



社会的相互作用行動を拡張する複合現実感装置 : 基礎開発と映像情報に基づく行動計測

A Mixed Reality Device that Augments Social Interaction

: Basic Development of the Device and Behavior Measurement based on Video Information

大木 美加¹⁾, レメ ブルノ¹⁾, イシャック カルロス¹⁾, 松田 壮一郎²⁾, 榎本 大貴³⁾, 鈴木 健嗣¹⁾
Mika OKI, Bruno LEME, Karlos ISHAC, Soichiro MATSUDA, Daiki ENOMOTO, and Kenji SUZUKI

- 1) 筑波大学 人工知能研究室 (〒 305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1, m.oki@ai.iit.tsukuba.ac.jp, kenji@ieee.org)
2) 筑波大学 人間系 (〒 305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1, matsuda@human.tsukuba.ac.jp)
3) 株式会社 LITALICO (〒 153-0051 東京都目黒区上目黒 2-1-1, daiki.enomoto@litalico.co.jp)

概要: 我々はこれまでに、ミライの体育館と呼ぶ大規模床面投影システムを用い、情報の視覚化や環境の構造化による神経発達症児の行動学習支援に関する研究を行ってきた。本研究では、実証の場を療育施設の小教室に移す。ここでは、人々の相互作用行動の計測および拡張をする複合現実感装置であるデジタルリウムを開発し、これを用いることで社会性の構造化を図り、小児らの支援を目指す。本稿では、装置の基礎開発について概説する。また、対象者 2 名に対する実証研究によって得られた映像データに基づく行動計測結果、および相互作用行動のモデル化についての検討について報告する。

キーワード: 拡張・複合現実感, 行動・認知, 神経発達症群, 発達支援

1. はじめに

ミライの体育館[®]は、特別支援学校の体育館を実証の場とし、大規模床面投影システムを用いた研究である。この研究を通して、環境の構造化 [1] をする即時的で随伴的な手がかりを床面に視覚提示することにより、神経発達症群 (neurodevelopmental disorder, ND) [2] の子どもの自発的な行動学習の促進が可能であるという知見を得た [3, 4]。

本研究は、発達支援のセラピールームを実証の場とし、投影による実空間における情報重畳を実現するためのデジタルリウムと呼ぶ複合現実感装置を提案するとともに、これにより社会性の構造化を実現する構想である。社会性の構造化とは、環境の構造化の枠組みを発展させ、所望の社会的相互作用を顕在化することと位置付ける。本研究の目的は、提案装置を用いて発達支援教室の授業中の行動について、映像情報から自動で行動量 (Level of Activity, 以降 LoA とする) や社会的相互作用行動を抽出することとする。これにより、セラピストがこれまで膨大な時間をかけて行ってきたセッションの事後評価を自動化するとともに、抽出した特徴的な行動を拡張するべく、投影による即時的な介入を行うことを目指す。

2. 提案手法

2.1 複合現実感装置 (デジタルリウム) の基礎開発

図 1(a), (b) に、それぞれ、提案装置の外観、模擬セッション (以降、授業とする) における提案装置による投影例

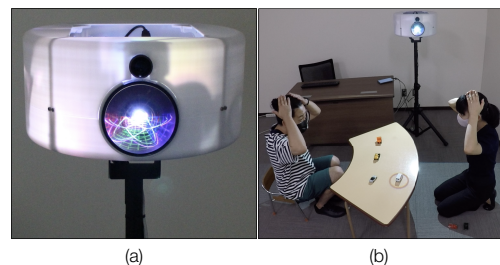


図 1: (a) 提案装置外観, (b) 模擬授業における投影例

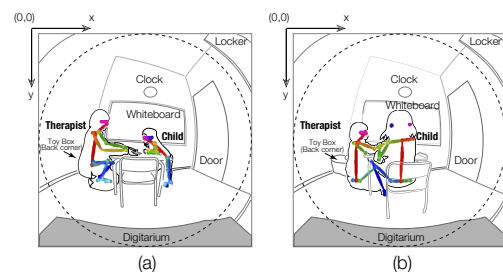


図 2: 動画中の場面の例 (a) (I): 対面, 着座, (b) (II): L 字型, 着座

を示す。提案する装置は、魚眼レンズ投影の歪み補正および顔部分の投影マスクングの機能を実装した。また、3 × 3 m 程度のセラピールーム (以降、教室とする) にて使用するため、可搬性を持たせる設計とした。提案装置は、DLP プロジェクター (BenQ 社製 MH733, 4000 ANSI lm) 1 台に

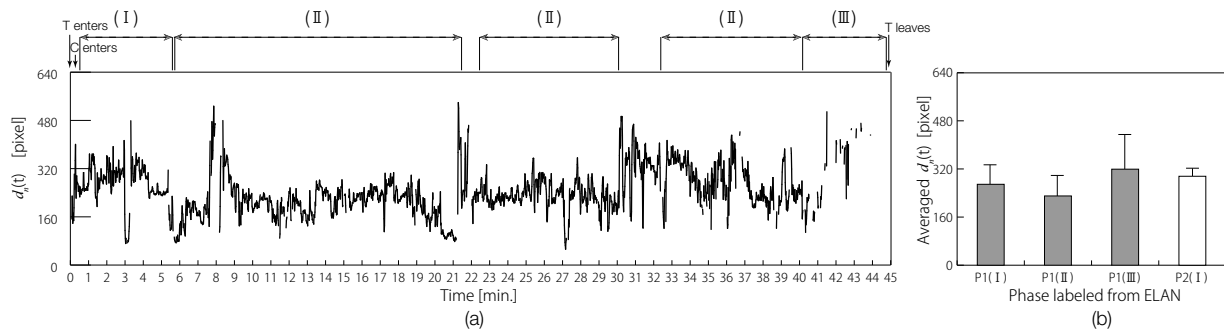


図 3: (a) 時間あたりの幼児 P1 と先生 T1 の首座標間の距離 $d_n(t)$ と ELAN による場面抽出の比較, (b) 幼児 P1 と P2 の各場面における $d_n(t)$ の平均値と標準偏差

魚眼投影レンズ (Navitar 社製 3.5x 魚眼レンズ), RGB カメラ (BFS-U3-63S4C-C, FLIR) 1 台に魚眼カメラレンズ (魚眼 M12220, Entaniya) からなる. 計算処理は, Jetson AGX Xavier (Nvidia) を使用する. これらを直径 44 cm, 高さ 21 cm のシリンダー型の外装に収めている [5].

2.2 映像情報に基づく行動計測

録画した動画を 10fps にダウンサンプリングし, オフラインにて OpenPose[6] を用いて, 身体上の 25 点の特徴点の時系列データを求め, これに基づき骨格データのアニメーションを得る. 後者を 10fps の動画に重ね合わせることで, 新たな動画 (960 × 960 pixel) を作る. 図 2 に, この動画の特定の場面を線画にした画像にアノテーションを加えた例を示す.

3. 実証実験

ここでは, LITALICO ジュニア教室の協力を得て, 提案装置を用いて実際の授業の様子を記録し, 対象幼児と先生の行動の映像情報をオフラインにて解析する. 録画・録音の操作は, 先生自身に行ってもらう. 40 分程度の通常授業 1 回あたり, 1 名の先生 (T) に対して 1~3 名の幼児 (P) が参加する. 1 週間に, 先生 5 名と 3~6 歳の幼児 19 名が参加し, 17 回の授業において映像・音声計測を行った. 教室の横方向の幅は約 232 cm であった. 評価手法として, OpenPose によって取得した首座標部分の二者間距離 $d_n(t)$ を算出し, ELAN を用いて動画のアノテーションを行った結果との比較を行う. 本稿では, 対象幼児 2 名の結果について述べる. なお, 本研究は筑波大学システム情報系の研究倫理審査委員会の承認 (2021R522) を得た上で行った.

実証実験中, 授業内で特別な有害事象はなく, 先生自身による操作が可能であることを確認した. 図 3(a) に, 対象幼児 1 名 (P1) について, 1 秒毎の二者間距離の結果と動画のアノテーション結果を示す. オクルージョン等が起きたと想定される時間については, プロットを省略した. 図 3(b) に, P1 の各場面および P2 の場面 (I) における $d_n(t)$ の平均値と標準偏差を示す. 図 3(a) より, $d_n(t)$ の値が大きくなる点において, 場面の切り替わりが発生する傾向が見られた. 図 3(b) における標準偏差は, LoA の大小を示すと

考えられるため, P1 は P2 に比べて LoA が大きかったことが示唆され, これは ELAN 解析の結果と矛盾しない.

4. 考察とまとめ

結果より, $d_n(t)$ を求めることで, LoA の大小を抽出できる可能性が示唆された. また, 記録した 17 回の授業における人物間距離の標準偏差の範囲を算出し, LoA の閾値を 3 段階程度定めることで, その大小を授業の事後評価として示すことが出来ると考える. 今後は, 社会的相互作用としての特定行動 (共同注意, 模倣等) に着目し, 各行動において, 骨格データあるいは複数の対象者における特徴点間の距離の変化について検証し, モデル化を行っていきたい.

本稿では, プロジェクタとカメラ 1 台ずつにそれぞれ魚眼レンズを組み合わせることで, 壁面と床面への投影を可能とするデジタルリウムと呼ぶ小型の複合現実感装置の開発について報告した. また, 提案装置を用いて実際の授業を記録し, 対象幼児と先生の行動の映像情報をオフラインにて解析することで, 行動量 (LoA) を段階別に抽出できる可能性を示唆する結果が得られた. 今後は, 社会的相互作用行動のモデル化を行うとともに, 行動計測結果に基づき指示や教示を行うための投影を行っていききたい.

謝辞 本研究は, JST CREST (No.JPMJCR19A2) の支援の下に行われた. LITALICO 教室に深く感謝する.

参考文献

- [1] G. J. Olley, Curriculum and classroom structure. in: F. R. Volkmar et al., (Eds.), Handbook of Autism and Pervasive Developmental Disorders, 863-881, 2005.
- [2] American Psychiatric Association, DSM 5, 2013.
- [3] I. Takahashi et al., FUTUREGYM: A gymnasium with interactive floor projection for children with special needs, *Intl J. Child-Comput Interact*, 15, 37-47, 2018.
- [4] M. Oki et al., Supporting collective physical activities by interactive floor projection in a special-needs school setting, *Intl J. Child-Comput Interact*, 32, 100392, 2022.
- [5] B. Leme et al., "A Portable Interactive Projection Device to Provide Visual Support for Children with Special Needs," *47th Annual IEEE IECON*, 2021.
- [6] Z. Cao et al., OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields, *IEEE PAMI*, 43(1), 172-186, 2021.