

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01015

研究課題名(和文) 盲ろう者の歌唱支援のための触覚フィードバック音声ピッチ制御システムの実用化研究

研究課題名(英文) Research for practical application of tactile feedback voice pitch control system for support of singing of deaf blind persons

研究代表者

坂尻 正次 (SAKAJIRI, MASATSUGU)

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号：70412963

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)： 盲ろう者は、視覚と聴覚に重複した障害を持つため歌唱が困難である。これまで盲ろう者・聴覚障害者の歌唱支援のための触覚フィードバックによる2次元触覚ディスプレイを用いたシステムを開発し、その有効性を示してきた。本研究では、実用化のために市販の新触覚ディスプレイに対応した触覚刺激呈示方式を確立することを主な目的とした。その結果、新たな触覚ディスプレイを用いたシステムを構築し、その有効性を確認することができた。

研究成果の概要(英文)： Deaf-blind persons who have visually impaired and hearing impaired have difficulties in singing. We have developed a two-dimensional tactile display system using tactile feedback to support singing of deaf-blind and hearing impaired persons and demonstrated its effectiveness. In this research, the main purpose was to establish a tactile stimulus method corresponding to a commercially available new tactile display for practical use. As a result, a new tactile display system was developed and confirmed its effectiveness.

研究分野：福祉工学

キーワード：触覚フィードバック 盲ろう 聴覚障害 視覚障害 音声ピッチ 触覚ディスプレイ 歌唱

1. 研究開始当初の背景

視覚と聴覚の重複障害者を盲ろう者という。盲ろう者は、視覚と聴覚に重複した障害を持つため、その生活や就労は大変困難な状況にあるが、特に困難なことにコミュニケーションがある。視覚障害者と聴覚障害者のための国内唯一の大学である本学においても、盲ろう障害の学生が複数名在籍している状況で、その対応は喫緊の課題となっている。

これまで研究代表者は盲ろう者のコミュニケーション支援のための触覚刺激による韻律情報呈示方式について研究した。さらに、その成果をもとに盲ろう者・聴覚障害者の歌唱支援のための触覚フィードバックによる音声ピッチ制御に関する研究をおこない2次元触覚ディスプレイを用いた歌唱支援システムを開発し、その有効性を示してきた。そして、触覚フィードバックによる音声ピッチ制御の機序を解明してきた。

従来の歌唱支援システムの触覚ディスプレイは図1に示すものであった。16行×4列の触知ピンが22mm×10mmの領域に配置されている。この触覚ディスプレイは、歌唱支援システム専用が開発され、非常に優れたものであるが、現在、製作した企業が存在していないため修理や追加の生産ができない状態である。このように別の触覚ディスプレイの利用を検討する必要がある状況となっていた。

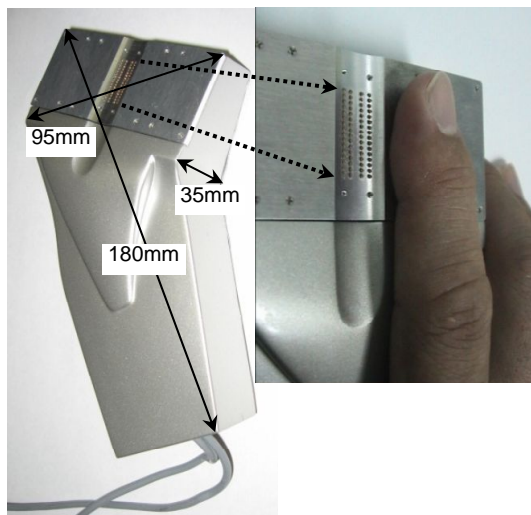


図1 従来の触覚ディスプレイ

2. 研究の目的

前章で述べたように、本システムは実用化の段階に進んできていたが、本システム用に開発した触覚ディスプレイを製造していた企業が現在は存在していないために、修理や追加の生産ができない状況にある。そこで市販の点図ディスプレイを本システムの触覚ディスプレイとして導入し、実用化を図るために新触覚ディスプレイに対応した触覚刺激呈示方式を確立し、その訓練効果の検証等をおこなうことを本研究の目的とした。

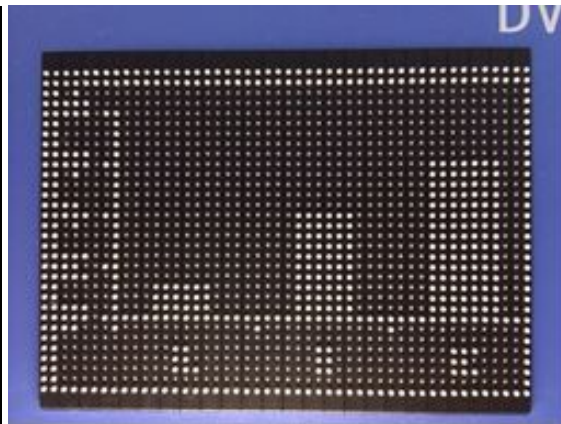


図2 本研究課題で用いた触覚ディスプレイ

3. 研究の方法

従来は、図1に示した触覚ディスプレイを用いていた。この触覚ディスプレイは右人差し指1本で目標音程と自分が発声した際の音程を知覚することができる。触覚ディスプレイの左側2列は目標音階を触覚呈示するために、右側2列は盲ろう者・聴覚障害者自身の音声ピッチ周波数に対応した音階を触覚呈示するためである。目標音階側、盲ろう者側とも同一行の2列分が同時に200Hzで振動する。行方向には刺激ピンが16行あるが、これは音声ピッチ周波数に対応している。ピン番号1が最も低いピッチ周波数に、ピン番号16が最も高い周波数に対応している。音階は12平均律である。1つの刺激ピンが半音に対応している。

図2に本研究課題で用いた触覚ディスプレイを示した。図2のディスプレイは、点図を呈示するための点図ディスプレイとして視覚障害教育の現場等で用いられている。図2では、Excelで作成した棒グラフを表示している。このようにPCの画面を表示することもできるが、それぞれのピンごとにON/OFFを切り替えることができる。本システムでは各ピンのON/OFFを制御している。なお、本研究で用いた触覚ディスプレイは、もともと点図表示用なので、図1のディスプレイのような振動刺激(200Hz)は発生しない。図2のディスプレイは、 $32 \times 48 = 1,536$ ドットの触知ピンが2.4mmピッチで配置されている。解像度は図1のディスプレイの方が高いが、表示ドット数は図2のディスプレイの方が大きいので、横軸を時間として発声時の音高の変化の軌跡をディスプレイ上に呈示できるなど、図2のディスプレイを用いた場合にはこれまでにない新たな触覚呈示方式を採用できる利点がある。

4. 研究成果

本研究課題で用いた触覚ディスプレイへの呈示方法は次のようになる。触覚ディスプレイの触知ピンの配列は32行48列なので、横方向をx、縦方向をyと定義し、左下を座標(1,1)とすると右上の座標は(48,32)となる。縦方向の1ドットは半音に対応させる。

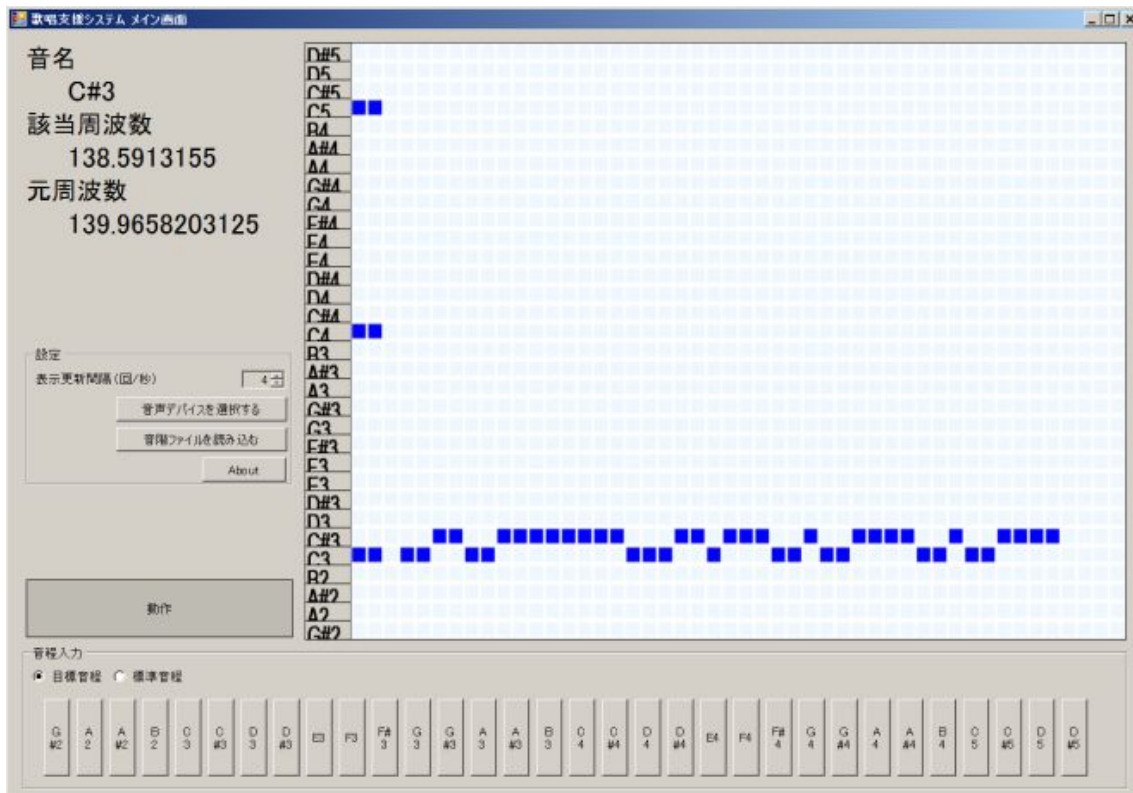


図3 新規触覚ディスプレイ対応後の音声ピッチ制御システムの実行画面の例

音階はデフォルトでは図3に示したように設定する。

基準音階は左から 1、2 列目に表示する。do(C3)、do(C4)、do(C5)の行の部分をもととする。目標音階は、4,5 列目とする。図3ではdo(C3)の部分为目标音階に設定されている。マイク入力された音声から計算したユーザーの音階は6列目以降にスクロールさせながら表示する。デフォルトでは1秒間に4列スクロールさせる。1秒間に1列から、1秒間に10列までの値を設定できるようにする。音声が入力されていない部分は何も表示されないことになる。図3は、目標音階をdo(C3)に設定して歌唱した例である。

ユーザが発声した音声はリアルタイムに処理され触覚ディスプレイに呈示されるので、ユーザは目標音階と自身の音高を確認することができる。目標音階と自身の音高とに違いがあれば触覚フィードバックにより音高を調節することができる。本システムには、設定した目標音階とユーザが発声した際の音高のデータ等を記録する機能も付加されている。

本システムを評価し、従来の触覚ディスプレイを用いていた旧システムと同等程度の正確性でユーザが歌唱できることを確認した。また、縦方向における音声ピッチの呈示に関しては1つの刺激ピン(1行)に半音を割り当て、12行で1オクターブを割り当てる設定で十分効果的に利用可能なことが確認された。横方向における音声ピッチの呈示のスクロール速度については、1秒間に4ドットの速さでの右スクロールで十分に利用可

能なことが繰り返し行う訓練効果の検証の結果から確認された。本研究課題の結果、盲ろう者・聴覚障害者の歌唱支援のための触覚フィードバック音声ピッチ制御システムの実用化が大きく進展したと考えられる。今後は、本システムの教育への応用に向けた研究を本学に在籍する盲ろう学生等を対象としておこなっていく計画である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計14件)

Matsuo M, Miura T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T. Inclusive side-scrolling action game securing accessibility for visually impaired people. 16th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction INTERACT 2017. 2017,10516:410-414.

Matsuo M, Miura T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T. Experience report of blind gamer to develop the accessible action RPG. Journal on Technology and Persons with Disabilities, CSUN Assistive Technology Conference 2017. 2017:171-188.

Sakai T, Handa T, Sakajiri M, Shimizu T, Hiruma N, Onishi J. Development of Tactile-Proprioceptive display and effect evaluation of local area vibration presentation method. Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent

Informatics. 2017; 21(1):87-99.

Onishi J, Sakai T, Sakajiri M, Ogata A, Miura T, Handa T, Hiruma N, Shimizu T, Ono T. Auto-Assisting figure presentation system for inclusion education. 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. 2016: 176-181.

Matsuo M, Miura T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T. ShadowRine: Accessible game for blind users, and accessible action RPG for visually impaired gamers. 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. 2016: 2826-2827.

Onishi J, Sakai T, Sakajiri M, Ogata A, Miura T, Handa T, Hiruma N, Shimizu T, Ono T. Experimenting with tactile sense and kinesthetic sense assisting system for blind education. Computers Helping People with Special Needs Lecture Notes in Computer Science, 2016:9759, 92-99.

Matsuo M, Miura T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T. Audible mapper & ShadowRine: Development of map editor using only sound in accessible game for blind users, and accessible action RPG for visually impaired gamers. Computers Helping People with Special Needs Lecture Notes in Computer Science, 2016:9759, 537-544.

Ohashi T, Miura T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T. Can visually impaired smartphone users correctly manipulate tiny screen keyboards under a screen reader condition? Computers Helping People with Special Needs Lecture Notes in Computer Science, 2016:9759, 157-164.

三浦貴大, 藪謙一郎, 坂尻正次, 上田麻理, 檜山敦, 廣瀬通孝, 伊福部達: 檜山敦: 身体障害者のためのバリアフリー情報の共有 - 実地アセスメントとクラウドソーシングによる入力情報の分析-; 日本バーチャルリアリティー学会論文誌, 2016:21(2):283-294.

松尾政輝, 坂尻正次, 三浦貴大, 大西淳児, 小野束: 視覚障害者のアクセシビリティに配慮したアクション RPG - 全盲者向け開発環境とゲーム本体の開発; 日本バーチャルリアリティー学会論文誌, 2016:21(2):303-312.

Miura T, Ohashi T, Sakajiri M, Onishi J, Ono T. Accessible Button Arrangements of Touchscreen Interfaces for Visually Impaired Users. Journal on Technology & Persons with Disabilities, 2015:4:55-68.

Onishi J, Sakajiri M, Miura T, Ono T.

Terminal Operation Learning Application for the Screen Reader Users. 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. 2015:2343-2348.

Onishi J, Sakajiri M, Miura T, Ono T. Terminal Operation Learning Application for the Screen Reader Users. 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. 2015:2343-2348.

Miura T, Yabu K, Sakajiri M, Ueda M, Hirayama A, Hirose M, Ifukube T. Evaluation of crowdsourced accessibility information sharing. Journal on Technology and Persons with Disabilities, 2015; 3: 232-245.

[学会発表](計 20 件)

安藤玄太郎, 松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: 弱視者のためのバーチャルミュージアムの構築; 第 27 回ライフサポート学会フロンティア講演会:75,2018.

松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: 視覚障害者のアクセシビリティに配慮したサイドスクロールアクションゲームの開発とゲーム内における聴触覚提示方法; 第 43 回(2017 年)感覚代行シンポジウム:51-54, 2017.

坂井忠裕, 坂尻正次, 半田拓也, 清水俊宏, 大西淳児, 緒方昭広: 視覚障がい教育の授業応用を目指した遠隔力覚誘導提示システムの開発と評価; WIT2017-41(2017-10):63-66, 2017.

坂尻正次, 三浦貴大, 三好茂樹, 大西淳児, 曾我晋平, 松尾政輝, 小野束: ゴールボールにおける投球音の定位能力を訓練するアプリケーションの開発; 日本音響学会 2017 年秋季研究発表会:1497-1498, 2017. (招待講演).

坂尻正次, 三浦貴大, 三好茂樹, 大西淳児, 小野束, 伊福部達: 2 次元触覚ディスプレイを用いた盲ろう者の歌唱支援のための触覚フィードバックによる音声ピッチ制御; LIFE2017 (第 33 回ライフサポート学会大会, 第 17 回日本生活支援工学会大会, 日本機械学会福祉工学シンポジウム 2017) 講演論文集, 2017.

松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: 全盲者のアクセシビリティに配慮した音で作図するタッチスクリーン端末用地図エディタ; LIFE2017 (第 33 回ライフサポート学会大会, 第 17 回日本生活支援工学会大会, 日本機械学会福祉工学シンポジウム 2017) 講演論文集, 2017.

大西淳児, 杉崎伸清, 松尾政輝, 坂尻正次, 三浦貴大, 小野束: 盲ろう学生

のための遠隔要約筆記伝達支援ソフトウェアの試作; LIFE2017 (第 33 回ライフサポート学会大会, 第 17 回日本生活支援工学会大会, 日本機械学会福祉工学シンポジウム 2017) 講演論文集, 2017. 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 松尾政輝, 小野束: Minsky: 全盲者のためのスマートフォン向け小型ソフトウェアキーボードの試作; LIFE2017 (第 33 回ライフサポート学会大会, 第 17 回日本生活支援工学会大会, 日本機械学会福祉工学シンポジウム 2017) 講演論文集, 2017.

坂井忠裕, 坂尻正次, 半田拓也, 清水俊宏, 大西淳児, 緒方昭広: 認知地図形成に与える触覚/力覚誘導提示方式の効果; WIT2016-78(2017-3):9-14, 2017.

曾我晋平, 松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: GoalBaural: ゴールボールにおける音感覚の訓練アプリケーションの開発; 第 26 回ライフサポート学会フロンティア講演会予稿集 2017, p.47. 2017.

三浦貴大, 大橋隆, 松尾政輝, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: 視覚障害者のスマートフォン利用におけるアクセシブルなボタン配置に関する検討; 感覚代行シンポジウム 2016, 2016.

大西淳児, 大橋隆, 松尾政輝, 坂尻正次, 三浦貴大, 小野束: 視覚障害者のための遠隔個別教育支援システムの試作; LIFE 2016:55-56, 2016.

松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: 全盲者のアクセシビリティに配慮した音だけで作図する地図エディタの評価; LIFE 2016:53-54, 2016. 大西淳児, 松尾政輝, 大橋隆, 三浦貴大, 坂尻正次, 小野束: 視覚障害者のための遠隔教育支援システムの試作; FIT 2016:443-444, 2016.9, 富山大学 五福キャンパス.

松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: 視覚障害者のアクセシビリティに配慮したアクション RPG のユーザーニーズに基づく改善; FIT 2016:563-564, 2016.

松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: 全盲者のアクセシビリティに配慮した音だけで作図する地図エディタとアクション RPG の開発; 第 25 回ライフサポート学会フロンティア講演会予稿集 2016, 2016.

坂井忠裕, 坂尻正次, 半田拓也, 清水俊宏, 大西淳児, 緒方昭広: 実用型 Prop-Tactile display の開発と教育利用への可能性に向けた評価; WIT2015-109, pp.121-126, 2016-3-5

大橋隆, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: タッチスクリーン端末を利用する視覚障害ユーザのための音声フ

ィードバックを活用した入出力インタフェース; FIT2015(第 14 回情報科学技術フォーラム); 2015.

松尾政輝, 三浦貴大, 坂尻正次, 大西淳児, 小野束: 全盲者のためのパリアフリーゲームにおける音だけで作図する地図エディタ; LIFE2015(第 15 回日本生活支援工学会大会, 福祉工学シンポジウム 2015, 第 31 回ライフサポート学会大会の共同開催); 2015.

坂尻正次, 三好茂樹, 大西淳児, 小野束, 伊福部達: 盲ろう者のための触覚フィードバックによる音声ピッチ制御システムの歌唱の正確性; LIFE2015(第 15 回日本生活支援工学会大会, 福祉工学シンポジウム 2015, 第 31 回ライフサポート学会大会の共同開催); 2015.

〔図書〕(計 2 件)

坂尻正次. 第 1 章視覚障害第 1 節障害の定義・特性. pp.19-36 (分担執筆). 障害者職業カウンセラー厚生労働大臣指定講習テキスト(第 3 版)第 3 巻障害特性と職業的課題の理解. (独)高齢・障害者・求職者雇用支援機構. 2018: 総 361 ページ

坂尻正次. 第 3 章障害別にみた特徴と雇用上の配慮 第 2 節視覚障害者. pp.125-133 (分担執筆). 平成 29 年版障害者職業生活相談員資格認定講習テキスト. (独)高齢・障害者・求職者雇用支援機構. 2017: 総 447 ページ

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称: 遠隔力覚誘導システム、マスター装置及びスレーブ装置、並びにプログラム

発明者: 坂井忠裕, 清水俊宏, 坂尻正次, 大西淳児, 緒方昭広

権利者: 日本放送協会, 筑波技術大学, NHK エンジニアリングシステム

種類: 特許

番号: 特願 2017-193249

出願年月日: 2017 年 10 月 3 日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坂尻 正次 (SAKAJIRI, Masatsugu)

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号: 70412963