

卒業論文

MillÂ : 動物のぬくもりを非接触で感じられる装置

公立はこだて未来大学
システム情報科学部 情報アーキテクチャ学科
情報デザインコース 1018121

永良 研斗

指導教員 岡本 誠
提出日 2022年1月25日

BA Thesis

MillÂ : A device that allows users to feel the life of animals without contact

by

Kento NAGARA

Information Design Course, Department of Media Architecture
School of Systems Information Science, Future University Hakodate
Supervisor: Makoto OKAMOTO

Submitted on January 25th, 2022

Abstract-

One of the social missions of zoos is to provide an environment where people can learn about the importance of life through animals. However, for safety reasons, there is a physical separation between the animals in zoos and the humans, such as cages, fences, and glass. So, zoos offer a "petting experience" to allow people to touch animals. However, there is an issue of stress on the animals being touched. In this age, when animal rights are considered as important as humans, some people argue that the "petting experience" is a human-centered approach.

In this study, we define "the feeling that animals alive" as the life of animals and aim to develop a device that enables us to feel the life of animals without directly touching them. By creating a prototype of the device and verifying its effectiveness, we will create a new communication between animals and humans.

Keywords: Animal Communication, Animal Therapy, Sense of Life

概要：

動物園の社会的使命の一つに、人々が動物を通じて命の大切さを学べるような環境を提供することがある。しかし動物園で飼育展示されている動物と利用者である人間の間には、安全上の理由から檻や柵、ガラスといった物理的な隔たりが存在している。そこで多くの動物園では人間が動物に触れられる取り組みとして「ふれあい体験」が実施されている。しかし触れられる動物側のストレスの存在が課題である。動物の権利が人間のそれと同じように重要視されている現代において、「ふれあい体験」に対して人間本位な取り組みだとする批判も見られる。

本研究では「動物が生きている感覚」を動物のぬくもりと定義し、動物に直接触れずともそのぬくもりを感じられるような装置の開発を目的とする。装置のプロトタイプを制作し、その効果を検証することで動物と人間の新たなコミュニケーションを創造する。

キーワード： 動物コミュニケーション, アニマルセラピー, 生命感

目次

第 1 章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	本研究での「ぬくもり」の定義	1
1.3	目的	2
1.4	論文の構成	2
第 2 章	関連研究	4
2.1	動物との触れ合い行為についての関連研究	4
2.2	ロボットが与える生命感についての関連研究	4
2.3	類似する市販のロボットペット，疑似ペット	6
2.4	本研究の位置づけ	7
第 3 章	提案する装置	8
3.1	MillA の概要	8
3.2	入力部分	9
3.3	出力部分	9
3.4	通信部分	9
3.5	外装	9
3.6	装置の構成	10
第 4 章	評価実験	13
4.1	概要	13
4.2	目的	13
4.3	方法	13
第 5 章	実験結果	15
5.1	分析方法	15
5.2	結果	15
第 6 章	考察	19
6.1	生体信号の真偽が与える影響	19
6.2	装置の形態が与える影響	19
第 7 章	結論	21
7.1	本研究のまとめ	21
7.2	MillA の課題	21
7.3	今後の展望	22

謝辭.....	23
参考文献.....	24
図表一覧.....	25
付録.....	26

第 1 章

序論

序論では本研究の背景と目的について記述する。

1.1 背景

富士サファリパークの飼育員，獣医に対して行ったインタビューや書籍から，動物園関係者は我々人間が動物と，動物が生息する環境に対する理解を促進するためには，人間が実際に動物に触れ，「動物のぬくもり」を感じる体験が最も効果的であると考えている[1]ことが明らかになった。

動物園を訪れる利用者もまた動物園で提供される「ふれあい体験」に強い関心を寄せており，この体験は動物園で人気を集めている取り組みの一つである。

しかし，人間が動物に触れることに関してはいくつかの障壁が存在する．まず動物園で展示されている動物と人間との間には多くの場合，柵や檻によって物理的に隔たれている．他にも動物アレルギーや人間に触られることによって動物自身を感じるストレスもその一因となる．このように，安全面や健康面などの障壁が動物と人間の間にある。

特に動物を感じるストレスについては，近年動物福祉，動物の権利についての意識の高まりから，動物園で行われている従来のふれあい体験は人間本位な取り組みなのではないかという批判も見受けられるようになってきた[1]。

1.2 本研究での「ぬくもり」の定義

本研究で使用する「ぬくもり」という概念について，ここで「生命の気配であり，様々な生体信号の複合で表現されるもの」と定義する。

1.3 目的

本研究の目的は、先述した障壁を乗り越える道具として、直接動物に触らずとも動物のぬくもり、生命感を感じられる装置の開発と、既存のロボットペット、疑似ペットとの比較による実用性の検証とする。

既存のロボットペットは、表現する動物の動作の再現について眼前で実際に生きている動物のデータを参照していない。一方、本研究で制作する装置は眼前で生きている動物から取得したリアルタイムな生体信号を参照し、動物の動作とぬくもりを再現するという点で先行する研究、製品とは異なる。本研究で制作する装置のイメージを図 1.3 に示す。

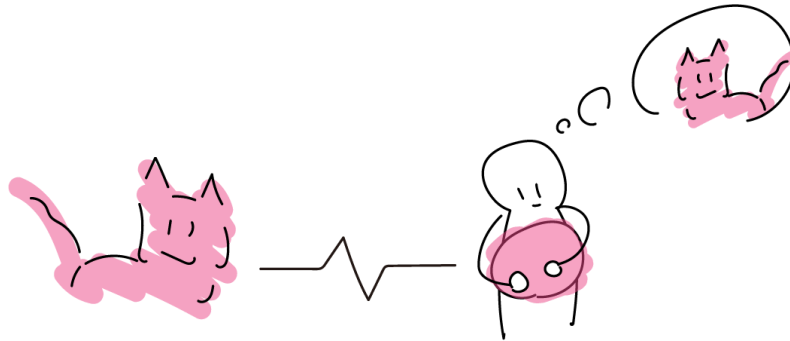


図 1.3 : 装置の使用イメージ

1.4 論文の構成

この論文は全 7 章から構成されている。

第一章は序論で、動物に触れる体験の重要性とその難しさについて述べ、本研究での「ぬくもり」という言葉の定義と、センサーとアクチュエーターを用いて動物に直接触れずとも触れたような感覚と動物のぬくもりを再現する装置を制作するまでの背景を述べた。

第 2 章では、本研究に関連する研究及び先行する既存の製品について述べるとともに、これらと対比させて本研究の位置づけを明らかにする。

第 3 章では提案する装置、MillÂ の動作とその狙いについて述べ、実現するための構造について述べる。

第 4 章では MillÂ を実際に使用し、それによって使用者が動物のぬくもりを感じられるかどうかを検証するための実験方法について説明する。

第 5 章では MillÂ を使用して動物のぬくもりを感じられたかどうかを既存の製品と比較したアンケート調査の結果を述べる。

MillÂ : A device that allows users to feel the life of animals without contact

第6章では実験結果から、MillÂ と既存の製品とを比較した考察について述べる。
第7章では本研究のまとめと今後の展望について述べる。

第 2 章

関連研究

この章では、関連研究及び既存の製品について述べるとともに、これらと対比させて本研究の位置づけを明確にする。

2.1 動物との触れ合い行為についての関連研究

本研究を進めるにあたって前提となる、果たして動物に触れることによって動物に対する理解が進むのかという疑問に対しては、中島らが小学生を対象に行った調査によって動物への世話や触れ合いが動物・人間への思いやり、道徳的教育の効果を高めることが示されている[2].

2.2 ロボットが与える生命感についての関連研究

2.2.1 ロボットペット「パロ」

動物を模したロボットのうち、人間との触れ合いを目的としたものとして、ロボットペットが存在する。柴田は動物の呼吸を模し、撫でると様々な反応を示すロボットペット「パロ」を制作した。さらに柴田はパロを動物が立ち入れない高齢者病棟にて用いた際、高齢患者らにロボットであるパロにまるで生命があるかのような解釈をされ、ロボットによるセラピーがアニマルセラピーと同様の効果を持つ、所謂ロボットセラピーが実施できたことを報告した[3].



図 2.2.1 : ロボットペット「パロ」

2.2.2 腹部運動を取り入れたぬいぐるみが与える印象

吉田らはぬいぐるみに動物の呼吸による腹部の動きを実装し、これが使用者に与える印象について調査した。腹部運動を伴うぬいぐるみはそうでない普通のぬいぐるみと比較した際、有意に生命感を感じさせることが明らかになった。また呼吸のペースを変化させることで、ぬいぐるみに対して感じる生命感の強弱を表現することができたと報告した[4]。

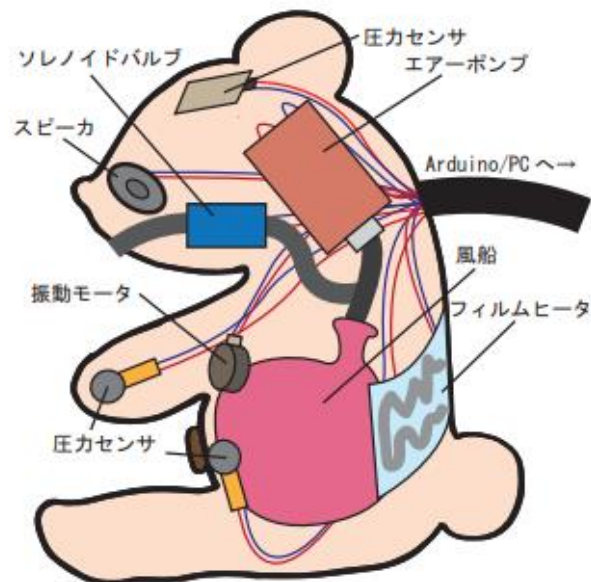


図 2.2.2 : ロボット内部の装置配置図

MillÅ : A device that allows users to feel the life of animals without contact

2.3 類似する市販のロボットペット，疑似ペット

2.3.1 しっぽクッション Qoobo

しっぽクッション Qoobo[5]は，円形のクッションに動物の尾が付いているような形態を持つロボットペットである．Qoobo は撫で方に応じてその特徴的なしっぽを反応させる．また内蔵したモーターによって心拍を模した振動を一定のペースで発生させる．



図 2.3.1 : しっぽクッション Qoobo

2.3.2 クッション型疑似ペット MeowEver

猫の形、猫の触感、猫の重量を再現した疑似ペット MeowEver[6]は、撫でると猫が喉を鳴らす際に発する「ゴロゴロ」といった音を再生し、心音ユニットによって心拍を模した振動を一定のペースで発生させる他、ジェルカイロを内蔵することで猫の体温を表現している。利用者へのアンケートでは、「何らかの理由で猫を飼えない場合の代わりになると思うか」という質問に対して、およそ 83%の利用者が「はい」と回答している。



図 2.3.2 : クッション型疑似ペット MeowEver

2.4 本研究の位置づけ

以上の関連研究によって、動物に触れることで動物への理解や思いやり、道徳心の形成が促されること、また触れる対象が本物の動物を模したロボットペットでも同様の効果を与えられることが示された。

しかし、これらの先行研究、既存製品はどれも表現する動物の動作のオリジナルとして本物の生きている動物の情報を使用していない。一方、本研究で提案する装置では実際に生きている動物にセンサーを取り付け、センサーから取得したり生体信号から動物の動作を再現することで、これらの研究、製品よりもリアルな動物のぬくもりを感じさせることを目的とし、装置を制作した。

第 3 章

提案する装置

この章では本研究で制作した装置である MillÂ の動作とその効果について述べ、これを実現するための構成についての説明を行う。

3.1 MillÂ の概要

制作する装置は動物に取り付けるセンサーとなる入力部分、取得した生体信号を再現する出力部分、これらを連携させる通信部分から構成される。装置の構成を図 3.1 に示す。生きている動物にセンサーを取り付け、取得した生体信号をもとにリアルタイムで動物の動作を再現する。今回制作する装置では取得再現する生体信号を、心拍と呼吸による肺の動きとした。先行するロボットペットの多くは動物の体温を表現するものが多かったが、生体信号の変化をリアルタイムで使用者に伝えることができる MillÂ においては、体温変化を伝達することが困難であることが予想されたので、これを除いた。心拍と呼吸による肺の動きは動物のバイタルを表す基本的な生体信号であり、使用者が動物の状態を想像しやすく、加えて使用者にその変化を伝えやすいことから、今回取得再現する生体信号とした。

また本研究で制作した装置の名称は、”a Machine that Lives Like an Animal”から”MillÂ”（ミラー）とした。

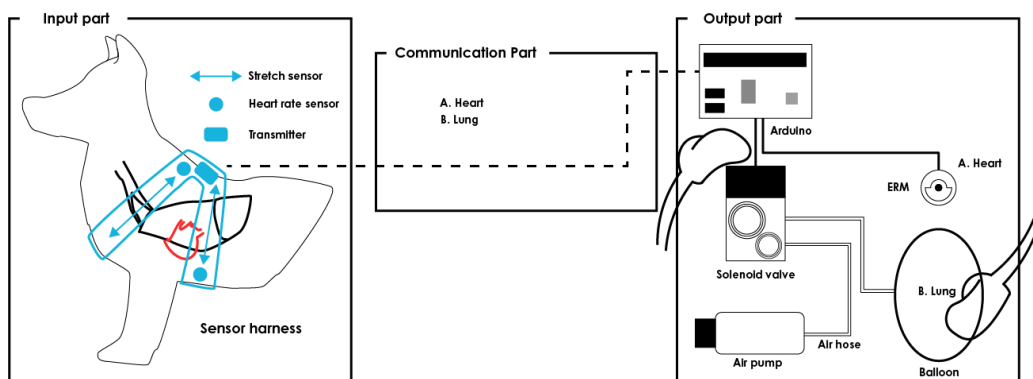


図 3.1 : MillÂ の構成

3.2 入力部分

入力部分は呼吸による腹部の動きを、椿らによってその効果が示された伸縮によって抵抗値が変化するゴム製のストレッチセンサーを使用する計測手法[7]を用いる。心拍については心電センサーによって計測する。

ストレッチセンサーと心電センサーは、ペット動物が取り付けることがあるハーネス型にまとめて対象とする動物に取り付ける。

3.3 出力部分

出力部分については、呼吸を空気ポンプから肺に見立てた風船に空気を送ることで再現する。気流の制御はソレノイドバルブによって行う。

心拍は振動モーターを心臓の拍動のタイミングに合わせて振動させ、これに伴って発生する振動によって再現する。

3.4 通信部分

入力部分と出力部分は有線での通信で連携する。また再現された情報の説得力を高めるため、リアルタイムでの通信を行う。

3.5 外装

アクチュエーターを覆う外装部分の素材にはフェイクファーを使用した。見た目による先入観から利用者が生命感を感じることを避けるため、外装は Qoobo のしっぽや MeowEver の耳のような動物的特徴を可能な限り除いた抽象的な形態を採用した。全体の大きさは軽く抱きかかえられる程度とした。フェイクファーを使用し、抽象的な形態（丸みを帯びた四角形）で構成された外装部分を図 3.5 に示す。

MillÂ : A device that allows users to feel the life of animals without contact



図 3.5 : MillÂ の外装

3.6 装置の構成

3.6.1 入力部分

心拍の取得と呼吸による肺の動きの取得に使用したセンサーを記載する。

AD8232 搭載単極誘導心電モニター

単極誘導心電モニターIC を使用した心電計基盤. 3つの電極を, 心臓を囲うように取り付けて心電を測定する. 本研究では Arduino ライブラリを使用し, 右脇下, 左肩, 右脇腹に電極を取り付けて計測を行った.

ストレッチセンサー

伸縮すると抵抗値が変化するゴム製センサー. 本研究では腹部に着用する布ゴム製バンドに縫い付け, 呼吸による腹部の上下運動を測定した.



図 3.6.1 : ゴム製ストレッチセンサー

3.6.2 出力部分

動物の動作の再現に使用したアクチュエーターを記載する。

振動モーター

携帯電話のバイブレーションにも使用される小型の振動モーター。心拍の再現のため、拍動に合わせて振動させた。

DRV2605L 搭載触覚フィードバックモータードライバ

振動モータードライバを搭載したモジュール。本研究では Arduino ライブラリを使用して振動モーターの振動パターンを含めて制御を行った。

エアポンプ

肺に見立てた風船に空気を送るポンプ。制御はソレノイドバルブで行うため常時稼働させた。

ソレノイドバルブ

電磁気を用いて弁を動かすバルブ。本研究ではエアポンプと風船の間に配置し、風船へと送られる気流の制御に使用した。空気を風船へ吹き込む際には停止させ、風船が空気を吐き出す場合には稼働させた。

電源

装置全体を動作させる電源装置は、定格9Vのエアポンプとソレノイドバルブのため、Arduino UNO R3 対応の AC アダプターを使用し、Arduino の VIN ピンと GND ピンに繋げて電力を供給した。

3.6.3 制御装置

Arduino UNO R3

Arduino とは AVR マイコンと入出力ポートを備えた基盤及び Arduino 言語とその統合開発環境から構成されるシステムである。本研究では、入力された信号が設定された閾値を超えるとモータードライバとソレノイドバルブを動作させる処理を行った。

制御プログラム

開発環境に Arduino IDE を用い、モータードライバとソレノイドバルブの制御を行った。本研究では心電モニターとモータードライバを使用するために専用のライブラリを導入した。

MillÂ : A device that allows users to feel the life of animals without contact

3.6.4 外装

カバー

アクチュエーターと Arduino を覆うカバーの生地にはフェイクファーを使用した。カバーと装置の間にはフリース生地を使用したクッションを挟んだ。クッションの中材には枕などに使われるパイプ状のプラスチック製クッション材を使用した。

第 4 章

評価実験

この章では、MillÅ を実際に使用し、それによって、使用者が動物のぬくもりを感じられるかどうかを検証するための実験方法について説明する。

4.1 概要

本実験では、MillÅ の使用によって、動物のぬくもりを感じられるかどうかを検証するために、五段階評価を用いて、既存の製品であり、本物の生体信号を使用していないロボットペット Qoobo との比較実験を行った。本来ならば富士自然動物公園に赴いて実際に動物に取り付けて実験を行う予定であったが、感染症対策のため断念し、人間である実験協力者にセンサーを取り付けて実験を行った。

4.2 目的

本実験の目的は、MillÅ の使用により使用者が既存の製品を使用した場合と比べて動物のぬくもりを有意に効果的に感じられるかどうかを検証することである。

4.3 方法

実験日

2021 年 12 月 22 日から 12 月 24 日

場所

公立はこだて未来大学 2 階実験準備室

実験環境

本実験では、被験者に椅子に座ってもらい、装置を膝の上、または軽く抱きかかえるような姿勢で使用してもらった。

被験者

大学1年生～4年生の12名

手順

はじめに、比較する2つの装置の特徴と再現する生体信号、MillÂ が実験協力者に取り付けてあるセンサーから取得した生体信号からリアルタイムで動作を再現していることを説明し、その後 Qoobo, MillÂ の順番で体験させた。体験時間はそれぞれ1分とした。2つの装置を体験後、体験した印象をアンケートに記入させた。アンケートは装置を生物と感ずるか、装置に生命感を感じるかどうかを、「あてはまらない」を1、「まああてはまらない」を2、「どちらでもない」を3、「まああてはまる」を4、「あてはまる」を5とする五段階評価で回答を求めた。

アンケートでは上記の質問の他に自由記述で MillÂ を使用した印象と、MillÂ と Qoobo を比較した印象の回答を求めた。アンケートの内容を表 4.3 に示す。Q1, Q2 は装置が生物だと感ずるかに関する評価である。Q3, Q4 は装置の生きている感覚に関する評価である。本実験で実施した五段階評価による質問は、吉田らが行った実験による[4]。

表 4.3 : アンケートの質問

Q1-a(五件法)	Qoobo は生物のようだ
Q1-b(五件法)	MillÂ は生物のようだ
Q2-a(五件法)	Qoobo は生物のようではない
Q2-b(五件法)	MillÂ は生物のようではない
Q3-a(五件法)	Qoobo は生きている
Q3-b(五件法)	MillÂ は生きている
Q4-a(五件法)	Qoobo は死んでいる
Q4-b(五件法)	MillÂ は死んでいる
Q5(自由記述)	MillÂ を使用した印象
Q6(自由記述)	二つの装置を比べてみて感じたこと

第 5 章

実験結果

本章では、本研究の MillÅ と既存の製品である Qoobo を比較し、装置から動物のぬくもりを感じられるかどうかを検証した実験のアンケート結果を述べる。

5.1 分析方法

MillÅ が使用者に与える動物のぬくもりを確認するために、MillÅ と Qoobo をそれぞれ使用した際の印象得点の平均値を算出し、項目ごとに有意水準 5% の t 検定を用いて比較した。

5.2 結果

5.2.1 五段階評価で回答したアンケートの結果

五段階評価で回答させたアンケートの質問項目のうち、Q1, Q2 は装置が生物だと感じるかどうかに関する評価である。Q3, Q4 は装置の生きている感覚に関する評価である。そこで Q1-a と Q1-b, Q2-a と Q2-b, Q3-a と Q3-b, Q4-a と Q4-b の平均値をそれぞれ算出した。その結果を図 5.2.1 に示す。それぞれの質問項目ごとに有意水準 5% の片側 t 検定を実施した。検定の結果、有意水準 5% で $Q3(t(11) = -2.7080, p = 0.0102)$, $Q4(t(11) = 2.1589, p = 0.0269)$ の 2 つの質問項目に有意な差がみられ、 $Q1(t(11) = -0.8972, p = 1944)$, $Q2(t(11) = 1.6032, p = 0.0680)$ の 2 つの項目では有意な差がみられなかった。このことから、生体信号をセンサーからリアルタイムで取得し、動物の動作を再現した MillÅ は架空の生体信号から動物の動作を再現している Qoobo と比べてよりリアルな「生きている感覚」を使用者に与えることが確認された。

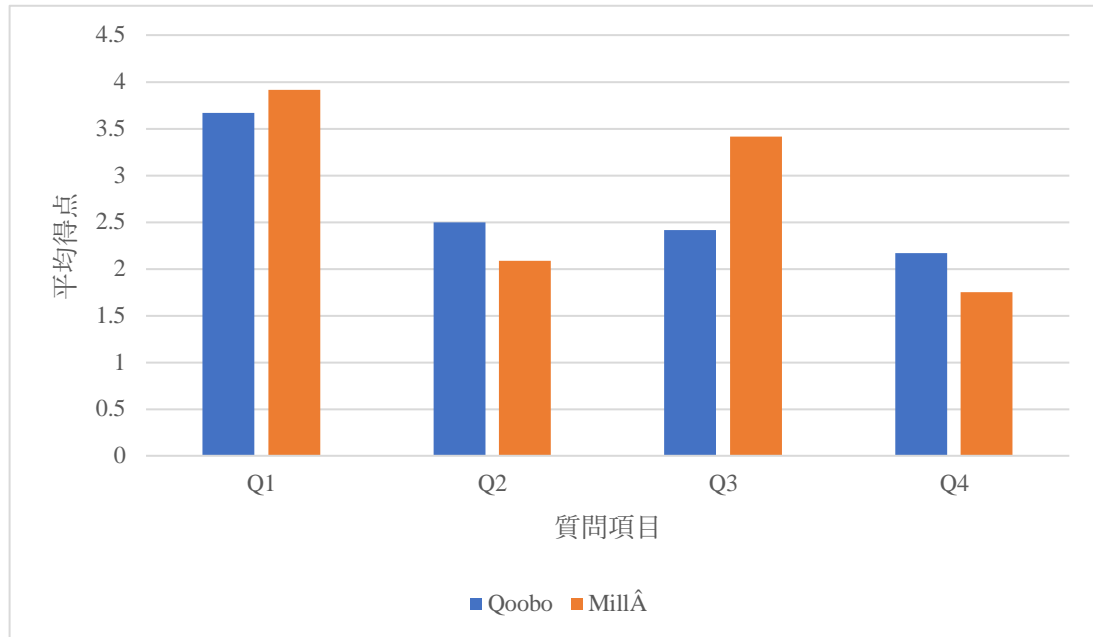


図 5.2.1 : Q1 から Q4 の平均値

5.2.2 MillÂ を使用した印象

MillÂ を使用した印象についての自由記述のアンケート結果を行った。得られた回答を以下に示す。

- 呼吸のようなものを感じられて Qoobo より愛しいと感じた
- Qoobo よりも生きているような感じがした
- 音は気になったが、目を閉じると生物っぽさが増した
- Qoobo よりも動きにカクカク感が少なく、呼吸している様子は Qoobo よりもわかりやすかった。Qoobo がねこや犬なら、MillÂ はマリモという印象だった
- 自分の呼吸をつい合わせてしまう感じがした
- ゆっくりと、同じように動くためおもしろい
- 動いてる
- 機械音が気になったが、呼吸しているような感じがすごいと思った。動物というよりは、毛布が動くようになったともとらえられる気がした。(大きいのと、みたくが動物っぽくない)
- 人の肺のうごきが目でわかっておもしろいと思った
- 機械音が凄くて生物感が薄れた。心音が感じられたのは生物感があって安心した
- 大きい動物を触っている感じ

- 心拍のような動きが再現されて、実際に生きている生物に近い触り心地だった

以上の回答から、「生きているような感じがした」、「呼吸しているような感じがすごいと思った」、「実際に生きている生物に近い触り心地だった」、「心音が感じられたのは生物感があって安心した」といったように、動物の生体信号と生命の気配を関連させるような回答が得られた。これは本研究での動物のぬくもりの定義である、「生命の気配であり、様々な生体信号の複合で表現されるもの」と合致する。

一方装置が発する、主にエアポンプが発する機械音が動物のぬくもりの伝達を阻害していると考えられる回答もみられた。

5.2.3 2つの装置を比べてみて感じたこと

2つの装置を使用し、比較して思ったこと、感じたことについて自由記述のアンケートを行った。得られた結果を以下に示す。

- MillÂの方が生物に近いと感じた
- MillÂの方が柔らかくて生物のような感じがした
- かわいさはQooboが上だが、勝手に動いてくれる分 MillÂの方が生物らしさは上
- MillÂのような心拍とQooboの尻尾のような動きが合わさったらすごく生き物感が出ると思った。あたたかみは MillÂの方が感じた
- Qooboはよくあるおもちゃの動きのようで、MillÂはしずかな生き物を観察している気分だった
- Qooboは動きがこわいけど、本物の生物も予想外の動きをするため生物っぽさのリアリティはある。MillÂは生き物の良いところを詰め込んだ感じがする
- 毛?があると安心感がある
- どちらも手触りはよい。MillÂはどこをなでたら良いのかわからないと感じるときもあった。Qooboは最後の方、なでるのにあきはじめた
- なでるのにポイントを当てたのがQooboで心ばくにポイントを当てたのがMillÂみたい
- MillÂの音と振動が目立ったけど、心拍の感じは MillÂの方が生物っぽかった
- Qooboは感情が伝わって、MillÂは生きているなと感じた
- Qooboはかわいさが強く、いやし的な存在だが、MillÂはぬくもりを感じる（生きている感じが強い）ものになっていた

以上の、「MillÂの方が生物に近いと感じた」、「MillÂの方が生物らしさは上」、「あたたかみは MillÂの方が感じた」、「MillÂは生きているなと感じた」、「MillÂはぬくもりを感じる（生きている感じが強い）」といった回答から、再現する動作のオリジナルとして本物の生体信号を用いている MillÂの方がQooboと比べて動物の生体信号をより忠実に再現できてい

MillÂ : A device that allows users to feel the life of animals without contact

ると考えられる回答を得られた。

加えて本研究での動物のぬくもりの定義である「様々な生体信号の複合で表現される」から、より忠実に生体信号を再現できている MillÂ の方が Qoobo と比べて動物のぬくもりに関してもより忠実に再現できていると考えられる。

また MillÂ と Qoobo の共通の機能である心拍の再現に関しても、「心拍の感じは MillÂ の方が生物っぽかった」、「心ばくにポイントを当てたのが MillÂ みたい」といったように、実際に心電センサーで取得した心拍をリアルタイムに再現している MillÂ の方が Qoobo と比べて再現度が高いと考えられる回答を得られた。

第 6 章

考察

本章では、本研究の MillÅ と既存の製品である Qoobo を比較し、MillÅ が Qoobo より動物のぬくもりを再現できたかどうかの考察を、それぞれの装置の動作のオリジナルとなる生体信号の真偽、形態の観点からそれぞれ述べる。

6.1 生体信号の真偽が与える影響

まず、アンケート結果をもとに、装置が使用者に与える「装置が生きている感覚」を問う「MillÅ (Qoobo) は生きている」、「MillÅ (Qoobo) は死んでいる」という質問項目において有意な差が確認された要因について見解を述べる。「Qoobo はよくあるおもちゃの動きのようで、MillÅ はしずかな生き物を観察している気分だった」という自由記述による回答があったことから、装置が再現する動物の動作のオリジナルとなる動物の生体信号に架空のものを用いるのではなく、実際に生きている動物からリアルタイムに取得したものをを用いることがよりリアルな「生きている感覚」つまり動物のぬくもりを使用者に与えることができるのではないかと考えられる。

次に装置が使用者に与える「装置が生物だと感じるか」を問う「MillÅ (Qoobo) は生物のようだ」、「MillÅ (Qoobo) は生物のようではない」という質問項目において有意な差が確認されなかった要因について見解を述べる。「機械音が凄くて生物感が薄れた」、「機械音が気になった」、「MillÅ の音と振動が目立った」という自由記述による回答があったことから、MillÅ に対して機械的、無機質といった装置の目的から遠いイメージが先行してしまい、生物的なイメージが薄れてしまったのではないかと考えられる。他には機械的なイメージが先行したことで、「機械が生物のはずがない」という現実的な前提が装置への没入を阻害したと考えられる。

6.2 装置の形態が与える影響

自由記述の回答において2つの装置の形態の違いに注目すると、「かわいさは Qoobo の方が上」、「Qoobo は感情が伝わって」、「Qoobo はかわいさが強く、いやし的な存在」というような回答があった。このことから動物的な特徴を持つ形態の方が、Qoobo のモデルとなる小

Mill^Å : A device that allows users to feel the life of animals without contact

型動物の情緒的, 感情的要素である「かわいさ」をより使用者にアピールできると推察される.

第 7 章

結論

本章では本研究のまとめと今後の展望について述べる。

7.1 本研究のまとめ

本研究では実際に生きている動物から取得した生体信号からリアルタイムに動物の動作を再現することで、直接動物に触らずとも、リアルな「動物のぬくもり」を再現できる装置である MillÅ を製作し、またその評価を目的とした。そのために既存のロボットペットや疑似ペットについての調査を行い、これらが表現する動物の動作のオリジナルとして架空の生体信号を用いていることが明らかになった。そして MillÅ を使用することで既存のロボットペットである Qoobo を使用した場合よりもよりリアルな「動物のぬくもり」を感じられるかを検証する目的で、2つの装置をどちらも経験した被験者に対してアンケートによる印象評価実験を行った。実験の結果、「装置が生きている感覚を感じるか」という質問項目において MillÅ の得点が有意に高いことが確認された。自由記述の回答から、本物の生体信号による動作の再現がリアルな「動物のぬくもり」を使用者に与えることができたと考えられる。

7.2 MillÅ の課題

実験を行う中で明らかになった MillÅ の改良点について述べる。

まず装置が発する機械音の激しさについて、「音は気になった」、「機械音が気になった」、「機械音が凄くて生物感が薄れた」、「MillÅ は音と振動が目立った」など自由記述によるアンケートでも多く言及された。動物的な動作を再現する装置に対する没入感が機械音によって阻害されてしまったのではないかと考えられる。主にエアポンプが発するこの振動を伴う機械音を低減する目的で実験を行う前にウレタン製の梱包材でエアポンプを覆ったが効果が認められなかったため、今後制作する改良版の MillÅ では出力を抑えた静穏性の高いエアポンプを採用するか、より防音性があり衝撃を吸収するような素材でポンプを覆いたいと考えている。機械的な特徴を目立たなくすることで使用者がより装置の持つ「動物のぬくもり」に没入しやすくなると考えている。

また MillÅ の外装から「動物のぬくもり」に関する先入観を与えない目的で意識的に除いた動物的特徴を持つ形態について、これを備える Qoobo は自由記述によるアンケートから「かわいさは Qoobo の方が上」、「Qoobo は感情が伝わって」、「Qoobo はかわいさが強く、いやし的な存在」という回答が得られた。このことから外装に動物的特徴を持たせることで動物のかわいさのような使用者の感情、情緒に対するアピール効果があることが推察された。今回行った実験によって、外装の動物的特徴の有無に関わらず、本物の生体信号をオリジナルとした動物の動作を再現した装置の方がより「動物のぬくもり」を再現することができることが明らかになったことから、今後制作する改良版の MillÅ では動物的特徴を備えた、生物として自然な形態を採用できると考えている。

他に実験などで使用しているうちに、MillÅ 内部の機構のデリケートさが露見した。現在、MillÅ の回路はアクチュエーターやトランジスタ、抵抗、ジャンパワイヤをユニバーサル基盤にはんだ付けして固定している。現状ではとても実用に耐えないので今後プリント基板に置換していきたいと考えている。

7.3 今後の展望

今後の展望として、まずは MillÅ の課題で記述した改良点を見直し、実用に耐え得るクオリティの装置を制作することを考えている。

今回の実験は MillÅ のセンサーを人間に取り付けて行ったが、今後動物に取り付けた際の影響を調査するため、富士自然動物公園の奥田龍太氏指導のもと、装置のセンサーを動物に取り付け、動物に対してストレスなど悪影響を及ぼさないか検証したいと考えている。

本研究で提案した MillÅ が実用化することで現状のふれあい体験で人間が触れることによって動物に発生してしまっているストレスを小さく、あるいは全く存在しないようにしてしまえる可能性がある。これにより、動物園の動物のように人間の管理下で飼育展示されている動物の権利を巡る問題について進展がみられる可能性がある。

動物に触れる人間側においても、動物園の檻や柵といった物理的障壁やアレルギーに制限されることなく、全ての人に動物に触れる体験を提供できるようになることが期待される。MillÅ の開発を通じてより多くの人々が動物のぬくもりを感じられるようになることで、動物とその住環境に対して社会全体の理解を促進し、これらを保護しようとする活動に繋げていきたい。また本研究を人間—動物のインタラクティブなモノ作りの通過点とし、言葉を発さない動物と人間との相互的なコミュニケーションを可能にする道具の開発を目指す。

謝辞

本研究を進めるにあたり、岡本研究室の方々には大変多くのご指導とご協力をいただきました。指導教員である岡本誠教授には三年生で取り組んだサファリプロジェクトの段階から、お忙しい中研究の相談をさせていただくとともに、本研究で装置を制作する上で必要となった電子工作について学ぶ機会を提供してくださいました。大変お世話になりました。心より感謝申し上げます。

平田竹川研究室の竹川佳成教授にも同じく三年生のサファリプロジェクトから、制作する装置のアイデアについて多くの助言をいただきました。心より感謝しております。

また岡本研究室の宇井さつきさん、谷内友紀さん、宮岡萌映さん、久保田智靖さん、三ツ谷怜奈さんにも一年間多方面から様々なサポートをしていただきました。研究に関して多くの助言をいただきました。心より感謝しております。

最後に、急な実施にも関わらずお忙しい中実験に参加していただいた被験者の方々、また日ごろから研究内容をサポートしてくれた友人と家族に心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1]川端裕人, 本田公夫: 動物園から未来を考える ニューヨーク・ブロンクス動物園の展示デザイン, 亜紀書房, 2019
- [2] 中島由佳, 他: 学校での動物飼育の適切さが児童の心理的発達に与える影響, 日本獣医師学会雑誌, 64, 227-233, 2011
- [3]柴田崇徳: 癒し系ロボットとソフトマテリアル, 日本ゴム学会協会誌, 78, 313-320,2005
- [4]吉田直人, 米澤朋子: ぬいぐるみロボットの呼吸が生きている状態と内部状態に与える効果の検討, 電子情報通信学会論文誌, VolJ101-D, No2, 263-274, 2018
- [5]【公式】Qoobo (クーボ)・Pettit Qoobo (プチ・クーボ) |心を癒す, しっぽクッション.
<https://qoobo.info/index/> . 2022年1月14日閲覧.
- [6]MeowEver (ミャウエバー) まるで猫がいるような癒し体験ができる猫型クッション.
<https://www.ptns-sp.com/our-products/meowever/> . 2022年1月14日閲覧.
- [7]椿健太郎, 他: 様々な状況における呼吸計測手法の比較評価, 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ, 2016-ITS-67,1-6,2016

図表一覧

図表番号	図表タイトル	掲載ページ
図 1.3	装置の使用イメージ	2
図 2.2.1	ロボットペット「パロ」	5
図 2.2.2	ロボット内部の装置配置図	5
図 2.3.1	しっぽクッション Qoobo	6
図 2.3.2	クッション型疑似ペット MeowEver	7
図 3.1	MillÂ の構成	8
図 3.5	MillÂ の外装	10
図 3.6.1	ゴム製ストレッチセンサー	10
図 5.2.1	Q1 から Q4 の平均値	16
表 4.3	アンケートの質問	14

付録

自由記述により行ったアンケートにおける質問と回答を以下に示す。

Qoobo を使用した印象

- こどうのようなものは感じるが、シッポが動けばいいな、と感じた
- 機械のような感じがした
- しっぽがかわいかった。思っていたより強くなでないと反応しない点では機械っぽさを感じた
- 自分がさわったりすると反応が変わるかの動物のようでかわいらしかった。生き物ではないので、思いきりなでられた。
- たたいたときなど、自分の行動に対してちがう反応をするのがおもしろかった。
- 急に動きだしたり止まったりがこわい
- かわいい？
- みたく目とサイズ感がかわいいと感じた。しっぽの動きが少しだけなでたときと連動していないように感じた
- さわったらうごくのが面白い。どのレベルの音なら感知するのか疑問に感じた
- 小動物を抱きかかえてる気持ちになった
- しっぽのうごきが犬みたいだった
- しっぽが、触ると動いてかわいかった。なでたくなるものだった。

MillÂ : A device that allows users to feel the life of animals without contact

MillÂ を使用した印象

- 呼吸のようなものを感じられて Qoobo より愛しいと感じた
- Qoobo よりも生きているような感じがした
- 音は気になったが、目を閉じると生物っぽさが増した
- Qoobo よりも動きにカクカク感が少なく、呼吸している様子は Qoobo よりもわかりやすかった。Qoobo がねこや犬なら、MillÂ はマリモという印象だった。
- 自分の呼吸をつい合わせてしまう感じがした
- ゆっくりと、同じように動くためおもしろい
- 動いてる
- 機械音が気になったが、呼吸しているような感じがすごいと思った。動物というよりは、毛布が動くようになったともとらえられる気がした。（大きいのと、みたくが動物っぽくない）
- 人の肺のうごきが目でわかっておもしろいと思った
- 機械音が凄くて生物感が薄れた。心音が感じられたのは生物感があって安心した
- 大きい動物を触っている感じ
- 心拍のような動きが再現されて、実際に生きている生物に近い触り心地だった

MillÂ : A device that allows users to feel the life of animals without contact

Qoobo が再現する心拍と、 MillÂ が再現する心拍とを比べた印象

- Qoobo は心拍が一定で機械的に感じたが、 MillÂ は心拍が一定でないように感じたので、リアルだった
- Qooboの方が機械的な感じがした
- Qoobo は心拍よりもしっぽの動きがメインな感じがしてあまり心拍を感じられなかった。 MillÂの方がなでなくても動いてくれる点で心拍を感じた
- MillÂの方がなめらかで、そこにいる感じがした
- Qoobo はよくあるおもちゃの動きのようで、 MillÂ はしずかな生き物を観察している気分だった
- Qoobo に心拍を感じなかった。 MillÂ は生きている感がある
- 前者は心拍っぽい？けど後者はモーターっぽい
- あまり感じられなかったが、提案物の方が感じる事ができた気がする
- 大きいほうがわかりやすい
- MillÂのほうで心拍を感じやすかった、意識した
- どちらもあまり感じなかった。 MillÂの方が呼吸しているのが伝わった
- MillÂ は心拍を感じたが、 Qoobo は心拍はほぼ感じなかった

二つの装置を比べてみて感じたこと

- MillÂの方が生物に近いと感じた
- MillÂの方が柔らかくて生物のような感じがした
- かわいさはQooboが上だが、勝手に動いてくれる分 MillÂの方が生物らしさは上
- MillÂのような心拍とQooboの尻尾のような動きが合わさったらすごく生き物感が出ると思った。あたたかみは MillÂの方が感じた
- Qooboはよくあるおもちゃの動きのようで、MillÂはしずかな生き物を観察している気分だった
- Qooboは動きがこわいけど、本物の生物も予想外の動きをするため生物っぽさのリアリティはある。MillÂは生き物の良いところを詰め込んだ感じがする
- 毛？があると安心感がある
- どちらも手触りはよい。MillÂはどこをなでたら良いのかわからないと感じるときもあった。Qooboは最後の方、なでるのにあきはじめた
- なでるのにポイントを当てたのがQooboで心ばくにポイントを当てたのがMillÂみたい
- MillÂの音と振動が目立ったけど、心拍の感じは MillÂの方が生物っぽかった
- Qooboは感情が伝わって、MillÂは生きているなと感じた
- Qooboはかわいさが強く、いやし的な存在だが、MillÂはぬくもりを感じる（生きている感じが強い）ものになっていた