

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：32621

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500155

研究課題名(和文)インタラクティブコンテンツの視覚障害者向け情報補償技術

研究課題名(英文)Universal-designed accessible interactive contents for the visually impaired

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、タッチパネル付きスマートデバイスの視覚障害者向け情報補償インタフェースの開発を目的として、フィードバックする音を工夫したタッチパネルコンテンツの実装と評価を行った。具体的には(1)音階と動物の鳴き声を組み合わせた神経衰弱ゲーム、(2)画面をタップする位置と順番・タイミングを記憶することで音楽を演奏するゲーム、(3)音階と楽器の音色を利用したマルチタッチ2次元図形提示、(4)ヘッドフォンを利用した指先振動フィードバックによる3D図形提示、(5)文房具などの日用品を用いた音楽作曲システムについて、合計76人の全盲の被験者による評価結果の分析を行った。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to design the interactive touch-panel contents with due consideration for visually impaired people. We implemented five contents and evaluated their usability and experience by blind people. Our basic idea is to provide intuitive and delightful sound feedback for users' touch action with ingenious method. The evaluation results proved that our proposed method was effective for improving touch experience of visually impaired people.

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：メディア情報学・データベース

キーワード：ヒューマンコンピュータインタラクション アシスティブテクノロジー 視覚障害者 タッチパネル
タンジブル

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

視覚障害者のインタラクティブコンテンツ利用のための情報補償技術には当時、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・音質で表現する研究、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、視覚障害児が晴眼者とともに回路図や数学的なグラフを学習する研究や視覚障害者がバーチャル空間を動き回る研究などがあった。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触覚フィードバック機器を必要とするがゆえの普及の壁と、PCで音のみを補償する場合には図形の詳細な把握が困難という欠点とが指摘されていた。また、近年において Finland の Senseg 社の開発した E-sense によりタッチパネルの表面に貼り付け、画面に合わせた凹凸感を提供可能なデバイスが注目されてきた。しかし、重度視覚障害者が画面に表示されるグラフィックを全て理解可能な触知性能ではなく、ソフトウェアで実現可能な情報補償技術との連携が不可欠である。このような状況を踏まえ、本研究は一般に普及するスマートフォンやタブレットPC等のタッチパネルを視覚障害者が容易に利用可能となるように、触れることと音とを組み合わせたシンプルな方法を基礎に、直観的なグラフィック理解を助けるための情報補償技術の確立を目指した。

(2)それまでの研究の経緯と研究成果

本研究は(i)科研費補助金若手(B)「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」において確立された、ドレミファ音階を利用して重度視覚障害者のタッチパネルによる図形の触知を補助するオクターブインタフェース(One Octave Scale Interface:以後 OOSI と略記)と、(ii)放送文化基金による助成研究「高度マルチメディア・インタラクティブコンテンツ配信型放送サービスにおけるユニバーサルデザインの研究」において提案された、複数の画面から構成され画面内に情報が埋め込まれた複雑なインタラクティブコンテンツの重度視覚障害者のタッチパネル利用と理解を助ける指の誘導方法とを融合発展させ、重度視覚障害者のデジタルデバイス解消を目指し、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した。研究(i)では視覚障害者がなぞりにくい曲線と斜線を含む図形の認識に OOSI が有効であること、OOSI の図形への割当ての点字のような規則性導入が認識の向上に有効であること、神経衰弱ゲームを通してタッチと音のみで縦横 20 の GUI レアウトを記憶可能であることがわかった。研究(ii)ではワシントン DC を例に、DC と隣接州の広

域図、DC 内の地域を示した中域図、DC 内の地下鉄路線図、DC 中心部の観光スポットを示した詳細図の 4 つの実装と 6 人の重度視覚障害者による評価を通して、指の誘導方法が適切であれば音声情報を付加したタッチパネル利用だけで複雑なインタラクティブ地図を理解可能であることが示された。

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。

- ・点字上級者・中級者・初級者別に図形認識結を行った結果、点字習熟度が指の動かし方に強い影響を与えるが、提案者の開発した手法は初級者・上級者とも同等の成績であったこと

- ・神経衰弱ゲームのクリアまでの時間・めくる回数が 20 代の晴眼者を上回った全盲者が存在

これらの結果を端緒とし、視覚障害者の情報補償技術確立にむけたより深い基礎研究に着手することが必要不可欠であると判断し、本研究では期間内に以下の 3 つを明らかにすることを目指した。

<Goal 1> 視覚障害者のグラフィック提示時のタッチパネル触知特性の解明

<Goal 2> 視覚障害者のインタラクティブコンテンツの構造的な理解のための空間認知特性の解明

<Goal 3> 上記 2 特性に適したインタラクティブコンテンツ情報補償方法の解明

そして、上記ゴールの達成に向け、以下のサブテーマ研究を行った。

<Sub-1> 視覚障害者の図形認識のための指の動き分析によるタッチパネル触知特性調査研究

<Sub-2> 視覚障害者のタスク達成度とインタラクション履歴分析による空間認知特性調査研究

<Sub-3> インタラクティブコンテンツ情報補償方法の提案と評価研究

3. 研究の方法

本研究では前記の Goal 1 ~ 3 の達成に向けて、音声読上げ機能では対応不可能かつ、図形認識が不可欠でタッチインタラクションを多用するコンテンツ例として、地図やゲームなどの実験用コンテンツを多数実装し、壁掛けタイプの大型ディスプレイから、モバイルノート PC、iPad などの小型軽量タブレット PC、Smartphone の小型ディスプレイといったサイズ・方式の異なるタッチパネルにも対応可能な情報補償技術の開発を行った。具体的には、Sub-1 ~ 3 のそれぞれについて、目的に適った最適な実験システムを構築し、仮説立案→被験者実験→再び仮説立案...と

いう Plan Do Check Action (PCDA) を繰り返し、成果の精度・価値を高めることに努めた。

また、図1に示すように、Goal 1 と Goal 2 は完全に個別に進展するのではなく、解明された触知特性を空間認知特性の解明に生かし、また解明された空間認知特性によって新たに触知特性が解明される、というふうに相互に影響し合いながら、同時並行で進展したほうが効果的である。そこで本研究では、Goal 1~3 の達成に対応したサブテーマを、Sub1, Sub2 を同時並行で H23 年度と H24 年度の 2 力年にわたり実施し、Sub3 を最終年度の H25 年度に実施した。

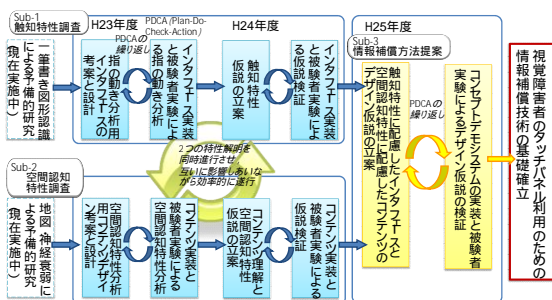


図1．サブテーマと年次計画

4. 研究成果

研究例を5つ報告する。一つ目は図2のようなタッチパネル付きスマートデバイスで、全盲者向けにフィードバックする音のみを工夫した高度なレイアウトを提示する研究である。本研究ではレイアウト提示に音階を用いて動物の鳴き声の同じカードを探す2種類の神経衰弱ゲームとレイアウト提示は無音でタップする位置を記憶することで音楽を完成させるゲームとを実装し、合計21人の全盲者による評価を行った。

二つ目は図3に示す、全盲者向けにフィードバックする音のみを工夫した直線とカーブの組合せからなる二次元図形のタッチパネルを用いた提示の研究である。本研究では5種類のコンテンツ実装と合計35人による評価を行った。評価は被験者が図示した認識図形と正解図形の違いを数値化して定量的に行われた。

三つ目はヘッドフォンの振動を利用し、イヤホンジャックを利用して簡易に指に振動をフィードバックする図4に示す装置の開発と評価研究である。iPadの感度のよいタッチパネルだけでなく Kinect を用いて机をタッチパネル化した感度の悪いタッ

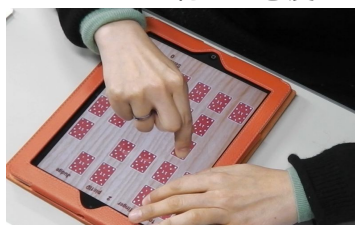


図2．視覚障害者向け神経衰弱ゲーム

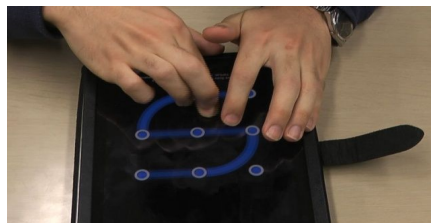


図3．音階を用いた視覚障害者向け図形提示

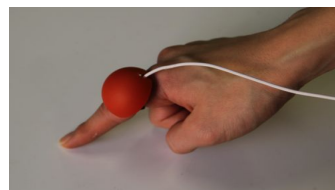


図4．開発した振動フィードバック装置

チパネルの2種類で合計5種類のコンテンツを合計9人の全盲者による評価を行った。その結果、レイアウト把握と二次元図形認識に加えて、ハノイの塔のような複雑な三次元図形の認識も可能となることが確認された。

四つ目は図5に示す紙に印刷したARマーカを貼付けた日用品のレイアウトを Kinect が読み取ること作曲を行うインタフェースの研究である。視覚障害者に配慮した「はさむ」、「つなく」インタフェースを提案し、全盲者合計5人の1人と多人数での評価実験を通してその効果を確認した。

五つ目は図6に示す、作曲インタフェースの作業スペースのデザインの研究である。前述のインタフェースを用いて、より多人数コラボレーションに適したアプリケーションに改良し、6人の全盲者による評価を

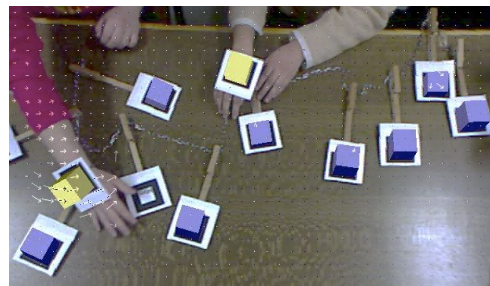


図5.日用品を用いた作曲インタフェース



図6.共同作曲インタフェース

行った。

これらの5つの研究例を通して、以下のよう
な興味深い結果が得られた。

・全盲もしくはそれに近い重度視覚障害者
が、タッチインタラクションを通して、画
面レイアウトの把握、2次元・3次元の図
形認識が可能であること。

・全盲もしくはそれに近い重度視覚障害者
が、タッチインタラクションを通じたレイ
アウト把握や図形認識を含む、神経衰弱ゲ
ーム、地図コンテンツ、音ゲーム、迷路ゲ
ームなど長時間を要する場合でもストレ
ス無く楽しめること

・全盲もしくはそれに近い重度視覚障害者
が、視覚障害に配慮したインタフェースを
ユニバーサルデザインとして用いること
で、晴眼者とともに作曲を行い、場合によ
ってはリーダーとして作業を牽引しうる
こと

これらの結果を端緒とし、今後は未来の視
覚障害者支援技術確立にむけた、より深い基
礎研究に着手する予定である。

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)

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 (IJICIC),
Vol.7, No.5(B), pp.2897-2906, May
2011.

[学会発表](計17件)

Shotaro Ohmori and Ikuko
Yairi, "Collaborative Music
Application for Visually Impaired
People with Tangible Objects on
Table", In Proc. ACM ASSETS 2013,
21-23, October, Bellevue, Washington,
U.S.A., 2013.

Sumiyo Kawabata, Yusuke
Fukushima and Ikuko Eguchi Yairi,
"Proposal and Evaluation of System
to Connect People in a Distance
Place", In Proc. Data Driven Wellness
Symposia, AAAI Spring Symposium
Series 2013, March 25 - 28, Stanford
University, California (2013)

Ikuko Eguchi Yairi, "An Approach for
Improving Computer Human

Interaction of Visually Impaired
People", In Proc. Data Driven
Wellness Symposia, AAAI Spring
Symposium Series 2013, March 25 -
28, Stanford University, California
(2013)

Ikuko Eguchi Yairi and Takuya
Takeda, "A music application for
visually impaired people using daily
goods and stationeries on the table",
In Proc. ACM SIGACCESS
Conference on Computers and
Accessibility (ASSETS), pp.271-272,
Oct. 22-24, Boulder, Colorado, 2012

Ikuko Eguchi Yairi, Kumi Naoe,
Yusuke Iwasawa, and Yusuke
Fukushima, "Do Multi-touch Screens
Help Visually Impaired People to
Recognize Graphics?", In Proc. ACM
SIGACCESS Conference on
Computers and Accessibility
(ASSETS), pp. 237-238, Oct. 24-26,
Dundee, Scotland, 2011.

Takato Noguchi, Yusuke Fukushima,
and Ikuko Eguchi Yairi, "Evaluating
information support system for
visually impaired people with mobile
touch screens and vibration", In Proc.
ACM SIGACCESS Conference on
Computers and Accessibility
(ASSETS), pp. 243-244, Oct. 24-26,
Dundee, Scotland, 2011

植松洋亮, 野口嵩人, 矢入郁子, 視覚障
害者タッチパネルインタラクションの
ための指先振動フィードバックシステ
ム, Human Interface Symposium,
Sept. 10-13, 2013.

田村晃弘, 石井英勝, 矢入郁子, 視覚障
害者のタッチパネル上のレイアウト認
識特性解明のための音楽ゲームの実装
と評価, Human Interface Symposium,
Sept. 10-13, 2013.

大森正太郎, 矢入郁子, 視覚障害者の利
用にも配慮した対話を促す協調作曲ア
プリケーション, Human Interface
Symposium, Sept. 10-13, 2013.

武田 拓也, 岡田 遼太郎, 福島裕介, 矢
入 郁子, 視覚障害者の利用に配慮した
多人数協調音楽演奏インターフェース,
Human Interface Symposium, Sept.
4-7, 2012.

及川 辰幸, 大森 正太郎, 福島 裕介,
矢入 郁子, タッチパネルを用いた視覚
障害者向けインタラクティブ地図コン
テンツ, Human Interface Symposium,
Sept. 4-7, 2012.

碓井 啓二郎, 浦島 卓也, 福島裕介, 矢
入郁子, iPad を用いた視覚障害者向け
神経衰弱ゲームの実装と評価, Human

Interface Symposium, Sept. 4-7, 2012.
岡本愛弓, 福島裕介, 矢入郁子, 音と触覚を用いた視覚障害児向け中学数学学習コンテンツの開発, 情報処理学会, 第117回コンピュータと教育研究発表会, Dec. 9, 2012.

浦島卓也, 碓井啓次郎, 福島裕介, 矢入郁子, 視覚障害者向けタッチパネル神経衰弱ゲームにおける指操作方法の評価, 電子情報通信学会技術研究報告(福祉情報工学) WIT2012-65, Dec. 6, 2012.

尚永久美, 岩澤有祐, 福島裕介, 矢入郁子, マルチタッチディスプレイを用いた視覚障害者への図形提示インタフェースとその評価, Human Interface Symposium, Oct. 13-16, 2011.

野口嵩人, 武田拓也, 福島裕介, 矢入郁子, 振動を用いたタッチパネルディスプレイの視覚障害者向け情報補償インタフェースの開発, Human Interface Symposium, Oct. 13-16, 2011.

岡本愛弓, 二階堂ホルヘ, 鈴木秀孝, 福島裕介, 矢入郁子, 歩行者 ITS 実現に向けた重度視覚障害者の分岐点検知行動分析のための実験と調査, Human Interface Symposium, Oct. 13-16, 2011.

〔その他〕

受賞

第15回学術奨励賞(ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013)

植松洋亮, 野口嵩人, 矢入郁子, 視覚障害者タッチパネルインタラクションのための指先振動フィードバックシステム, Human Interface Symposium, Sept. 10-13, 2013.

招待講演

Ikuko Eguchi Yairi, “Touch Panel Interaction for Visually Impaired People: Toward the Universal Design of Interactive Contents”, In Proc. The 19th International Display Workshops in conjunction with Asia Display 2012, Dec. 4 - 7, Kyoto International Conference Center, Kyoto, Japan(2012)
矢入郁子, 情報通信第三のフェーズ, ソフトウェア時代に向けた障害者支援技術, 第32回日本生体医工学会甲信越支部大会特別講演, 新潟大学駅南キャンパス, 2012/09/21(2012)

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・教授

研究者番号: 10358880