

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：12103

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2022

課題番号：21K21326

研究課題名（和文）視覚障害者の認知空間を拡張する音触提示基盤

研究課題名（英文）Audio-tactile presentation infrastructure for extending the cognitive space of the visually impaired

研究代表者

松尾 政輝（MATSUO, Masaki）

筑波技術大学・保健科学部・助教

研究者番号：00912271

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：視覚障害者が様々な空間理解を促すための音触提示基盤の構築を行い、インクルーシブゲーム等のエンタテインメント充実、数式理解システムなどの教育支援、移動支援などに応用した。一方で、インクルーシブゲーム内のリアルタイムに変化する状況への対応や、拡大状況により変化する地図情報の提示など、応用する対象に応じて一部提示手法を拡張・変更する必要があったため、より多くの視覚的コンテンツを提示可能とするための提示基盤を提案していくことが今後の課題である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では視覚的情報の文脈・種類によらず聴覚・触覚的に提示できるよう、時空間的な変換を統一的行う音触提示基盤を構築することを目指した。このような基盤が創出されることで、視覚障害者における移動・娯楽・創作などの支援のような様々な分野への応用が期待でき、ひいては視覚障害者の社会参画の促進・自己実現の支援・QoL向上に繋がる。

研究成果の概要（英文）：We have developed a audio-tactile presentation infrastructure to facilitate various spatial understandings for the visually impaired, and applied it to entertainment enrichment such as inclusive games, educational support such as mathematical equation comprehension systems, and mobility support. On the other hand, it was necessary to extend and modify some presentation methods depending on the target application, such as responding to situations that change in real time in inclusive games and presenting map information that changes depending on the magnification situation. Therefore, it is our future task to propose a presentation infrastructure that enables the presentation of more visual content.

研究分野：福祉工学

キーワード：視覚障害 音触情報 認知空間 インクルーシブゲーム 視覚障害者教育

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者は、視覚情報を聴覚・触覚情報に変換する感覚代行技術を用いて様々な情報を得ている。しかし、近年のコンピュータ画面の高精細化に伴う情報の高密度化に伴って、同時に提示される情報の把握が煩雑になっている。このため、空間的に配置された情報を、視覚障害者が効率よく把握するための時空間的な聴覚・触覚情報への変換・提示手法の開発が急務である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、視覚障害者の認知可能な空間を拡張する聴覚・触覚提示方法を解明し、様々な空間理解を促すための音触提示基盤を構築することである。

本目的を達成するために、(1) 視覚的な二次元コンテンツを音・触覚情報を通して代行提示する音触提示基盤の構築、(2) 開発した提示方法の地図の理解・作成への応用、(3) システム配布を通じた当事者によるの評価、の3課題に取り組む。

3. 研究の方法

課題1として、視覚的な二次元コンテンツを聴覚・触覚情報で代行提示する音触提示基盤を構築する。構築に際しては、応募者が開発したゲーム用二次元空間作図のためのマップエディタ・ビューア、インクルーシブゲーム、事前経路学習のための音触インタフェースを基とする。本課題では特に、状況に応じたフィルタリング手法、表示範囲のスクロールや縮尺変更手法、リアルタイム音触提示手法について検討する。リアルタイム音触提示手法の検討では、前述したゲームに実装した音触提示手法を応用する。一定の動きを続ける足場や、無作為に移動する敵キャラクターなどの位置関係・行動予測などを提示する。なお、一連の提示基盤は様々な環境で利用できるように、キーボード、ジョイスティック、タッチパネルを想定して設計する。

次に、具体的な視覚障害者の生活支援の一例として、課題2: 音触提示基盤を用いた地図理解支援の応用を試みる。前述したゲーム用マップエディタ・ビューアを用いて、リアルタイムに変化するゲーム内マップ情報の即時的な提示手法について検討する。聴覚提示にはヘッドフォン、触覚提示には応募者らが開発したピンディスプレイ付き用コントローラを用いる。さらに、視覚障害者の図表作成の容易化の一例として、音触提示基盤を用いた数学用音触マッピングツールを開発する。

最後に、課題3として、開発・改良したシステムを視覚障害ユーザへ広く公開することで、障害状況の文脈で求められる情報や提示法について評価を行う。この際、配布したアプリケーションの使用統計データを取得・分析し、本研究で提案する音触提示基盤の有用性について、定量的に評価する。

4. 研究成果

初年度は、音触提示基盤の実現に必要な要素として、聴覚・触覚提示を行うシステムが扱う情報の種類、ユーザによるインタラクションの内容を検討した。特に、扱う状況ごとのフィルタリング手法や、即時的な音触提示の仕組みを整理した。続いて、作成した音触提示手法をインクルーシブゲーム開発の現場や視覚障害者の数式理解を支援する教育ツールに応用した。音触提示基盤を用いることで、視覚障害者向けゲーム開発ツールや、視覚障害者向けゲーム内空間把握システムを実現でき、視覚障害者と健常者によるインクルーシブな開発体制を構築できた。また、タッチスクリーン上のインタラクションを用いて、視覚障害者の二次元的な数式理解を支援する音触マッピングツールを試作した。本ツールの利用により、視覚障害者は画面上のオブジェクトの位置関係を把握しつつ、補助的音声を含めた二次元コンテンツを作成できるようになった。最終年度は、音触提示基盤を地図などの空間情報把握に応用し、視覚障害者の移動支援・空間把握・インクルーシブゲーム等の理解促進を行うインタフェースを提案した。移動支援においては、スマートフォン上に表示された経路情報を音触提示する事前経路学習の手法について、様々な視覚障害状況のユーザによる利用結果の分析を通してたどり方の違いと正解率の関係を考察し、インタフェースの改善点を明らかにした。また、移動中の支援については、効果音・音声を基にしたガイド手法であるオーディオビーコンを提案し、バーチャル空間を用いた評価実験を通じて、音声よりも効果音を基にしたビーコンの方が正確にルート把握できることを明らかにした。さらに、これまで視覚障害者がアクセスできないとされてきたアクションパズルゲームについて、音触情報を用いたユーザインタフェースを提案することにより、落ち物系パズルゲームをインクルーシブ化し、評価した。

研究期間全体を通じ、視覚障害者が様々な空間理解を促すための音触提示基盤の構築を行い、インクルーシブゲーム等のエンタテインメント充実、数式理解システムなどの教育支援、移動支援などに応用した。一方で、インクルーシブゲーム内のリアルタイムに変化する状況への対応や、拡大状況により変化する地図情報の提示など、応用する対象に応じて一部提示手法を拡張・変更する必要があったため、より多くの視覚的コンテンツを提示可能とするための提示基盤を提案していくことが今後の課題である。

本研究については、国内外の学会にて報告を行い、3件の受賞に繋がった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Matsuo Masaki, Miura Takahiro, Ichikari Ryosuke, Kato Karimu, Kurata Takeshi	4. 巻 2022
2. 論文標題 Tracing Interaction on OTASCE Map by the Visually Impaired: Feasibility of Adopting Interactive Route Guidance	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)	6. 最初と最後の頁 1540-1545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/SMC53654.2022.9945294	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Watanabe Michiharu, Miura Takahiro, Matsuo Masaki, Sakajiri Masatsugu, Onishi Junji	4. 巻 2022
2. 論文標題 GoalBaural-II: An Acoustic Virtual Reality Training Application for Goalball Players to Recognize Various Game Conditions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Computers Helping People with Special Needs: 18th International Conference, ICCHP-AAATE 2022, Lecco, Italy, July 11--15, 2022, Proceedings, Part II	6. 最初と最後の頁 79 ~ 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-031-08645-8_10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takahiro Miura, Hiroki Watanabe, Masaki Matsuo, Masatsugu Sakajiri, Junji Onishi	4. 巻 11
2. 論文標題 Investigating Accessibility Issues in Scheduling Coordination for Visually Impaired Computer users	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal on Technology and Person with Disabilities	6. 最初と最後の頁 179-191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Matsuo Masaki, Miura Takahiro, Yabu Ken-ichiro, Katagiri Atsushi, Sakajiri Masatsugu, Onishi Junji, Kurata Takeshi, Ifukube Tohru	4. 巻 -
2. 論文標題 Inclusive Action Game Presenting Real-time Multimodal Presentations for Sighted and Blind Persons	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2021 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '21)	6. 最初と最後の頁 62-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3462244.3479912	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松尾政輝
2. 発表標題 2-12-8（招待講演）視覚障害ゲーマーのeスポーツ参加を支えるアクセシビリティ技術の開発
3. 学会等名 日本音響学会 第149回 2023年春季研究発表会講演論文集（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松尾政輝, エルデネサンブー デルゲルバヤル, 坂尻正次, 大西淳児, 三浦貴大
2. 発表標題 音と触覚で楽しむインクルーシブな落ち物パズル
3. 学会等名 超異分野学会 東京大会 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加藤狩夢, 陳 暁鋒, 松尾政輝, 三浦貴大, 蔵田武志
2. 発表標題 (B-6-6) 買い物の楽しさを拡張するための視覚障害者向け空間認知支援システムの開発
3. 学会等名 HCGシンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤井 弘毅, 山崎 隆生, 松尾 政輝, エルデネサンブー デルゲルバヤル, 三浦 貴大, 坂尻 正次, 大西 淳児
2. 発表標題 (B-6-5) 音声ガイド利用者向け教育用ターミナルソフトウェアについて
3. 学会等名 HCGシンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 エルデネサンプー デルゲルバヤル, 松尾 政輝, 三浦 貴大, 坂尻 正次, 大西 淳児
2. 発表標題 (B-6-4) 視覚障害者用ナビゲーションシミュレーターインターフェース
3. 学会等名 HCGシンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾 政輝, エルデネサンプー デルゲルバヤル, 坂尻 正次, 大西 淳児, 三浦 貴大
2. 発表標題 (B-3-4) 音と触覚により楽しめるインクルーシブな落ち物パズルの検討
3. 学会等名 HCGシンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾政輝・三浦貴大・藪謙一郎・片桐淳・坂尻正次・大西淳児・蔵田武志・伊福部達
2. 発表標題 インクルーシブな開発体制によるアクセシブルアクションRPGの開発
3. 学会等名 電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーショングループ HCGシンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松尾政輝, 熊澤明, 諸熊浩人, 蔵田武志, 三浦貴大
2. 発表標題 視覚障害ゲーマーのためのアクセシブルゲームの現況 ~まとめWikiの分析を例に~
3. 学会等名 情報処理学会 アクセシビリティ研究会 第18回
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松尾政輝, 出澤由利, 田中仁, 坂尻正次, 大西淳児, 蔵田武志, 三浦貴大
2. 発表標題 視覚的な二次元コンテンツの理解を促進する音触マッピングツールの開発 ~ 視覚障害者の行列・分数の学習支援を例にして ~
3. 学会等名 情報処理学会 アクセシビリティ研究会 第18回
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	坂尻 正次 (SAKAJIRI Masatsugu) (70412963)	筑波技術大学・保健科学部・教授 (12103)	
研究協力者	大西 淳児 (OHNISHI Junji) (30396238)	筑波技術大学・保健科学部・教授 (12103)	
研究協力者	三浦 貴大 (MIURA Takahiro) (80637075)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人工工学領域・主任研究員 (82626)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------