

岩手県立大学戦略的研究プロジェクト 2020 年度実績

「マルチモーダルインターフェース」

リーダー : Prima Oky Dicky Ardiansyah (ソフトウェア情報学部、准教授)

サブリーダー: 小倉 加奈代 (ソフトウェア情報学部、講師)

分担研究者 : 松田 浩一 (ソフトウェア情報学部、准教授)

鈴木 彰真 (ソフトウェア情報学部、准教授)

<要旨>

研究プロジェクトの最終年度において、これまで遂行したセンシング技術を利用したマルチモーダルな身体表現に関する研究成果を総括し、開発した各要素技術を実装して研究資産として整理した。具体的には、三次元人体姿勢推定において日常生活のリハビリや薬剤ピッキング作業、農薬散布車の作業、非言語コミュニケーションのモニタリング、そして両眼視線計測において視野異常のための高性能視野検査や複合現実空間での三次元視線推定などのハードウェアとソフトウェアの実装を行い、一連の動作を可視化・分析できるようになった。なお、三年間の研究プロジェクトにおいて民間企業 2 社との共同研究を締結し、現場課題解決における本研究の成果を活用した。

1 研究の概要

本研究プロジェクトは2018年度に発足し、近年重要が高まってきた深層学習と動画像処理技術による三次元計測技術やセンサー技術を開発して人におけるマルチモーダルな身体表現の特徴を明らかにすることを目的とした。まず、1年目の研究活動において、ビジョンカメラやウェアラブルデバイス、三次元可視化を利用した基礎技術を開発し、日常動作における身体表現の特徴を解析できるようにした。次に、2年目の研究活動において、食事や歩行、リハビリ動作、注視などの日常生活動作 (Activities of Daily Living; ADL) の実験を行い、得られた結果をもとにハードウェアおよびソフトウェアの実装を試みた。最後に、3年目の研究活動において、実環境で動作するハードウェアの検証を行うとともに、仮想空間でのシミュレーションプログラムの整備も行った。

2 研究の内容

以下のように、本年度のプロジェクトで遂行した主な研究内容について述べる (図 1)。

2.1 ウェアラブルデバイスを利用した歩行支援

後期高齢者や片麻痺などの歩行障害がある患者のために方向支援ユニットを開発した。本ユニットは、靴の踵にスプリングを内蔵させたものであり、スプリングの力で歩行時の踵の上げ下げ運動をサポートする。実験の結果、この運動を補助することで、患者の歩行を改善することが認められた^[1]。

2.2 コミュニケーションミラーリングの自動検知

本研究では、全方位カメラを利用して対面でのコミュニケーション中のミラーリングを検出し、その遅延 (タイムラグ) を分析するシステムを開発した。対面コミュニケーションシーンの実験において、ミラーリング発生

した 20 シーンと発生しなかった 20 シーンを録画し、会話者のジェスチャーの特徴からミラーリングが生じた遅延時間を推定することができた^[2]。

2.3 顔表情トレーニング

顔表情の模倣は、好ましい社会的行動や良好な人間関係を促進する重要な非言語コミュニケーションである。本研究では、3次元顔モデル生成技術を利用して映像から顔類似性を評価するシステムを提案した。ここで、顔モデルとして、「3D デジタルキャラクター」と「Surrey 3D Morphable Face Model」を採用した。実験結果から、顔の非剛体部分を注目することで、顔類似性を評価することがわかった^[3]。

2.4 眼球運動に基づく高性能視野計の開発

本研究では、ヘッドマウント型の高速度眼球運動計システムを試作し、頭部の固定が不要、広範囲で検査が可能、高精度の視線推定、サッケードの潜時と回数による視認判定を可能にした高性能視野計を開発した。実験の結果から、90°の視野内に配置された 76 点の検査視標に対して視認判定を自動的に行うことができ、さらに検査に必要な時間が短いことから、検査での身体的負担も軽減できた^{[4][5]}。

2.5 部分的身体モデルによる姿勢悪化の検知

本研究では、単眼カメラから体の一部の関節を対象に 3次元人体姿勢推定モデルを構築し、着席時の姿勢の悪化を検出できることを確認した。実験から、本技術が日常生活における様々な姿勢の改善に有効であることが分かった^[6]。

2.6 複合現実環境における 3次元視線推定

本研究では、シースルー型ヘッドマウントディスプレイを開発し、複合現実 (MR) 環境が 3D 視線測定に与える



図1 研究プロジェクトの一例

影響を分析した。奥行き手がかりのある部屋とない部屋という2つの異なる物理的環境で実験を行った結果、両環境による3D視線測定結果に有意な差が認められないことがわかった。3次元空間で移動する視覚視標を注視する実験では、3次元視線の形跡が視標の移動の軌跡に沿っていることを確認できた^[7]。

2.7 ピッキング作業と農薬散布作業における動作解析

企業2社との共同研究の一環として、ピッキング作業と農薬散布作業における動作を解析するシステムを開発した。ピッキング作業をモニタリングするためには、RGB-Dカメラを利用した活動判定システムを構築した。一方、農薬散布作業をモニタリングするためには、単眼カメラで散布者の動作を可視化するシステムを構築した^{[8][9]}。

3 今後の具体的な展開

本研究プロジェクトは今年度で終了したが、これまで得た知見をもとに実践現場で積極的に展開し、産官学プロジェクトに発展できることを目標としている。

4 論文・学会発表等の実績

最終年度の研究成果を7つの原著論文^{[1]-[4][6][7][9]}と2つの国際会議論文^{[5][8]}に掲載した。

- [1] H. Baba, A. Suzuki, Y. Murata, T. Yamato, and Y. Nishimura, "Spring Assist Unit for Individuals with Walking Disabilities," *International Journal on Advances in Life Sciences*, 12 (3&4), pp. 102-113, 2020.
- [2] O.D.A. Prima, Y. Ono, K. Hosogoe, M. Nakano, and T. Imabuchi, "Automatic Analysis of Nonverbal Mirroring Communication," *International Journal on Advances in Telecommunications*, 13 (3 & 4), pp. 63-72, 2020.
- [3] O.D.A. Prima, Y. Ono, H. Ito, T. Tomisawa, and T.

- Imabuchi, "Facial Mimicry Analysis Based on 3D Morphable Face Models," *International Journal on Advances in Software*, 13 (3 & 4), pp. 274-283, 2020.
- [4] 堀田健仁, プリマ オキ ディッキ, 今渕貴志, 亀田昌志, "眼球運動に基づく高性能視野計の開発," *画像電子学会*, 50 (3), pp. 62-71, 2021.
- [5] K. Hotta, O. D. A. Prima, and Takashi Imabuchi, "Gaze Calibration of Eye Trackers for Head-Mounted Displays Using Eye-Frontalization Process," *The Thirteenth International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine, eTELEMED2021*, pp. 6-10, 2021.
- [6] Y. Ono, O. D. A. Prima, and K. Hosogoe, "Evaluations and Applications of Partial Body Joint Model in 3D Human Pose Estimation from Single Image," *International Journal on Advances in Life Sciences*, 13 (1 & 2), pp. 114 - 123, 2021.
- [7] K. Kato and O.D.A. Prima, "3D Gaze on Stationary and Moving Visual Targets in Mixed Reality Environments," *International Journal on Advances in Life Sciences*, 13 (1 & 2), pp. 104 - 113, 2021.
- [8] Y. Ono and O.D.A. Prima, "Assessment of Drug Picking Activity using RGB-D Camera," *The Fourteenth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, ACHI2021*, pp. 6-11, 2021.
- [9] Y. Tanaka, O. D. A. Prima, K. Hotta, K. Ogura, K. Matsuda, and S. Yuki, "Development of a VR Simulator for Speed Sprayer Operation Training," *International Journal on Advances in Software*, 14 (1&2), pp. 151-161, 2021.