Vol.2023-AAC-22 No.2
2023/7/21

ロボット食事介助における動作タイミング提示と心理的抵抗への効果

松田 輝[1,a)]　三枝 亮[1,b)]

概要：ロボットアームによる食事介助ではアームが顔の近くで動作するため, 心理的抵抗を感じやすい. 前研究の実験ではアームが高速で接近したときやアームが視野外から現れたときにより心理的抵抗を感じやすくなる傾向が示されたが, アームの動作タイミングについては考慮されておらず. タイミング予測の能否によって心理的抵抗に変化が生じる可能性があった. 本研究ではアームの接近動作に先行して動作タイミングを表す音響を提示し, 手指, 前腕, 肩, 胸, 頭, 顔などの状態変化を計測することで, アームの接近動作に対する心理的抵抗への効果を評価する. また, アームの接近動作に対する馴化についても検討する.

キーワード：食事介助, ロボットアーム, 音響

Motion Timing Notification and Its Effect for Psychological Resistance in Robotic Feeding

Abstract: When a person is assisted to eat by a robotic arm, he/she is likely to feel psychological resistance because the arm moves close to his/her face. In the previous experiment, the subjects tended to feel more psychological resistance when the arm approached at high speed or when the arm appeared out of the field of view, but the timing of the arm movement was not considered. However, the timing of arm movement was not taken into account, and there was a possibility that psychological resistance would change depending on the ability or inability to predict the timing. In this study, we present an acoustic signal that indicates the timing of the arm movement prior to the approach movement of the arm, and measure changes in the state of the fingers, forearm, shoulder, chest, head, and face to evaluate the effect on psychological resistance to the approach movement of the arm. In addition, habituation to the approaching arm motion is also examined.

Keywords: feeding, Robot arm, Sound

1. はじめに

近年, 障害者の自立支援において介助ロボットへの期待が高まっている. 脳や頸椎の損傷による重度な麻痺を有する患者は単独で食事を行うことが難しく，介護従事者や家族による介助が不可欠である．これまでの研究では，利用者がジョイスティックでアームを操作して食物を口元へ運ぶ方法 [1] や, ロボットが自動で食物と利用者を認識して専用フォークで食物を口元に運ぶ方法 [2] が提案されている. しかし, 食事介助の際, ロボットと人間が簡単に触れられるような近い距離でロボットが動いていると心理的抵抗を感じてしまうことがある. 林田の研究では自律移動ロボットが人間に対し, 邪魔さ感を与えない走行位置や方向を明らかにする分析を行った [3]. 小山は対話型ロボットの動作と音声が人間の感情状態に与える影響について分析した [4]. 障害者が安心して食事をとれるようにするためには, 心理的抵抗を感じるロボットの動作を分析する必要がある. 本研究の前研究 (図 1)[5] では, アームが高速で接近したときやアームが視野外から現れたときにより心理的抵抗を感じやすくなる傾向が示されたが, アームの動作タイミングについては考慮されておらず. タイミング予測の能否によって心理的抵抗に変化が生じる可能性があった. 本研究ではアームの接近動作に先行して動作タイミングを表す音響を提示し, 手指, 前腕, 肩, 頭, 顔などの状態変化を計測するこ

[1] 神奈川工科大学
Shimoogino 1030, Atsugi, Kanagawa 243-0203, Japan
[a)] akira.matsuda@syblab.org
[b)] ryo.saegusa@syblab.org

ⓒ2023 Information Processing Society of Japan

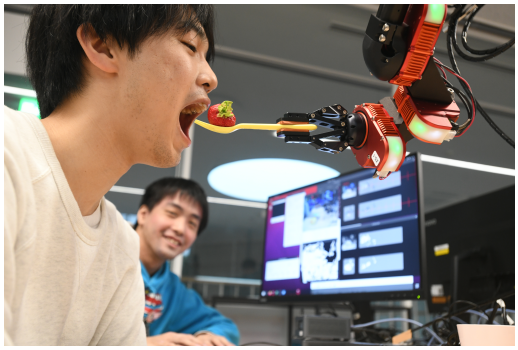


図 1 カトラリを用いた食事介助.
Fig. 1 Meal assistance using cutlery.

とで, アームの接近動作に対する心理的抵抗への効果を評価する.

2. 方法

2.1 心理的抵抗の計測

本計測システムでは, 心理的抵抗を感じたときの身体の反応を計測することで, 抵抗感を定量的に判定する. 本システムの構成を図 2 に示す. 顔の認識では図 3 のように瞼, 目, 眉, 口, について, 10 か所の動きを計測する. MediaPipe[6] の顔ランドマーク検出機能を使い, 計測箇所のランドマーク間の距離を計測する. 図 4 は計測の様子である. 身体の認識では図 5 の赤い円で囲まれている 7 か所について計測する. 身体の計測では, MediaPipe の他に, 色マーカーを使用することで, それぞれの単体より精度の高い身体計測を行っている. まず図 6 のように MediaPipe の姿勢検出機能を使い上半身のランドマークを検出する. 次に, 図 7 のようにランドマーク周辺の画素を切り抜く. 同時に, 色マーカーを用意し, 計測箇所に張り付け, 色抽出でマーカー部分を切り抜く (図 8). ランドマークの切り抜きと, 色マーカーを合わせ, ランドマーク周辺の色マーカー部分を抽出する. 抽出した画素の重心を身体計測部位とし, RGBD カメラによる 3 次元座標の検出を行う. ただし, 頭部の検出では, マーカーをつけると顔認識に影響を与えてしまう可能性があるため, マーカーを使用せずに, 顔の 11 か所のランドマークの平均の座標を求め, その画素の 3 次元座標を取得する. 手指の検出では, ランドマークが指と手首に配置されているため距離が近く, それぞれを個別で計測してもマーカーが重なって認識されてしまうため, 3 つのランドマーク (小指, 人差し指, 手首) の平均の画素を手指のランドマーク位置とした. 実験では顔と体の計測システムから取得した情報と, アーム制御や, 音響提示のタイミング, アームの速度などの情報を集約し, アームがどのような動作をしたときに人にどのような反応があったかを, タイムラインに紐づけて比較する.

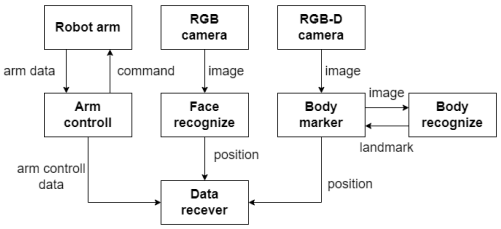


図 2 システム構成.
Fig. 2 System configuration.

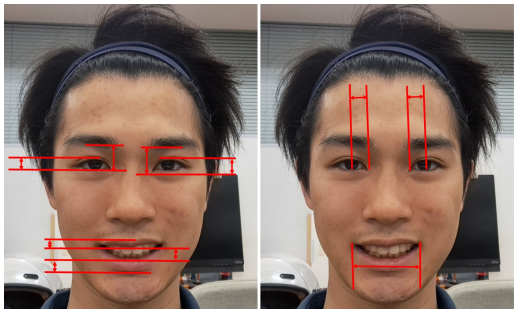


図 3 顔計測箇所.
Fig. 3 Facial Measurement points.



図 4 顔計測の様子.
Fig. 4 Facial measurement.

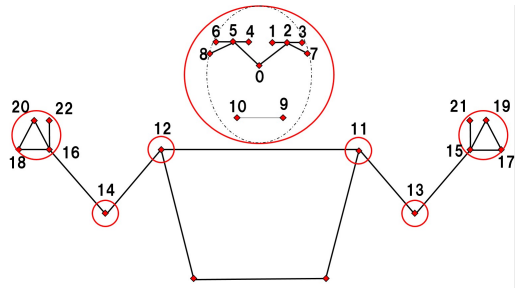


図 5 体計測箇所.
Fig. 5 Body measurement points.

2.2 システムの有効性の検証

アームによる心理的抵抗を計測する前に, 人の感情が変化したときに身体に生じる変化を本システムで計測が可能か検証するための実験を行った. 被験者は椅子に座り, 計測システムを起動した状態で驚きを感じさせる動画を視聴

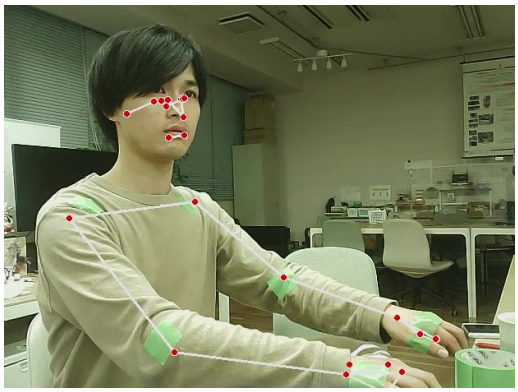


図 6 体部位の推定.
Fig. 6 Body part estimation.

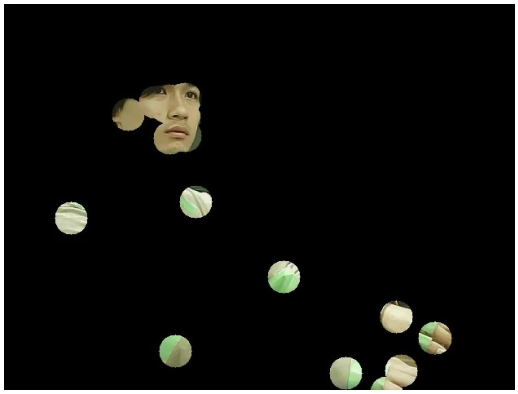


図 7 各体部位の周辺の切り抜き.
Fig. 7 Clipping around each body part.



図 8 色マーカーによる切り抜き.
Fig. 8 Time-series data of pulse error with reference value of pressure distribution in trials wity standard deviation of 2 σ or less.

する. 動画の内容は, 静止画を一定時間流した後, 大音量とともにゾンビが飛び出してくるという内容である. 図 10 は実験の様子である. 実験は 10 代から 20 代の男女 5 名を被験者とした. 身体のどこに変化が生じるかは被験者により異なるため, 変化が大きかった被験者の結果を以下に示す. 顔の計測結果は 20 代男性, 体の計測結果は 10 代男性である. また, 顔の計測単位は px, 体の計測単位は mm である. 顔の変化が大きく出た被験者は図 11〜16 のようになった.



図 9 体部位の認識結果.
Fig. 9 Body part recognition results.



図 10 実験風景.
Fig. 10 Experimental Scene.



図 11 眉の計測結果.
Fig. 11 Eyebrow measurement results.



図 12 瞼の計測結果.
Fig. 12 Eyelid Measurement Results.

このとき驚かせる部分は 107 秒で発生し, 大きくグラフが動いていることがわかる. 体に変化が出た被験者は図 17〜23 のようになった. このとき驚かせる部分は 50 秒で発生し, 大きくグラフが動いていることがわかる.

ⓒ2023 Information Processing Society of Japan

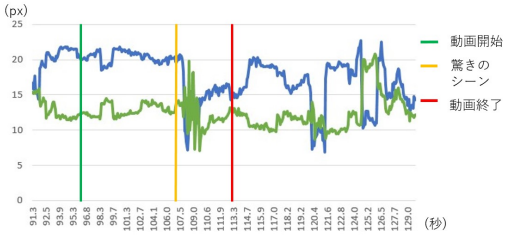


図 13 目の計測結果.
Fig. 13 Eye Measurement Results.

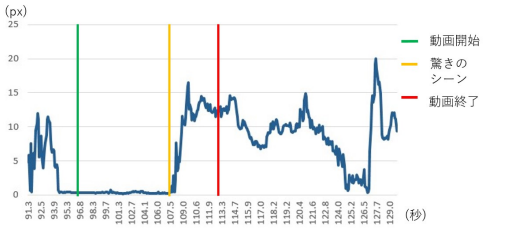


図 14 口の開閉の計測結果.
Fig. 14 Measurement results of mouth opening and closing.



図 15 口の幅の計測結果.
Fig. 15 Mouth width measurement results.



図 16 唇の計測結果.
Fig. 16 Lip measurement results.

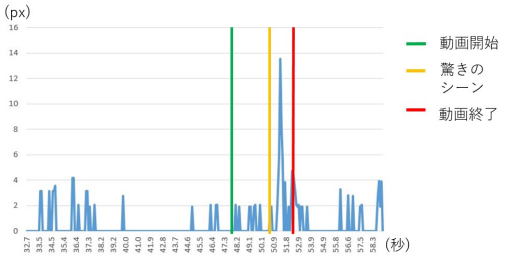


図 17 頭の計測結果.
Fig. 17 Head measurement results.

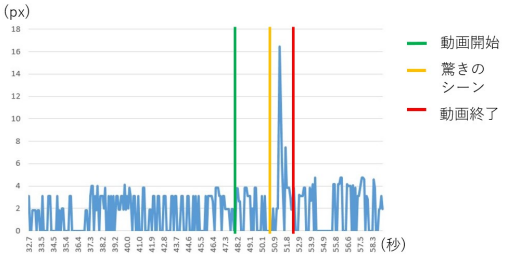


図 18 左肩の計測結果.
Fig. 18 Left shoulder measurement results.

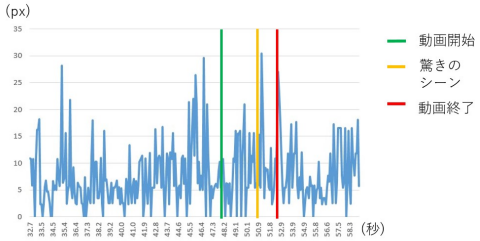


図 19 右肩の計測結果.
Fig. 19 Right shoulder measurement results.

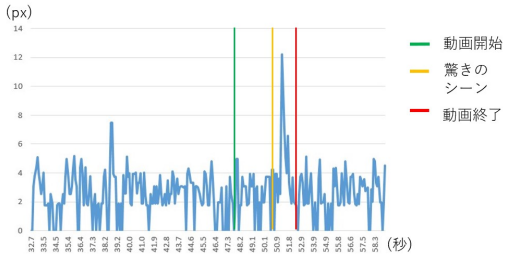


図 20 左肘の計測結果.
Fig. 20 Left elbow measurement results.

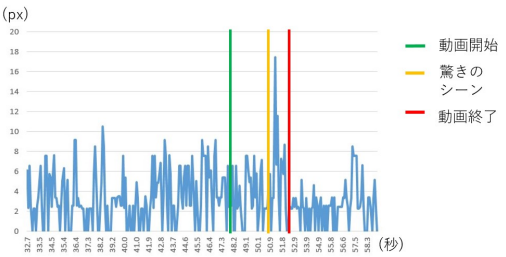


図 21 右肘の計測結果.
Fig. 21 Right elbow measurement results.

3. アーム接近の心理的抵抗実験

アームが介助者に接近するときに, アームが動作するタイミングがわかる場合とわからない場合で心理的抵抗がどのように変化するか実験した (図 26, 27). 本実験では食事介助ロボット Mani(図 24) のアームを使用する. また本実験では, 10 代から 20 代の男女 4 名を被験者とした. アームの軌道は正面から動きががわかる状態で接近する軌道と, 横からアームの動きがわからないように接近する軌道の 2

ⓒ2023 Information Processing Society of Japan

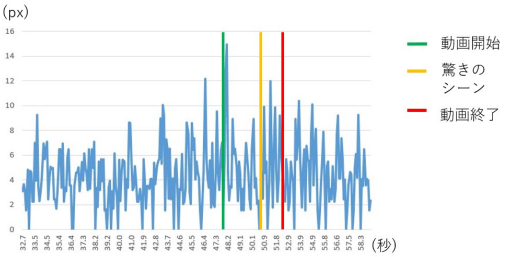


図 22 左手の計測結果.
Fig. 22 Left hand measurement results.

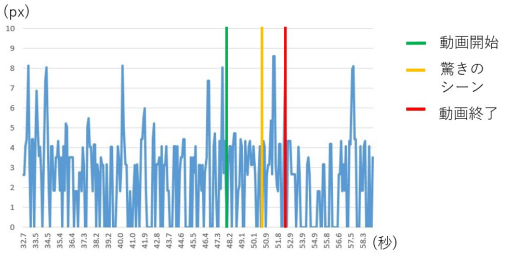


図 23 右手の計測結果.
Fig. 23 Right hand measurement results.

パターンを用意した. また, アームの動作タイミングを知らせる音響によるタイミング提示をする場合としない場合で比較するため, 計 4 種類の条件で実験を行った. 条件 1〜4 をそれぞれ「音あり正面から接近」, 「音あり横から接近」, 「音なし正面から接近」, 「音なし横から接近」とした. 実験は慣れによる結果の偏りが無いように, 動作の順番を被験者ごとに変更した. このとき音響は Mani 搭載のスピーカーから発生し, 440Hz のビープ音を 1 秒流す. アームは音響終了後 1 秒後に動き始める. 被験者には事前に音量の確認をし, うるさく感じない音量に設定した. また, 被験者には体の向いている方向に頭を向けること, アーム動作タイミングは音響終了の 1 秒後であることを伝えた. 実験後に, 4 種類の動きに対しそれぞれ抵抗感があったかアンケートを実施した. 本実験では条件ごとに身体の変化があった回数を計測した. 結果は図 29 に示す. 計測時, 瞼の計測結果は図 28 のように, 実験を通して多く観測され実験条件による影響で変化しているか判別がつかないため除外した. 条件 1 と条件 3, 条件 2 と条件 4 をそれぞれ比較して, 顔も体も音がないほうが身体変化の検出を少なかった. また, 横からの接近と正面からの接近では正面からの接近の方が身体変化が多かった. 音がある方が反応が多かったのは音が刺激となったためだと考えられる. また, 横からの接近より正面からの接近の身体変化が大きかったのは, 接近開始から視界にアームが入るため, 視覚刺激を受けるタイミングが多かったためだと考えられる. 次にアンケート結果と計測結果の関係を図 30 に示す. 抵抗感ありと答えて反応があった割合は反応がなかった割合よりも高く, 抵抗感なしと答えて反応がなかった割合は 100%という結果

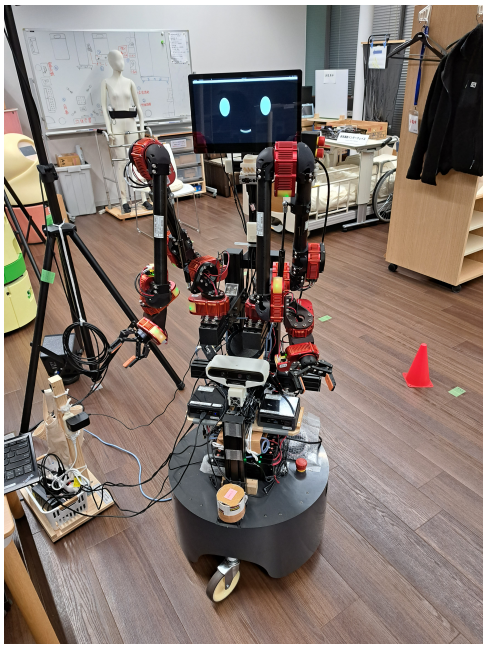


図 24 食事介助ロボット Mani.
Fig. 24 Meal Service Robot Mani.

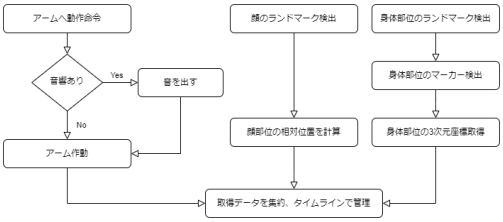


図 25 実験フロー.
Fig. 25 Experimental Flow.



図 26 アームによる心理的抵抗の計測実験.
Fig. 26 Experimental measurement of psychological resistance by arm.

となった. このことから, 身体の動作のみでは心理的抵抗を計測することは難しいが, 抵抗感と身体動作には少なからず関係があると考えられる.

4. まとめ

本研究では, 音響を提示することでアーム動作を予見し心理的抵抗が減少させることを確認するために, 身体動作



図 27 実験説明.
Fig. 27 Experimental Explanation.

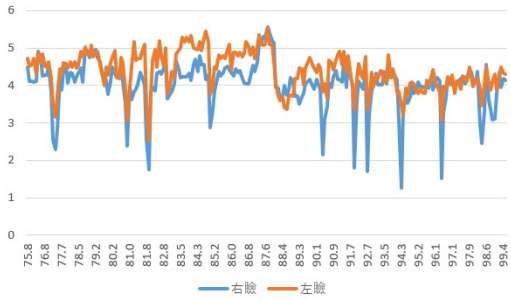


図 28 瞬きの計測結果.
Fig. 28 Blink measurement results.

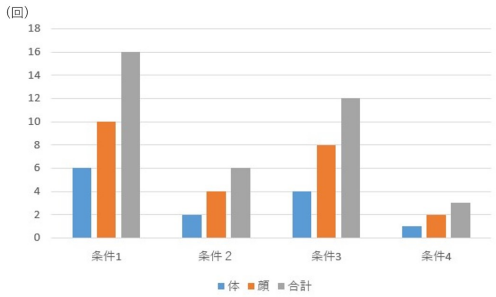


図 29 身体変化を観測した回数.
Fig. 29 Number of times physical changes observed.

	割合(%)
抵抗ありと答えて反応あり	58
抵抗ありと答えて反応なし	42
抵抗なしと答えて反応あり	0
抵抗なしと答えて反応なし	100

図 30 アンケート結果と計測結果の関係.
Fig. 30 Relationship between survey results and measurement results.

を計測することで心理的抵抗を計測する手法を提案した. 身体動作の変化を計測することで心理的抵抗を計測することは難しいが, 一定の関係性があることが考えられる. また, 音響がある場合に身体動作の反応がより多かったことから, 音響が身体動作の反応を促した可能性がある. このことから, 抵抗感の判断には身体の動作だけでは情報を拾いすぎてしまうと考えられる. 今後の展望として, 心拍数や脳波の情報を組み合わせることで, 心理的抵抗を定量的に判定する方法の実現を目指す.

謝辞 本研究にご協力いただきました小田原福祉会の時田佳代子理事長と関係各位に御礼を申し上げます.

参考文献

[1] 石井 純夫, 食事支援ロボット「マイスプーン」, 日本ロボット学会誌, 21(4), pp.378-381, 2003.
[2] Feng, Ryan, et al., Robot-assisted feeding: Generalizing skewering strategies across food items on a plate, Inter. Symp. of Rob. Res., Springer, Cham, 2019.
[3] 林田 和人, 人間とロボットの共生に必要な感性や心理のモデル化, 感性工学, 2022, 20 巻, 1 号, p. 29-33
[4] 小山 秀紀, 可部 明克, 対話型ロボットの動作と音声が感情状態に与える影響：予備調査, 人間工学, 2020, 56 巻, 4 号, p. 123-129
[5] 松田 輝, 村田 圭 , 三枝 亮, 身体拡張認識によるロボットアーム制御と食事介助, 2023 年情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集, 調布, 3 月 2 日-4 日, 2023
[6] MediaPipe https://github.com/google/mediapipe 2023 年

ⓒ2023 Information Processing Society of Japan