



エージェントの表情により生起する力覚評価のための運動計測システムの予備検討

Empirical Study on a Motion Measurement System for Evaluation of Pseudo-Haptic Sensations Induced by Facial Expression of an Agent

松山 菜々¹⁾, 松田 壮一郎¹⁾, 蜂須 拓¹⁾

Nana MATSUYAMA, Soichiro MATSUDA, and Taku HACHISU

1) 筑波大学 (〒 305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1)

概要: 我々はこれまでにマウス操作を介したディスプレイ上での人と擬人化エージェントとのインタラクションにおいて、エージェントのカーソル移動に抗うような動作とネガティブな表情変化により力覚が生起することを示した。また、各実験参加者の自閉症スペクトラム指数と力覚の強度には負の相関がある（社会的スキルがあるほどより強い力を感じる）ことを示した。本研究では、エージェントが発する社会的刺激に対する人の力覚反応として入力装置上での運動を計測することで客観的に個人の社会的スキル等の内的特性を推定する手法の確立を目的とする。本稿では、運動計測システムの設計に関する予備的検討について報告する。

キーワード: 表情, 運動計測, 触力覚フィードバック

1. はじめに

近年、自閉症スペクトラム障害や注意欠如・多動症等、特異な個人の内的特性に対する認知が広がり [1], 自己および他者の特性を十分に理解し、配慮したうえで社会的な関係を構築していくことが重要である。現在、一般的に用いられている個人特性の評価方法として、言語を介した評価 [2, 3] や評価者との対話による定性的な評価がある一方で、評価者・被評価者の主観や言語能力等によるバイアスが結果に影響を及ぼすと考えられる。

我々はこれまでにマウス操作を介したディスプレイ上での人と擬人化エージェントとのインタラクションにおいて、エージェントのカーソル移動に抗うような動作とネガティブな表情変化により力覚が生起することを示した [4, 5]。また、各実験参加者の自閉症スペクトラム指数と力覚の強度には負の相関がある（社会的スキルがあるほどより強い力を感じる）ことを示した。以上の結果を基に、我々はこのエージェントが発する社会的刺激に対する人の力覚反応を計測することで客観的に個人の特性を推定することを考えた。本研究では、エージェントが発する社会的刺激によって生起する力覚反応を計測し、個人の社会的特性を推定する手法の確立を目的とする。具体的には図 1 に示すように、前報で我々が設計したシステム [4, 5] を改変し、社会的刺激であるエージェントの表情変化に対する力覚反応として被評価者の入力装置上での運動を計測する。本稿では、以上の運動計測システムの設計に関する予備的検討について報告する。

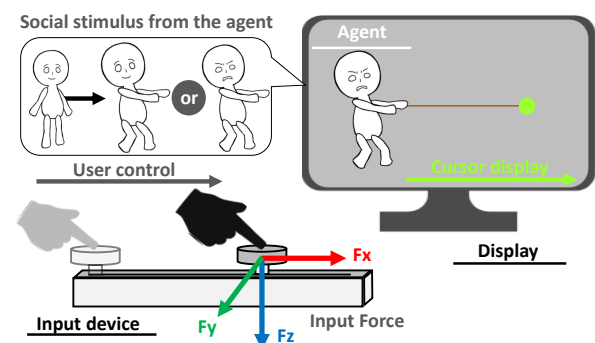


図 1: エージェントが発する社会的刺激（表情）に対する力覚反応（運動）を計測するシステム

2. システム

本システムを入力装置、ディスプレイ、ホストコンピュータより構成した。図 1 に示すように、これまでの我々が設計したシステム [4, 5] を基に実験参加者の運動を計測するシステムを構築する。これまでのシステムでは、ディスプレイ上にエージェントと参加者のマウス操作を投影したカーソルを表示されており、エージェントはカーソル移動に抗う方向にカーソルを紐で引っ張る動作をする。この引っ張り動作時の表情変化を社会的刺激とする。本稿では、マウスの代わりに参加者の運動を定量的に計測可能な入力装置を開発する。

2.1 入力装置

入力装置をスライドポテンシオメータ、3軸力センサより構成する。図 1 に示す通りポテンシオメータのつまみ部に力セン

サを固定した。ポテンシオメータ (Uxcell, A21031100ux016 7jp, 可動域: 120 mm) の x 方向の変位に対して線形に変化する出力電圧をアナログ・デジタル変換 IC (Microchip Technology Inc., MCP3204, 解像度: 12 bit) を用いて 10 ksps で計測し, マイクロコントローラ (Espressif Systems, ESP32 DevKitC) を介してコンピュータに送信した。コンピュータはこの値を次節で述べるカーソルの変位に反映した。

また, ポテンシオメータの出力電圧およびシグナルコンディショナ (テック技販 株式会社, DSA-03A) を介して増幅された力センサ (テック技販 株式会社, USL06-H5) の出力電圧をアナログ・デジタル変換器 (テック技販 株式会社, DSS300, 解像度: 16 bit) を介して 1 ksps で計測し, コンピュータに記録した。

2.2 ディスプレイ

2 にディスプレイの初期状態を示す。ディスプレイ (DELL, U2412M, 24 インチ, 1920 × 1200 px) 左端よりエージェント, カーソル, ターゲットアイコンを表示した。ただし, エージェントとカーソルは紐で繋がれているよう表示した。前節で述べたポテンシオメータの変位 x_p に対してカーソルはの変位 x_c を $x_c = Ax_s$ とした。ただし, A はコントロール・ディスプレイ比であり本稿では 6 px/mm とした。エージェントの変位 x_a と x_c の差が 75 px 以上のとき, エージェントはカーソルと反対方向に紐を引っ張る動作するよう設定した。また, フレーム t におけるエージェントの変位 $x_{a,t}$ を $x_{a,t} = x_{a,t-1} + v_{a,t}$ とした。ただし, $v_{a,t} = B(x_{c,t} - x_{a,t-1})$ とし, 本稿ではエージェントのカーソル追従ゲイン B を非引張動作時 ($x_c - x_a < 75$ px) に 0, 引張動作時 ($x_c - x_a \geq 75$ px) に 7.5×10^{-3} とした。なお, 非引張動作時は 2 つ, 引張動作時は 3 つの静止画をそれぞれ 0.5, 0.33 秒間隔で切り替え, アニメーションとして表示することでエージェントが生命感のあるようにした。

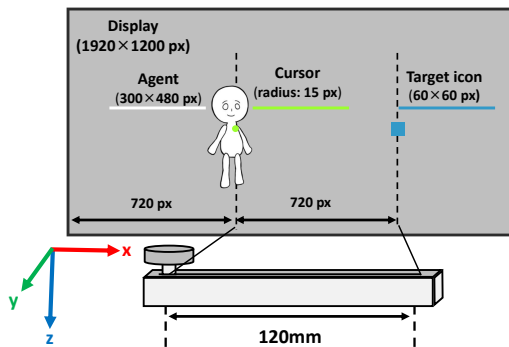


図 2: ディスプレイと入力装置の対応関係

また, 初期画面が表示された時刻および引張動作が開始された時刻にコンピュータはマイクロコントローラを介して, バイナリの電圧信号をアナログ・デジタル変換器へ送信した。これは次節で述べる解析のトリガ信号として利用する。

2.3 予備実験

開発したシステムを利用し, カーソルを初期位置からターゲットアイコンまで移動させるタスクを実験参加者 1 名に対して課した。引張動作時にエージェントの表情が変化しない条件とネガティブな表情に変化する条件 (図 1) をそれぞれ 5 回, 計 10 回をランダムな順番で行った。代表的な計測結果を図 3 に示す。横軸は時間, 第一縦軸は力, 第二縦軸はポテンシオメータの変位を示す。また, 左/右のグラフは表情が変化する/しない条件を示し, 破線は引張動作開始時を示す。図 3 より, まず変位開始から x および z 方

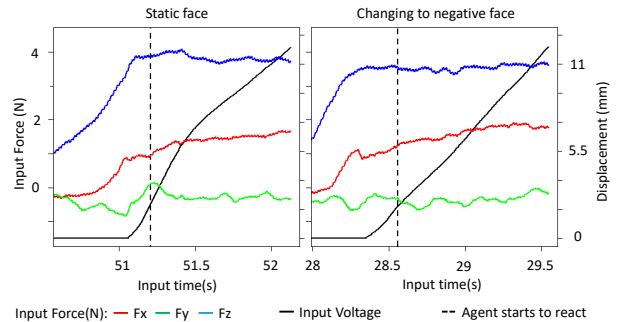


図 3: 運動計測の代表的結果

向への力が増大している。そして表情が変化する条件では, 引張動作開始直後に x 方向の力が比較的急に増加した一方, 表情が変化しない条件では緩やかな増加であった。これは, 表情条件の違いが運動に現れ, 観察されたと考えられる。

3. おわりに

本稿では, 我々が設計した表情変化によって社会的刺激を提示するエージェントとのインタラクション中における実験参加者の運動を計測するシステムの設計の予備検討を行った。予備実験の結果, 表情変化により生じる運動を計測可能であることを示した。今後は実験参加者を広く集い運動を統計的に評価する。

参考文献

- [1] C. Lord, E. H. Cook, B. L. Leventhal and D. G. Amaral: “Autism spectrum disorders”, *Neuron*, **28**, 2, pp. 355–363 (2000).
- [2] S. Baron-Cohen, S. Wheelwright, R. Skinner, J. Martin and E. Clubley: “The autism-spectrum quotient (aq): Evidence from asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians”, *Journal of autism and developmental disorders*, **31**, 1, pp. 5–17 (2001).
- [3] 若林, 東條, S. Baron-Cohen, S. Wheelwright: “自閉症スペクトラム指数 (aq) 日本語版の標準化”, *心理学研究*, **75**, 1, pp. 78–84 (2004).
- [4] 松山, 蜂須: “エージェントの表情操作による疑似力覚提示手法の検討” (2021).
- [5] 松山, 松田, 蜂須: “エージェントの表情変化により生じる力覚の評価”, [査読中] (2022).