

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04228

研究課題名（和文）長期欠席児の過重負荷を軽減する視線入力型ロボットによる遠隔学習支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of Remote Learning Support System with the Eye-Gaze-Type Robot to Reduce Overload of Long-Term Absent Students

研究代表者

苅田 知則（Karita, Tomonori）

愛媛大学・教育学部・教授

研究者番号：40363189

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,360,000円

研究成果の概要（和文）：長期欠席児のための遠隔学習支援システム（過重負荷を軽減、双方向コミュニケーションの臨場感を高める機能を搭載）を開発し、その教育効果を科学的に評価するという目的のもと、以下の成果を得た。視線入力装置に生理反応をトリガーとする入力システムを追加することで、ユーザーの操作負荷を軽減するユーザーアシスト機能を開発した。3Dアバターを遠隔操作ロボットのモニターに表示する機能を開発し、アバターの動きに自然な人間らしさを与える要因を見出した。教員が指差す地点を自動で拡大する機能を開発し、生徒側にとって望ましいパラメータを明らかにした上で、教員側から機能への肯定的評価を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

長期欠席児の学習機会を確保するには、長期欠席児自身が臨場感を感じて、かつ教員も習熟度や理解度等を実感・把握でき、長期欠席児のプライバシーや心身の過重負荷を考慮してバリアフリーなユーザーインタフェースを有した、双方向コミュニケーション型の遠隔学習支援システムの実現が喫緊の課題である。本研究によって開発された遠隔学習支援システムでは、長期欠席児の表情と連動した3Dアバターを表示する遠隔操作ロボットを教室に配置し、ハンズフリー（眼球運動、生理反応）で操作できる機能や授業理解支援の機能（教員の指さし位置を自動拡大）により長期欠席児の過重負荷を軽減することで、長期欠席児の学習機会を補完できる。

研究成果の概要（英文）：We aimed to develop the remote learning support system, which is equipped with functions that reduce the user's overload and enhances the presence of two-way communication, for long absence students and the following results were achieved: 1) We developed a user assist function to reduce the user's operational load by adding an input system triggered by a physiological reaction to the line-of-sight input device. 2) We developed a function to display a 3D avatar on the monitor of a remote-controlled robot, and found factors to make the avatar's movement be like a human. 3) We developed a function to zoom the place pointed by a teacher and revealed the parameters desirable for the students, and the teacher gave a positive evaluation to the function.

研究分野：特別支援心理学

キーワード：アバターロボット 遠隔学習支援システム Kinectセンサー 教師の指さし動作 視線を用いた操作

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。

### 1. 研究開始当初の背景

文部科学省の「遠隔教育の推進に向けた施策方針」「高等学校における遠隔教育の在り方に関する検討会議報告書」が示す通り、通常の小中学校、高等学校において、病気やいじめ等により長期欠席状態にある児童生徒、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、その他の理由(過疎地域・被災地に居住等)により学習の機会が十分に提供されてい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、院内学級や訪問教育等が提供されてきた。しかし、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。また、週6時間と時間が限定されているため、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い。国は、遠隔教育の推進に向けたタスクフォースを組織し、遠隔教育の現状としては様々な課題があることを認めながらも、その推進に向けた方略を模索している。特に、一人ひとりの学習ニーズをきめ細やかに対応する観点から、オープンオンライン講座(MOOC)ではなく、教員やICT支援員等の人的資源が専門性を発揮しつつ学習機会の確保を図る、双方向コミュニケーション型遠隔教育の必要性が高まっている。

### 2. 研究の目的

長期欠席児の学習機会を確保するため、長期欠席児のプライバシーや心身の過重負荷を考慮してバリアフリーなユーザーインタフェースを有し、長期欠席児自身も臨場感を感じ、かつ教員も習熟度や理解度等を実感・把握できる双方向コミュニケーション型の遠隔学習支援システムの開発・実現を目指す。具体的には、以下の機能を有する遠隔学習システムの開発を行う。

遠隔地でのコミュニケーションは現実感が希薄になりやすいこと、ベッド上で操作することを考慮し、ハンズフリー(眼球運動、生理反応)で操作できる遠隔操作ロボットを開発し、長期欠席児の分身、会話補助装置とする。

対話者(教員等)側の臨場感を高めるために、長期欠席児が過去に撮影した写真をリアルタイム合成し、表情と連動した3Dアバターを表示してユーザーらしさを伝達する。

既存の視線入力型端末は、キーの選択・決定時に不随意的な挙動が残り、ユーザーの心身疲労が高まりやすいこと等の課題が残ることから、生理反応も入力用のトリガーにして長期欠席児の過重負荷を軽減するユーザーアシスト機能を実装する。

研究代表者・研究分担者らの研究成果(平成28~30年度科研費基盤B・一般)を発展させて、長期欠席児の過重負荷を軽減するユーザーアシスト機能を搭載し、長期欠席児と対話者の双方にとっての臨場感を高める遠隔学習支援システム(改良版どこでも教室)を開発する。

医療・教育現場で適用するために、「改良版どこでも教室」の教育効果を科学的に評価する。

### 3. 研究の方法

#### 【2019年度】

平成28~30年度の科研費・基盤B(一般)において、研究分担者の柴田教授・山本准教授が開発した遠隔学習支援システム(どこでも教室)の基盤技術を発展させ、長期欠席児の過重負荷を軽減するユーザーアシスト機能を搭載した遠隔学習支援システム(改良版どこでも教室)を開発した。追加したユーザーアシスト機能は 制御しやすいロボット操作モード、授業理解支援モード、臨場感向上モードである。

#### 【2020年度】

遠隔学習支援システムについて、ユーザーの授業理解支援モードおよび制御しやすいロボット操作モードの実用化に向けた開発を行った。またその教育効果を科学的に評価するためのデータ取得・分析を行った。

#### 【2021年度】

遠隔学習支援システムについて、ユーザーの授業理解支援モードの実用化に向けた開発、およびデータ取得・分析を行った。

#### 4. 研究成果

##### 【2019年度】

遠隔学習システム(どこでも教室)の基盤技術を発展させ、ユーザーの負荷を軽減する新たなユーザーアシスト機能を3つ開発した。

1) 遠隔学習システムの基盤技術である Web カメラによる視線入力装置に生理反応をトリガーとする入力システムを追加することでユーザーの操作負荷を軽減するユーザーアシスト機能を開発した。具体的には、生理測定装置(MOCTOS)を用いて、筋電・眼電等を検出し、微細生理反応の発生を入力トリガーとして選択・決定の予測を行うロボット操作モードを実現した(図1)。

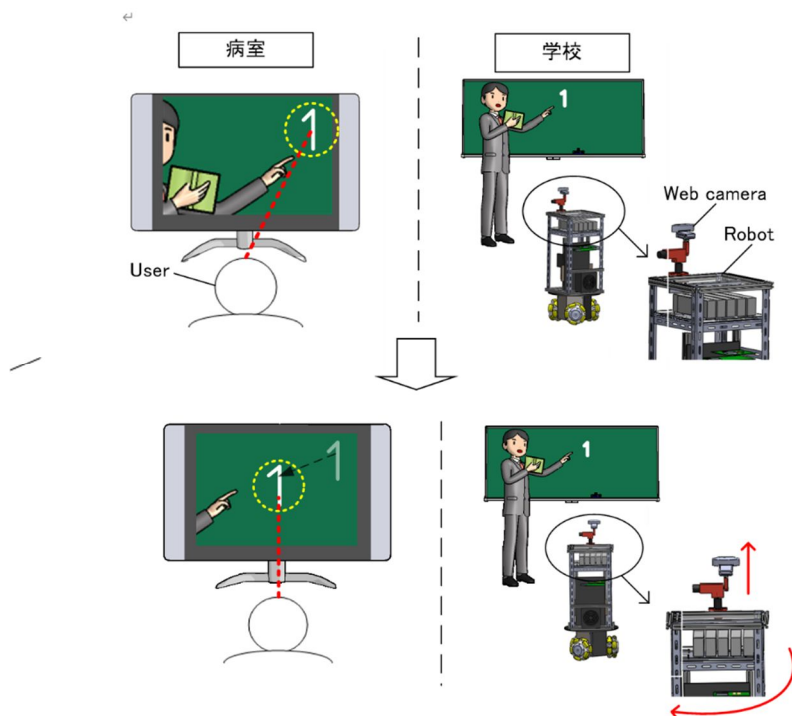


図1 ロボット操作モード

2) ユーザーの画面操作による認知的負荷と授業内容を理解する上での認知的負荷を軽減するユーザーアシスト機能(授業理解支援モード)を開発した。具体的には、教員の指差し動作を重要ポイントと認識させ、指先が示す地点を自動で拡大する機能(以下、指さしシステム)と周辺視野にあたる映像部分を見えにくくする機能を開発した(図2)。



図2 授業理解支援モード

3) 教員とユーザーの双方向にとっての臨場感を高めるユーザーアシスト機能を開発した(臨場感向上モード)。具体的には、ユーザーの表情をリアルタイムで認識し、その表情を反映した3Dアバターを遠隔操作ロボットのモニターに表示する機能を開発した(図3)。開発したユーザーアシスト機能の自然な人間らしさを検討する心理実験を行ったところ、視線方向の動きと顔の動きは協調した方が好ましく評価されることが明らかになった。また、1次遅れ要素を用いて視線方向を変化させた動きが対話者に人間らしい自然な動きと評価されることが明らかになっ

た(図4)。

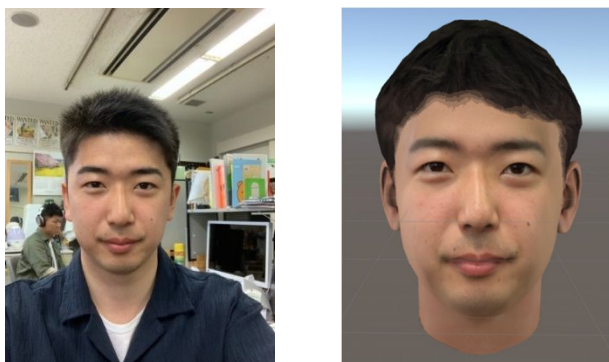


図3 臨場感向上モード

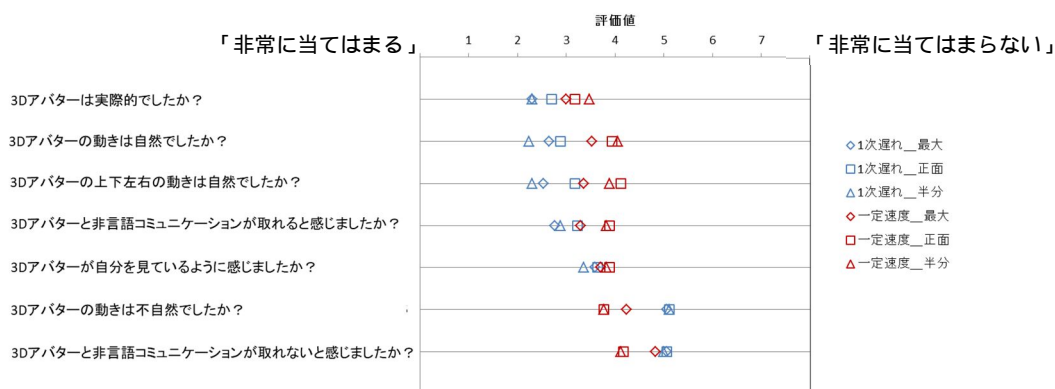


図4 視線方向の変化における1次遅れと一定速度の評定値

【2020年度】

ユーザーの授業理解支援モードおよび制御しやすいロボット操作モードの実用化に向けた開発、データ取得・分析を行い、以下の成果を得た。

1) 授業理解支援モードとして、黒板上の情報量過多による集中力や理解力の低下を防ぐため、教師の黒板への指さし動作を認識して指された部分を拡大する指さしシステムを構成した(本年度時点で、左手による指差しに対応)。実験としてこのシステムを実際に生徒ユーザーに使用してもらい、いくつかのパラメータ設定の中で、最も望ましいパラメータの組み合わせを明らかにした(図5, 図6)。

Video name	Expansion rate	Dead time (sec)	Break point frequency (rad/sec)
1	2	2	3.0
2	2	1	3.0
3	3	2	3.0
4	3	2	2.0
5	2	2	2.0
6	2	1	2.0
7	3	1	3.0
8	3	1	2.0

図5 実験で変化させたパラメータと値の組み合わせ(巖他, 2020より引用)

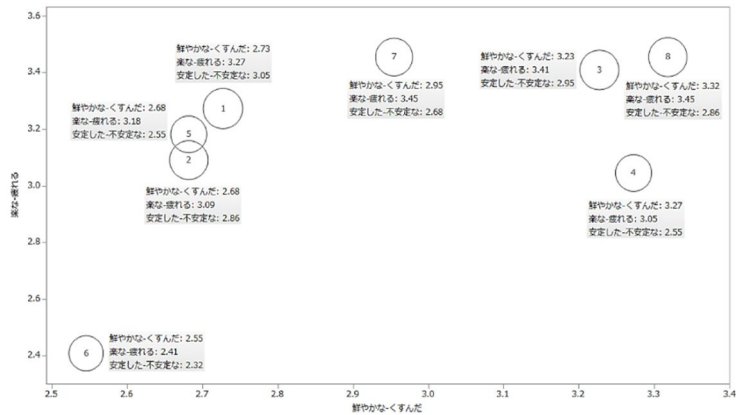


図6 各パラメータの組み合わせにおける評価値（巖他, 2020 をもとに作成）

2) 授業理解支援モードとして、教師の指さし地点を拡大表示した際に周辺視野をピネット処理し、不要な情報をマスキングする機能を開発した。これについては、画面解像度を低下させなければフレームレートが低下してしまう課題が見つかった。そのため、単純に周辺視野にあたる部分にマスク画像をかぶせる機能を検討している。

3) 重度肢体不自由者でもアバターロボットを負担なく操作できる方法として視線入力に着目し、視線方向制御により直進、回転操作を行うシステムを構築した。アバターロボットに意図した経路を実現させることが可能であることを実験的に明らかにした。また、アバターロボットを意図した場所へ高精度に位置決めさせるための速度調整法を提案した。

【2021年度】

ユーザーの授業理解支援モードの実用化に向けた開発、データ取得・分析を行い、以下の成果を得た。

1) 授業理解支援モードとして、黑板上の情報量過多による集中力や理解力の低下を防ぐため、教師の黑板への指さし動作を認識して指された部分を拡大する指さしシステムの機能改善を行った。当該システムにおけるプログラムの修正を行い、左右の指さし動作への対応、および動作の安定性向上を行った。

2) 上記1)によって改善した指さしシステムを、公立小学校の現職職員に試用を依頼し、当該システムの使用感調査および改善要望の収集を行った。使用感調査では、Zoomのみを用いた遠隔授業と、当該システムをZoomと組み合わせて使用した遠隔授業との使用感を比較した。当該システムについては全体的に肯定的な評価が得られ（図7）機能の改善にかかわる具体的な課題について収集することができた。

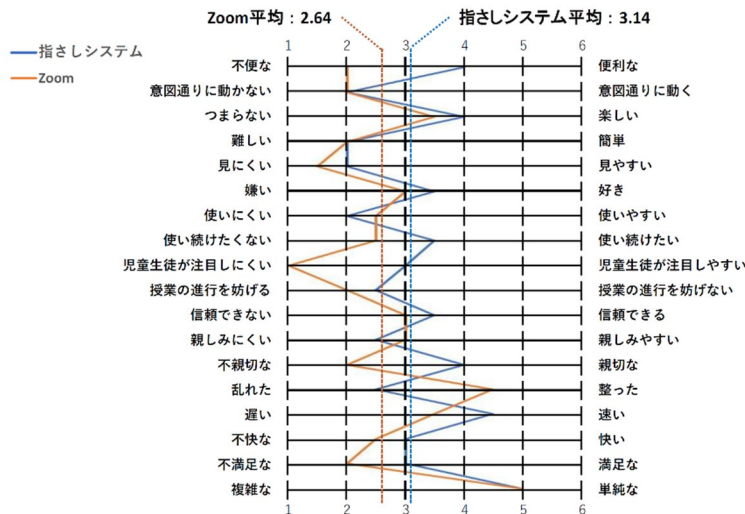


図7 授業理解支援モード（指さしシステム）についての使用感

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3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 嚴筵景, 苅田知則, 八木良広, 穆盛林, 柴田論	4. 巻 22巻
2. 論文標題 視線入力によるパソコン操作時に直面する「使いにくさ」の評価	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本福祉工学会誌	6. 最初と最後の頁 7~15
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 嚴筵景, 柴田論, 穆盛林, 苅田知則, 大森孝哉	4. 巻 8巻
2. 論文標題 教師の指さし動作認識に基づく生徒の遠隔授業参加支援	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 産業応用工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 250~259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12792/jjiaae.8.2.250	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 -

1. 著者名 柴田 論, 穆 盛林, 嚴 筵景, 苅田 知則	4. 巻 21 (2)
2. 論文標題 眼鏡着用を考慮した視線方向推定に関する一構成法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本福祉工学会誌	6. 最初と最後の頁 47-53
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 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 榎葉巧, 柴田論, 穆盛林, 嚴筵景, 苅田知則
2. 発表標題 教師の指さし認識に基づく遠隔授業参加支援
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 則安玲音, 柴田 論, 穆 盛林, 苅田知則, 大森孝哉
2. 発表標題 視線入力を用いた全方向移動型アバターロボットの運動生成
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 則安玲音, 穆盛林, 柴田論
2. 発表標題 授業参加のための視線入力によるアバターロボットの操作
3. 学会等名 令和2年度SICE四国支部学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 榎葉巧, 柴田論, 穆盛林
2. 発表標題 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
3. 学会等名 令和2年度SICE四国支部学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yeonkyung Eom, Koudai Furukawa, Satoru Shibata, Shenglin Mu and Tomonori Karita
2. 発表標題 Class Participation Support System on an Avatar Robot for Long-term Absent Students
3. 学会等名 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yeonkyung Eom, Shenglin Mu, Satoru Shibata, and Tomonori Karita
2. 発表標題 A Method to Estimate Eye Gaze Direction When Wearing Glasses
3. 学会等名 International Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI) (国際学会)
4. 発表年 2019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
研究分担者	穆 盛林 (Mu Shenglin)  (00709818)	愛媛大学・理工学研究科(工学系)・講師  (16301)	
研究分担者	柴田 論 (Shibata Satoru)  (10263956)	愛媛大学・理工学研究科(工学系)・教授  (16301)	
研究分担者	榎木 暢子 (Kashiki Nagako)  (10635858)	愛媛大学・教育学部・教授  (16301)	
研究分担者	山本 智規 (Yamamoto Tomonori)  (30380257)	愛媛大学・社会共創学部・教授  (16301)	
研究分担者	中野 広輔 (Nakano Kosuke)  (60735330)	愛媛大学・教育学部・教授  (16301)	



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
---------	---------