列が最も効果的に図形提示が行える

ことを確認した。しかし、圧電スピーカでは、音源定位に必要な周波数成分を十分含んでいないため、提示した輪郭の角があいまいに認識されるという問題が明らかになった。

(第2章)

そこで、上記の結果を受け、より広帯域の再生を可能とするダイナミックスピーカを使って、「図形の輪郭に沿って移動する音」による図形提示の可能性を検証した。検証にあたっては、単なる、○、△、□といった単純な形状ではなく、縦線、横線、斜線、曲線を含み、それらの位置関係を認識して文字を判断する必要があるアルファベットの大き文字を書き順に従って提示し、認識実験を行った。その結果、平均正答率90%以上が11文字、80%以上が20文字、70%以上が24文字であった。本実験の結果、直線、斜線、曲線を含む図形を、移動する音で提示することで認識できることを明らかにし、この手法の応用により、任意の図形を、移動する音で提示できる可能性が示された。

(第3章)

さらに、「音による図形提示方法」の新たな手法として、画面に描かれた線をペンタブレットを用いてなぞり、なぞった位置の線の方向を音の移動で提示することで、図形の全体像を認識できるか調べた。その結果、ペンで触れた部分の線の方向を音の移動で提示することで輪郭をたどり、全体像を認識できることを確認した。また、3点の音の逐次提示により、 90° 、 45° など大まかな角度を提示できることを確認した。さらに、音でベクトルや任意の2辺挟角を繰り返し提示する際、提示の終点と、次の提示の支店の間に、無音を挟むことで、始点、終点を明確にでき、線分の傾きだけでなく、方向も示すことができることがわかった。

(第4章)

これまでの研究により、「資格の空間分解能」を「聴覚の時間分解能」に変換することで、図形を認識できることを明らかにした。これにより、触覚提示ではなしえない「聴覚ならではの図形提示」への道を開いた。たとえば、以下のようなユースケースが考えられる。

- ・ 公共施設などでの、他人数への非難誘導表示
- ・ 視覚特別支援学校などでの黒板的利用

今後は、本方式を、様々な図形やグラフの表示に活用できるように、提示スピード、刺激音などのパラメタを検討していく。さらに、16行16列のスピーカ・マトリクスを試作し、より詳細な角度、曲線の提示をした場合、その情報量をどの程度認識できるか検討していく。

博士学位論文審査結果の要旨

平成26年2月5日に、鈴木淳也氏の博士学位論文の公聴会を開催し、5名の審査員による博士論文審査および最終試験を行い、ともに合格と判断された。

氏の博士学位論文は、空間分解能は低いですが、時間分解能はきわめて高い聴覚に着目し、図形の空間情報を、「移動する音」という時間情報に変換することで、図形をどの程度認識できるかを明らかにすることを目的とした。そして、書き順などの時間的な位置の遷移を伴う図形提示をでき、かつ複数の人が同時に図形情報を共有できる「音響式図形提示装置」等を実際に試作し、検証した。その結果、文字の書き順を確かに音の移動で提示できることを明らかにした。また、その成果は、映像情報メディア学会誌、論文特集ヒューマンインフォメーション～情報メディアに対する人間特性の理解と応用～, Vol. 67, No. 12 (2013年12月号)のpp. J441-J447に「移動する音源によるアルファベット形状の提示」の題目で、掲載された（著者：鈴木淳也，守井清吾，篠原寛明，広林茂樹）。

本学位論文は、以上の成果と、「視覚の空間分解能」を「聴覚の時間分解能」に変換することができるという、新たな感覚代行手段の道を切り開く可能性を示すものであり、十分に博士学位論文としての価値が認められた。