

逃げるロボットの揺れによる印象変化の検証

仁藤大貴^{†1,a)} 串山久美子^{†1,b)}

概要: ロボットが高い利便性を持つと人はロボットに対する要求水準をエスカレートさせてしまう。人のロボットに対する寛容さやレジリエンスを高めるために、ロボットの弱さや生き物らしさが感じられる場面が必要である。人がロボットの逃げる行為に対して意図を感じる事が明らかになっている一方で、移動の際に生じるロボットの揺れによる印象変化の有無が明らかになっていない。そこで本研究では逃げるロボットに意図的に揺れる機能を実装し、それがロボットの印象を変化させるものに値するかを確かめる。揺れの有無と頻度の違いによる印象の変化を「生き物らしさ」「好ましさ」「知性」の3項目群に分類したアンケートにて評価した。その結果、逃げるロボットの揺れは生き物らしく、知性が低い印象を人に与えることを明らかにした。

1. はじめに

ロボットに関する技術が発展し、ロボットの利便性が高まってきている。しかし、利便性が高まることでロボットに対する不満が高まってしまふことがある。例えば、十分な機能を持つお掃除ロボットに対して「もっと綺麗にしてほしい」「もっと早く終わらせてほしい」などと思ってしまう場面がある。岡田[1]はこのようなロボットやシステムが高い利便性を持つことで人々は「もっと〇〇してほしい！」と要求水準をエスカレートさせてしまうこと、あるいは利便性の高いシステムが人の傲慢さを引き出してしまうことを問題視し、人のロボットに対する寛容さやレジリエンスを高めるために「弱いロボット」を制作した。不完全さが人に生き物らしく親しみやすい印象を与える。この現象は心理学の見地でも **Pratfall Effect** として定義されており[2]、ロボットの不完全さも必要であると考えられる。

中田[3]らの研究ではロボットの無反応な行動は機械的な印象を与え人に近づきたくないと感じさせることとロボットの対人受容的行動が人に対する親和感を演出することを明らかにした。「親和感」とは親しみを感じさせる印象であり、ロボットが高い親和感を持つと人と共棲していても人に与える心理的負担を軽減させることができる。

本研究では対人受容的行動として逃げる行為に着目する。逃げる行為は対象に対して相対的強者であると意識させるため、弱さや不完全さが強調される行為であると考えられる。大図ら[4]は椅子に座ろうとする人から離れる行為を逃げる行為とし、この行為を行う椅子に対して人は生き物らしさや意図を感じることを明らかにした。また、椅子が逃げる際に偶然生じたガタガタとした挙動が生物性を高めることを示唆している。一方で、このように製作物がガタガタとした揺れる動作の有無による生き物らしさの差異を明らかにしていない。そこで本研究では逃げるロボットにガ

タガタとした挙動を段階的に加えて評価実験を行い、ロボットの揺れる動作によって印象の違いが生じるのかを確かめる。

2. 先行研究

2.1 ロボットの対人行動に関する研究

神田ら[5]は自律的に人とのコミュニケーションを行うロボット「Robovie」に能動的な行動、受動的な行動、複雑な行動の3つの行動パターンを実装した。評価実験を行った結果、受動的な行動が最も肯定的な評価を受けた。中田ら[3]はロボットの人における心理的インタラクションで重要である親和感の演出の原理を提案するために、実際のオオカミが行う対人受容的行動をロボットに実装した。実装したロボットを用いてアンケート評価を行った結果、ロボットの人に対する親和感生成原理とは対人受容的行動が親和感を演出することを示した。本研究ではこれらの先行研究をもとに受容的行動に着目し、受容的行動を実行するロボットの実装をする。

2.2 ロボットの生物性に関する研究

山岡ら[6]は発達心理学における7つの生物的特徴を踏まえた対人行動を持つコミュニケーションロボットを開発した。さらに評価実験を行った結果、開発したロボットが生き物らしさを持つことを明らかにした。本研究ではガタガタとした揺れる挙動が生物的特徴に値すると仮説を立て、生き物らしさを向上させるかどうかを検証する。大図ら[4]は無生物である家具への共感を示しその意図を感じる「人格の錯覚」を狙い、人の接近を超音波距離センサにて検知し、逃走を試みる装置「ニゲルイス」の制作を行った。その後性能評価を行い、人格の錯覚が起きたことが確認できた。また、生物感の演出の示唆を得るなどデバイスの逃げる行為の将来的な応用の可能性を示した。本研究における逃げる行為の挙動実装の参考とする。

†1 東京都立大学大学院システムデザイン研究科インダストリアルアート学域
a) nitoh-hiroki@ed.tmu.ac.jp
b) kushi@tmu.ac.jp

3. 実装

3.1 認識機能

ロボットが逃げる対象として人のみを検出する必要がある。そのため、本研究ではDFRobot社のHuskyLens(図1)を使用する。ロボットが逃げる行為を始めるかどうかをHuskyLensのカメラ範囲内の人の顔を検出しているか否かに依存させる。



図1 HuskyLensによる顔検出の様子

3.2 動作機能

検出機能をもとに試作機を製作する。HuskyLens, ArduinoUno, サーボモータ(TowerProサーボMG996R), DCモータ(130D), モータドライバ(MP4207), 複数の電源, キャスターを一つの媒体に搭載する(図2)。

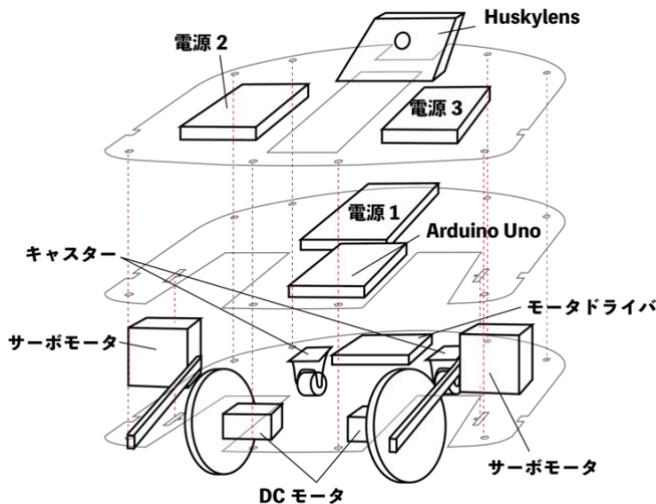


図2 本体設計

HuskyLensで読み取った顔の有無をArduinoUnoへ送信する(図3)。カメラ内で顔を検出した場合、モータドライバを経由し、DCモータを回転させて対象者から離れるように本体を移動させる。検出から400mm移動した後に再び顔の有無の判定を行う。顔を検出した場合は同様に400mmずつ移動をするが、顔を検出できなかった場合はDCモータの回転をやめて本体を停止させる。意図的な本体の

揺れはサーボモータにて実装する。長さ90mmの棒を地面に叩きつけることで本体を一時的に持ち上げることで揺れを発生させる。本体の揺れ頻度、揺れの強さを電子制御することを可能とする。

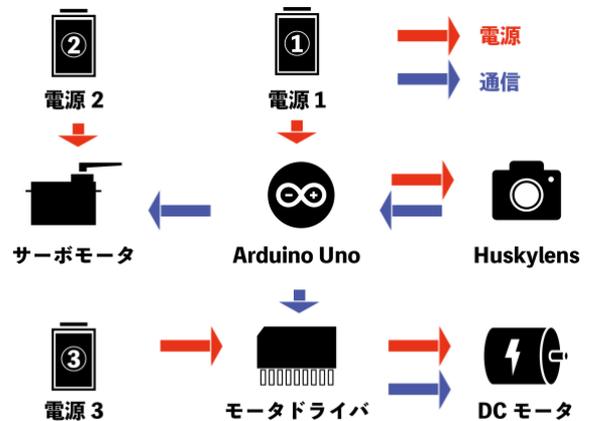


図3 システム図

4. 検証

4.1 検証目的

本検証は試作機を用いて揺れの頻度が異なるロボットを参加者に体験してもらい、揺れがロボットに対する主観的評価の差に与える影響を明らかにすることを目的とする。大図ら[4]はガタガタとした挙動がロボットの生物感を高めると示唆した。そのため、揺れはロボットの生き物らしさを高めると予測される。また、生き物らしさが高まることで対象に対してアニメシー知覚を引き起こすと考える。アニメシー知覚によりロボットに対する親近感や好ましさも高まる[7]ため、実験参加者に対して好印象を与えると予測される。

4.2 検証手順

外見的特徴を抑えるため、試作機には筒状の外装を装着させる(図4)。外装の高さは170mm、幅と奥行きは310mmとする。また、本検証は床が滑らかな場所で行う。



図4 試作機

検知時に実験参加者から距離を取る動作を逃げる行為とし、それに本体が揺れる動作を加えて頻度の違いから以下の3つのパターンを決定する。

- ・揺れることなく逃げる。(以降、パターン A とする)
 - ・2 秒に一回の頻度で左右交互に揺れながら逃げる。(以降、パターン B とする)
 - ・1 秒に一回の頻度で左右交互に揺れながら逃げる。(以降、パターン C とする)
- また、試作機の移動速度は揺れていない状態で 450mm/s、検知距離は約 1000mm とする。

20 代の男女 10 名を対象に検証を行う。3 つのパターンそれぞれに実験参加者が自由に近づき、それぞれのパターンから感じる印象を評価してもらう。

評価方法は SD 法による 5 段階評価 (1~5) のアンケート (図 5) を利用する。このアンケートは Bartneck ら [8] が提案したロボットに対する人の印象を測るためのアンケートをもとに作成する。Bartneck らは「人間らしさ」、「生き物らしさ」、「好ましさ」、「知性」、「安全性」の 5 つの指標とそれらを実験参加者の印象を測るための項目群を示しており、本研究では生き物らしさ (6 項目)、好ましさ (5 項目)、知性 (5 項目) を評価する項目を採用する。それに加えて、そのロボットに対する印象を自由に記入する欄を採用する。

・以下のスケールに基づいてこのロボットの印象を評価してください。

死んでいる	1	2	3	4	5	生きている
活気のない	1	2	3	4	5	行き生きとした
機械的な	1	2	3	4	5	有機的な
人工的な	1	2	3	4	5	生物的な
不活発な	1	2	3	4	5	対話的な
無関心な	1	2	3	4	5	反応のある
嫌い	1	2	3	4	5	好き
親しみにくい	1	2	3	4	5	親しみやすい
不親切な	1	2	3	4	5	親切な
不愉快な	1	2	3	4	5	愉快的な
ひどい	1	2	3	4	5	良い
無能な	1	2	3	4	5	有能な
無知な	1	2	3	4	5	物知りな
無責任な	1	2	3	4	5	責任のある
知的ではない	1	2	3	4	5	知的な
愚かな	1	2	3	4	5	賢明な

・あなたはロボットにどのような印象を受けましたか。自由に記入してください。

図 5 アンケート項目 (文献 [8] をもとに作成)

5. 結果・考察

5.1 検証結果

図 6 に SD 法による各パターンに対する実験参加者の印象を示す。表 1 に各パターンに対する実験参加者の印象を自由に記入した際の結果を示す。自由に記入する欄は特徴的な言葉を一部抜粋して示す。

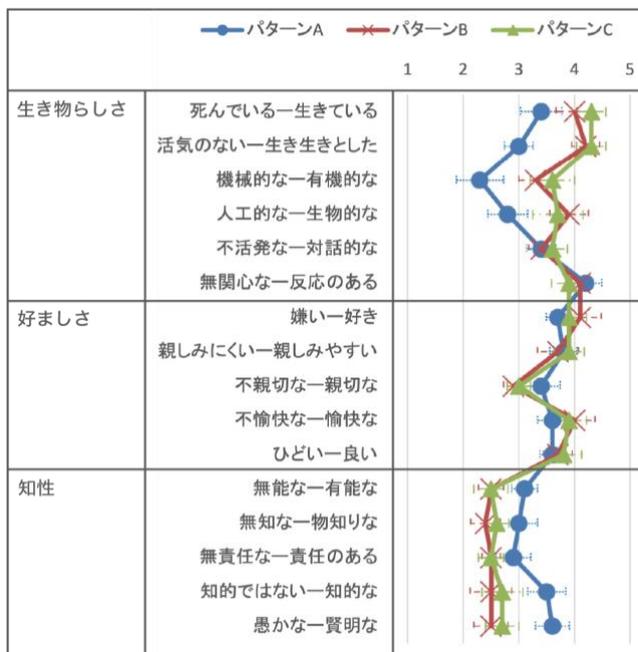


図 6 各パターンに対する実験参加者の印象 (図上の各点は実験参加者の 10 名の評価の平均値である。また、各点に付記したエラーバーは標準偏差を示している。)

表 1 自由記入群 (一部抜粋)

パターン A	パターン B	パターン C
純粹	おつちょこちよ	活発
犬っぽい	い	忙しい
恥ずかしがって	追い詰めている	元気
いる	ように感じた	急いでいる
生き物のよう	不安定	楽しげ
機械的	ペットっぽい	アホっぽい
幼い	焦りや緊張	気弱
可愛い	愛らしい	動物の動きのよう
おもちゃのよう	ドジ	う
ロボットらしい	そそっかしい	頻繁な動きが機
案内されている	ポンコツ	械的に感じた
ような印象	危うい	頑張っている
人見知り	愉快	無能
子供のよう	知的ではない	
	規則的で機械ら	
	しい	

5.2 揺れの有無による与える印象の違い

図 6 より揺れないロボット (パターン A) と揺れるロボット (パターン B, パターン C) 間で生き物らしさと知性の項目群に差が生じた。生き物らしさの項目群では 6 項目中 4 項目で明確な差があり、表 1 においても感情を想起させる言葉が揺れないロボットより揺れるロボットの方が多かった。これによりロボットの揺れる動作が意図的に生じ

たものであったとしても、ロボットの生物性を高めることを示した。これは予測と同様の結果である。知性においては表1から揺れないロボットよりも揺れるロボットの方が侮蔑する言葉が多かった。これは逃げる行為において揺れることは不必要な動作であり、不完全な印象がロボットの知性の印象を著しく損なわせたと考える。また、本検証により知性の低い印象と生き物らしい印象は相関関係にある可能性の知見を得た。その一方で、好ましさの項目群においては他2項目群と比較して明確な差は生じなかった。これは予測とは異なった結果となり、揺れる動作自体に好ましい印象を与える効果は見られないことになる。

5.3 揺れの頻度による与える印象の違い

図6よりパターンB、パターンC間での評価の平均値はいずれの項目群においても大きな差は生じなかった。揺れ頻度の違いによって与える印象の違いは小さく、揺れ頻度の違いを用いた感情表現の多様化の実現性は低いと考えられる。その一方で、表1より「規則的で機械らしい(パターンB)」、「頻繁な動きが機械的に感じた(パターンC)」など単調な揺れ方自体が生物性を損なわせている可能性が示された。ランダム性を持った揺れ方を持つなどの新たな変化パターンのロボットを実装することでより生物性の高いロボット実現の可能性を示唆することができた。

6. まとめ・展望

本研究では逃げるロボットの揺れる動作によって印象の違いが生じるかを確かめた。その結果、逃げるロボットの揺れは生き物らしさを高めることと知性が低い印象を与えることがわかった。その一方で、好ましさの印象にはあまり差が生じないことがわかった。今回の検証では揺れの頻度による印象の違いは小さいことがわかった。そのため、ロボットの揺れ頻度の違いを用いた感情表現の多様化の実現性は低いことが明らかになった。しかし、ランダム性の追加などロボットの新たな変化パターンの知見を得た。

知性が低い印象は利便性の高い既存のロボットにとって不完全さを強調するものであると考える。そのため、今回の検証で明らかにした逃げるロボットの揺れによって知性が低い印象を与えることはロボットに対する人の寛容さやレジリエンスを高めるために効果的であると考えられる。今後は社会実装に向けて身の回りにあるロボットに揺れる動作を実装し、そのロボットの印象を評価する必要があると考える。

参考文献

- [1]岡田美智男.人との関わりを指向する〈弱いロボット〉とその展開.日本ロボット学会誌,2016,vol.34,no.5,pp.299-303.
- [2]E. Aronson, B. Willerman, J. Floyd .The effect of a pratfall on increasing interpersonal attractiveness. Psychonomic Science 1966, vol.4, Issue 6, pp.227-228.
- [3]中田亨,佐藤知正,森武俊,溝口博.ロボットの対人行動による親和感の演出.日本ロボット学会誌,1997,vol.15,no.7,pp.1068-1074.

- [4]大図岳,山田亜紀,岩田洋夫.ニゲルイス:センサ付き家具を利用したデバイスアート.日本バーチャルリアリティ学会論文誌,2019,vol.24,no.2,pp.187-194.
- [5]神田崇行,石黒浩,小野哲雄,今井倫太,中津良平.人間と相互作用する自立型ロボット Robovie の評価.日本ロボット学会誌,2002,vol.20,no.3,pp.315-323.
- [6]山岡史享,神田崇行,石黒浩,萩田紀博.発達心理学的知見に基づいた生物らしいコミュニケーションロボットのための対人行動設計.日本ロボット学会誌,2007,vol.25,no.7,pp.1134-1144.
- [7]植田一博.アニメシー知覚:人工物から感じられる生き物らしさ.日本ロボット学会誌,2013,vol.30,no.9,pp.833-835.
- [8]Bartneck, C., Kulic, D., Croft, E., Zoghbi, S..Measurement Instruments for the Anthropomorphism, Animacy, Like-ability, Perceived Intelligence, and Perceived Safety of Robots, *International Journal of Social Robotics*,2009, vol. 1, no.1,pp.71-81.