

機関番号 : 32621

研究種目 : 若手研究 (B)

研究期間 : 2009 ~ 2010

課題番号 : 21700146

研究課題名 (和文) 重度視覚障害者もみんなも使えるユニバーサルデザイン図形提示
インタフェース研究課題名 (英文) The graphic representation method as the universal-designed
touch-screen interface for visually impaired people

研究代表者

矢入 郁子 (YAIRI IKUKO)

上智大学・理工学部・准教授

研究者番号 : 10358880

研究成果の概要 (和文) :

当研究は、タッチパネルが当り前に様々な機器に組み込まれ、最も普及した触覚デバイスとなる未来予想を前提に、晴眼者を対象とした各種マルチメディアコンテンツに容易に追加可能な、「タッチパネルをなぞることによる全盲をも含む視覚障害者への情報補償技術」を提案することを目的に、2009年度～2010年度に実施された。視覚障害者が図形と対応した音をタッチパネルを触れながら探すことによって図形の認識を行うというシンプルな方法を基礎に、視覚障害者のタッチパネル利用、図形認識に関する認知特性に適した図形と音との対応の工夫に関する基礎研究が行われた。

研究成果の概要 (英文) :

This research has been supported by the grant from FY2009 to FY2010. The research goal is to propose the novel graphic representation method with touch and sound as the universal designed touch-screen interface for visually impaired people. The proposed method and interfaces are basic techniques for developing plug-ins which help blind people to use ordinary mass-produced computer devices with touch-screens, such as smart-phones and iPad. Our idea is so simple that musical scales guide users' finger to trace graphics and to memorize their position on the touch-screen. Four interfaces based on the idea were implemented and evaluated by visually impaired people.

交付決定額

(金額単位 : 円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野 : 総合領域

科研費の分科・細目 : 情報学, メディア情報学・データベース

キーワード：視覚障害者支援，タッチパネル，ユニバーサルデザイン，アクセシビリティ，図形認識，空間認知，音声による情報補償

1. 研究開始当初の背景

(1) 国内外の研究動向と本研究の位置付け

代表的な視覚障害者への図形提示方法には、触覚ディスプレイ、点字プリンタを用いて紙で提示する方法、数学的なグラフや写真・動画のおおまかな特徴を音の高低・音質で表現する方法、音声とジョイスティックを介した触覚とをフィードバックすることで視覚障害者が PC に表示された地図までも操作可能とする方法がある。これらは、視覚障害者専用の高価な、もしくは導入にボランティアなどのサポートが必要となる特殊な機器・ソフトウェアを必要とするがゆえの普及の壁、汎用の機器やソフトウェアを用いる場合は図形の詳細な把握が困難という欠点が指摘されている。それに対し、本研究は PC やスマートフォン等への急速な組み込みが進んでいるタッチパネルと音声とを用いた直感的な図形の提示方法を、視覚障害者への情報補償であるだけでなく、晴眼者も楽しめ、全ての人にとって有用なユニバーサルデザインとして実現する。

(2) それまでの研究の経緯と研究成果

本研究は提案者が 2006 年度に東京大学との共同研究によって実施した「インタラクティブ地図の視覚障害者の利用にも配慮したユニバーサルデザイン化の研究」(2007 年度日本機械学会交通・物流部門優秀論文講演表彰受賞)において開発したタッチパネルと音声とを組み合わせた図形提示方法を発展させ、様々なアプリケーションに適用可能な、汎用性の高い基礎技術の開発を目指す。この研究は、駅構内やイベント会場などの空間配置を示すインタラクティブ地図を対象に、視覚障害者が晴眼者と共に同一のコンテンツを利用可能とするためのユニバーサルデザインインタフェース技術開発を目的として実施された。具体的には、弱視者にタッチパネルと音声のみを用いて図形を提示し、認識結果を紙に書いてもらう実験を通して、よりパス(ノード間をつなぐ線)をなぞりやすい「ドレミファソラシド」の音階を用いる方法「オクターブインタフェース」を開発した。そして、全盲者 4 名に当インタフェースを用いたインタラクティブ地図を提示し、未知の場所を助けなしにゴール地点に向かう評価実験によって、開発した図形提示方法の有効性を確認

した。当研究の成果は、研究終了後の学会発表での受賞、視覚障害者へのデモで好評を博すなどの評価を受けた。

2. 研究の目的

前記研究において、以下のような興味深い結果が得られた。

- ・視覚障害者がタッチパネルを縦横方向にしかなく、曲線と斜線の認識が困難であること

- ・提案したオクターブインタフェースが視覚障害者の曲線と斜線方向のタッチの誘導に有効であり、図形認識の助けとなること

- ・曲線を提示した際、ノードの置き方で認識結果が変わってしまうこと

タッチパネルが当り前に様々な機器に組込まれる未来の視覚障害者の情報補償技術開発には、これらの結果を端緒に、視覚障害者のタッチパネルを利用した図形認知特性解明のための基礎研究が不可欠である。

そこで本研究では、期間内に以下の 3 つを明らかにすることを旨とする。

<ゴール 1>視覚障害者のタッチパネルを利用した図形認知特性の解明

<ゴール 2>上記特性に適したタッチパネルと音とによるインタラクティブ図形提示方法の解明

<ゴール 3>上記方法を用いた視覚障害者への情報補償を晴眼者にとっても楽しい・有用なマルチメディアコンテンツとして提供するためのユニバーサルデザイン(以下 UD と略記)の解明

3. 研究の方法

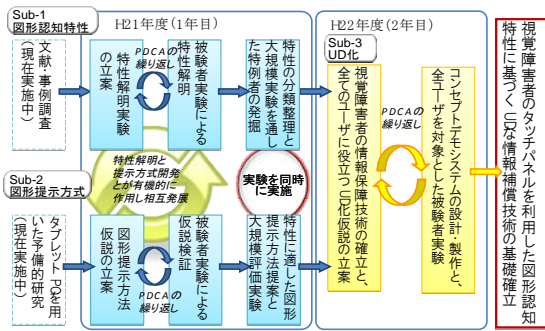
上記ゴールの達成に向け、以下のサブテーマ研究を行う。

<Sub-1>視覚障害者のタッチパネルを利用した図形認知特性の調査研究

<Sub-2>タッチパネルと音によるインタラクティブ図形提示方法の提案と評価研究

<Sub-3>上記図形提示方法の UD 化の提案と評価研究

研究の具体的方法とスケジュールを以下の図に示す。



4. 研究成果

(1) <Sub-1>視覚障害者のタッチパネルを利用した図形認知特性の調査研究

先行研究において、被験者がタッチパネル上で指を上下左右に動かす傾向が強く、曲線と斜線の認識が困難であるという問題が挙げられた。ビデオの分析や被験者からのヒアリングの結果、タッチパネル上のどこに図形が展開されているかを効率的に探すために指を上下左右に大きく動かして音の鳴る領域をみつけた後に、指の動きを音の鳴る領域を効率的に探すために上下左右に小刻みに動かす方法に自然に切り替えることのできない被験者もいることがわかった。しかし本研究の主目的はドレミファ音階によって指で図形をトレースしやすくし、視覚障害者に図形を提示することにあるので、実験開始時に指を置いた位置に図形の始点を展開する方法を用いることで、図形まで指を誘導する方法の検討を後回しとした。指を置いた位置に図形の始点を展開する方法の効果をも2名の視覚障害を持つ被験者による実験で評価した結果、曲線と斜線を含む図形の認識率が向上することが確認された。また、曲率の一定でない、手書き風の曲線を含む図形の認知特性についても4名の重度視覚障害を持つ被験者による実験を通して評価を行った。本実験では指の動きを記録して分析を行った。その結果、曲率の一定でない手書き風の図形であっても、ドレミファ音階をたどることによって指が図形を正しくなぞれる可能性が確認された。しかし、図形をなぞる回数が少なくても図形の形状を正しく再現できる被験者と、図形上に指が正しく誘導されていて何度もなぞっていても図形の形状を認識できない被験者の双方が存在することが明らかとなった。

(2) <Sub-2>タッチパネルと音によるインタラクティブ図形提示方法の提案と評価研究

① 音の効果による認識率の向上

図形をラインとノードで分割しラインをドレミファ音階で表現しただけでなく、図形の左右の相対的位置関係をもとに左右のスピーカの音の強弱で表現を加えたシングルタッチディスプレイ用コンテンツを作成し、ステレオ効果あり・なしの場合の比較を2名の視覚障害を持つ被験者に対して行った。その結果、ステレオ効果のある場合の認識率向上が確認されたので、さらに、画面のレイアウトの記憶に音階とステレオ効果の組み合わせが有効であるかどうかを調べるためのシングルタッチディスプレイ用コンテンツを作成した。この評価では、音階とステレオ効果以外に周波数の変化、音色の変化などを画面の縦・横の表現に用いて作成された7つのパターンのうち、アイマスクを着用した4名の晴眼者による実験を通して1番から3番目までに評価の高かったA.「縦音階×横ステレオ」、B.「縦音色×横音階」、C「縦周波数×横音階」の3種類を選抜した。そしてその次に4名の重度視覚障害者と1名のアイマスクを着用した晴眼者による評価実験を行った。その結果、Aが最も直感的なレイアウトの記憶に有効であること、Bも次点ではあったが位置記憶を助ける音の効果の組み合わせとして有効であることが確認された。

② 図形表現の点字様規則化による認識率の向上

図形をラインとノードに分割する際に、点字表現にヒントを得て、等間隔に配置した9個のノードとそれをつなぐラインで近似表現する方法を考案した。パターンAはドレミファ音階を割り当てたラインを持つノードのみにボンというノード音をわりあてたもの、パターンBはパターンAに加えてラインのない孤立したノードにもブーというノード音をわりあてたもの、パターンCは規則のない従来の方法、の3つの図形提示方法を用いたシングルタッチディスプレイ用コンテンツを作成し、認識率の比較を行った。12名の視覚障害者が参加する被験者実験は2009年に日本点字図書館の協力により実施された。その結果、パターンAが従来法と比較して視覚障害者の図形認知補助により有効であることが確かめられた。

③ 音の効果と点字様規則の組み合わせによる認識率の向上

(2)-①で高い有効性が確認されたステレオ効果ではあるが、どんなシステムにもステレオ効果を組み込むことは現実的ではない。そこで同じく(2)-①でステレオ効果に次ぐ有効

性が確認された音色を(2)-(②)で有効性の確認された点字様規則に組み合わせた図形提示方法を考案した。具体的にはノード間は8種類の直線と曲線によって連結されるが、それぞれに異なる楽器の音色でドレミファ音階を割り当てた。楽器の音色の違いがノードの連結方法の手掛かりとなることから高い認識率が期待される。そこでこれまでは一筆書きができる図形のみを提示・評価してきたが、新たに×やワイングラスのような一筆書きできない図形、〒マークのように全ラインが連結されていない図形についても提示・評価するマルチタッチディスプレイ用コンテンツを作成した。評価は12名の視覚障害者が参加する被験者実験は2011年に日本点字図書館の協力により実施された。その結果、曲線の認識率が向上するとともに、認識に要する時間が低減することがわかった。

(3) <Sub-3>図形提示方法のUD化の提案と評価研究

提案するドレミファ音階インタフェースを用いて、晴眼者とともに視覚障害者も利用できるユニバーサルデザインのインタラクティブ図形提示コンテンツを作成し、評価を行った。具体的には、①ページスクロールとジャンプによる画面切り替えを含む上智大学の構内地図コンテンツ、②4層の地図の切り替えを含むワシントンDCの地図コンテンツ、③トランプゲームコンテンツ、をシングルタッチディスプレイ用にAdobe flashで実装した。①は11名、②③はそれぞれ4名の重度視覚障害者に評価してもらい、地図の内容の把握、ゲームの実行が可能であることが確認された。

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 Kumi NAOE, Yoshiteru AZUMA, Masamitsu TAKANO and Ikuko Eguchi YAIRI, Evaluation of Sound Effects and Presentation Position for Universal Designed Interactive Map with Due Consideration for Visually Impaired People, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 査読有, Vol.7, 2011, pp. 2897-2906.

[学会発表] (計9件)

- ① K. Usui, M. Takano, Y. Fukushima, and I. E. Yairi, The Evaluation of Visually Impaired People's Ability of Defining the Object Location on Touch-screen, 12th Int' l ACM

Conf. on Computers and Accessibility, 査読有, 2010/10/25-27, Orland, FL, USA.

- ② 高野 将充, 野口 嵩人, 尚永 久美, 東 佳輝, 福島 裕介, 矢入 郁子, 視覚障害者の利用に配慮したインタラクティブ地図のスクロール機能の実装と評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2010, 2010/09/09, 滋賀県
- ③ 及川 辰幸, 平川 裕樹, 高野 将充, 福島 裕介, 矢入 郁子, タッチパネルを用いた視覚障害者向け地図提示法の実装と評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2010, 2010/09/09, 滋賀県
- ④ 碓井啓二郎, 石井英勝, 福島 裕介, 矢入 郁子, 視覚障害者の利用に考慮したタッチパネルにおける音提示方法, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2010, 2010/09/09, 滋賀県
- ⑤ Kumi NAOE, Masamitsu TAKANO, Ikuko Eguchi YAIRI, Investigation of figure recognition with touch panel of visually impaired people from the perspective of braille proficiency, SICE Annual Conference 2010, 査読有, 2010/08/18-21, Taipei, Taiwan.
- ⑥ Keijiro Usui, Masamitsu TAKANO, Ikuko Eguchi YAIRI, Sound Presentation Method for Touch Panel Regarding The Use of Visually Impaired People, SICE Annual Conference 2010, 査読有, 2010/08/18-21, Taipei, Taiwan.
- ⑦ 尚永 久美, 高野将充, 矢入郁子, 点字習熟度からみた視覚障害者のタッチパネルを用いた図形認知特性の解明, 第136回ヒューマンコンピュータインタラクショナル研究発表会, 2010/01/22, 京都産業大学, 京都府, 日本.
- ⑧ Ikuko Eguchi Yairi, Masamitsu Takano, The One Octave Scale Interface for Graphical Representation for Visually Impaired People, 11th Int' l ACM Conf. on Computers and Accessibility, 査読有, 2009/10/26, Pittsburgh, PA, USA
- ⑨ Kumi Naoe, Yoshiteru Azuma, Masamitsu Takano and Ikuko Eguchi Yairi, Evaluation of Sound Effects and Presentation Position for Universal Designed Interactive Map with Due Consideration for Visually Impaired People, The 1st International Workshop on Aware Computing (IWAC09), 査読有, 2009/09/17, 会津大学, 福島県, 日本

6. 研究組織

(1) 研究代表者

矢入 郁子 (YAIRI IKUKO)

上智大学・理工学部・准教授

研究者番号: 10358880

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし