

## 岩手県立大学戦略的研究プロジェクト 2018 年度実績

### 「マルチモーダルインタフェース」

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：村田 嘉利（ソフトウェア情報学部、教授）

分担研究者：伊藤 久祥（ソフトウェア情報学部、講師）

#### <要旨>

本研究は人におけるマルチモーダルな身体表現（顔や目、手、足、胴体などの動き）の特徴を深層学習と動画像処理技術で計測し、日常生活能力（Activities of Daily Living; ADL）を遂行する際の身体動作およびそのパターンを観察して分析する。本年度において、ウェアラブルデバイスまたはビジョンカメラを利用した ADL の評価、ビジョンカメラを利用した視野異常の検査、高精度 3 次元視線計測などの方法を提案し、それぞれの方法をもとにしたソフトウェア・ハードウェアを実装し、それらの性能を検証した。まず ADL の評価では、食事中の動作をはじめ、歩行や水泳などの動作を計測・分析できることを確認した。つぎに視野異常の検査では、視線計測時の誤差補正の導入によって、視野異常な部分を高精度で推定できるようになった。最後に提案した 3 次元視線計測方法によって、3 次元注視行動における高次視覚情報の分析を可能にした。

#### 1 研究の概要

日本社会は超高齢化が進んでおり、日常生活能力 (Activities of Daily Living; ADL) の維持または改善を的確に評価することが求められている。本研究では、ウェアラブルデバイス (WD) およびビジョンカメラを利用して ADL を遂行する際の各種身体動作の評価を可能にするためのソフトウェアおよびハードウェアの提案をはじめ、眼球運動特性に基づく視野異常の診断方法そして高次視覚情報のための 3 次元視線計測方法を提案する。

#### 2 研究の内容

##### 2.1 ADL 遂行時の身体動作の評価

基本的 ADL における関節各部の動きを WD とビジョンカメラで計測し、それぞれの動きを可視化する。本研究では、WD として BLE Beacon を採用し、当該 WD からの信号強度の変化をもとに被計測者の位置を確認しながら、WD 内のジャイロセンサーを利用して WD 設置付近の関節における回転角度を計測する。一方、カメラビジョンとして、ステレオカメラおよび単眼カメラを利用して、被計測者の全関節を 3 次元で計測し、それぞれの関節角度とその回転角度を推定する。

##### 2.2 視野異常の検査

独自に開発した VR-HMD (Virtual Reality Head-mounted Display) 型高速視線計測機器を使用して、高精度の視野異常の検査を行うとともに、検査中の患者における身体的負担の軽減を試みる。検査では、有効視野内に視標をランダムで提示するが、当該視標に対する眼球運動（サッケードおよび固視）を分析することで、当該視標の視野領域における異常の有無を判定する。

##### 2.3 高精度 3 次元視線計測

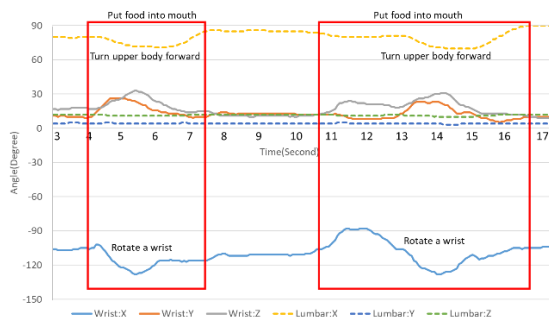
輻輳眼球運動の原理を利用して、メガネ型の 3 次元視線計測装置を開発する。ここで、3 次元視線計測を安定かつ高精度に行うために、3 次元視線キャリブレーション時の輻輳眼球運動を立体表示可能な 3D ディスプレイ上で縦横および奥行の位置が異なる 3 次元視線視標で強制的に誘発させる。しかしながら、この方法によって得られた 3 次元注視点の座標は 3D ディスプレイの座標系を継承しているが、注視実験を通じて、当該ディスプレイの座標系と実空間の座標系 (World coordinate; ワールド座標系) との結びつきを分析し、3 次元注視点の位置をワールド座標系で検証するとともに、3 次元視線の空間特徴を明らかにする。

#### 3 これまで得られた研究の成果

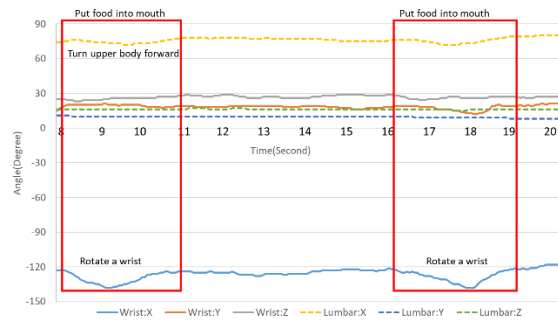
各研究内容についてソフトウェアおよびハードウェアによるシステム実装を行い、それぞれのシステムを利用した検証実験を行った。図 1 は、WD によって計測した食事時の腕および腰の関節角度の変化を示す。障害によって動きが制約されていることによって、WD から得られた関節角度の違いをみることが出来る。図 2 は、ビジョンカメラ（単眼）による水中での身体動作を計測した結果の一例を示す。視野異常および 3 次元視線計測の取り組みに関する成果について、論文<sup>[7][8]</sup>を参照されたい。

#### 4 今後の具体的な展開

ADL の評価のために開発した各システムをクラウドベースとして実装し、遠隔で関節の動きを可視化し、その結果を取得できるようにする予定である。これによって、

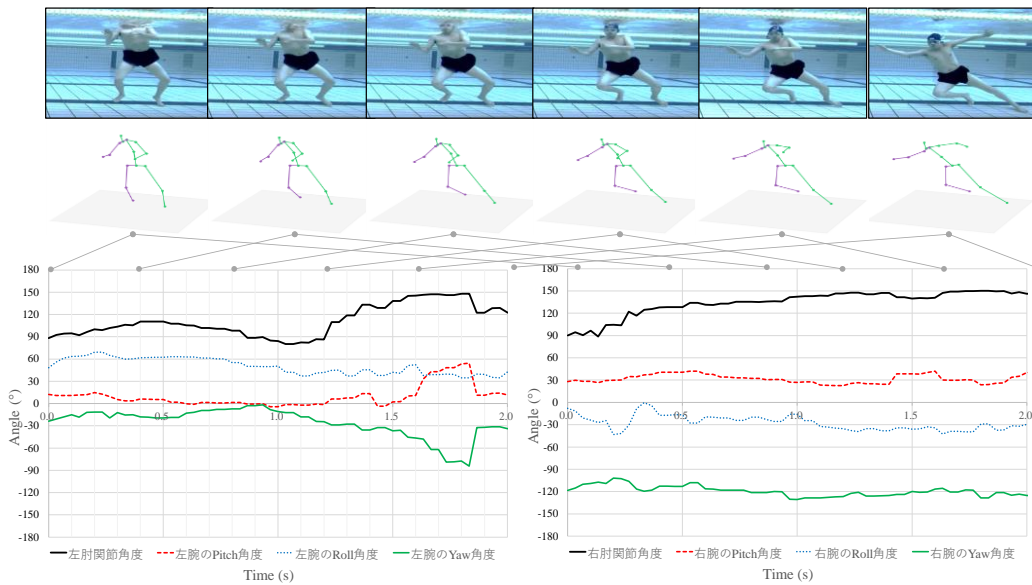


(a) 腕を制限せずに食事した場合



(b) 腕の動きを制限した場合

図1：食事時の腕および腰の関節角度の変化



(a) 左肘・腕

(b) 右肘・腕

図2：水中で運動時の肘関節角度と腕の回転角度の測定一例

大規模な計測実験も可能となり、様々な身体障害における関節の動きの違いを把握することができ、リハビリテーションの効果を定量的に評価できると期待される。一方、視野異常の検査については、本年度で達成した高精度の検査方法をもとに、視野異常患者のための動的視認訓練システムを構築し、独自の視認方法を身に着けることによって、ADLを向上させようと考えている。高精度3次元視線計測においては、3Dディスプレイをシースルー (See-Through) 型のメガネで代替し、計測機器の携帯性を向上させながら、当該機器の実用化を目指す。

## 5 論文・学会発表等の実績

本研究は、特許の出願<sup>[1]</sup>、学会誌の論文<sup>[2]</sup>や国際会議の論文<sup>[3]-[7]</sup>、国内学会の論文<sup>[8]</sup>などの実績を挙げている。

- [1] 特願 2018-223723, 「動作計測システム, 動作計測方法, プログラム」
- [2] Murata, et al., “Novel Field Oriented Patient Monitoring Platform for Healthcare Facilities,” IARIA, International Journal on Advances in Software 2018, vol 11, pp. 379–389,

2018.

- [3] Ono, et al., “Assessment of Joint Range of Motion Measured by a Stereo Camera,” IARIA eTELEMED 2019. (Best Paper Award を受賞)
- [4] Prima, et al., “Single Camera 3D Human Pose Estimation for Tele-rehabilitation,” IARIA eTELEMED 2019.
- [5] Nishimura, et al., “Measurement of Shoulder and Trunk Movements in Hemiplegic Participants Using a System for Collecting Motion Data,” IARIA eTELEMED 2019.
- [6] Takahashi, et al., “A System for Collecting Motion Data on Patients’ Activities of Daily Living,” IARIA eTELEMED 2019.
- [7] Hotta, et al., “VR-HMD Eye Tracker in Active Visual Field Testing,” ViSAug: The First IEEE VR Workshop on Eye Tracking and Vision Augmentation, 2019.
- [8] 加藤健太, Prima Oky Dicky Ardiansyah, 伊藤久祥, “輻輳眼球運動によって推定した3次元視線の空間特徴に関する分析,” 画像電子学会, 第288回研究会 in 徳島, 2019.