

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：57403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K02771

研究課題名(和文) 重度重複障害がある児童生徒の社会との繋がりを拡大する「分身ロボット」の開発

研究課題名(英文) Development of an alter ego robot to expand social connections for students with severe multiple disabilities

研究代表者

柴里 弘毅 (Shibasato, Koki)

熊本高等専門学校・電子情報システム工学系 A E グループ・教授

研究者番号：60259968

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：重複障害のある児童生徒は、個々の特性や持てる力が異なるため、児童生徒間のコミュニケーションを持たせる取り組みを頻繁に行うのが困難、社会との繋がりが希薄になりやすいなどの問題を抱えている。この問題解決のため、特別支援学校に通う児童生徒間のコミュニケーション活性化を目的とし、ARマーカを目標としてビジュアルフィードバックにより移動するロボットを製作した。ARマーカを用いることで使用場面や環境、認識対象の変更に対応することが可能となった。さらに、身体機能の低下した利用者を想定した視線入力手法を考案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本申請課題で開発するロボットに求められる機能は、保護者や特別支援学校教諭と検討を重ねることにより導出された。開発・設計の上流工程から特別なニーズを抱えたリードユーザを積極的に巻き込む手法はインクルーシブデザインと呼ばれており、児童生徒らが成長し卒業した後も社会と繋がる力となることが、現場の教諭・保護者から期待されている。本研究では、従来のトレイグジスタンスのように遠方にあるロボットから送られる映像をモニターで見ながら操作するのではなく、拡大代替コミュニケーションの観点から五感を活用できるように、操作者が視認可能な至近距離で動作する分身ロボットを開発した点に意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Children with multiple disabilities have different characteristics and abilities, which makes it difficult for them to communicate frequently with each other and also difficult to connect with society. A visual feedback robot that targets AR markers has been developed to activate communication among children at a special needs school. In addition, a gaze input system is proposed for a user with impaired physical functions.

研究分野：福祉人間工学

キーワード：福祉人間工学 アシステブテクノロジー 肢体不自由 特別支援教育 分身ロボット

1. 研究開始当初の背景

申請者らは、障害による物理的な操作上の不利や障壁を工学的立場から軽減し支援を行うアシスティブテクノロジーを基軸とした社会実装型の研究を実践している。社会実装とは、研究開発成果を社会で利用・展開して、社会に内在する具体的な問題を解決する取り組みを指す。これまで、高専が得意とする基盤技術を活用し、特別支援学校の重度重複障害クラス、および訪問教育課程の児童生徒のニーズに応える教育教材や支援機器の開発に継続的に取り組んでいる。児童生徒は肢体不自由と知的障害の重複障害があるため、児童生徒1人につき教諭1名の体制で授業が行われており、教諭と密度の濃い関係を構築できることが特徴である。一方、個々の特性や持てる力が異なるため、児童生徒間のコミュニケーションを持たせる取り組みを頻繁に行うのが困難、社会との繋がりが希薄になりやすいなどの問題を抱えている。

家庭内で動作させることを目的とした全自動型のホームロボットは、家電制御、異常通報などの機能を有している。インターネットに接続し、人の音声命令に応じて情報提示を行うことも可能である。また、遠隔操作型のロボットは、iPadを入力インターフェースとして、移動操作や双方向でのテレビ通話によりテレグジスタンス（遠隔地に実際に存在しているような臨場感）を実現している。これらのロボットは教育現場での利用も始まっているが、発話や指で操作することを前提としており、重度の重複障害のある児童や生徒が操作することまでは想定されていない。

2. 研究の目的

本研究では、従来のテレグジスタンスのように遠方にあるロボットから送られる映像をモニターで見ながら操作するのではなく、AACの観点から五感をフルに活用できるように、操作者が視認可能な至近距離で動作する「分身」ロボットを開発する。AACとは、拡大代替コミュニケーション (Augmentative Alternative Communication) の略で、テクノロジーの活用によって自分の意思を相手に伝えることを支援する臨床活動を指す。

本申請課題で開発するロボットに求められる機能は、保護者や特別支援学校教諭と検討を重ねることで導かれた。このように、開発・設計の上流工程から特別なニーズを抱えたリドユーザを積極的に巻き込む手法はインクルーシブデザインと呼ばれており、児童生徒らが成長し卒業した後も社会と繋がる力となることが、現場の教諭・保護者から期待されている。

3. 研究の方法

ここで想定している分身ロボットにおいては、ユーザが意図して操作を行う場面と、自律動作が求められる場面がある。まず、自律移動の場面において、ロボットが目標を見失わないようにARマーカで対象を判別すると同時に、ステレオカメラで障害物検知を行い、衝突を回避するアルゴリズムの構築を行った。次に、肢体不自由な児童生徒の使用を想定し、特に視線による入力インターフェースの開発を行った。一般的な視線情報の計測においては、専用の機器が必要などの導入障壁がある。そこで、汎用のWebカメラベースでAIを活用した視線の推定、意思表示支援について検討を行った。次に、分身感を周囲の第三者がどのように感じているかを明らかにする必要があるため、ロボットの挙動に関する感性評価、ロボットの外観に関する感性評価を行った。

4. 研究成果

障害物検知においては、2台のカメラを用いるアルゴリズムの構築を行った。室内を模した環境下での実験において、空間の深度情報が正しく得られるかを検証した。実験より、カメラと障害物までの距離と誤差率には線形な関係があり、対象までの距離が2.2mまでは誤差10cm以下であることが確認された。また、複数の障害物が配置された環境においても、適切に深度情報が取得できることが確認された。

次に、CNNを用いてキャリブレーションを必要としない視線領域推定アルゴリズムを提案し、PCに接続されたWebカメラの映像からリアルタイムにユーザの注視領域を推定するインターフェースを構築した。画面4分割の推定においては、平均98.2%の認識精度が得られることが確認された。画面上のアイコンを一定時間注視することで、視線だけで遠隔の介護者に意思を表示できる仕様としている。GUIインターフェースは、PythonとJavaScriptを連携させることで実現した。注視入力においては、注視時間を長く設定すると誤入力は減少するが、入力にかかる時間がストレスとなる。一方、短くし過ぎるとMidas touch problemが生じるといった問題がある。そこで、アイコン選択にかかる時間、注視時のアイコン表示法を組み合わせることで5段階のリックカート尺度で評価を行い適切な入力時間とアイコン表示方法の検証を行った。その結果、アイコ

ン選択までの注視時間は 2 秒、注視時のアイコン挙動については縮小表示することがユーザにとって好まれやすい傾向にあることが明らかになった。

分身ロボットが人間に与える心理的印象を明らかにすることは、第三者が分身ロボットに対し児童生徒を相手にしているような感覚を持ち、感情移入できるようになるために重要と考えられる。産業用ロボットに関しては、人間に心理的影響を与える要因として、動作時間内の速度ピークと最大速度の影響が大きいことが知られているが、人間と共生するロボットの場合は移動速度に限らず、外見、大きさ、ディスプレイ表示、音声、パーソナルスペースへの接近などのさまざまな要因が考えられる。開発した分身ロボットに対し、官能評価手法の一つである SD 法を用い、心理的印象の要因と考えられる複数の項目について因子分析を行った。特に、主にディスプレイ表示が与える心理的印象について考察を行った。実験結果の解析には R の因子分析パッケージを用い、因子抽出方法には最尤法、因子軸の回転にはプロマックス回転を適用した。因子数はパラレル分析法により 2 に決定した。因子名と質問項目の対応表を分析したところ、因子 1 は、「不調和な」、「悪い」、「軽率な」、「愚かな」など、ある場の状況に対する雰囲気を読み取れていない項目が多いため、ロボットに対する「配慮性」因子とした。正方向は空気の読めない様子を表し、負方向は気遣いができる様子を表している。因子 2 では「遅い」、「弱い」、「従順な」などの母性本能に働きかける形容詞対が多く含まれていると解釈し、「保護性」因子と名づけた。それぞれの画像に対する因子得点の平均値を 2 次元プロットしたところ、ロボット表示においてはもっと親しみが得られると考えていたが、予想に反し、文字の場合とほぼ同様の感性評価が得られたことが分かった。また、表示なしについては、保護性因子は文字、ロボットとほぼ同程度の値であったが、配慮性因子については、気遣いができる側寄りの結果となった。情報の提示の仕方次第では、寡黙な方が好意的に受け止められるものと考えられる。最後に、人物表示とメッセージについては、他の表示と比べ保護性因子の値が唯一正方向となった点が興味深い。今回の実験において、表示に用いられた写真は笑顔の高齢者のものであったことが、このような印象に繋がったものと考えられる。ユーザ自身の写真を提示することでこの印象は強まる可能性があり、感情移入には効果的と考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 長岡 翼, 柴里 弘毅, 大塚 弘文
2. 発表標題 視線入力による電動車椅子の制御
3. 学会等名 電気学会九州支部高専研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 戸川 翔太, 柴里 弘毅, 大塚 弘文
2. 発表標題 ステレオカメラを用いた 障害物検知アルゴリズムの開発
3. 学会等名 電気学会九州支部 平成30年度（第9回）高専研究講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸川 翔太, 齋藤 勇樹, 柴里 弘毅, 加藤 達也, 大塚 弘文
2. 発表標題 分身ロボットのディスプレイ表示が与える心理的印象に関する一考察
3. 学会等名 Japan AT フォーラム2018
4. 発表年 2018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	大塚 弘文 (OHTSUKA HIROFUMI) (10223869)	熊本高等専門学校・企画運営部・教授 (57403)	

6. 研究組織（つづき）

	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	加藤 達也 (KATO TATSUYA) (10707970)	熊本高等専門学校・電子情報システム工学系C Iグループ・助教 (57403)	退職手続き済

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