

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：32621

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350022

研究課題名(和文) 見えないことが障害にならないコラボレーション空間デザイン

研究課題名(英文) Workspace design for collaboration between visually impaired people and sighted people

研究代表者

矢入 郁子 (Ikuko, YAIRI)

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) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、視覚障害者が晴眼者とともに協調作業(Cooperative Work)をするためのユビキタス空間の最適なデザインとは何かを、CHIデザインを中心に、CHIを包含した上位概念にあたるUXデザイン、CHIやUXの重要な要素であるユーザビリティデザインも含めて探索し、統合的実装と評価とを通して提案することを目的に行われた。期間中に視覚支援学級の生徒と教師のための学習コンテンツ作成・利用システムの実装と評価、音と触覚だけから構成されるシューティングゲームを通じた視覚障害者と晴眼者とのコラボレーションの分析の研究を実施した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to investigate the optimal design of the ubiquitous cooperative workspace for visually impaired people and sighted people. During the research period, two project has been done as follows: 1) implementation and evaluation of learning content creation / use system for teachers and students with visually impairment, and 2) analysis of the collaboration between visually impaired users and sighted users through the non-visual shooting game with sound and tactile information

研究分野：Human Computer Interaction

キーワード：協調作業支援 学習支援 ユニバーサルデザイン 作業分析 電子教科書システム 視覚障害者支援

1. 研究開始当初の背景

ユビキタスコンピューティング・ネットワーク（以降ユビキタスと略記）技術の進展にともない、コンピュータの利用の方法・機会が多様となり、視覚障害者にとってはバーチャル・リアル情報のアクセシビリティ支援だけでは晴眼者と同様の利益を享受することが不可能となっている。国内外を問わず、視覚障害者の情報アクセシビリティ確保のためのユーザビリティ研究は多数なされているが、視覚障害者のためのコンピュータヒューマンインタラクション研究（以降 CHI と略記）や、視覚障害者のユーザエクスペリエンス研究（以降 UX と略記）は数少ない。晴眼者のための CHI・UX 研究が盛んであることと比較すると、視覚障害者だけが取り残されている現状が明らかである。そこで本研究は、視覚障害者が晴眼者とともに協調作業（Cooperative Work）をするためのユビキタス空間の最適なデザインとは何かを、CHI デザインを中心に、CHI を包含した上位概念にあたる UX デザイン、CHI や UX の重要な要素であるユーザビリティデザインも含めて探索し、統合的実装と評価とを通して提案することとした。

2. 研究の目的

応募者はこれまで、視覚障害者の歩行の分析、移動支援機器・地理情報システムの開発や、視覚障害者の情報補償インタフェースの研究、視覚障害者・車いすユーザのライフログ研究などに従事してきた。それらの結果を端緒として、本研究では、見えないことが障害にならないコラボレーション空間デザインの要件定義（H26）同デザインの基礎的実証（H27）を経て、デザインの提案（H28）を行うこととした。具体的には以下の3つのサブテーマを定めた。

<Sub-1> 視覚障害者・晴眼者の優位性が逆転しうるユーザビリティデザインの研究

<Sub-2> 複数ユーザとシステムとが相互に快適に協調可能なインタラクションデザインの研究

<Sub-3> 複数ユーザが夢中になる効果を実現するユーザエクスペリエンスデザインの研究

3. 研究の方法

本研究はサブテーマ毎に複数の実例を示して以下のインタフェースデザインを探索する方法で遂行された。

<Sub-1> 視覚障害者・晴眼者の優位性が逆転しうるリバースインタフェースの実装と評価

<Sub-2> 視覚障害者を含む多人数協調のためのミッションアウェアインタフェースの実装と評価

<Sub-3> 多人数協調作業に全てのユーザが夢中になるバンドワゴンインタフェースの実装と評価

良いシステムとは、概ねユーザビリティ、CHI、UX の3つの観点全てにおいてユーザに快適さ、心地よさを提供しうるものと考えられる。本研究では、視覚障害者と晴眼者のユーザより、この3つの観点で高く評価されることを多人数協調作業空間デザインのゴールと捉え、図1のように3つの観点に分離して最適インタフェースを探索的に実装・評価し、さらに統合してその重ね合わせ効果を評価した。

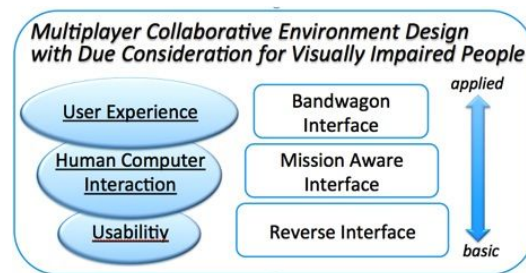


図1：研究方法

4. 研究成果

<Sub-1>ではユーザビリティデザインの方法論に基づいて、視覚障害者の優位性が晴眼者以上に高まりうる逆転（リバース）インタフェースの実装と評価を行った。本インタフェースでは、晴眼者に制約を与えることはせず、快適なユーザビリティを提供しつつ、視覚障害者には深い配慮が施された晴眼者よりも優れたユーザビリティ提供を目指した。

<Sub-2>では CHI デザインの方法論に基づいて、視覚障害者・晴眼者の多人数ユーザとシステムとが、共同で行う作業がトップダウンアプローチの場合は問題（タスク）を、ボトムアップアプローチの場合は結果（成果）をそれぞれ共有し、互いに自律して協調的に振る舞い、全体として共同作業の効率や質が高まりうるミッションアウェアインタフェースの実装と評価を行った。本インタフェースでは、ユーザ毎の「気づき」、ユーザ間での「気づかせ」の機会を飛躍的に高めうる CHI 提供を目指した。

<Sub-3>では UX デザインの方法論に基づいて、視覚障害者・晴眼者の多人数ユーザのうち1人でも多くが、軽快な音楽をかきならす音楽隊の車（バンドワゴン）の行列に加わってしまうような、例えばコンサートで周囲の人とともに歓声を挙げてしまうような効果を提供するバンドワゴンインタフェースの実装と評価を行った。さらには心理学のフローの状態となり、協調作業に完全に没頭するような UX の提供も目指した。

Sub-1 から 3 は、(1)教師と生徒との視覚障

害者用電子教科書コンテンツ作成と利用アプリケーションの実装、(2)視覚障害者と晴眼者とのシューティングゲームを通じた協調作業の分析、の2つの研究テーマを通して実施された。以下に(1)(2)の概要を示す。

(1) 教師と生徒との視覚障害者用電子教科書コンテンツ作成と利用アプリケーションの実装

本研究では、代表者らがこれまでに開発してきた視覚障害者のタッチパネル利用をサポートする音階フィードバックインタフェース、One Octave Scale Interface(OOSI)を用いた電子教科書システムを開発し、視覚支援学級の協力を得て、生徒・教師による双方の評価を行った。図2の左に生徒のためのiPadアプリケーションを示す。数学のアプリケーションでは、線分比や、相似・対称図形を求める問題のコンテンツを評価した。図2の右に教師のためのiPadアプリケーションを示す。iPad上でOOSIを使用して視覚に障害を持った教師もコンテンツを作成可能なユニバーサルデザインのアプリケーションとなっている。これらのアプリケーションを視覚支援学級の生徒達、教員養成コースの大学生達、視覚支援学級の教師達が評価した結果、OOSIは電子教科書のインタフェースとして有用であり、作成したアプリケーションが視覚に障害をもつ生徒の学習と学習コンテンツの作成、及び生徒と教員の相互コミュニケーションプラットフォームとして利用可能であることが確認された。

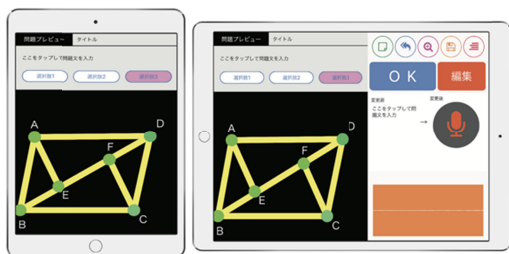


図2 生徒様アプリケーション(左)、教師用アプリケーション(右)

(2) 視覚障害者と晴眼者とのシューティングゲームを通じた協調作業の分析

本研究の目的は、視覚障害者と晴眼者との協調作業が複数の状況下で変化する様子を観察することによって、協調メカニズムを解明することにある。本研究では協調作業の分析のために視覚情報が必要とならない、音声と触覚のみでプレイ可能なシューティングゲームを作成して用いた。そのシステム構成を図3に示す。3つのiPadはBluetoothで接続され、2つのクライアントiPadは、宇宙船を操作するハンドルとして用いられ、ジャイ

ロセンサーで測定された傾斜値をサーバiPadに送る。サーバiPadは傾斜値に基づいて宇宙船を移動させ、指の背側に装着した振動提示装置を通して宇宙船と敵との距離をリアルタイムにユーザにフィードバックする。2人のユーザが協力して1つの宇宙船を動かしてビームを発射し、より多くの敵を倒すゲームとなっている。2つのiPadの傾斜の方向が一致しない限り、宇宙船は滑らかに動かない。ビームのランダム発射を防止するため、ビームが発射されてから1秒間次のビームを発射することができないように設定されている。宇宙船と敵との距離の平方根に比例した振動は、ユーザが装着した振動提示装置のうち、敵側の装置にフィードバックされる。宇宙船が敵の直下にあるとき振動はゼロとなる。図4に示すように、条件の違う4種類の状況(Single Enemy(SE), Double Enemy(DE)) ×

(Double Hands(DH), Single Hands(SH))での協調作業を観察し、分析を行った。DHの場合、ユーザ間の決定に矛盾があると宇宙船が動かないことが特徴であり、SHの場合、一人で敵の位置を把握するには情報が不十分であるため、敵を撃墜するためにはユーザ間の情報共有が不可欠であるという特徴がある。SEDH, SESH, DEDH, DESHの順序での協調作業の変化を、16ペアを対称に観察した。観察データをもとに全発話の書き起こしを含む詳細な作業分析を行った結果、協調作業の成否や質の分類を行うとともに、成功や質の向上のための支援方法の端緒を得ることができた。

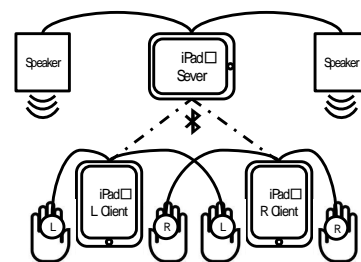


図3 分析用に作成したシューティングゲームの概要図

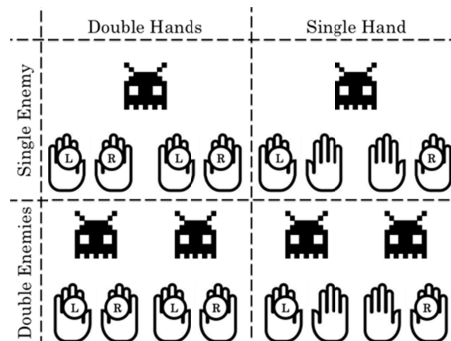


図4 分析を行った4種類のミッション

(1)(2)を実例とした Sub-1 から 3 の研究実施を通して、リバーシインタフェースの提供しうるユーザビリティのクオリティによって、ミッションアウェアインタフェースの提供する多人数協調作業インタラクションのクオリティは飛躍的に高まりうることを確認した。そしてさらにはこれら 2 つのクオリティをベースにバンドワゴンインタフェースの提供する多人数協調作業ユーザエクスペリエンスのクオリティも同様に高まりうる可能性を確認することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

矢入 郁子, 視覚障がい者のタッチパネル利用補助に関する技術動向, 情報処理学会誌, vol. 56 No6, pp. 538 - 540, 2015.
<http://id.nii.ac.jp/1001/00141743/>

〔学会発表〕(計 7 件)

Ikuko Eguchi Yairi, Designing Interfaces to Make Information More Tangible for Visually Impaired People, HCI International 2017 Vancouver, Canada, 9 - 14 July 2017 Vancouver Convention Centre (invited paper), Vancouver, Canada.

川崎 直毅, 矢入 郁子, 視覚障がい者と晴眼者のコラボレーション向上のための協調作業分析, 2017 年度 人工知能学会全国大会, ウィンク愛知 (愛知県・名古屋市), 05/24/2017

江口 諒, 大江 弘樹, 山崎 祐史, 矢入 郁子, 視覚障がい教育のための教材作成支援システムの開発と評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2016, 東京農工大学 (東京都・小金井市), 09/07/2016

黒澤 慎治, 川崎 直毅, 鈴木 あゆ美, 大森 正太郎, 野口 嵩人, 矢入 郁子, 視覚障がい者と晴眼者のコラボレーション空間デザインの研究, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2016, 東京農工大学 (東京都・小金井市), 09/09/2016

川崎 直毅, 大森 正太郎, 野口 嵩人, 矢入 郁子, 2016 年度 シューティングゲームにおける視覚障がい者とのコラボレーション分析, 人工知能学会全国大会, 北九州国際会議場 (福岡県・北九州市) 06/09/2016

阿部 亮平, 大森 正太郎, 矢入 郁子, 視覚障害者と晴眼者との協調作業のための CHI デザインの研究, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2015, はこだて未来大学 (北海道函館市), 09/02/2015

山崎 祐史, 大森 正太郎, 矢入 郁子, 視覚障がい者と晴眼者の協調作曲空間デザインと最適なインタフェースに関する研究, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014, 京都工業繊維大学 (京都府・京都市左京区), 09/12/2014

木村 藍姫, 浦島 卓也, 田村 恭久, 矢入 郁子, 電子教科書の図への音声埋め込み・対話的再生機能の実装と視覚障がい者による評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014, 京都工業繊維大学 (京都府・京都市左京区), 09/12/2014

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