

## 顔の方向推定によるうなずきと傾げの判定

## Estimation of Nodding and Leaning by Face Direction

土江田 織枝\* 篠田 裕人\*\* 林 裕樹\* 山田 昌尚\* 香山 瑞恵\*\*\*  
 Orie DOEDA Hiroto SHINODA Hiroki HAYASHI Masanao YAMADA Mizue KAYAMA

## 1. はじめに

従来対面で行われていた授業や会議などが、感染症の拡大予防を目的としてインターネットを介したオンラインで実施されることが増えた。このような形態による授業や会議では、参加者の安全が確保でき、お互いが離れていても機会を作れるという利点があるものの、対面で実施した場合と比較すると相手の様子や反応などが分かりにくいという難点がある。そこで筆者らは、ウェブカメラの映像から得た顔の向いている方向（以後、顔方向と呼ぶ）の情報から、特定の動作を判定しその回数を記録することで、授業や会議に対する相手の理解度などを把握できないかと考えた。顔方向の情報を用いるシステムの研究は、目や口の位置から顔の角度を取得し個人認識に用いる研究[1]や、車載カメラを用いた顔の向きを推定によるドライバーの注視領域を調べる研究[2]などがある。本研究は「うなずく」や「首を傾げる」などの動作から、相手の理解度などを確認するシステムを開発することを目標とし、本稿では、その基礎研究として行った顔方向から動作を判定する方法の検討や評価実験について述べる。

## 2. システムの概要

本システムは、ディスプレイの中央上部に設置した 1280×720 画素で総画素数が 120 万画素程度のウェブカメラを使用して動作解析対象者の顔の画像を取得する。カメラのレンズと顔の距離は 65cm から 100cm 程度とし、顔全体がカメラの画面内に納まるようにする。本システムの処理は Python3 で実装しており、OpenCV3 のライブラリである dlib により顔の特徴点を検出[3]し、顔方向を取得

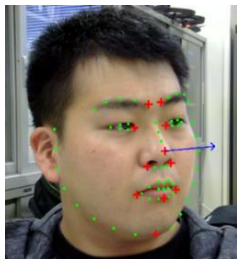


図 1 特徴点と顔方向の表示

する。また、リアルタイムで処理を行うため、特徴点の検出は計算負荷が比較的小さい回帰ツリー分析を用いている。対象とする動作は「うなずく」と「首を傾げる」の 2 種類とした。

## 3. 顔方向の取得と動作の判定

## 3.1 特徴点から顔方向の取得

dlib で検出した 68 点の顔の特徴点から、両眉の内側・両目の内側・鼻頂点・両小鼻の外側・口の両外側・唇の下・顎の先の 11 点(図 1 の十字記号)の位置情報を用いて顔方向の取得を行う。本稿では、特徴点を正しく検出できるように、システムを使用中はマスクを着用せず、口はできるだけ閉じた状態であるものとする。11 点の特徴点は取得した画像上での座標と、鼻頂点を原点として仮想的に設定するワールド座標系で定義した頭部の剛体モデルにおける対応点の 3 次元座標、およびカメラ座標系と射影行列に基づき、画像上の特徴点群からカメラに対する頭部剛体モデルの回転と並進を求める[4]。図 1 の鼻の先端の矢印記号が、頭部剛体モデルの正面方向を表すベクトルを示している。

## 3.2 動作の判定

「うなずく」や「首を傾げる」といった動作は、頭部剛体モデルの回転から求める Pitch と Roll に基づいて判定し、Pitch の角度の変化は「うなずく」、Roll の角度の変化は「首を傾げる」に対応する(図 2)。動作の判定は、これらの角度が予め設定した閾値を超えることによって行う。

## 3.3 正面方向の調整

本システムを使用する際は、「うなずく」や「首を傾げる」などの動作をしていない時はなるべくカメラに対して

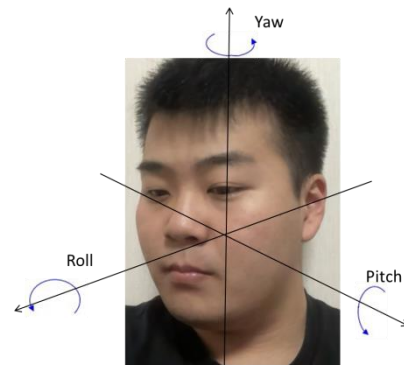


図 2 頭部の回転軸

\* 釧路工業高等専門学校, National Institute of Technology, Kushiro College

\*\* 北見工業大学, Kitami Institute of Technology

\*\*\*信州大学工学部, Faculty of Engineering, Shinshu University

真正面を向いた姿勢を保つ必要があるが、本人にそのつもりがない場合でも、多少は顔の向きが傾いてしまう。また、システムを使用中に使用者が正面であると感じている方向が微妙に変化することもある。そのような状態になると、顔の正面が真っ直ぐカメラを向いていると仮定してしまうと正しい判定ができなくなる可能性があるため、本システムでは、動作の開始時に推定した顔の正面方向を継続的に更新する処理を行う。正面方向の初期値は、システムの動作開始時に、使用者にカメラに向かって静止した状態を 100 フレームの間保ってもらい、その間に得られた画像から推定した頭部剛体モデルの正面方向の平均値によって設定する。以後は、直近 100 フレームにおける平均の正面方向を動作判定の基準の方向として用い、ある時点で推定した正面方向と基準の方向との角度差が閾値を超えた場合に、対応する動作があったと判定する。

### 3.4 動作の個人差への対応

動作の大きさには個人差があるため、システムが想定するよりも小さい動作の場合は、閾値による動作判定ができなくなってしまう。そのため、本システムでは、動作の大きさによって閾値の幅を変更できるようにしている。本システムでは、図 3 に示す設定画面から、「うなずく」動作と「首を傾げる」動作について、0 から 6 を選択することで閾値を設定する。特に設定を行わない場合は、3 の閾値となっている。

## 4. 評価実験

本システムの動作の判定精度について、被験者 21 名を対象とした評価実験を実施した。被験者には「うなずく」と「首を傾げる」の各動作に対して、「浅く短く」・「浅く長く」・「深く短く」・「深く長く」と意識して各 5 回ずつ行ってもらった。各動作の大きさの程度はとくに指示はしていない。また、本実験は閾値の設定は変更せずに行った。評価は、実際の回数とシステムが判定した回数を比較することで、システムの動作の判定の精度とした。実験結果を図 4 と図 5 に示す。グラフの縦軸は動作の認識回数、横軸は被験者 21 名の各動作を示し、それぞれの被験者について左から順に「浅く短く」、「浅く長く」、「深く短く」、「深く長く」の結果を表している。各動作は 5 回ずつ行ってもらっているため、図中に横線で示した 5 回よりもグラフが高ければ検出過多、低ければ検出できなかった動作があることを示す。全被験者についての「うなずく」動作の結果では、「浅く短く」は約 39%が正しく判定できているものの、約 33%が実際の半分以下となっていた。「深く長く」は、約 78%が正確にできており、それ

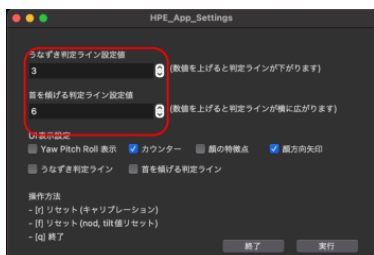


図 3 設定を行う画面

以外についても 1 回程度の判定ミスであったことから、「うなずく」動作については「深く長く」行うことで判定精度が高いことが確認できた。しかし、「首を傾げる」動作は被験者によって精度が大きく異なり、特に「深く長く」は実際の回数よりも多く検知することを確認した。これは、「首を傾げる」動作を「深く長く」行うと、傾げた状態から戻したときに若干反対側に顔が振れてしまうことが多く、左右どちらに傾けても判定ができるようにしていることで、1 回の動作が左右両方で検知され、重複してカウントすることが原因だと考えられる。

## 5. まとめ

顔方向の情報から「うなずく」と「首を傾げる」動作の判定を行った。評価実験では「うなずく」動作は、深く長く行うことで正しい判定ができた。「首を傾げる」動作については、短時間に左右両方で傾きを検知した場合には動作を無効にするなどの対応をすることで、正しい判定が実現できると考える。今後は、マスクを着用した状態でも判定ができる方法の検討を進め、システムの改良を行う予定である。

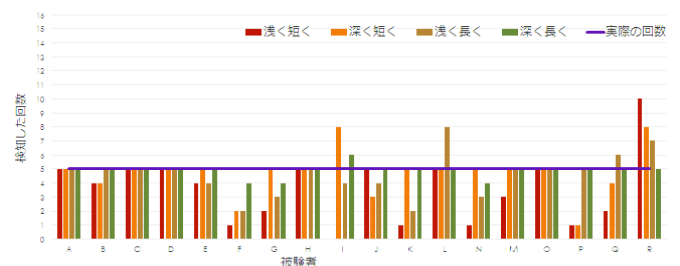


図 4 「うなずく」動作の評価実験の結果

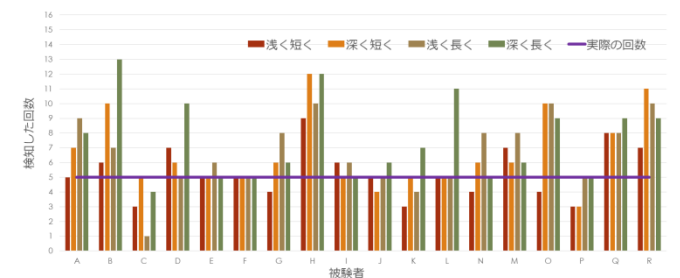


図 5 「首を傾げる」動作の評価実験の結果

## 参考文献

- [1] 武岡さおり,尾崎正弘,足達義則“個人認証のための顔画像抽出と顔方向の自動認”,名古屋女子大学 紀要 50(人.社),pp145-151,2004
- [2] Tereza Soukupová and Jan Čech Center for Machine Perception, Department of Cybernetics “Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks”, 21st Computer Vision Winter Workshop Luka Čehovin, 2016
- [3] Face landmark detection in a video, OpenCV, “[https://docs.opencv.org/3.4.15/d8/d3c/tutorial\\_face\\_landmark\\_detection\\_in\\_video.html](https://docs.opencv.org/3.4.15/d8/d3c/tutorial_face_landmark_detection_in_video.html)”, (参照 2021.11.04).
- [4] Head Pose Estimation using OpenCV and Dlib, “<https://learnopencv.com/head-pose-estimation-using-opencv-and-dlib/>”, (参照 2022.05.06).