

遠隔地にいる人と犬とのエモーショナルインタラクションの研究

Emotional interaction between human and dogs in a remote location

植松洋亮*¹
Uematsu Yosuke

岡田遼太郎*¹
Okada Ryotaro

矢入郁子*¹
Yairi Ikuko

*¹ 上智大学理工学研究科理工学専攻情報学領域
Graduate School of Science and Engineering, Sophia University, Japan

ストレス社会の現代、人々は癒しを求めてペットとの関係を模索している。筆者らは、会社や学校でもペットとつながってほしいという飼い主のニーズを満たすために、犬の体に取り付け、犬の感情をモニタするセンサの開発を目指している。本稿では、加速度センサ、近接センサ、曲げセンサなど、様々なセンサの使用可能性を検討し、人と犬とのエモーショナルインタラクションのためのシステムデザインについて議論する。

1. はじめに

現在、人間たちは様々な要因でストレスを感じながら生活している。ストレス社会で生き抜くために、人々はスポーツ・旅行・ペットなど多くの方法でストレスを解消している。特にペットは、アニマルセラピーという言葉があるように人間たちを癒す力が大きい。また産業技術総合研究所が開発したパロというアザラシ型ロボットは、ギネスブックから世界の癒しロボットとして認定され、多くの医療・介護施設で人々を癒している。飼い主たちはペットの喜ぶ姿を見るとき、最も癒しを感じる[1]。

ペットの研究は日本だけでなく、海外でも多く行われている。飼い主がビデオチャットシステムを通して、ペットと遠隔地で対話できる研究や[2]、ペットの首輪に 3 軸加速度センサや GPS を埋め込まれたデバイスを装着し、ペットの健康管理を行うサービス[3]など、あらゆる方向からペットの研究が行われている。本研究では日本で最も多く飼われているペットである犬を対象とし、遠隔地において人と犬がインタラクションできるシステムを目指している。本稿はその第一歩として犬の喜びに焦点を当て、犬の喜びの定量化の実現を目指す。そこで我々は、犬の喜びの定量化を実現するために犬の尻尾の動きをセンシングするシステム(以降尻尾センシングシステムと表記)を提案する。本稿では以降、尻尾センシングシステムに用いるセンサとして、3 軸加速度センサ・曲げセンサ・距離センサの 3 つのセンサの利用可能性の検討、犬の尻尾の動きデータの測定を通じた評価を行う。

2. 犬の感情

2.1 犬と行動と感情

犬の感情は、表情・鳴き声・耳の動き・尻尾の位置や動き・カーミングシグナルなど様々な行動で表現されていると言われており[4]。例えば、犬の感情としての喜びは目の輝き・耳の様子・鳴き声・尻尾の動きなどで表される。犬が喜ぶときは、ご飯のとき・飼い主が帰ってきたとき・新しいおもちゃを出してもらったときなど、様々な場面が想像できる。また犬が喜ぶ姿を見た飼い主も喜んでいて考えられる。実際に筆者自身も犬を飼っているが、愛犬の喜んでる姿を見ると、非常に癒され笑顔になる。このように犬の喜んでる姿は、飼い主を幸せにしている。そこで筆者は、犬の喜びに着目した。

2.2 センシングによる喜びの測定

2.1 で言及したように、我々は飼い主が最も理解したいと考えられる喜びに焦点をあてた。そこで、犬の喜びを最も顕著に表し、日常でもしばしば目にする尻尾の動きに着目した。犬は尻尾の位置や動きによって様々な感情表現をされると言われている。例えば、犬が不安を感じているときは、尻尾が後ろ足程度まで下がっている。また緊張や興奮、怒りを感じているときは尻尾をたて、さらに毛が逆立つ。そして犬は喜ぶ時、尻尾を左右に激しく振る。我々は、その尻尾の動きをセンシングでとらえることによって、犬の喜びを定量化できるのではないかと考えた。本稿では尻尾の動きを計測するためのセンサとして、図1に示す 3 軸加速度センサ・曲げセンサ・距離センサの 3 つを候補として検討し、次章でこれらのセンサの検討結果詳細を示す。



図1 各種センサ(左から 3 軸加速度・距離・曲げ)

3. 犬の尻尾センシングシステム

3.1 システム概要

本研究では、犬の喜びを表す尻尾の動きに着目し、尻尾の動きをセンシングすることによって、尻尾の動きデータを測定し、犬の喜びを定量化することを目的とする。そこで我々は犬の尻尾をセンシングする新たなシステムの作成を目指した。尻尾センシングシステムの作成にあたり、我々はどうのようにシステムを実装すれば良いか熟考し、図2に示すような尻尾センシングシステムを考えた。システムの構想としては図2に示しているように、犬用の服にマジックテープを用いて、基盤と Arduino を組み合わせさせたものを犬の背中部分に取り付け、基盤から尻尾に向けて配線し、その先に複数のセンサを取り付け、尻尾あるいは尻尾付近に固定する。

本実験ではこれらのセンサを同時にシステムに実装し、同時に尻尾の動きデータを測定することで、尻尾の動きを測定するのに最も適したセンサが何であるかを検討する。また尻尾センシングシステムにおけるセンサおよび基盤の固定方法を検討する。構想しているシステムでは、図 2 に示すように、犬の体に直

連絡先:

氏名 植松洋亮

メールアドレス y_uematsu@yairilab.net

4B1-1

接基盤や配線が触れるのを極力避けるため、犬は犬用の服を着用する。また服と基盤の固定にマジックテープを用いた理由は、安定して固定させることができながら、取り付け位置の微調整が可能であるためである。尻尾へのセンサの固定方法には 2 つの方法が考案された。1 つ目は、図3に示すように犬用の服の下部にフェルトをつけ、フェルトの先にセンサを固定させるための包帯をつける方法である。2 つ目は、図 4 に示すように犬用の服の下部にフェルトをつけ、そのフェルトに尻尾が通る大きさの穴をあける方法である。センサはあえて完全に固定せず、尻尾を振ったときにセンサに触れる程度にした。

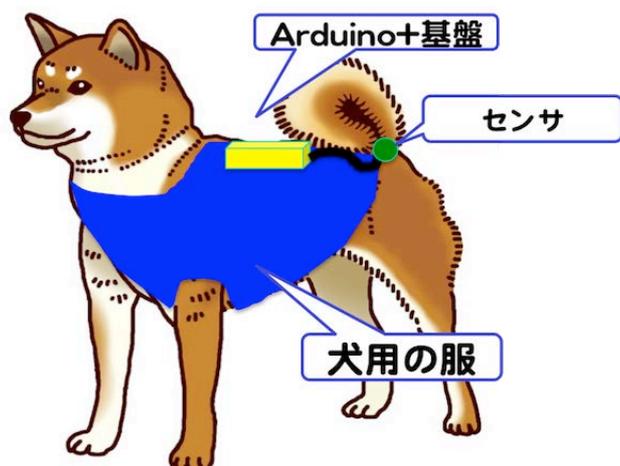


図 2 システムイメージ図



図 3 センサの固定方法①

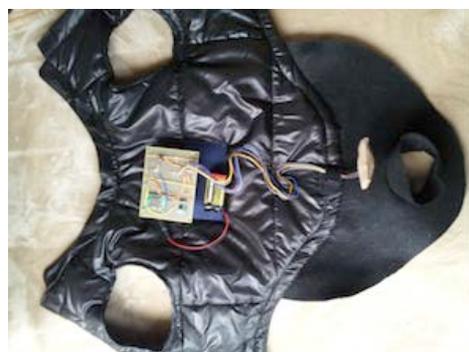


図 4 センサの固定方法②

3.2 センシングデバイス

3.1 にて尻尾センシングシステムの構想を述べたように、本実験では、尻尾センシングシステムに複数のセンサを実装し、同時にデータを測定することによって、尻尾の動きデータを測定するのに最も適したセンサの検討を目的とする。システムに用いるセンサとして、3 軸加速度センサ・曲げセンサ・距離センサの 3 つを検討し、各センサの仕様や特徴を説明する。3 軸加速度センサは 3 軸方向の加速度を測定することができるセンサで、尻尾を振った際の 3 方向の座標の変化を見て尻尾の動きを判定する。曲げセンサは曲げることによって抵抗値が増える単純なセンサであり、尻尾を振った際のセンサの曲がり具合で尻尾の動きを判定する。距離センサは赤外線によって距離を測定することができるセンサである。しかし使用用途としては、物体の存在検知として用いられることが多い。尻尾検知アルゴリズムは、尻尾を振っているときに、尻尾の位置が中央にあるときとの距離の差を比較することで、尻尾の位置が中央よりも右側あるいは左側にあることを検知するものである。しかしながら、距離センサを用いるにはシステム上 2 つの問題があった。1 つ目の問題は、尻尾を振る角度が距離センサの測定許容角度に包含されてしまうため、尻尾を振っても得られる値があまり変化しないという点である。2 つ目の問題は、距離センサの電流負荷が大きいため、3 軸加速度センサ及び曲げセンサと同時にデータをとることができないという点である。

3.3 実験用のシステムの制作

我々は犬の喜びを定量化するために、図 5 に示すような犬の尻尾の動きを測定するセンシングシステム(尻尾センシングシステム)を作成した。システムに組み込んだセンサは、3.2 で記述した通り、3 軸加速度センサと曲げセンサである。尻尾センシングシステムを作成するにあたり、まずブレッドボード上で、各センサの動作テストを行い、さらに各センサを全て組み合わせた動作テストを行った。ブレッドボードでの動作テストを終えた後、図 6 に示すような設計図を描き、それを元にして、回路設計を行い、ユニバーサル基板に実装した。基板は両面スルホール・ガラス・ユニバーサル基板 B タイプ 2.54mm ピッチ(95×72mm)を用いた。基盤に実装したモジュールは microSD カードモジュール、RTC(リアルタイムクロック)モジュール、LED、タクトスイッチである。microSD カードモジュールは取得したデータを保存するために実装し、RTC モジュールは正確な時間を測定することができるモジュールで、実験を開始した時間や終了した時間を正確に把握するために実装した。LED とタクトスイッチは、データ破損を防ぐために実装した。SD カードにデータを書き込んでいる途中で外部電源が抜けてしまうとデータが破損してしまう可能性があり、それを防止するためのものである。各センサと microSD カードの入出力制御はマイコンボード Arduino UNO を用いた。外部電源は犬に配慮するため、小型で軽量のバッテリーや 006p 型電池から供給した。本実験では出力が安定している 006p 型電池を用いた。作成した尻尾センシングシステムを犬に装着したイメージ図と実際に装着した様子の比較を図 7 に示す。図に示すように、基盤と Arduino を組み合わせたものを犬の背中部分に取り付け、その基盤から尻尾に装着したセンサに向けて配線した。センサの固定の仕方および基盤の固定の方法は 3.1 にて述べた。

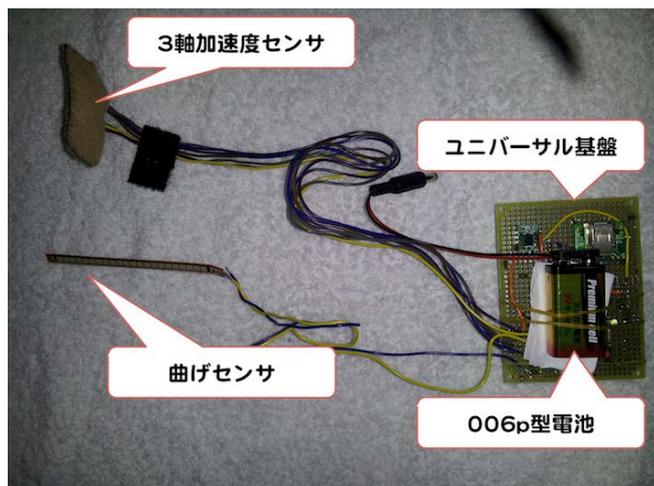


図5 尻尾センシングシステム

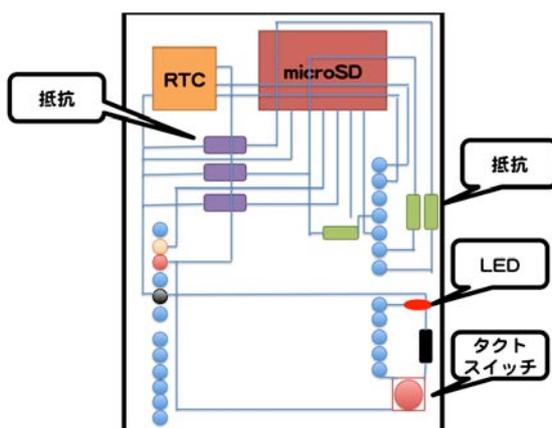


図6 基盤の回路設計図



図7 模式図と実際に装着したものの比較図

4. 犬の尻尾センシング方法の検討

4.1 実験目的

本実験は、尻尾センシングシステムを用いて犬の尻尾の動きのデータを測定することを目的とし、犬の尻尾をセンシングするためには3軸加速度センサと曲げセンサどちらを用いるのが適切かを結果より考察する。

4.2 実験方法

本実験では自宅で飼っている愛犬を対象に、自宅内で尻尾センシングシステムを用いて犬の尻尾の動きデータを測定した。具体的な実験の流れを下記に記述する。

1. ArduinoとPCをUSBケーブルで接続する
2. PCにてデータ上に時刻を表示させるコマンドを入力する
3. Arduinoに外部電源をつけ、PCとの接続を切る
4. 犬に尻尾センシングシステムを装着
5. 犬を喜ばせる
6. タクトスイッチを押して、データを保存
7. システムを取り外す

4.3 実験結果

本実験では、犬に尻尾センシングシステムを装着し、尻尾の動きデータを測定した。実験の様子を図に示す。測定したデータは、テキストデータの形式で保存し、日付・3軸加速度センサデータ・曲げセンサデータの3種類を記録した。結果として、尻尾センシングシステム自体は正常に動作し、曲げセンサのデータと3軸加速度センサデータを測定することが出来た。測定した尻尾の動きデータをExcelに入れて波形データを作成した。縦軸はセンサが示す値を示し、横軸は時間を示している。しかし、犬がシステムを装着した際に、犬が緊張感を感じ、尻尾をあまり振らなかったため、図6の波形データに示すように曲げセンサのデータは尻尾の微々たる動きに対して値が変化しなかった。3軸加速度データは曲げセンサデータと比較すると、図の波形データに示すように尻尾の動きの変化をとらえることが出来た。しかしながら、今回の実験における我々の目的に対しては、3軸加速度データを用いても十分な精度のデータを得ることができなかった。

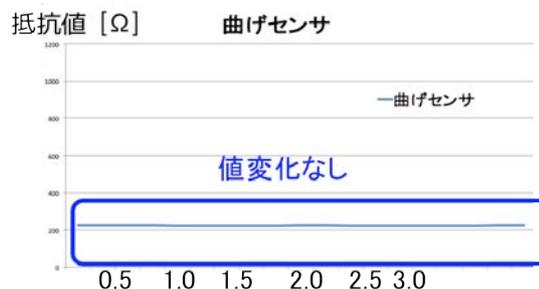


図6 曲げセンサの波形データ

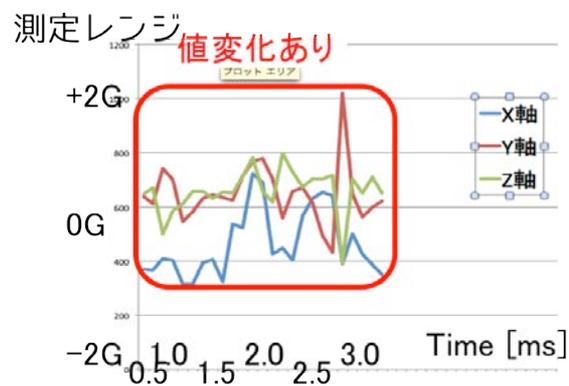


図7 3軸加速度センサの波形データ

5. 犬の尻尾センシング方法の検討

5.1 実験目的

犬の尻尾センシング方法の検討実験の結果および考察より、尻尾センシングシステムから曲げセンサを棄却し、3軸加速度センサのみで犬の尻尾の動きデータを測定する。また尻尾の動きデータだけでなく、歩行や体を振るわせる等の犬の他の行動データも測定し、尻尾の動きデータと比較することで尻尾データの信頼性を高めることを目指す。

5.2 実験方法

本実験のデータの測定方法としては犬の尻尾センシング方法の検討実験と同一であるため省略する

5.3 実験結果

本実験では、尻尾センシングシステムを用いて、3軸加速度センサによる尻尾の動きデータ測定を試みた。しかし何回実験しても愛犬は尻尾を激しく振らなかったが、微小な犬の尻尾の動きデータと犬の他の行動データの測定をすることができた、その波形データを図8に示す。波形データを見るとわかるように、3軸加速度センサの犬の尻尾の動きの波形は、犬の歩行や体を振るわせる波形とは異なることがわかった。

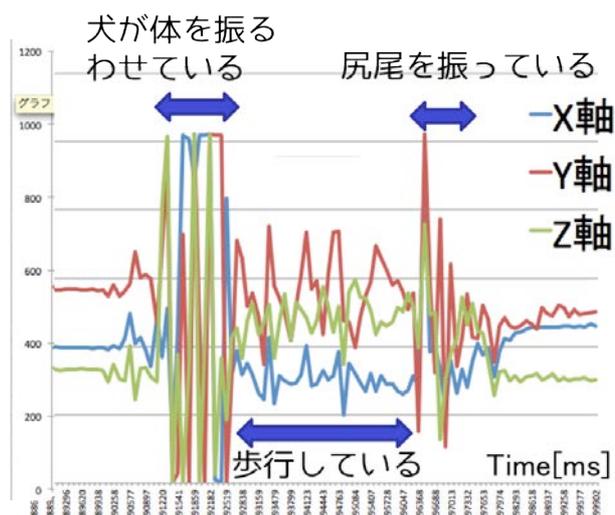


図8 犬の行動の波形データ

5.4 実験考察

本実験では、尻尾センシングシステムを用いて3軸加速度センサのみで犬の尻尾の動きデータの測定を試みた。結果として、激しく尻尾を振ったデータを測定することができなかった。愛犬が尻尾を振らなかった理由としては2点考えられる。1点目は、尻尾センシングシステムの装着が犬にとって不安や緊張感をおもものになってしまった可能性がある。犬は非常に繊細な生き物で、普段と違うことをされると、それだけでテンションが下がってしまうのである。そのため、犬にシステムの存在を感じさせないほどシステムを小型化する、あるいは新たな方法で尻尾をセンシングする必要があると考えられる。2点目は、我が家の愛犬自体が実はあまりテンションが高くなく、本当によっぽど喜んでいるときしか尻尾を振らない犬なのではないかという点である。普段から愛犬をかわいがっているが、尻尾を振って喜ぶのは、

主に飼い主が外出先から帰宅したときがほとんどであり、普段から尻尾を多く振っているわけではないため、被験対象としてあまり適していなかった可能性があると考えられる。

6. まとめと将来課題

本研究では犬の喜びを定量化するために、犬の尻尾をセンシングするシステム通称、「尻尾センシングシステム」を作成し、愛犬を対象に犬の尻尾の動きデータの測定を目指した。尻尾をセンシングするために、システムへの実装を検討したセンサは3軸加速度センサ・曲げセンサ・距離センサの3つである。実験結果として犬の尻尾をセンシングするために最も適したセンサは3軸加速度センサであることがわかった。本実験にて、実際に激しい犬の尻尾の動きデータを測定することはできなかった。その理由としては、主にシステム上の問題が考えられる。将来課題として、より犬に負担をかけないために尻尾センシングシステムを小型化や軽量化するとともに、ドップラーセンサなどの新たなセンシング方法を考える必要がある。さらには犬の尻尾センシングによって定量化した喜びを遠隔地にいる人間にフィードバックするアプリケーションを開発していきたい。

7. おわりに

本研究では遠隔地にいる人と犬とのインタラクションを促進する研究の第一歩として犬の喜びの定量化の研究を行った。犬の喜びを定量化するために3軸加速度センサ・曲げセンサを用いた尻尾センシングシステムを作成し、犬の尻尾の動きをセンシングするために最適なセンサを検討した。結果として、3軸加速度センサが最も犬の尻尾センシングに適していることがわかった。今後は、尻尾センシングシステムを小型化や軽量化するとともに、ドップラーセンサなどの新たなセンシング方法を模索し、定量化した喜びを遠隔地にいる飼い主にフィードバックするアプリケーションを開発していきたい。

参考文献

- [1] Shibata Takanori Therapeutic Robot "Paro" for Robot Therapy In proceedings of the Journal of Robotics Society of Japan 24(3), 319-322, 2006-04-15
- [2] Carman Neustaedter, Jennifer Golbeck, Exploring pet sideo chat: the remote awareness and interaction needs of families with dogs and cats, In proceedings of the 2013 conference on Computer supported
- [3] <http://www.pinmypet.com/> (2013 12/20)
- [4] <http://www.koinuno-heya.com/zukan/karada-tail.html#three> (2013s 12/10)