

人工物の待機中の動きによる生き物らしさの検証

北野 るな^{†1} 栗原 渉^{†1} 韓 旭^{†1} 柴崎 美奈^{†1} 阪口 紗季^{†1} 串山 久美子^{†1}

概要: 近年、プロダクトの体験の質向上や愛着を目的として人工物に生き物らしさを取り入れる研究が行われている。一方、それらの研究の中でユーザがプロダクトを使用していない際の、プロダクトの待機中の動きを検討したものは少ない。本研究では人工物としてデスクランプに8種類の待機中の動きを導入し、20代の学生4名を対象としたインタビューを通してその効果と、設計した動きの意図がユーザに伝わるかを調査した。インタビューから、本提案がデスクランプの生き物らしさを向上させ、ユーザが癒しや愛着を感じる可能性が示唆された。一方、作成した動きの中には正答率や正解に対する納得度合いが低い動きがあり、それらは動きの細部を再度調整することや、動きの設計を見直す必要がある。

1. はじめに

近年、プロダクトの体験の質向上や愛着を目的として人工物に生き物らしさを取り入れる研究が行われている[1]。これらの研究ではユーザがプロダクトを使用している際の動きが検討されている一方、ユーザがプロダクトを使用していない際の、プロダクトの待機中の動きが検討されている研究は少ない。しかし、本来生き物は呼吸や姿勢の変化などによって、無意識や無意識に近い状態で常に少しずつ動いており、これらの動きは「待機中の動き (Idle motion)」とされている[2,3]。ヒューマノイドや動物を模したロボットの生き物らしさに関する研究から、待機中の動きがロボットの生き物らしさや受容性を向上させることが明らかになっている[3]。そこで生物を模していない人工物にも待機中の動きを導入することで、その生き物らしさを向上させることができると考えた。

本研究では、人工物に最適な待機中の動きを調査し、ユーザがその人工物に対してより生き物らしさや愛着、癒しを感じるようになることを目的とする。本稿では人工物としてデスクランプを用いて8種類の待機中の動きを作成し、提案の効果と、作成した動き一つ一つの意図がユーザに認識できるかを調査するため、20代の学生4名を対象としたインタビューを実施した。

2. 先行研究

2.1 ロボットの待機中の動きに関する研究

生物を模したロボットの待機中の動きに関する先行研究として、AsselbornらはNaoロボットに60種類の待機中の動きを導入し、子供がロボットと神経衰弱を行う実験で、待機中の動きを導入したロボットの方が子供にとって人間らしく、友好的に感じることを明らかにした[3]。また、

Overgoorらは6種類の待機中の動きを導入した「IdleBot」を提案し、待機中の動きによってロボットの生き物らしさや好感度の評価が向上することを明らかにした[4]。このようにロボットの待機中の動きはロボットの生き物らしさや好感度を向上させることが明らかになっている。しかし、これらの研究で用いられている待機中の動きは生物を模していないロボットに適用することが難しいものも多い。

2.2 人工物の待機中の動きに関する研究

生物を模していないロボットの待機中の動きに関する研究として、伊藤らは孤独感の解消を目的としてユーザのそばにだけいるだけのミニマルなコミュニケーションを提供する3体のロボット群「ILbot」を提案した[5]。Terzioğluらは待機中に呼吸や視線の移動を行う協働ロボットを提案し、それらの待機中の動きが協働ロボットに対する好感度や社会性の評価を向上させることを示した[6]。また、Pressらは待機中にユーモアのある動きをするロボットが初対面同士で会話をする際の気まずさを軽減することを示した[7]。川又は日常的な道具に使われていない時の動きを導入することで道具の「暇」を表現し、道具に対する理解や愛着を向上させることを目指した[8]⁹⁾。このように生物を模していないロボットや日常的な道具においても、待機中の動きがその生き物らしさを向上させることが明らかになっている。しかし、これらの研究では設計した特定の待機中の動きのみを検証しており、待機中の動きの違いによる影響までは調査されていないと考えられる。本研究ではデスクランプに対して複数の待機中の動きを検討し、人工物に最適な待機中の動きを明らかにすることを目指す。

3. 設計

3.1 人工物の選定

待機中の動きを実装する人工物として、デスクランプを

^{†1} 東京都立大学大学院システムデザイン研究科

a) <https://yamlab-exhibition.firebaseio.com/works/oto> (2023年12月21日閲覧)

使用することとした (図 1)。デスクランプは日常的に使用する製品であり、使用していない時も収納せずにその場に置いておく場合が多いため、ユーザにとって動きを観察しやすいと考えられる。また、デスクランプはその形状からユーザに志向性や生き物らしさを印象付けられるとされている点から[9]、ユーザにとって生き物らしい動きと認識しやすいと考えられる。



図 1 制作したプロトタイプの外観
(左：消灯時，右：点灯時)

3.2 体験設計

体験設計として、図 2 のようにユーザがデスクランプを使用していない消灯中はデスクランプが待機中の動きを行い、点灯中は通常のデスクランプとして機能することを想定する。

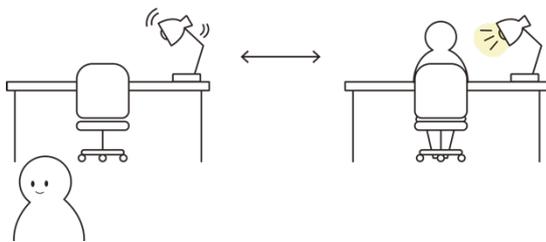


図 2 体験のイメージ

3.3 ハードウェアの実装

待機中の動きを実装するため、4 自由度のデスクランプを制作した。図 1 のようにデスクランプのヘッド (図 3 のサーボモータ①)、ネック (図 3 のサーボモータ②)、アーム (図 3 のサーボモータ③)、土台 (図 3 のサーボモータ④) の 4 箇所サーボモータを取り付け、それぞれのサーボモータはサーボモータドライバ PCA9685 を用いて制御する。十分な明るさを確保するため、デスクランプの電球部分には市販デスクランプの LED を流用した。LED とサーボモータドライバはそれぞれ Arduino Uno を用いて制御する。また、デスクランプの土台部分にはロッカースイッ

チを取り付け、スイッチを OFF にして LED を消灯させている間のみ待機中の動きを行い、スイッチを ON にして LED を点灯させると動きが止まるようにした。

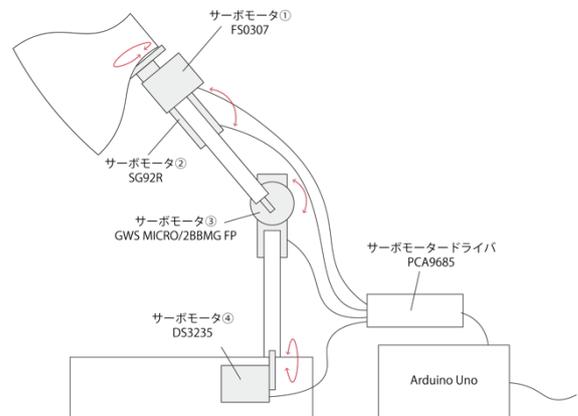


図 3 プロトタイプ的设计

3.4 動きの選定

デスクランプに実装する待機中の動きを選定するため、先行研究[2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14]で扱われている待機中の動きを調査し、その中から制作した 4 自由度のデスクランプに実装可能な動きを 8 種類選んだ (図 4)。それぞれの動きの詳細を表 1 に示す。



図 4 8 種類の待機中の動き

表 1 8 種類の動きの詳細

動き番号	動きの名前	動きの詳細
①	重心の移動	土台のサーボモータを左右どちらかの向きに 11° 傾けた状態で停止する。傾く方向は左右が交互になるように変化する

②	呼吸	ネックのサーボモータをゆっくりと上向きに 10° 傾けて 1 秒停止した後、下向きに 10° 傾けて 1 秒停止する動きを繰り返す
③	周囲を見渡す	ヘッドのサーボモータを右向きに 71° 傾けて 1 秒停止した後、左に 142° 傾けて 1 秒停止し、最後に 71° 右に傾ける
④	伸びをする	ネックのサーボモータとアームのサーボモータを同時にそれぞれ 14°、19° 上向きに傾けた後、ネックのサーボモータのみをさらに 38° 上向きに傾けて 2 秒停止する。その後ネックのサーボモータを 38° 下向きに傾け、最後にネックのサーボモータとアームのサーボモータを同時にそれぞれ 14°、19° 下向きに傾ける
⑤	埃を払う	アームのサーボモータを下向きに 81° 傾けて 1 秒停止した後、ネックのサーボモータを素早く下向き 47° 傾けてから、素早く上向きに 47° 傾ける動きを 2 回繰り返す。その後、アームのサーボモータを上向きに 81° 傾け、土台についた埃をヘッドで払う
⑥	寝る	ネックのサーボモータをゆっくりと下向きに 14° 傾けたあと、素早く下向きに 5° 傾け、最後にゆっくりと上向きに 14° 傾ける動きを 2 回繰り返す、うとうとと船を漕ぐような動き
⑦	葉っぱを揺らして遊ぶ	ネックのサーボモータを素早く下向きに 43° 傾けた後、素早く 43° 上向きに傾け、近くに設置された観葉植物の葉っぱを揺らす
⑧	時計を見る	アームのサーボモータを下向きに 31° 傾けた後、ヘッドのサーボモータを右に 86° 傾けた状態で 2 秒停止し、その後ヘッドのサーボモータを左に 86° 傾けてからアームのサーボモータを上向きに 31° 傾ける

4. インタビュー

本提案の効果と、作成した 8 種類の動き一つ一つの意図をユーザが認識できるかを調査するため、20 代の学生 4 名を対象に、点灯中は通常のデスクランプとして機能し、消灯中は待機中の動きを行うデスクランプを体験してもらい、その後にインタビューを実施した。

4.1 インタビュー手順

体験の際、日常の中でデスクランプを使用している状況に近づけるため、体験はデスクランプを点灯させた状態で簡単な PC 作業を行う時間と、デスクランプを消灯させた状態で休憩をする時間の 2 つに分け、作業と休憩を交互に合計 2 回繰り返すこととした。デスクランプは休憩時間のみ待機中の動きを行い、作業中は動かない。デスクランプの待機中の動きは図 5 のように、6 秒、12 秒、18 秒の間隔の中から毎回ランダムな間隔で、「①重心移動」、「③周囲を見渡す」、「④伸びをする」、「⑤埃を払う」、「⑥寝る」、「⑧時計を見る」の 6 種類の中から毎回ランダムにいずれか一つの動きを行い、それらの動きと動きの間には「②呼吸」の動きを行う。この際、「⑦葉っぱを揺らして遊ぶ」は設置した植物が他の待機中の動きをした際にも揺れてしまうた

め、除く事とした。3 種類のランダムな間隔は先行研究[12, 15]を参考とし、参加者が 3 分間の休憩中に 6 種類のランダムな動き全てを十分に観察できるように選んだ。具体的には、6 種類のランダムな動きの間隔に提示する「②呼吸」の動きが 1 回につき 6 秒間かかることから、ランダムな間隔は呼吸 1 回、2 回、3 回（6 秒、12 秒、18 秒）の 3 種類とした。



図 5 待機中の動きのパターン例

作業内容は、三田らが行ったペットロボットによる作業支援の実験[16]を参考に、PC 上に表示された英文をテキストエディタに書き写す作業とした。休憩中にユーザがランプの動きを直視してしまうと、日常的にデスクランプを使用している状況からかけ離れてしまうため、休憩中はユーザにお菓子を食べてもらうように指示をした。作業と休憩は各 3 分とし、合計 2 セット行った後、インタビューを実施した。体験とインタビューは図 6 のように静かな部屋で一人ずつ実施した。インタビュー項目は以下の 9 つである。

- 体験として面白い、面白くないか
- 体験のどのような所が面白い/面白くないか
- どのような動きが印象に残っているか
- 7 種類の待機中の動きに対して、それぞれどのような動きに見えるか（参加者に一つ一つの動きの動画を見せながら聞く）
- 参加者に 7 種類の動きそれぞれがどのような動きとして作られたか正解を伝え、正解に対してどう思うか
- 動きは生き物らしく感じたか
- このようなデスクランプがあったら使いたいか
- このデスクランプを使った際、感情の変化はあったか
- このデスクランプに関して改良すべき点



図 6 インタビュー環境

4.2 結果と考察

4.2.1 本提案の効果

「体験として面白いか、面白くないか」という質問に対して、3/4名が面白いと回答し、残りの1名も「(デスクランプを) 興味が湧く存在として意識した」と回答した。また、「体験のどのようなところが面白いか」という質問に対して、「可愛いと思った、予測不可能な動きをするのでつい見てしまう」や「自分がスマートフォンをいじっている時に横で動いているのが、ペットではないが生き物がいるみたいで面白い」との意見があった。そして、「動きは生き物らしく感じたか」という質問に対し、参加者全員が「生き物らしく感じた」と回答した。また、「このデスクランプを使った際、感情の変化はあったか」に対しては、「(ランプに対する) 親しみの度合いが高くなった」や「可愛いのが動いているなど、微笑ましい気持ちになった」との意見があった。以上のことから、設計した待機中の動きがデスクランプの生き物らしさを向上させ、ユーザが癒しや愛着を感じる可能性が示唆された。

一方、「このようなデスクランプがあったら使いたいかな」という質問に対し、「作業中には使用しないが、もう少しリラックスしているときに遊びで使うかもしれない」との意見や、「ずっと音が鳴っていると気になってしまうが、音がしなければ面白いかもしれない」との意見が得られた。また、「このデスクランプに関して改良すべき点」の質問に対しても「音が気になる」との意見が複数得られたことから、本提案が日常的に使用されるためには、デスクランプの本来の用途を阻害しないように待機中の動きを設計する必要があると考えられる。

「このようなデスクランプがあったら使いたいかな」という質問に対しては「自分の癖を(ランプが) 真似してくれたらハッとすることもできるので、そういう事に使いたい」という意見があった。また、「どのような動きが印象に残っているか」の質問に対しては「自分がスマートフォンを見ているとき、ランプが上を向くような動きをして、(動きが)

連動しているのか分からないが、(ランプに) 上を向いたほうがいいよ、と言われているように感じた」という意見があった。以上のことから、待機中の動きだけでなく、ユーザの行動や状態に合わせて、ユーザが取るべき行動を提案する機能も加えることで、ユーザがこのようなデスクランプを日常的に使いたいと思う可能性があると考えられる。

4.2.2 動きの正答率

各動きの正答率を表2に示す。7種類の動きの中で、「⑥寝る」の正答率が最も高く、4/4名が正解した。次いで、「③周囲を見渡す」、「④伸びをする」も正答率が高く、それぞれ3/4名が正解した。一方、「①重心移動(0/4名正答)」、「②呼吸(0/4名正答)」、「⑤埃を払う(0/4名正答)」、「⑧時計を見る(1/4名正答)」の4つ動きは正答率が低かった。「⑧時計を見る」は「人が腰を曲げて横を向いている動き」や「下の位置にあるものを覗き見ている」などの回答が得られた。「①重心移動」は「考え事をしている」、「人混みの中で何かを覗いている」、「離れた距離にあるものを見ている」などの回答が得られた。「②呼吸」は「眠そうな動き」との回答が多く得られた(3/4名)。「⑤埃を払う」は「謝っている」や「機械的な動きに見える」との意見が得られた。以上のことから、全体としてヘッドやネック部分の動きと比べてアームや土台部分のサーボモータを用いた動きの正答率が低い傾向があり、アームや土台部分の動きを設計する際は特に注意が必要であると考えられる。

表 2 各動きの正答率

動きの番号	動きの名前	動きの正答率	正解者数
①	重心の移動	0%	0/4名
②	呼吸	0%	0/4名
③	周囲を見渡す	75%	3/4名
④	伸びをする	75%	3/4名
⑤	埃を払う	0%	0/4名
⑥	寝る	100%	4/4名
⑧	時計を見る	25%	1/4名

4.2.3 動きの意図に対する納得度合い

正答率が高かった「⑥寝る」、「③周囲を見渡す」、「④伸びをする」は参加者にその動きがどのような動きとして作られたか正解を伝えた際、正解に対して「そのような動きに見える」という意見が多く得られた。また、正答率が低かった「①重心移動」、「②呼吸」、「⑦時計を見る」も正解を伝えると「言われてみればそのような動きに見える」という意見が得られる場合が多かった。一方、「⑤埃を払う」は正解を伝えても「実際に土台に埃がないのでそのような動きには見えない」など、動きの意図に対する納得度合いが低い傾向があった。以上のことから、設計したほとんどの動きはその意図がユーザに認識可能である一方、「⑤埃を払う」は動きの意図がユーザに伝わりづらく、動きの設計

を見直す必要がある。

「⑤埃を払う」の正解に対して、参加者からは「照明（ヘッド）の部分人が顔に見えて、あとは体というイメージを勝手に作っていたので、確かに埃を払っていると見ると、顔ではないが、手の動きでそうするだろうと納得できます」との意見もあった。このことから、「⑤埃を払う」のみ動きの意図に対する納得度合いが低かった原因として、ユーザがデスクランプの各パーツを人体の一部に見立てており、その見立てに基づいて動きを解釈した際に違和感を感じたことが考えられる。したがって、人工物の待機中の動きを設計する際はユーザが人工物のパーツを人体のどの部分に見立てているかを意識することで、より生き物らしさを創出できる可能性がある。また、「⑤埃を払う」の正解に対して、「実際に土台に埃がないのでそのような動きには見えない」との意見があったことから、この動きの正答率や正解に対する納得度合いを上げる方法として、実際に土台に埃などの小さなゴミを置くことが考えられる。

5. おわりに

本稿では人工物としてデスクランプを用いて、8種類の待機中の動きを作成し、その体験に関するインタビューを実施した。インタビューから、本提案がデスクランプの生き物らしさを向上させ、ユーザが癒しや愛着を感じる可能性が示唆された。一方、日常的な使用よりも娯楽目的での使用が好まれる傾向があったことから、プロダクト本来の機能を阻害しないように待機中の動きを設計する必要があると考えられる。また、待機中の動きだけでなくユーザの行動や状態に合わせて、ユーザが取るべき行動を提案する機能も加えることで、本提案がより効果的になる可能性があると考えられる。さらに、ユーザに意図が伝わらなかった動きに関しては、動きの細部を再度調整することや、動きの設計を見直す必要がある。そして、ユーザがデスクランプの各パーツを人体の一部に見立て、その見立てに基づいて動きを解釈している様子があった。故に、人工物の待機中の動きを設計する際はユーザが人工物のパーツを人体のどの部分に見立てているか意識することで、より生き物らしさを創出できる可能性がある。

今後は作成した8種類の動きそれぞれに関して、ユーザがどのような印象を受けるかを調査する予定である。また、それぞれの動きによってユーザの感情にどのような変化があるかも調査することで、より人々が愛着を持てるプロダクトが生み出せる可能性がある。

今回調査したデスクランプはその形状からユーザに志向性や生き物らしさを印象付けられるとされており[9]、ユーザにとって生き物らしい動きと認識しやすいと考えられる。本研究では利用シーンとして日常生活全般を想定しているため、例えばティッシュ箱やスマートスピーカーのような、

ユーザが志向性や生き物らしさを感じにくい形状の人工物に待機中の動きを設計した場合は結果が異なる可能性があり、今後はそのような人工物を用いた調査も必要であると考えられる。

参考文献

- [1] Tung, Y.S. and Chien, W.C. : NUWA: Lifelike as a Design Strategy to Enhance Product's Hedonic Qualities, International Conference on Human-Computer Interaction, pp. 290-301 (2023).
- [2] A. Egges, T. Molet and N. Magnenat-Thalmann: Personalised Real-time Idle Motion Synthesis, Pacific Graphics 2004, pp. 121-130 (2004).
- [3] Asselborn, T., Johal, W. and Dillenbourg, P. : Keep on moving! Exploring anthropomorphic effects of motion during idle moments, 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), pp. 897-902 (2017).
- [4] Overgoor, C. and Funk, M. : IdleBot: exploring the design of serendipitous artifacts, Proceedings of the 2018 ACM Conference Companion Publication on Designing Interactive Systems, pp. 105-110, (2018).
- [5] 伊藤壮汰, 香川真人: ILbot: そばにいるだけのロボットとのコミュニケーションデザイン, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集 2021, pp.387-390 (2021).
- [6] Terzioğlu, Y., Mutlu, B. and Şahin, E. : Designing social cues for collaborative robots: the role of gaze and breathing in human-robot collaboration, Proceedings of the 2020 ACM/IEEE international conference on human-robot interaction, pp. 343-357 (2020).
- [7] Press, V.S. and Erel, H.: Humorous Robotic Behavior as a New Approach to Mitigating Social Awkwardness, Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1-16 (2023).
- [8] 川又音: 生物らしく振舞う道具のデザイン —“道具の暇”の提案—, 東京大学大学院情報学環・学際情報学府修士論文 (2020).
- [9] 高橋きなり, 巽将司, 大島直樹, 長谷川孔明, 岡田美智男: もしもランプが生きていたら...傍らに居る存在としての〈Lumos〉について, HAI シンポジウム 2020, P-53 (2020).
- [10] Arias, K., Jeong, S., Park, H.W. and Breazeal, C. : Toward designing user-centered idle behaviors for social robots in the home, RO-MAN 2020 (2020).
- [11] Cuijpers RH, Knops MA: Motions of robots matter! the social effects of idle and meaningful motions, International Conference on Social Robotics 2015, pp. 174-183 (2015).
- [12] Lee, D. and Kim, M. : Reaction feedback as a lifelike idle interaction of human-robot interaction, International Conference on Kansei Engineering & Intelligent Systems (KEIS'06) (2006).
- [13] Ros, A. : Doing nothing The effect of multiple idle animations on a conversational agent characters believability, University of Skövde Master Thesis (2005).
- [14] Song, H., Kim, M.J., Jeong, S.H., Suk, H.J. and Kwon, D.S. : Design of idle motions for service robot via video ethnography, RO-MAN 2009, pp. 195-199 (2009).
- [15] Casso, I., Li, B., Nazir, T. and Delevoye-Turrell, Y.N. : The Effect of Robot Posture and Idle Motion on Spontaneous Emotional Contagion during Robot-Human Interactions, arXiv preprint, arXiv:2209.00983 (2022).
- [16] 三田安綺児, 関口太樹, 栗原渉, 有山大地, 串山久美子: ペットロボットによる精神的疲労軽減と情動を誘発する動きによる作業支援の提案, インタラクション論文集 2021 論文集, 2B15, pp. 412-415 (2021).