

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：34506
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2018～2022
課題番号：18K11416
研究課題名(和文) VR技術を利用した発達障害児・者の対人コミュニケーションスキル向上システムの構築

研究課題名(英文) A system to improve interpersonal communication skills of children and persons with developmental disabilities using VR technology

研究代表者
田村 祐一 (Tamura, Yuichi)
甲南大学・知能情報学部・教授

研究者番号：50311212
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、バーチャルリアリティ(VR)技術を用いた発達障害者の対人コミュニケーション支援システムを構築することである。
主な研究成果は以下の通りである。1. VR環境内における全方位実像空間の創出。2. 利用者が体験する感情を定量化する手法の研究。3. VR環境を体験するためのシミュレーターの開発。
第一の目的については、VR空間に360°の実験映像を作成できる技術を開発した。第二の目的については、被験者の感情を正確に把握するために、サポートベクターマシン(SVM)を用いた感情識別器を開発した。第3の目的として、VR環境のナビゲーションと探索を可能にする自転車型シミュレータを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究では次の領域で貢献があったと考える。一つは感情認識の分野である。感情分析の研究は主に表情を使ったものが多く、音声を利用して映像情報の補完として利用される場合が多かった。本研究では音声情報からのみ感情情報を読み取る手法を提案したことに意義があると考えられる。もう一つはシミュレータの分野においてである。今回、自転車型のシミュレータの開発を行ったが、自転車型移動デバイスは自動車型シミュレータと比較して不安定である。そのため体験者は自らの視覚情報に大きく依存して、操作していることがわかり、視覚情報が幾何的に不自然な場合操作困難になることがわかった。本件については継続して研究を進めていく。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to construct an interpersonal communication support system for individuals with developmental disabilities using virtual reality (VR) technology. The main research objectives and outcomes are as follows:
1. Creation of an omnidirectional real image space within a VR environment. 2. Research on methods to quantify the emotions experienced by users. 3. Development of a simulator to facilitate the VR environment experience.
To achieve the first objective, we have developed a technology capable of creating a 360° experimental image within the VR space. This technology allows for a comprehensive visual experience for the users. For the second objective, an emotion discriminator has been developed using Support Vector Machines (SVM) to accurately identify the emotions experienced by the subjects. To fulfill the third objective, we have developed a bicycle-based simulator that enables navigation and exploration within the VR environment.

研究分野：バーチャルリアリティ

キーワード：Virtual reality Emotion recognition Communication skills Visual cognition Developmental disability Head mounted display Support vector machine

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

発達障害児・者は、個人差は大きいものの、次のような特性を持つといわれている。(A) 他人との関係を築くことが難しい (B) こだわりが強い (C) 音情報の処理が難しい。(D) マルチタスクが苦手 (E) 不注意が多い。などが代表的な特性の例である。これらの特性は独立しているわけではなく、相互に密接に関連して日常生活上の障害になり、結果として大きなストレスを抱えているという現状がある。このような特性が現れる原因の一つとして、外界から入力される様々な刺激情報(視覚情報・音情報)の処理が遅い、また、うまく整理して順序良く処理できないなど、中枢神経系に何らかの機能不全があると推定されている。この特性の結果、注意欠如や表情などから他者の感情を読み取ることが難しく、最終的に対人コミュニケーションがうまくいかない場合がある。発達障害者の生活支援を目的として、投薬や他者とのコミュニケーション能力の向上を目指した療育、療法などの取り組みがおこなわれている。具体的には、ソーシャルスキルトレーニング等が開発・実践されている。ソーシャルスキルトレーニングでは、専門家の指導のもと、会話の方法や場の雰囲気、空気の読み方、ふるまい方、表情や感情の汲み取り方など、生活上の様々な場面における対応の方法等について学ぶことになる。ソーシャルスキルトレーニングは専門家の指導により大きな成果が得られている一方、どうしても時間が限られ、訓練量が足りないという問題がある。日常生活で他者からのフィードバックを感じながら、コミュニケーションのトレーニングを無意識に繰り返し行っている定型発達者と、フィードバックを感じ取るのが苦手な発達障害者とは、行動を修正するトレーニング量に差が出てきてしまい、結果としてコミュニケーションスキルの差が年を追うごとに広がる一方になっているのではないかと考えた。そこで、専用の訓練システムが必要なのではないかと考えた。

本研究では現実に近い場面を何度も、かつ、没入感が高く再現が容易というバーチャルリアリティ(VR)技術の特性を利用し、苦手な場面を現実空間で体験しているように繰り返し訓練可能な装置の開発を行う。

2. 研究の目的

当初目的としては、発達障害者の方に作成したVR空間を体験していただき、そこで生じた感情情報を数値データとしてフィードバックして学習に役立て、さらにVR空間を体験していただくことで学習効果を高めるというシステム構築を目指していた。一方、社会情勢の変化で広く実験を進めることができなくなったこと、およびVR環境を構築途中でHMDを用いた映像提示に疑問が生じたため、研究目的の一部を変更し、基礎研究を主として研究を進めることにした。具体的には、

(1) VR環境内における全方位実像空間の創出
(2) 利用者が体験する感情を定量化する手法の研究
(3) VR環境を体験するためのシミュレーターの開発
とした。(1)、(2)に関しては当初目標通りであるが、(3)についてはVR空間内で突発的な事象が起こった場合の対処法を学ぶために、自ら移動する手段が必要であると考え、開発を進めることになった。

3. 研究の方法

2で述べた各研究目的についてそれぞれの研究方法を述べる。

(1) VR環境内における全方位実像空間の創出
この研究テーマについては、初年度にCGではなく実映像で360°観測可能な空間の作成を行い、その環境中で作業等を行わせたときの作業効率を時間や正答率で評価するとともに、ストレス状態を皮膚表面電位、心電計の生体信号によって評価した。また、これ以外にもアンケートを取り、作業状態によりどの程度変化があるかを把握した。

(2) 利用者が体験する感情を定量化する手法の研究
被験者の感情を数値化する手法についての研究であるが、まず、各種映像・画像(顔)情報を利用した感情分析ライブラリを利用し、感情測定精度に関する比較実験を行った。その結果、ポジティブ感情については高い精度で認識可能であることがわかった。しかしながら、本研究課題はコミュニケーション支援、特に相手にネガティブ感情が生じている場合に注意喚起を行うシステムの構築を目的としているため、ネガティブ感情の精度評価が重要となる。そこで、各種ライブラリについて本精度評価を行ったところ、「怒り」や「悲しみ」といった個々の感情を推定することは難しかったものの、ネガティブな感情があるかどうかについてはある程度計測可能な性能があることがわかった。一方で、カメラで人を映し、処理する場合には対象者を正面に見ていること、解像度がある程度高い範囲内に対象の人物がいること、大きな頭部の移動が生じていないことが必要となることがわかった。さらには最終的な実装を考えた場合、常にカメラを使用しているということが社会的に認められるのかという点で疑問があり、音声を利用した感情分析に変更した。音声を利用した感情分析については前例がほとんどなく、Support Vector

Machine(SVM)と Deep Learning による学習の双方を試みた。

(3) VR 環境を体験するためのシミュレーターの開発

本システムの目的は、VR 空間を移動するのに自然な状況を作り出すことと、様々な方向を移動する際に実験参加者の視線方向を計測し、どの点に着目しているのかを発達障害者と定型発達者で比較することも目的としている。

4. 研究成果

(1) VR 環境内における全方位実像空間の創出

(3) VR 環境を体験するためのシミュレーターの開発

(1)と(3)については研究成果が最終的に切り分けることが難しくなったため、併せて述べる。実写 VR 空間を作成し、その後自転車シミュレータで走行し、また課したタスクを行い、生体情報での評価を行うことができた。一方で、シミュレータ上でのタスクの結果については個人差が大きく、どのような環境を作ることによって集中力を持続させながら作業を続けられるのかが有意な差を見つけることができなかった。実験当初は共同作業により集中力が増し、前向きに作業するものと想定していたが、実際の結果からは「個人による」という結果となった。今後様々なタスクでも同様の実験を進めていく予定である。

また、本研究課題を進めていく上で新たな知見が得られた。上記のタスクにおいて、自転車で直進している場合には問題がないが、左右に曲がろうとしたときに違和感を訴える実験参加者、ときには落車しそうになる人さえいた。原因として、HMD を装着時に正しい大きさ知覚ができていないという仮説を立てた。特に両眼視差方式立体ディスプレイにおける大きさ知覚の研究を進めることにした。発達障害者におけるトレーニングツールを作っていく上で、大きさを正しく認知しているか否かの裏付けが取れていることが重要になってくると考えたからでもある。近年訓練システム等での VR 機器の利用が広がりつつあるが、そのような利用の際にも観察者が見た映像が VR コンテンツ作成者の意図した映像の大きさと正しく知覚されているかは重要な点であると考えている。発達障害者向けコンテンツにおいても、対面する他者とのコミュニケーションにおいて、相手の大きさ(背丈)が実際の大きさと違うと知覚されてしまうと、せっかくの訓練コンテンツに臨場感・没入感がなくなり、訓練の効果が低下してしまうと考えられる。そこで、まずはある一つの物体を現実空間で観察したときと、バーチャルの空間で観察したときとで大きさ知覚がどの程度変化するかについての実験を行った。先行研究でも様々なものがあり、その結果についてもばらつきはあるものの、バーチャル空間の物体が小さく知覚されるという結果が報告されており、本研究課題の実験結果からも同様に 10%~15%小さく知覚されている結果が得られた。今後は次の課題で視覚メカニズムの解明を進める予定である。

(2) 利用者が体験する感情を定量化する手法の研究

本研究課題を進めるにあたって、二つの大きな課題があった。まず一つ目が「感情の定義」についてである。我々は「感情」という言葉を利用するが、突発的に内から生じる感情(いわゆる情動)とその後生じる感情がある。一方、本研究課題で扱う「感情」は他者とのコミュニケーション時にこちらの感情を含んだ意図を伝えるための「感情」であり、我々はこれを「社会的感情」と定義することにした。もう少し具体的に定義すると、「特定の文化圏において、バーバル、ノンバーバル情報を提示したとき、他者が提示された情報から受け取る可能性が高い感情、曖昧ではあるが程度共通認識のある感情表現情報」のことを社会的感情と定義した。この感情を認識するために、音声対話コーパスに社会感情情報のラベリングを行い、そのデータを教師データとして深層学習を行うアプローチで研究を進めた。最終的に深層学習ではほとんど精度が出ず、SVM を利用した分類で 60%程度の精度を得ることができた。精度が 60%程度である理由は、本研究では発達障害者の学習での利用を考えているため、「ネガティブ」な感情を認識することを主目的としている。一方、我々は他者とのコミュニケーションにおいて、ネガティブ感情を明確に表に出すことを抑制するように生活している。その結果として、この程度の精度になったかといえる。一方で、上述した社会的感情のコミュニケーションにおいて、定型発達者であったとしても、100%の精度で他者の感情を認識できているわけではなく、60%程度の精度があれば教育には使えるのではないかと考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Asada Chihiro, Tsutsumi Kotori, Tamura Yuichi, Hara Naoya, Omori Wataru, Otsuka Yuta, Sato Katsunari	4. 巻 33
2. 論文標題 Electrical Muscle Stimulation to Develop and Implement Menstrual Simulator System	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 1051 ~ 1062
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jrm.2021.p1051	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 Saito Seiki, Nakamura Hiroaki, Kenmotsu Takahiro, Oya Yasuhisa, Hatano Yuji, Tamura Yuichi, Fujiwara Susumu, Ohtani Hiroaki	4. 巻 8
2. 論文標題 Image processing method for automatic measurement of number of DNA breaks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 173 ~ 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15748/jasse.8.173	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 Nakamura Hiroaki, Saito Seiki, Sawada Takumi, Sawada Keiji, Kawamura Gakushi, Kobayashi Masahiro, Hasuo Masahiro	4. 巻 61
2. 論文標題 Isotope effect of rovibrational distribution of hydrogen molecules desorbed from amorphous carbon	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SA1005 ~ SA1005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac2435	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 Fujiwara Susumu, Kawanami Ryuta, Li Haolun, Nakamura Hiroaki, Omata Kazumi	4. 巻 8
2. 論文標題 A theoretical approach to structural change of a polymer induced by beta decays of substituted tritium based on the linear response theory	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 211 ~ 222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15748/jasse.8.211	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 松本 大佑, 濱口 郁枝, 濱口 雅行, 内田 勇人	4. 巻 11
2. 論文標題 剣道を通じた交流が中学剣道部員の高齡剣道実践者イメージに与える影響 : SD法による測定と横断分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本世代間交流学会誌	6. 最初と最後の頁 31 ~ 39
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 Susumu FUJIWARA, Yoshiki IIDA, Takehide TSUTSUI, Tomoko MIZUGUCHI, Masato HASHIMOTO, Yuichi TAMURA and Hiroaki NAKAMURA	4. 巻 13
2. 論文標題 Dissipative Particle Dynamics Simulation for Self-Assembly of Symmetric Bolaamphiphilic Molecules in Solution	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plasma and Fusion Research	6. 最初と最後の頁 1 - 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1585/pfr.13.3401095	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18件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Hiroaki Nakamura
2. 発表標題 Development of Simulation Codes to Treat Hydrogen Molecules Process in Divertor Plasma Region including Divertor Plate
3. 学会等名 28th IAEA Fusion Energy Conference (FEC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroaki Nakamura
2. 発表標題 Molecular Dynamics Simulation on Hydrogen Isotope Molecules Emitted from Amorphous Carbon
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Chihiro Asada, Kotori Tsutsumi, Tamura Yuichi, Naoya Hara, Wataru Omori, Yuta Otsuka, Katsunari Sato
2. 発表標題	A sharing system for the annoyance of menstrual symptoms using electrical muscle stimulation and thermal stimulations
3. 学会等名	VRST '21: Proceedings of the 27th ACM Symposium on Virtual Reality Software and TechnologyDecember (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Kotori Tsutsumi, Yuichi Tamura and Katsunari Sato
2. 発表標題	Continuous collision avoidance model between pedestrians
3. 学会等名	Proceedings of the 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Chihiro Asada, Yuichi Tamura, Ryo Nagata and Katsunari Sato
2. 発表標題	A Study for Recognizing and Simulating Deliberate Emotional Expressions in Japanese Speech
3. 学会等名	Proceedings of the 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Tomohiro UMETANI, Shoichiro INOUE, Taiki YAMAMOTO, Mayuko ISHII, Yuichi TAMURA, Naoki SAIWAKI and Kiyoko YOKOYAMA
2. 発表標題	Change Detection of Sleeping Condition based on IoT Distributed Sensing for Bedclothes
3. 学会等名	2021 IEEE International Conference on Advanced Robotics and Its Social Impacts (ARSO) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名 梅谷智弘, 西田有希, 北村達也
2. 発表標題 行動履歴情報を用いたユーザとコミュニケーションロボットによる対話制御の一検討
3. 学会等名 第64回自動制御連合講演会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西田有希, 北村達也, 梅谷智弘
2. 発表標題 位置情報履歴を用いた人間とコミュニケーションロボットによる対話生成手法の検討
3. 学会等名 日本音響学会音声研究会資料
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 麻田 千尋, 田村 祐一, 佐藤 克成
2. 発表標題 会話音声における社会的感情の分類
3. 学会等名 第22回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堤 琴里, 田村 祐一, 佐藤 克成
2. 発表標題 連続回避本能再現のための歩行モデルパラメータの推定
3. 学会等名 第22回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Matsumoto, Hayato Uchida
2. 発表標題 Effect of Exchange Through Kendo on the Image of the elderly of Junior High School Kendo Club Members -Measurement and cross-sectional analysis by SD method
3. 学会等名 The Gerontological Society of America 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 麻田 千尋, 田村 祐一, 佐藤 克成
2. 発表標題 会話音声における社会的感情の分類
3. 学会等名 計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 麻田 千尋, 田村 祐一, 佐藤 克成
2. 発表標題 音声から社会的感情を自動検出する手法の検討
3. 学会等名 第25回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 名倉成輝, 大野暢亮, 内田勇人, 田村祐一
2. 発表標題 「ながらスマホ」の危険性を評価する自転車シミュレータの開発
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 麻田千尋, 田村祐一, 永田 亮
2. 発表標題 相手の発話意図を音声から自動検出する手法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomohiro UMETANI, Mayuko ISHII, Yuichi TAMURA, Naoki SAIWAKI and Kiyoko YOKOYAMA
2. 発表標題 Change Detection of Sleeping Conditions based on Distributed IoT Sensing
3. 学会等名 SICE Annual Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomohiro UMETANI, Mayuko ISHII, Yuichi TAMURA, Naoki SAIWAKI and Kiyoko YOKOYAMA
2. 発表標題 Change Detection of Sleeping Conditions based on Multipoint Ambient Sensing of Comforter on Bed
3. 学会等名 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 名倉成輝 大野暢亮 内田勇人 田村祐一
2. 発表標題 "ながらスマホ"の危険性を評価する自転車シミュレータの開発
3. 学会等名 電気学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 内田勇人・黒田次郎、石黒大輔、萩原悟一	4. 発行年 2021年
2. 出版社 叢文社	5. 総ページ数 280
3. 書名 スポーツビジネス概論4	

〔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	梅谷 智弘 (Umetani Tomohiro) (10397630)	甲南大学・知能情報学部・教授 (34506)	
研究分担者	中村 浩章 (Nakamura Hiroaki) (30311210)	核融合科学研究所・ヘリカル研究部・教授 (63902)	
研究分担者	内田 勇人 (Hayato Uchida) (50213442)	兵庫県立大学・環境人間学部・教授 (24506)	
研究分担者	大野 暢亮 (Nobuaki Ohno) (50373238)	兵庫県立大学・シミュレーション学研究科・教授 (24506)	

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