

# ハーモニック音に基づく振動を用いたうさぎ型 ペットロボットによる癒し効果の検証

## Verification of Healing Effect by Rabbit-type Pet Robot using Vibration

### Based on Harmonic Sound

中央大学大学院 理工学研究科 電気電子情報通信工学専攻 吉川佳佑

Keisuke YOSHIKAWA

## 1. 始めに

### 1.1 背景

近年、日本では少子高齢化が重大な社会問題の一つである。そのような社会では認知症や介護が必要な高齢者の精神を安定に保つために「癒し」が必要である。「癒し」を与える手段として、犬や猫などの動物を用いるアニマルセラピーが主流である。アニマルセラピーでは心理的効果(リラックスや元気づけ等)、生理的効果(脈拍の安定やストレス低減等)、社会的効果(話題にして人とコミュニケーションを取る等)といった影響を人に与えることができる。しかし、生きた動物ゆえにアレルギーや感染症、引っ掻きや器物破損などの責任問題が大きな弊害となり、医療現場に取り入れられることは困難になっている[1]。そこでこれらの弊害を取り払い、動物の代わりに人と相互作用することでセラピーを行うペットロボットが注目を集めている。

### 1.2 研究目的

本研究ではペットロボットが人に癒しを提供するために必要な五感に働きかけるインタラクションのうち触覚の要素に着目し、ロボットにハーモニック振動を与えることで触覚へ働きかけ人を癒す方法を提案する。

## 2. 癒しの定義

本研究では、開発したペットロボットが人に「癒し」を与える上で、多種多様な意味を含む「癒し」について定義付けする必要がある。

現在に存在するペットロボットの研究において、血圧や心拍などの生理的指標とアンケートや POMS などの心理的指標の2つを評価しているものがほとんどであった。

これは実際のペット動物との触れ合いで生じる影響(生理的効果、心理的効果、社会的効果)と同じ項目である。この項目の優位性を持って癒しと定義している。よって本研究では、生理的効果及び心理的効果の向上を癒しと定義する。[2]

## 3. 開発したウサギ型ペットロボット

### 3.1 ロボットデザイン

人々に受け入れやすく更に人を癒すペットロボットを開発する上で、触れやすく持ちやすい形状を考慮した。また、利用者が抱きやすい動物であることを条件にした。しかし、人と身近に生活している犬や猫では外見や動作に少しの違和感でも生じてしまうと癒しを著しく低減させてしまうため、本研究における動物の選定の対象外とした。上記の条件を踏まえたうえで16歳以上の国民3600人を対象として行ったアンケート調査でうさぎが上位に位置している。更にとても人気のある動物であることがわかる[3]。そして、小柄で可愛らしくアクションの再現が分かりやすいという点から、うさぎを選定した。

### 3.2 筐体の構造設計

本研究ではペットロボットの顔は表情を示さないシンプルなものとし、顔と体のサイズ比率もハローキティやリラックマなど多くの人気マスコットキャラクターの比率に採用される白銀比とした。ペットロボットの胴回りの大きさは両手で包み込むことができるサイズ(茎突点から手先までの長さ $\times 2 + \alpha$ )にした[4]。また、骨組みにつける外装では安全性及び生き物らしさ、柔らかい印象



Fig.3.1 Developed pet robot



Fig.3.2 Magnet movable type oscillator

を与えるためにぬいぐるみで用いられるプードルファーを用いた。作成したうさぎ型ペットロボットを Fig. 3. 1 に示す。

### 3.3 動物の再現要素

ペットロボットが人に癒しを与えるためには、人の働きかけに対し、人の五感に働きかけるインタラクションが重要である。利用者に働きかけるインタラクションはアクチュエータを用いた3自由度動作による感情表現、2つの振動子を用いたステレオ視での鼓動再現を実装した。3自由度動作は顔回り、首回り、耳に取り付けることで動作を可能としている。また、Fig. 3.2 に示すマグネット可動型の振動子を2つ用いることで、ステレオ視での振動再生が可能になり、豊かで奥行きのある振動表現を可能とした。

## 4. 振動による癒し

本研究では癒しを目的とするペットロボットを開発するため、快適な振動としてハーモニック音を用いる。そして、快適かつ覚醒・緊張の振動として100[Hz]程度の減衰波形パターンのハーモニック音を導入した。また、リラックス・眠りの振動として50[Hz]程度の呼吸波形パターンのハーモニック音を導入した。

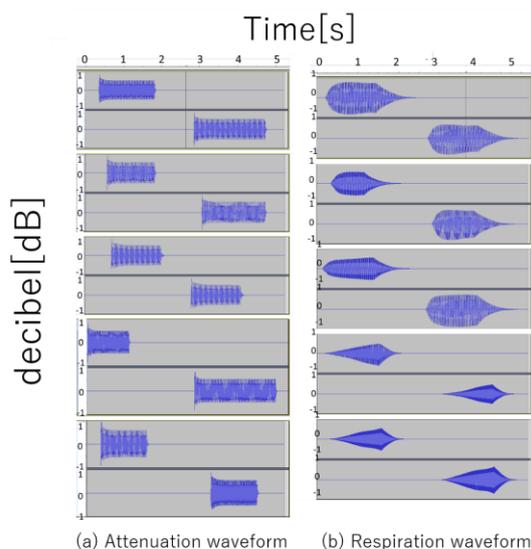


Fig.4.1 10 patterns of vibration

Table 4.1 Five harmonic oscillations

	Fundamental frequency	Variable frequency	Variable intensity
Wave1	66	5.2	0.31
Wave2	71	0.56	0.17
Wave3	51	0.8	0.53
Wave4	40	5.6	0.24
Wave5	56	1.7	0.19

しかし、この2つのみの振動では、時間が経過するたび単調に受け入れられ飽きが生じてしまう。そこで、波形のフェードイン、フェードアウトのパターン調整や信号の強弱の調整を施した。そして、覚醒・緊張時とリラックス・眠り時の振動パターンをそれぞれ5つに増やし、合計10個の波形信号をペットロボットの鼓動として導入した。Fig. 4.1(a)に覚醒・緊張の振動の減衰波形を、Fig. 4.1(b)にリラックス・眠りの振動の呼吸波形を示す。

また、本研究では新たにハーモニック音に基づいた振動を5種類を生成した。振動の名称、周波数、変動周波数、変動強度を示した表をTable 4.1に示す。

## 5. 癒しの評価実験

### 5.1 実験内容

#### 5.1.1 振動の癒し効果の検証実験

5人の被験者を用意し、ペットロボットを抱えてもらい、以下に示す状態でそれぞれの癒し効果があるかを検証する実験を行った。評価方法は、RRI 間隔、LF/HF、脳波、及び VAS の4つを用いて評価を行う。実験様子を Fig.5.1 に示す。

そして、本実験では

- ・A(振動を与えていないロボットを抱えている時)7分
- ・B(過去の研究で用いた鼓動再現の振動を与えたロボットを抱えている時)7分
- ・C(更なる癒し効果のある振動を与えたロボットを抱えている時)7分

の3つの状態を計測した。本実験において、各々状態に一時間以上の間隔を空けることで、前の状態にデータが依存しないように施した。

#### 5.1.2 癒し振動による効果持続の検証実験

5.1.1 節同様に5人の被験者を用意し、振動による癒し効果がロボットを離れた後も効果が持続するかを検証するための実験を行った。

本実験で行った評価方法は RRI 間隔、LF/HF 及び脳波の3つを用いて測定を行った。

本実験では、被験者がロボットに触れる前に10分間安静にしてもらい、ストレスを負荷させた。そして、その後の状態を5分間計測した。この状態をDとする。

ストレスの負荷された状態で癒し振動させたロボットを10分間抱えてもらい、同様にその後の5分間の生理的評価を行う。この状態をEとする。

ロボットの抱える前後の効果の変化及び持続性の評価を行った。

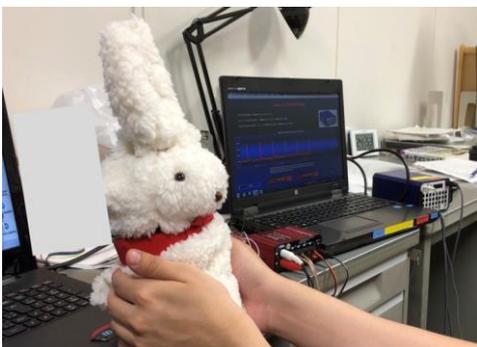


Fig.5.1 Experimental situation

## 5.2 実験結果

### 5.2.1 各振動の癒し効果の検証の実験結果

被験者5人のRRIの平均値をまとめたグラフを Fig.5.2 に、脳波の $\alpha$ 波/ $\beta$ 波の平均値をまとめたグラフを Fig.5.3 に示す。

・RRI では、値が高いほど癒されている、低いほど癒されていないという指標で評価を行った。Fig.5.2 から

状態Aと状態Bを比較すると、5人全員の値が上昇している。そして、状態Bと状態Cを比較すると、5人中4人の値が上昇している。つまり、4人は鼓動再現した振動を与えたペットロボットを抱えるより新たにハーモニック振動を与えたペットロボットを抱える方が癒し効果がある。

状態Cでは最大で11%、最小で2%のRRIの値が増加している。

・ $\alpha$ 波/ $\beta$ 波では、値が高いほど癒されている、低いほど癒されていないという指標で評価を行った。Fig.5.3 から

状態Aと状態Bを比較すると、5人全員の値が上昇している。そして、状態Bと状態Cを比較すると、5人中4人の値が上昇している。つまり、4人は鼓動再現した振動を与えたペットロボットを抱えるより新たにハーモニック振動を与えたペットロボットを抱える方が癒し効果がある。

同様に LF/HF 及び VAS についても癒されることが確認できた。

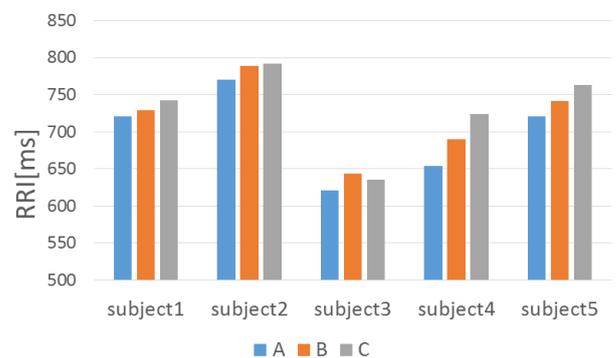


Fig.5.2 RRI by five subjects

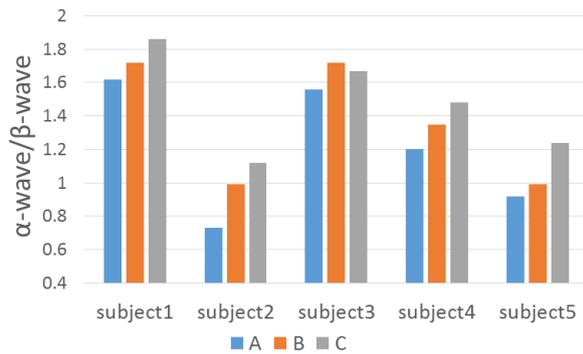


Fig.5.3  $\alpha$ -wave/ $\beta$ -wave by five subjects

## 5.2.2 癒し振動による効果持続の検証の実験結果

・RRI の平均値をまとめたグラフ Fig. 5.4 から分かることを以下に示す。

状態 D と状態 E を比較すると、5 人全員の RRI の値が上昇している。つまり、10 分間安静状態としてストレスを負荷させた状態よりも 10 分間ペットロボットを抱いたことによる癒し効果があることが持続していることが分かった。

状態 E では最大で 5%、最小で 2% の RRI の値が増加している。

・ $\alpha$  波/ $\beta$  波の平均値をまとめたグラフ Fig. 5.5 から分かることを以下に示す。

状態 D と状態 E を比較すると、5 人全員の  $\alpha$  波/ $\beta$  波の値が上昇している。つまり、10 分間安静状態としてストレスを負荷させた状態よりも 10 分間ペットロボットを抱いたことによる癒し効果があることが持続していることが分かった。

状態 E では最大で 38%、最小で 10% の  $\alpha$  波/ $\beta$  波の値が増加している。

同様に LF/HF についても癒し効果の持続が確認できた。

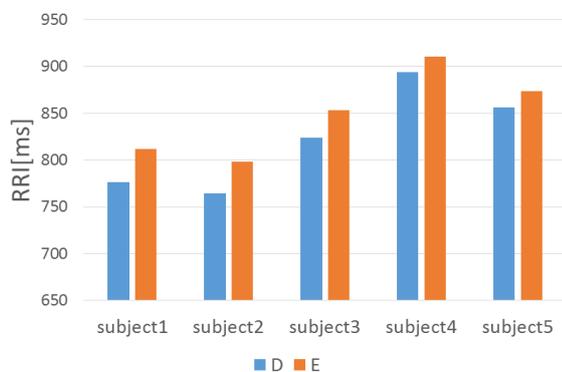


Fig.5.4 RRI by five subjects

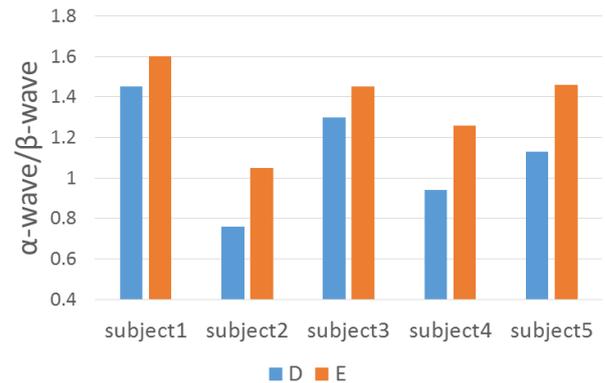


Fig.5.5  $\alpha$ -wave/ $\beta$ -wave by five subjects

## 6. 終わりに

本研究では、ペットロボットが人に癒しを提供するために必要な五感に働きかけるインタラクションのうち触覚の要素に着目し、癒し効果のある振動をロボットに与えることで触覚へ働きかけ人を癒す方法を提案し、検証を行った。実験結果から、生理的評価及び主観的評価を行ったところ、ハーモニック振動を与えることでさらに癒されることが主観的にも身体的にも効果があることが検証された。また、ペットロボットを離れた後も癒し効果の持続も確認が出来た。このことから、ハーモニック振動を用いたペットロボットが人に与える「癒し」が有用であることが示せた。

### 参考文献

- [1] 浜田 利満, 横山 章光, 柴田 崇徳: “ロボット・セラピーの展開”, 計測と制御, vol. 42, no. 9, pp. 756-762, 2003.
- [2] 柴田崇徳: “ロボットと癒し”, 映像情報メディア学会誌, vol. 57, no. 1, pp. 38-42, 2003.
- [3] “ペットロボットの利点-セラピー効果が実証 | ペットロボットショップ-ホーム”, <http://www.pet-robot.com/benefit.html>
- [4] 福田 正治: “感情と癒し-脳のストレスとの関連で-”, 富山大学杉谷キャンパス一般教育, vol. 38, pp. 39-54, 2010
- [5] 福田 正治: “感情と癒し-脳のストレスとの関連で-”, 富山大学杉谷キャンパス一般教育, vol. 38, pp. 39-54, 2010
- [6] “主な調査・研究-NHK 放送文化研究所-NHK オンライン”, [http://www.nhk.or.jp/bunken/summary/yoron/social/pdf/071201\\_01.pdf](http://www.nhk.or.jp/bunken/summary/yoron/social/pdf/071201_01.pdf)