

猫の身体の柔軟性と流動性を表現した リラクゼーションロボット

松本紗佳¹ 萩田紀博² 宮下敬宏² 安藤英由樹¹

概要:「猫の身体は液体である」とまで言われる独特のインタラクションが可能な身体を持つ猫をロボットとして表現する方法に着目し、柔らかく伸びるリラクゼーションロボットを提案・制作する。犬や猫を模した従来のペット型ロボットに見られる四足歩行や鳴き声などの能動的な動きで生物を表現するのではなく、呼吸や身体に触れた時の動作など、生物とのインタラクションで無意識に感じる生物らしさを、動物の骨格構造を部分的に再現する。これは、人が生物とのインタラクションで無意識に感じる生物らしさのうち、生物がリラックスしているときの動作を表現することができれば、その動作を人が感じることで、生物のリラックスにつられて人もリラックスするのではないかと考えから発想している。本稿では、この考えに基づいて、柔らかく伸びるリラクゼーションロボットの制作とロボットの体験者の感想をまとめて報告する。

1. はじめに

平成22年9月に行われた動物愛護に関する世論調査によると、ペットを飼う理由として最も多いのは「家族が動物好きだから」(57.2%)、次いで「気持ちやわらぐ(まぎれる)から」(46.2%)が挙げられており[1]、飼い主の気持ちをやわらげる(リラックスさせる)効果をペットから感じている人が多く存在している。ペットと一緒にいる空間で感じる気持ちの和らぎは、著者の経験では、傍にいただけで感じることができる独特な感覚である。ペットを飼わない理由として多いのは「十分に世話ができないから」(46.2%)、「死ぬと別れが辛いから」(37.0%)、「集合住宅であり、禁止されているから」(25.2%)であり、ペットを飼いたくても飼えないという問題がある。これらの問題に該当している人にとっては、ペット型ロボット[2]の需要の可能性がある。

既存のペット型ロボットの多くは、活発に動き回る、鳴き声を上げるなど、能動的な動きで動物らしさを表現している[2, 3, 4]。しかし、ペットと共に生活をしていると、動物は動いている時間よりも、伏せたり、寝転がったり、実はじっとしていることが多いことに気づく。ペットと共にいて気持ちが和らぐと感じる瞬間の多くは、ペットが傍でじっとして、体温のほのかな温かさや呼吸している腹部の動きなどから静かに傍に居る存在感を感じる時である。そのような姿をペットが見せる相手は、出会ってすぐの人間ではなく、長年一緒に暮らしている飼い主の場合が多い。すなわち、飼い主がペットから感じるリラックスの要因の1つは、ペット自身が信頼できる飼い主の傍にいて

安心し、そのときの静かな挙動からペットの安心感を飼い主が感じ取ることで、つられて安心感を抱くからではないだろうか。そこで、ペットが安心して見せる静かな挙動をロボットで再現し、それを人が体験することで気持ちのやわらぎを感じられるリラクゼーションロボットの実現を目指す。

リラクゼーションロボットが模する生物として猫を選択した。現在ペットとして飼われている動物の大部分が犬と猫であり[1]、猫であれば社会的な需要性は高い。筆頭著者は猫アレルギー体質であり、同様の体質を持っているためペットを飼いたくても飼えない人々がこのロボットで体験してもらえるようになる。猫が安心して見せる静かな挙動の重要な要素として、猫は液体[5]と言われるほど柔軟で流動的な体を持っており、安心して際には体が弛緩することで柔軟性や流動性が高まる点が挙げられる。例えば、安心して猫を抱き上げた際には、猫の身体が長く伸びるように変化する。ペット型ロボットのほとんどが硬い外骨格や内部機構で構成されており、皮膚の触感を再現するために、柔らかい素材で覆うなどの柔軟性はあっても身体自体が柔軟に伸びる特徴を持ったペット型ロボットは著者らの調査では見つけることができなかった。本制作におけるリラクゼーションロボットでは、この「伸びる」という特徴に注目し、その要因となる脊椎の構造を取り入れ柔軟性や流動性を表現する。呼吸時の胸部の伸縮も表現に加える。実際には様々な猫に触れることで、猫の体表の触感からわかる柔軟性や流動性、呼吸時の動作を体験して柔軟性や流動性を表現する。猫といえば顔や耳などで猫らしさをアイコン的に表現するのが一般的だが、本報告では、この部分の表現を減らし、触ったときや抱っこしたときの触覚などを強調したインタラクションから猫を感じ取ってもらえるように工夫をした。これにより、体験者は生きている猫が安心して見せる静かな挙動を体験できる。

¹ 大阪芸術大学

Osaka University of Arts

² ATR (株式会社国際電気通信基礎研究所)

Advanced Telecommunications Research Institute International



図1. 「伸びる」という特徴を組み込んだ猫ロボット

2. 柔軟性や流動性を表現する従来ロボット

これまで上市されてきたペット型ロボットの中で、本制作で表現したい柔軟性や流動性に近いものとして、ユカイ工学株式会社の Qoobo[6, 7]が挙げられる。Qoobo は、厚めの丸い座布団（クッション）のような胴体に、モーターで可動する尻尾が取り付けられたロボットである。胴体を撫でる動作を検出し、尻尾を振る速度が変化する。Qoobo は猫を模しているが、顔や耳などのパーツはない。猫の尻尾のインタラクティブな動作のみで動物らしさを表現している。柔軟性はクッションによる受動的な触感と、尻尾の動作によって表現しているが、流動性は表現されていない。

日常生活の中でユーザーに寄り添い柔軟性が表現されているロボットとして GROOVE X 株式会社が開発・製造・販売を行っている LOVOT [4] は、ヒト型に寄せた自走機能付きのロボットである。様々なセンサーを搭載しており、外部刺激によってリアルタイムで反応を返してくれる。全身に暖かさを循環するエア循環システムにより、温かさと柔らかさを兼ね備えたボディを持つ。また、弾性と伸縮性のある生地で包むことにより肌ざわりのよさと可動時に生物らしい動きを再現している。温かみや動きなど非常に生物らしくあるが、コミュニケーションをメインとした動きや受け答えを前提としている。そのため、「静か」な挙動とはいえない。ユカイ工学株式会社の開発・製造・販売を行っている製品 Qoobo [2] は、クッションにモーターで可動する猫のしっぽを取り付けたセラピーロボットである。撫でる手の速さによって、しっぽを振る速度が変化する。リ

アルな見た目でなくとも、猫の動くしっぽという動物の動作要素を加えることで、動物らしさを表現する。姿形で表現しなくても動物らしさが表現できる。しかし、撫でる部分に当たる動体部を触った感触が普通のクッションのままであり、再現されているのはしっぽの動きのみとなっており、猫の脱力した感覚が得られていない。スリープロボット [6] は、Somnox 社が開発・製造・販売を行っている製品で、呼吸による胸のふくらみを再現した抱きしめる形のクッション型ロボットである。呼吸を感じながら眠ることで、自然と呼吸がロボットと同調し安眠に導くことができる。他の呼吸を感じることでリラックス状態へ導き、見た目の生物らしさは必要ではない事が分かる。呼吸がリラックス誘導へ必要な機能であるが、これはクッションであるために、感触は市販のクッションと差が無い。

3. 流動性のある猫ロボットの表現手法

まずは猫がどのような生物であるのか、どのような体のつくりをしているのか、に関する情報を収集した。実際に猫を飼育している方に協力を仰ぎ写真や動画を提供してもらい、猫に直接触れてみて撫でた時の感触やじっとしているときの動き、体の特徴などを観察し、骨格と皮膚の表現に焦点を絞った。

3.1 骨格の作成

可動性の高い背骨の構造の参考として、巨大でもなめらかにヘビの蛇行移動を再現できているチャーリー・ブリンソンらによる世界最大級のヘビロボットであるティアノボア[7]を参考とした。猫の骨格標本を元に背骨に当たる部分を Fusion360 を使用して 3D モデルを作成し、3D プリンターで出力した（図2、図3）。

猫の背骨は人間に比べて骨の数が多く、また関節部分での可動域が大きいため大きく背骨をしならせることが可能である。そのしなりを表現するため二軸でパーツを接続し 360 度動くことができるように設計した。背側と腹側のしなりの大きさが異なるため、その部分を表現するためパーツを微調整し、さらに力を加えずとも背骨部がなめらかに動くよう設計した。肋骨に当たる部分は illustrator でデータを作成しレーザーカッターで木材から切り出しを行った。

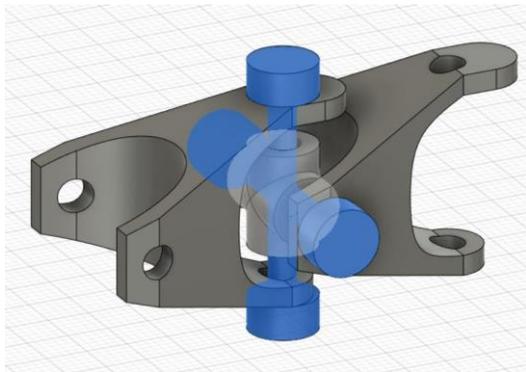


図2. 猫の骨格標本を元にした背骨パーツ

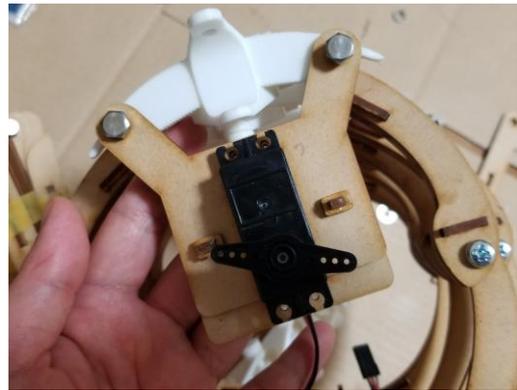


図5. 呼吸の表現のためのサーボモーター



図3. 大きく背骨をしならせることが可能な構造

3.2 呼吸の表現

呼吸の動きを表現するため肋骨部が左右に広がって動くように設計した。尾に向けてなだらかな三角形の形になるように各肋骨部の大きさを調整して組み立てを行った(図4)。これは太いほうは頭であると認識させ自然とそちらの方を持って抱き上げるように誘導するためである。

呼吸の表現にはサーボモーターを使用した(図5,図6)。猫の呼吸数は人間に比べ速いため動かす速度も人よりも速くした。一定の動きではなく呼気と吸気にはスピードの違いが出るために、サーボモーターの動きに緩急をつけた。

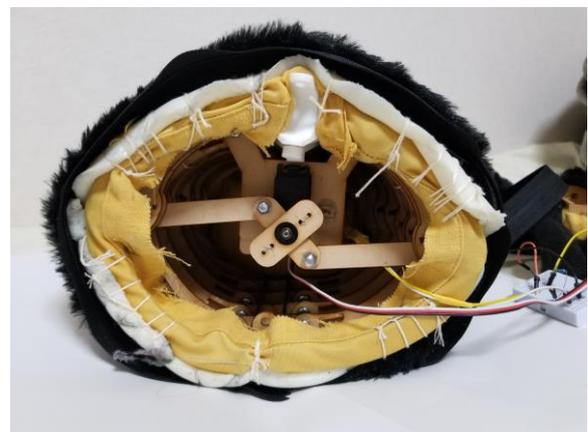


図6. 膨らんでいるとき(上図)と縮んでいるとき(下図)の様子



図4.呼吸の動きを表現するための肋骨部を追加

3.3 外装(皮膚)の作成

皮膚構造については、外観のみを再現するのではなく、内部の骨や筋肉といった内部構造から再現し組み立てることで、触れた際の触覚からリアルさを表現している、株式会社ブラストが開発・製造・販売を行っている Animals As Art [5] を参考にした。

外装(皮膚)には株式会社エクシールの人肌®のゲル原液 乳白 硬度0 という製品を用いて皮膚を表現した。柔らかな素材を使い皮膚を押したときの弾力を再現し、本体を

持ち上げた際に伸びる骨格に合わせてゲルが伸びるように硬度を調整した。猫にはルーズスキンと言われる腹部の皮膚のたるみがあり、これが猫らしさを強めている。そのため、背中部分と腹部でゲルの厚みを変え、腹部にたるみをもたせることにより、これを表現した。毛皮には直毛の猫の毛質に近いポリエステル100%の素材を使用した(図7)。



図7. 猫のルーズスキンの表現

3.4 人と猫のインタラクションの再現

感圧センサーを背中部分に取り付けることにより、背中に撫でた際に反応を返すようにした。動物は身体に触れた際に、一瞬ピクリと身体が無意識に反応する。これを再現し、背中に触れた際にモーターの動きを速め、ピクリと反応させることで生理現象を再現し、より動物らしさを表現した。

4. 体験実験と体験者の感想と考察

2021年2月14-21日大阪芸術大学卒展会場にて、実際に触れて感触を体験した人達の感想のアンケートをとった。「撫でた時の背骨の感じが本物みたい」「家で飼っている猫もこんな手触りだった」「触って呼吸しているのが分かったとき生きてるように感じた」「伸びる身体が本物の猫の様だった」などのコメントが得られた。過去に猫の飼育経験が無い人よりも飼育経験がある人の方が説明を受けるより前に「この感触は猫である」と答える割合が多かった。このことより、触覚が過去の経験を呼び起こし動物らしさの表現に大きくかかわっているのではないかと示唆された。今回は、会場がやや騒がしかったため、リラックスできるかについてのコメントは得られなかったが、手のひらから得られる感覚で生物らしさを再現することは十分であるという事が分かった。

この一連の体験実験から、ペットによるリラックスのメカニズムは、リラックスしているペットの再現にあるという仮説から、活動的な動きと反対の性質を持つ、「静か」な挙動を有する動物型ロボットを制作した。これにより長ら

くペットと共に暮らしていた時に製作者が感じた静かな生き物の存在感を感じることが出来た。

5. おわりに

触覚に着目したインタラクションが可能な身体を持つ猫をロボットとして表現する方法に着目し、柔らかく伸びるリラクゼーションロボットを提案・制作した。従来のペット型ロボットに見られる四足歩行や鳴き声などの能動的な動きで生物を表現するのではなく、呼吸や身体に触れた時の動作など、猫とのインタラクションで無意識に感じる猫らしさを、骨格構造を部分的に表現した。

今回制作したロボットは、猫とわかるような顔やしっぽはつけていないが、リラックスした猫の柔軟に伸びる特徴と呼吸の表現にこだわった。人は視覚的要素をリアルに寄せたものよりも、ある程度想像力を働かせる物体の方が違和感を覚えることなく接することができた。

今回制作した猫ロボットから、リラクゼーションのための動物ロボットデザインは大きく動き回り、会話や鳴き声などでコミュニケーションを測ろうとするものではなく、静かに寄り添える存在感が重要であると考えられる。

過去にペットの飼育経験のある人ほど、触った際の動物の「静か」な挙動を再現することでより強く動物らしさを感じる事が出来る可能性が高い。

今後は、この再現がペットロスなどの人に向けてのロボット開発に使えるのではないかと考えるので、そういった人達のそばに寄り添えるようさらに研究を続けていくつもりである。

参考文献

- [1] 内閣府, 動物愛護に関する世論調査(平成22年9月), <https://survey.gov-online.go.jp/h22/h22-doubutu/index.html>, 2010.
- [2] 藤田雅博, ペット型ロボットの感性表現, 日本ロボット学会誌, Vol. 17, No. 7, pp.947-951, 1999.
- [3] 田島年浩, 感情を持ったペット型ロボット, 映像情報メディア学会誌, 54巻, 7号, pp. 1020-1024, 2000.
- [4] 柴田崇徳, アザラシ型ロボットーパロと人との相互作用に関する研究, Vol. 29, No. 1, pp. 31-34, 2011.
- [5] Marc-Antoine Fardin, On the Rheology of Cats, Rheology Bulletin, 83(2), pp16-17, pp30, 2014
- [6] ユカイ工学株式会社, Qoobo, <https://qoobo.info>, 2019
- [7] しっぽのついたクッション型セラピーロボット「Qoobo」ストレス軽減効果を実証.<https://www.ux-xu.com/news/20190325>, 2019
- [8] GROOVE X 株式会社, LOVOT, <https://groove-x.com>, 2020
- [9] 株式会社プラスト, Animals As Art, <http://www.animals-as-art.com>, 2020
- [10] Somnox 社, Somnox, <https://meetsomnox.com>, 2020
- [11] Charlie Brinson, Titanoboa <https://www.facebook.com/giantroboticsnake>, 2016