

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：32682

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2020

課題番号：19K22880

研究課題名（和文）漫画表現を取り入れたロボットハンドのデザイン構成法

研究課題名（英文）Robot Design Incorporating Cartoon Expressions

研究代表者

橋本 健二（HASHIMOTO, Kenji）

明治大学・理工学部・専任准教授

研究者番号：10449340

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：漫画に見られる誇張表現を取り入れることで、人間とロボットのさらなるインタラクションが可能になるという考えのもと、本研究では漫画に見られる「流線」に着目し、流線表出システムの開発と流線の効果の検証を行うことを目的とする。具体的には、ロボットアームに刀を持たせ、刀を振った際に流線を表出可能なシステムを開発した。流線を表出する場合と表出しない場合の動画を被験者に見せて評価したところ、ある速度以上で刀を振ると、流線を表出することにより実際に刀が振られる速度よりも速いと感じられるという結果を得た。ただし、刀を振る速度が遅い場合は、流線の表出による速度向上効果は小さいという結果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

漫画に見られる誇張表現である「流線」の効果は経験的に論じられることが多かったが、本研究を通して、「流線」が人間に与える影響が明らかになった。提案手法は言語情報に頼らないため、言語情報に頼らずに表現力を向上させることが可能であり、日本人に限らず万人とインタラクションがスムーズに行えるロボットの新しいデザイン構成法が構築されることが期待される。

研究成果の概要（英文）：Based on the idea that human-robot interaction can be further enhanced by incorporating exaggerated expressions found in cartoons, this research focuses on "streamlines" found in cartoons, and aims to develop a streamline expression system and verify the effects of streamlines. Specifically, we developed a system that allows a robot arm to hold a sword and display a streamline when the robot arm swings the sword. The results showed that when the robot arm swung the sword at a certain speed, the subjects felt that the speed of the sword was faster than the actual speed of swinging because of the streamline. However, it is interesting to note that when the speed of the sword is slow, the speed enhancement effect of the streamline is small.

研究分野：ロボット工学

キーワード：インタラクション 漫画表現 流線 ロボティクス

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、人間とロボットの円滑なインタラクションの実現を目指し、眉部や口唇部などの表情表出部位を人間よりも大きく動かし誇張表現が可能なロボット頭部を開発してきた。その結果、基本6感情(怒り、悲しみ、驚き、喜び、嫌悪、恐れ)のすべての感情において認識率が30~60%程度から80%まで向上し、誇張表現が感情認識率の向上に寄与することが分かった。そこで、漫画に見られる誇張表現を取り入れることで、人間とロボットのさらなるインタラクションが可能になると考えるに至った。

2. 研究の目的

本研究では、人間とロボットのインタラクションのさらなる向上を目指し、漫画で見られる誇張表現を取り入れた表現力に富んだロボットのデザイン構成法を構築することを目指す。研究期間内においては、漫画に見られる「流線」に着目し、流線表出システムの開発と流線の効果の検証を行うことを目的とする。人間同士においても相手の表情を読むことが難しいように、人間に外見を似せたロボットでは、人間と円滑にインタラクションするには限界がある。本研究では漫画表現を取り入れることで、インタラクションの向上を目指すことに特色がある。

3. 研究の方法

(1) 流線表出方法の検討とスモークマシンの選定

流線を表出するにあたって本研究では煙を利用した。煙を発生させる方法には、ドライアイス、加湿器、線香などいくつかあるが、煙の生成や噴出操作が可能なスモークマシンを使用することとした。「煙の連続した噴射」、「煙の噴射タイミングの調整」、「発煙量の調整」、「煙の消失時間の調整」が可能なRosco社の「ロスコ1200」を選定した。このスモークマシンは連続噴射・遠隔操作・発煙量の調整が可能だけでなく、数種類のスモーク液を使用できるという特徴がある。

(2) 流線表出システムの基本仕様

漫画表現を参考に刀から煙を噴射させて流線を表出するシステムの開発を目指した。図1はシステムのイメージであり、スモークマシン、ダクトホース、バルブ、ビニールホースから構成される。ダクトホースは、スモークマシンから噴射された煙を一時的に溜め込み、煙の液化を防ぐために必要である。煙は気化したスモーク液を空气中で冷やすことで生成されるため、スモークマシンに直接ビニールホースを取り付けると煙が液化する。この現象を防ぐために直径約100[mm]のダクトホースを接続し、内部に取り付けた防水ファンで煙を送り出す。バルブは、煙の噴出タイミングを操作し流線を際立たせるために用いた。スモークマシンの遠隔操作でも噴出調整は可能だが、噴射の止まるタイミングに遅れが生じたためにバルブを用いた。ビニールホースは、煙を噴出する部分であり、側面に噴出口として穴を開けた。煙の流れにより、先端付近の噴出が多くなる。そのため流線の表出に片寄りができることから、穴の間隔は先端に行くほど徐々に広がるよう工夫している。最後に、刀の玩具をビニールホースに取り付ける。評価に影響が出ないように透明なテープで固定している。また、刀は4自由度の市販のロボットアームに持たせ、振る動作を行わせる。

(3) ロボットアームの動作

ロボットアームにはROBOTIS社のOpenMANIPULATOR-Xを使用した。Robot Operating System (ROS) による初期位置プログラムと目標位置プログラムでモータの角度を指定し、毎回等しい動きが可能である。振る動作の表現には人間のように肩や肘を使った滑らかな動作の制御を目指した。評価には、表1に示す3つの手先速度を用いた。

流線を表出しながら動作しているロボットアームの様子を図2に示す。

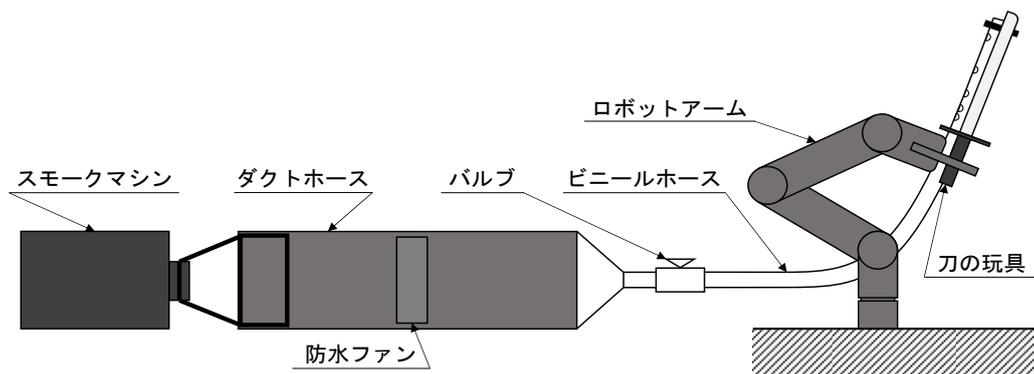


図1 流線表出システム

4. 研究成果

流線の表出による印象について評価した。動画は流線の有無と3種類の異なる手先速度の組み合わせによる計9パターンである(表2)。評価のカテゴリとして、流線の効果を見るために「同じ速度による比較」と、「速い」に対して「普通」「遅い」、また「普通」に対して「遅い」の速度差を流線により補えるかを評価するために「異なる速度による比較」の2つを設けた。被験者には各パターンで速さの印象を5段階で評価してもらった。アンケートは動画を見せる順序をランダムにしたものを3つ用意し、見る順序によって評価結果に影響が出ないように考慮した。

アンケートの回答者は20代の男性18人、女性3人の計21人である。評価の検定には有意水準を0.05と設定した対応のあるt検定を用いた。

「同じ速度による比較」の評価結果を図3に示す。有意差が見られたのは「普通」と「速い」であり、ある一定以上の速度でアームを動作させると流線を表出させることで、実際のアーム速度より速く感じられたことが分かった。「異なる速度による比較」の評価結果を図4に示す。検定結果から流線を表出しない「速い」に対して流線を表出する「普通」のみに有意差が見られた。つまり、流線による速度差の補完は可能であることが分かった。しかし、図5の結果から同じ速度差である「普通」に対して「遅い」には有意差が見られなかった。したがって、流線による補完にも一定以上のアームの動作速度が必要であることが分かった。

以上まとめると、本研究ではロボットアームに刀を持たせ、刀を振った際に流線を表出可能なシステムを開発した。流線を表出する場合と表出しない場合の動画を21名の被験者に見せて評価したところ、ある速度以上で刀を振ると、流線を表出することにより実際に刀が振られる速度よりも速いと感じられるという結果を得た。ただし、刀を振る速度が遅い場合は、流線の表出による速度向上効果は小さいという結果が得られた。

表1 ロボットアームの動作速度

	遅い	普通	速い
最高速度[m/s]	0.4	0.6	0.8

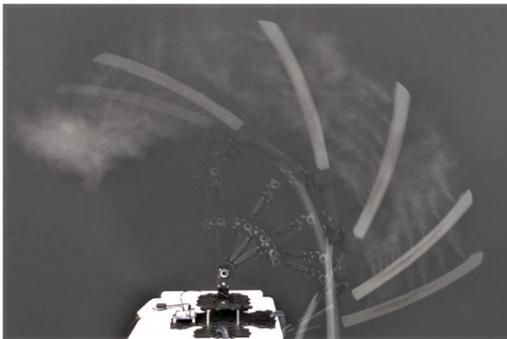


図2 動作の連続写真

表2 評価動画のパターン

カテゴリ	基準		評価	
	速度	流線	速度	流線
同じ速度による比較	速い	なし	速い	あり
	普通	なし	普通	あり
	遅い	なし	遅い	あり
異なる速度による比較	速い	なし	普通	なし
	速い	なし	遅い	なし
	普通	なし	遅い	なし
	速い	なし	普通	あり
	速い	なし	遅い	あり
	普通	なし	遅い	あり

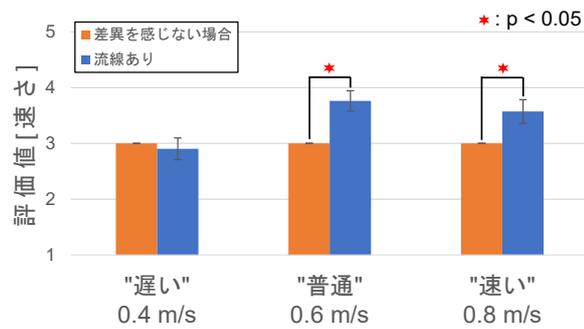


図3 各速度の評価結果

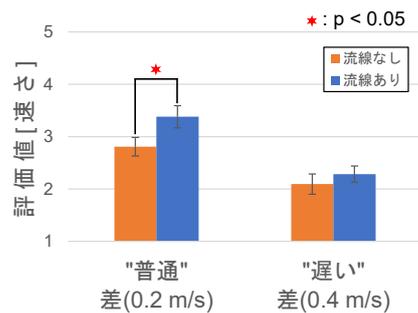


図4 流線を表出しない「速い」に対する評価

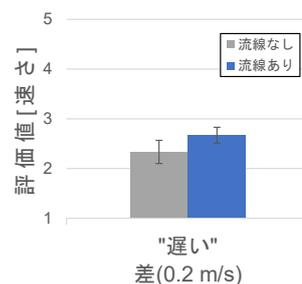


図5 流線を表出しない「普通」に対する評価

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 橋本健二	4. 巻 87
2. 論文標題 「脚型ロボット」の研究拠点を狙って	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Japan Society for Precision Engineering	6. 最初と最後の頁 426 ~ 427
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2493/jjspe.87.426	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

明治大学 理工学部 機械情報工学科 知能ロボティクス研究室（橋本健二研究室）のホームページ https://hashimoto-lab.jp/
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------