

令和元年6月21日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02922

研究課題名（和文）視線入力型端末と遠隔操作ロボットを適用した長期欠席児の遠隔学習支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of the remote learning support system for long absence students with the remote control robot and the eye-gaze input device

研究代表者

苅田 知則（KARITA, Tomonori）

愛媛大学・教育学部・准教授

研究者番号：40363189

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、長期欠席児の遠隔学習支援システム「どこでも教室」を開発すること、当該システムの動作テストを行うことであった。当該システムは、遠隔操作ロボットと、赤外線カメラを用いない新しい視線入力端末によって構成されていた。本研究から、赤外線カメラを用いた視線入力方式は、既存の入力方式より、ユーザーの精神的負荷を増やすことが示唆された。新視線入力方式とユーザー補助機能により、精神的負荷が減少することが期待される。なお、眼鏡装用の有無にかかわらず、新入力方式により、ユーザーの眼球運動にロボットが追従することが実験結果から示された。将来の実用化に向け、当該システムの改善・開発を継続する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

長期欠席は、教育現場における重大な現代的諸問題の一つである。その問題を、遠隔操作ロボットと、赤外線カメラを用いない視線入力型端末を用いた遠隔学習支援システムにより解決しようと試みた点、及び、ユーザーの身体的・精神的負荷の低減を目的として、Webカメラを用いた視線入力方式とユーザー補助機能を開発した点に学術的意義がある。当該システムが実用化されると、病気や障害等の理由により通学できない児童生徒に、学習機会を保障することができるようになることから、社会的意義・関係者から寄せられる期待も高い。

研究成果の概要（英文）：The purposes of this study were development of the remote learning support system "Dokodemo Kyoshitsu" for long absence students and operation test of the system. The system was composed of a remote control robot and an eye-gaze input device. The author and coresearchers developed the new eye-gaze input method without an infrared camera. The authors showed that eye-gaze input method increase mental stress of users than a normal input method using a keyboard and a mouse. The new method is expected to decrease physical and mental stress of long absence students. Additionally, the authors devised some accessibility functions to support users. The results of experiments indicated that the robot was moved according to the user's eye movement regardless of wearing glasses. These development studies indicated that there are some problems to be solved. The authors should continue to improve the "Dokodemo Kyoshitsu" to put it to practical use in the near future.

研究分野：特別支援心理学，福祉工学

キーワード：遠隔学習支援システム 長期欠席児 遠隔操作ロボット 視線入力型端末 アクセシビリティ

1. 研究開始当初の背景

「高等学校における遠隔教育の在り方に関する検討会議」の報告書が示す通り、通常の小中学校、高等学校において、不登校や病気を理由に長期欠席状態にある児童生徒が多数存在している。特別支援学校においても、医療的ケアや入院加療が必要なために、通学や訪問による教育が受けられない児童生徒が存在する。

病気や障害を理由に通学ができない児童生徒に対しては、これまで院内学級や訪問教育等が提供されてきた。院内学級は設置までに時間がかかる上、設置している医療機関も限られている上、週6時間と時間が限定され、教科の学習、総合的学習、自立活動の時間は十分に学習機会が補完されていなかった。

先行研究の動向として、本邦では、被災地における学習機会を補完するために、オープンオンライン講座（MOOC）を使った学習支援、ビデオ会議システム等を用いて教室と双方向コミュニケーションを取り入れられる取り組みが行われてきた。海外を中心に、テレプレゼンス（遠隔存在感）ロボットを用いた取り組みもある（オリイ研究所のOriHime等）。

これら研究には、以下の様な課題が残されている。①国は、オンライン学習（MOOC等）のみでは十全な学習保障はできず、授業中に対面型のやりとりを可能にする方法が必要であると通知を出している。②対面型のビデオ会議システムも、研究代表者らが関わる事例においては、「病床の自分をクラスメイトに見られるのが嫌」「コントローラーで操作していると画面の向こうの別世界という感じがする」等の反応が得られており、(1)支援対象児側の様子が詳細に伝わることのデメリット、(2)既存のビデオ会議システム等で得られる現実感の限界が課題である。③一方、既存のテレプレゼンス・ロボットの適用についても、健康状態が良くない児童生徒は制御用ICT端末を手指で操作することが難しい。身体的負担を軽減する視線入力装置（Tobii社C15等）を適用しようとすると価格が100万円以上と高価であるため、教育現場における導入は進んでいない。

2. 研究の目的

教育現場の現代的諸課題に対して、本申請課題は、教育学部・医学部・工学部の学際的連携（以下、医教工連携）により、学習機会を補完する支援技術を開発・検討することを目的とした。病気等の理由により長期欠席している児童生徒、及び医療的ケアが必要なために通学が困難な児童生徒を支援するために、①バリアフリーに設計した視線入力型クライアント端末と遠隔操作ロボットを適用した長期欠席児の遠隔学習支援システム（名称：どこでも教室）を開発し、②「どこでも教室」の動作テストを行うことにあった。

3. 研究の方法

研究分担者の柴田論教授・山本智規らが開発した、赤外線型視線入力装置を必要とせずWebカメラを用いてロボットの位置・方向を制御するロボットシステムを基盤技術として開発を行った。また、視線入力方式の課題を明確にするために、視線入力方式と既存の入力方式（キーボードとマウスによる入力）においてユーザーが感じる精神的負荷を、生理指標を用いて測定した。これらの結果から明確になったロボットや入力端末の課題を解決するために、アクセシビリティを高めるユーザー補助機能を考案し、その動作テストを行うとともに、ユーザーによる使用感の評価を行った。

4. 研究成果

[平成28年度]

1. 愛媛大学教育学部等の研究倫理委員会の審査

本学教育学部等の研究倫理委員会において審査を受け、研究遂行上、倫理面に問題がないことが確認された。

2. 遠隔学習支援システム（どこでも教室）の開発

愛媛県・東京都等における長期欠席児への学習支援活動の一環として、研究分担者の樫木暢子・中野広輔がヒアリング調査を行った。そのヒアリング調査の結果に基づき、研究代表者の荻田知則らが、既存の遠隔学習システムの課題や、長期欠席児とその保護者等が期待する遠隔学習支援システムの機能について整理した。

ヒアリング調査の結果を参照した上で、研究分担者の柴田論・山本智規らが、病院等への入院により長期欠席している児童生徒に対応可能で、バリアフリーに設計した視線入力型クライアント端末と遠隔操作ロボットを適用した長期欠席児の遠隔学習支援システム（どこでも教室）を試作した（図1～2参照）。

図1に示すシステムの要件としては、①既存のビデオ会議システムのデメリットを少なくするため、病床の児童生徒のプライバシー漏洩に関しては長期欠席・通学が困難な児童生徒の姿は対話者に見えないようにし、②遠隔地コミュニケーションを支援するロボットを用いて、手を使わなくても操作可能なようにした。

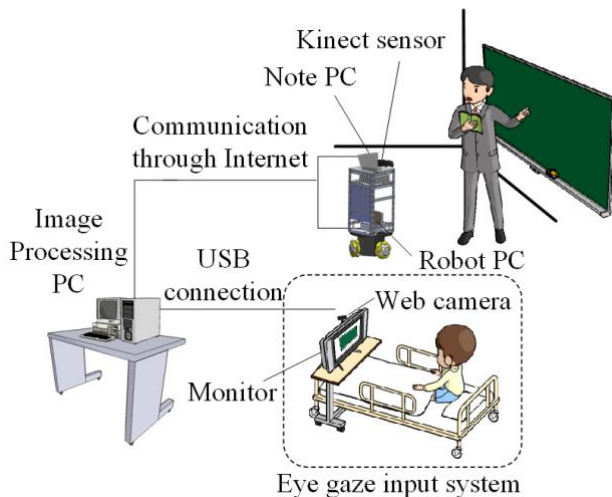


図1 改良版遠隔学習支援システムの構成

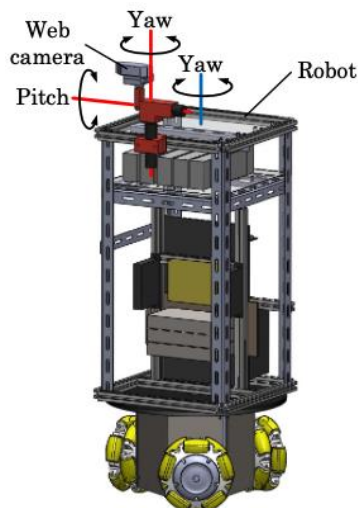


図2 視線入力型アバターロボット

[平成 29 年度]

1. 遠隔学習支援システムの改良

平成 28 年度構築した遠隔学習支援システムに関して、視線入力によりベッド上でも直感的に操作可能なクライアント端末を開発した。当該端末は、Web カメラによりユーザーの眼球画像を取得し、画像処理を施した上で瞳孔の重心位置の検出および運動の予測をパーティクルフィルタにより行い、眼球が向けられた方向を解析した。これらの解析により、画面上の視点の動きに応じロボット (図 2) の位置・方向が制御される (研究分担者の柴田諭・山本智規らが実施)。

直感的な操作が可能なユーザーインターフェースであるが、モニター評価によって得られた結果に基づき、システムの改良 (アクセシビリティの確保、ユーザビリティの向上) を進めた。

2. 視線入力装置の操作のしやすさ・しにくさに関する調査研究

改良版遠隔学習視線システムで用いる視線入力装置の操作に対して、ユーザーはどの程度精神的負荷を感じるかについて実験的考察を行った (研究代表者の荻田知則らが実施)。キーボードとマウスを用いたパソコンの操作 (既存の入力方法) との比較実験を行った。入力方式により、精神的負荷量や精神的疲労に関する生理的反応、使用感に関する主観的な評価に差が生じるか否かについて検証を加えた。結果、既存の入力方法よりも、視線入力装置の操作には、顕著な不快ストレスや疲労感を覚えることが示唆された (投稿論文が査読中につき詳細の報告は控える)。

[平成 30 年度]

1. 視線入力インターフェースに関する研究

(1) 指差し動作認識

児童・学生の操作負担を軽減し集中力の低下を防ぐため、授業の重要部分が説明される際に、教師の指差し動作を合図として注目箇所を拡大しユーザーに注意を促すシステムを構成した。具体的には、アバターロボットの上部に Microsoft 社の Kinect v2 センサーを設置し、そのセンサーを通して教師の Body データ等の環境情報を取得することで、指差し動作の認識および負担のない拡大表示の設定を行った。さらに、拡大表示の終了時にユーザーが余裕を持って授業内容を確認することが可能な時間を確保した。

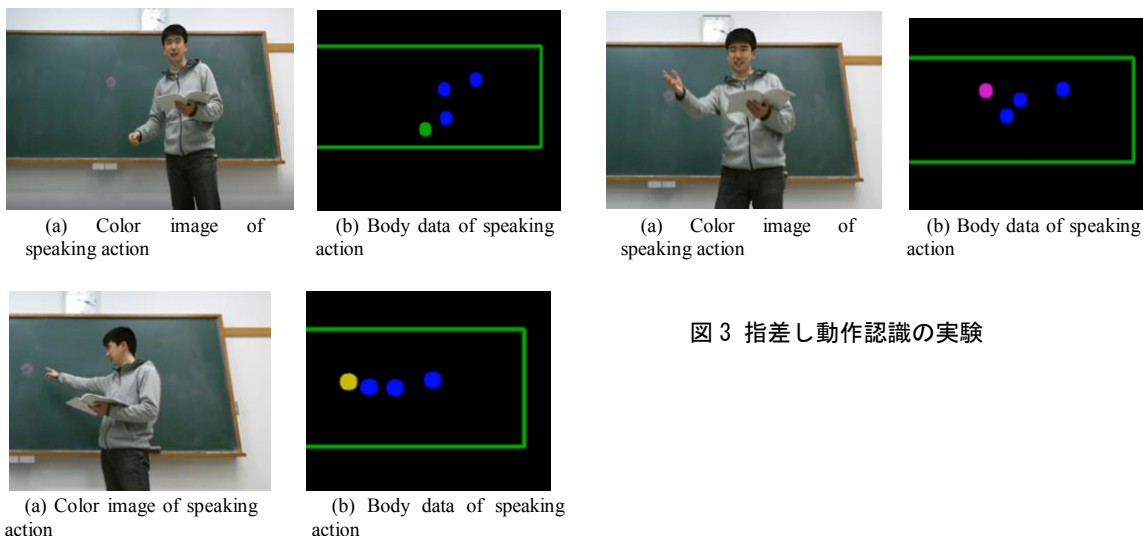


図3 指差し動作認識の実験

(2) メガネ着用時の視線方向推定の有効性

市販の高価な視線入力装置に対して、安価でより汎用性の高いシステムの実現は可能であるか検証した。自然光下で安価かつ設置が容易な市販のパソコンと USB カメラを用い、画像処理手法に基づいてメガネ着用時における視線入力システムを構築した。この手法では、偏向フィルタを用いてメガネのレンズ部分の光の反射を軽減し、さらにラベリング処理を用いてメガネフレームの除去を行うことによって、視線方向推定が可能であることが確認できた。また、メガネ着用時と非着用時の比較実験を行い、メガネ着用時の視線方向推定の有効性を示した。

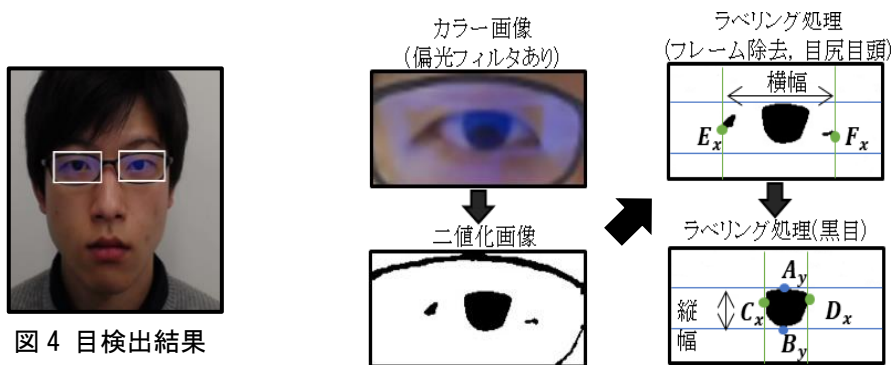


図4 目検出結果

図5 黒目と目尻目頭の検出



図6 黒目の輪郭検出

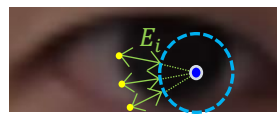


図7 尤度計算図

2. 総合考察

3 年間の研究期間内に、研究目的である①バリアフリーに設計した視線入力型クライアント端末と遠隔操作ロボットを適用した長期欠席児の遠隔学習支援システム（どこでも教室）のプロトタイプを開発し、②「どこでも教室」の動作テストを科学的に評価することができた。

同時に、実運用する上で、長期欠席児が利用する上で、ユーザーの認知・精神的負荷を軽減するためのユーザー補助機能を、どこでも教室における視線入力型クライアント端末や遠隔操作ロボットに搭載する必要があることも明らかとなった。今後、遠隔学習支援システム（どこでも教室）が早期に実現できるように、明らかとなった課題を解決するための開発研究を行いたい。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

1. Yeon Kyung Eom, Satoru Shibata, Tomonori Karita, and Shenglin Mu, "Remote Learning Support System Using a Mobile Robot Operated by Eye-gaze Input for Long Time School Non-attendance Students", Journal of Technology and Social Science Vol.2, No.2, pp.29-35, 2018.

[学会発表] (計 3 件)

1. Satoru Shibata, Yeon Kyung Eom, Tomonori Karita, and Shenglin Mu, "Fundamental Approach on Remote Learning Support System for Long Time School Non-attendance Students Using a Mobile Robot Operated by Eye-gaze Input", Proceedings of International Conference on Mechanical, Electrical and Medical Intelligent System 2017 (Kiryu, Japan) December 2017. (優秀論文賞を受賞)
2. 巖 筵景, 荻田 知則, 柴田 論, 八木 良広, 伊勢本 大, 重度運動障害者にとって使いやすいユーザインタフェースに関する心理学的研究, 第 93 回福祉情報工学研究会, 2017. (信学技報, vol. 117, no. 337, WIT2017-53, pp. 43-46, 2017 年 12 月)
3. 大森 孝哉, 和田 啓暉, 柴田 論, 山本 智規, 穆 盛林, 遠隔操作ロボットによる長期欠席児の授業参加支援システム, 計測自動制御学会四国支部学術講演会, PS2-23, 2018. (優秀講演賞を受賞)
4. 久保 慶一郎, 山本 剛史, 柴田 論, 山本 智規, 穆 盛林, メガネ着用時における視線入力インターフェースに関する研究, 計測自動制御学会四国支部学術講演会, PS1-01, 2018. (優秀講演賞を受賞)

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：柴田 論
ローマ字氏名：Shibata Satoru
所属研究機関名：国立大学法人愛媛大学
部局名：工学部
職名：教授
研究者番号（8桁）：10263956

研究分担者氏名：山本 智規
ローマ字氏名：Yamamoto Tomonori
所属研究機関名：国立大学法人愛媛大学
部局名：社会共創学部
職名：教授
研究者番号（8桁）：30380257

研究分担者氏名：檜木 暢子
ローマ字氏名：Kashiki Nagako
所属研究機関名：国立大学法人愛媛大学
部局名：教育学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：10635858

研究分担者氏名：中野 広輔
ローマ字氏名：Nakano Kosuke
所属研究機関名：国立大学法人愛媛大学
部局名：教育学部
職名：准教授
研究者番号（8桁）：60735330

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：白松 賢
ローマ字氏名：Shiramatsu Satoshi

※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、研究者個人に帰属されます。