

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 19 日現在

機関番号：23201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25540089

研究課題名(和文) イヌBMIによるヒューマンペットインタラクションの研究

研究課題名(英文) Human-Pet Interaction based on Brain Machine Interface for Dog

研究代表者

唐山 英明 (Touyama, Hideaki)

富山県立大学・工学部・准教授

研究者番号：00401323

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、イヌの脳波を計測することにより、ヒトの声などに対するイヌの注意状態を推定可能なイヌ用のBMI (Brain Machine Interface: ブレインマシンインタフェース) 技術の開発を行った。リアルタイムで駆動するイヌの注意状態推定システムによって、その推定結果をヒトへフィードバックする実験を行った。その結果、イヌ用のBMIをさせることに成功し、新しいヒューマンイペットインタラクションHPI (Human Pet Interaction) の実現可能性が示唆された。一方で、イヌの体動時のノイズなどの課題を抽出した。

研究成果の概要(英文)：In this study, by measuring the EEG of dog, we developed a brain machine interface for dog which enables to estimate the attention of dog to human voices etc. The BMI system could give the feedback to us by classifying the dog brain signals in online. The result of this study suggested the possibility to realize the EEG-based human-pet interaction. The future problem was revealed on removing the artifact from physical movement of dog.

研究分野：生体情報工学

キーワード：ブレインマシンインタフェース ヒューマンペットインタラクション イヌ 脳波

1. 研究開始当初の背景

イヌは他のどの動物よりもヒトとの信頼関係が厚く、ヒトのために様々な分野で活躍している。例えば、ペット、コンパニオンアニマルや盲導犬、介護犬などが挙げられよう。また、国内のペットの中でもイヌは最も人気が高いという特筆すべき事実がある。このような中、イヌとヒトのコミュニケーションは、主に声の聞き取りやジェスチャーの目視などで行われているが、もちろん共通の言語を持たないため、その意思疎通はヒト同士ほど円滑には行われない。特に、盲導犬や介護犬の訓練、さらにペットのしつけにおいては、イヌがどのような理解をしているかといったフィードバックが訓練士や飼い主に与えられれば、新しいインタラクションの手段となり、有益であると考えられる。

近年、動物の行動を計測し分析するバイオリギングや、さらにはヒューマンペットインタラクションの研究が活発に行われている。このような研究では、野生動物やペットの位置や動きの情報を計測するのが主であるが、その動物の高次生体情報を利用した事例はなかった。

2. 研究の目的

本研究では、イヌとヒトの新しいコミュニケーション手段の新規開拓を目的として、イヌの高次生体信号として脳波を計測することにより、ヒトの声などに対するイヌの注意状態を推定可能なイヌ用の BMI (Brain Machine Interface: ブレインマシンインタフェース) 技術の開発を行う。このような技術を確認した後、リアルタイムで駆動するイヌの注意状態推定システムを開発し、ヒトへのフィードバック実験を行う。注意状態の推定においては、ヒトの脳波インタフェースにおけるパターン識別技術を応用し、その場で記録した脳波データを瞬時に解析する。このような技術に基づいて、リアルタイムで動作するイヌの注意状態推定システムを開発し、ヒューマンイペットインタラクション HPI (Human Pet Interaction) の新しい形を提案する。

先行研究では、主に臨床目的で、麻酔下、剃毛下、あるいは侵襲的という制約の下で動物の脳波計測が行われてきたが、近年、安全な手法としての脳波の計測も行われている。本研究では、麻酔下、剃毛下、侵襲的というイヌにとって不自然な制約を設けず、通常のペットとしてのイヌを対象に予備的な脳波計測実験を行うことを目的とする。

なお、本研究は富山県内の富山国際ペットビジネス学院の協力のもと、実現した。

3. 研究の方法

イヌの脳波計測の実施・聴覚刺激実験

イヌに聴覚刺激を提示するシステムを開発した。ここで、聴覚刺激はスピーカーから PC を利用して制御され、提示された。聴覚刺激としては、飼い主の声を含む複数のヒトの声などとし、イヌへの呼びかけを行うものであった。屋内安静状態のイヌに対して聴覚刺激を提示した時の事象関連電位を計測した。ここで、飼い主の声に対して事象関連電位が検出できると期待される。計測は耐ノイズ性に優れた電極を搭載した有線型脳波計 (TEAC 製 AP216) を用いて、ノイズ低減を図った上で、実施した。電極の装着位置は、ヒトあるいはイヌの場合の先行研究に従って頭頂部とした。また同時に、イヌの様子を動画で終始撮影しておき、ノイズの原因となる体動や瞬目の監視を行った。実験システムの概要は図 1 に示す通りであった。また、実験に参加した被験犬の「イクラ」を図 2 に示す。



図 1 イヌの脳波計測実験システム



図 2 実験に参加した被験犬「イクラ」

アルゴリズム開発とデータ解析

以上で得られた実験データを解析した。リアルタイム性を追求するため、事象関連電位の検出は可能な限り短時間の脳波データを用いて行う必要があり、高度なパターン認識技術を適用する必要がある。

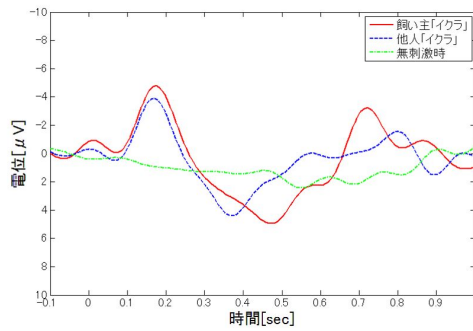


図3 イヌの事象関連電位

本研究では主に、多変量解析（PCA：主成分分析）による特徴抽出の後、LDA（線形判別分析）を利用した識別を行った。特に、事象関連電位を時間領域で分析し、刺激提示後の脳波形から、イヌが刺激に対して注意を惹起したかどうかを推定した。推定精度の評価においては、いわゆる一個抜き法を採用し、推定の正解率数値を指標として混合行列の形で整理した。今回の実験で得られたイヌの事象関連電位を図3に示す。

アプリケーション開発

イヌの注意状態をリアルタイムで推定可能な「イヌのBMIシステム」を開発した。ここで、ヒトに対するBMIと同様の設計技術が踏襲され、ヒトBMIの技術を大いに活用した。

イヌが聴覚刺激に注意した場合と、無視した場合の脳波のパターンの違いを利用して、事象関連電位が検出された際（聴覚や視覚刺激に注意した場合）、検出されなかった際（聴覚や視覚刺激に注意しなかった場合）に、その結果を通常のディスプレイに表示（フィードバック）し、オンラインでヒトに注意喚起するフィードバックシステムを開発した。

4. 研究成果

本研究課題では、イヌを対象としたブレインマシンインタフェースを開発し、その性能について評価を行い、ヒトとイヌのインタラクションの新しい手法（ヒューマンペットインタラクション）について調査を行うことが目的であった。

イヌの頭皮に脳波を測定可能なセンサを装着し、イヌに聴覚刺激を提示した際の事象関連電位を抽出した。同時に、視覚刺激についても検討を行うため、眼球運動の計測も実施した。事前に蓄積したイヌの事象関連電位に基づいて機械学習を行い、あらたにイヌに対して聴覚刺激を行った際の注意惹起の有無をリアルタイムで判定可能なシステムを動作させることに成功した。

イヌとしてメスのポメラニアン（実験当時

6歳）を採用した結果、イヌの眼球運動は眼電位により高いSN比で記録され、一定視線運動（単純な水平運動の繰り返し、上下運動の繰り返しなど）の場合には、視線の推定が精度よく可能であるとともに、瞬目のタイミングを抽出することに成功した。またイヌの注意惹起の判定精度は比較的高く（一回計測の脳波により、約75%を達成した）、将来的にヒトとイヌの間のヒューマンペットインタラクションが、イヌの脳情報に基づいて実現する可能性が示唆された。

ただしその一方で、予想はされていたものの、脳波計測において覚醒時のイヌを扱う際の難しさもあらためて明らかとなった。特に、イヌの体動によるノイズが脳波計測を困難とするケースが多く見られ、今後は、瞬目と併せて、独立成分分析などによって体動を除去する信号処理アルゴリズムの必要性が再認識された。また、判定精度を向上させるため、判定アルゴリズムの改善などの試みも引き続き行う必要がある。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

以下に、研究機関内に実施した報道発表について記載する。

- 2014年03月07日 「犬ゴコロ 目と脳で分析 県立大研究グループ」 読賣新聞
- 2014年03月07日 「犬の気持ち分かる? 県立大 視線・脳波の反応分析」 北日本新聞
- 2014年03月07日 「「犬の気持ち」知る機器を公開」 富山新聞
- 2014年03月07日 「犬の気持ち分かるかな? 脳波などデータ計測システム」 北陸中日新聞
- 2014年03月07日 「イヌの反応、把握に一步 県立大グループが研究・開発」 朝日新聞
- 2014年03月04日 「犬の「内面」に迫る 富山県立大グループが目線、脳波測定機器を開発」 富山新聞

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.pu-toyama.ac.jp/IS/BCI/publication/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

唐山英明 (T O U Y A M A , Hideaki)

富山県立大学・工学部情報システム工学

科・准教授

研究者番号：00401323

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：