

2023 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：分野横断・異分野連携

研究期間：2023 年度

課題番号：23233003

研究課題名（和文）：脳情報デコーディングによる風の心地よさ感評価に関する研究

研究課題名（英文）：Estimation of pleasantness for wind based on brain decoding

研究代表者：大風 翼

交付決定額（当該年度）：280,000 円

1. 研究の目的

本研究では、熱的中立環境を想定した人工気候室実験を実施し、取得したデータを用いて、脳波を入力データとした機械学習を基に風の心地よさ感の予測及び風の心地よさ感に関連する脳領域の分析を行う。なお、本研究は、東京工業大学人を対象とする研究倫理の承認(第 2023030 号)を得ている。

2. 研究の方法

実験は、東京工芸大学厚木キャンパスの人工気候室にて、2023 年 9、10 月に実施した。実験参加者は、脳疾患の既往歴のない利き手が右手の健康な成人で、男性 11 名、女性 8 名である。風を 8 秒間浴び、その風に対する心地よさ感(Pleasantness)を申告するトライアルを、脳波計測と並行して合計 150 回実施した。脳波の計測には、ANT Neuro 社製の eego sports64 を用い、国際 10-10 法に則して 64 個の電極を頭皮上に配置した。実験参加者に曝露させた平均風速は 5 種類とし、連続したトライアルで同じ風速が出力されないようにした。人工気候室の温湿度は $27^{\circ}\text{C} \cdot 70\%$ とし、着衣は上下長袖のスウェット(約 0.60 clo)に統一した。脳波は、各トライアルで風に曝露している時間のうち、風の出力装置の起動 2 秒後以降の、風速が安定している 6 秒間のデータを分析対象として抽出した。はじめに、各電極データに対して、独立成分分析を行い、瞼の動きや眼球運動由来の成分を除外した。続いて、脳波の信号源推定を行い、44 の脳領域について、周波数帯 (θ 、 α 、 β 、 γ 帯) ごとにパワースペクトル密度の平均値を算出した。なお、心地よさ感申告のデータに大きな偏りがあった 1 名と、脳波データを十分に取得できなかった 1 名の計 2 名のデータは、以降の分析から除外した。

前処理を行った脳波データを用い、1 名分を検証データ、残りの 16 名分を学習データとし、線形サポートベクタマシンを用いた Pleasant と Unpleasant の 2 値分類検証を行った。特徴量には、44 の脳領域における各周波数帯パワーを用いた。心地よさ感申告のうち、Pleasantness > 0 のトライアルを Pleasant、Pleasantness < 0 を Unpleasant としてラベルを付し、Pleasantness = 0 のトライアルは分析から除外している。

3. 研究成果

すべての脳領域の各周波数帯パワーを特徴量として機械学習を行った結果、17 名分の検証データにおける正解率の平均は 55.2%、標準偏差は $\pm 5.76\%$ であった。線形サポートベクタマシンの識別関数における各特徴量の重みについて、17 名分の平均値を算出し、重みの平均値の絶対値が大きい領域を抽出した。図 1 に、Pleasant と Unpleasant の、各ラベルへの分類予測に寄与した上位各 10 個を算出し、計 20 個の特徴量について可視化したものを示す。赤色で示される特徴量は Pleasant の予測、青色は Unpleasant の予測に大きく寄与したことを表す。左脳と右脳、および周波数帯ごとに区分して、7 個の脳領域群(A-G)が形成されたとみなすことができる。さらに、各脳領域群で寄与の大きさは同程度であり、特に、脳領域群 C(右側頭 α 帯)で、Pleasant の予測への寄与が大きかった。

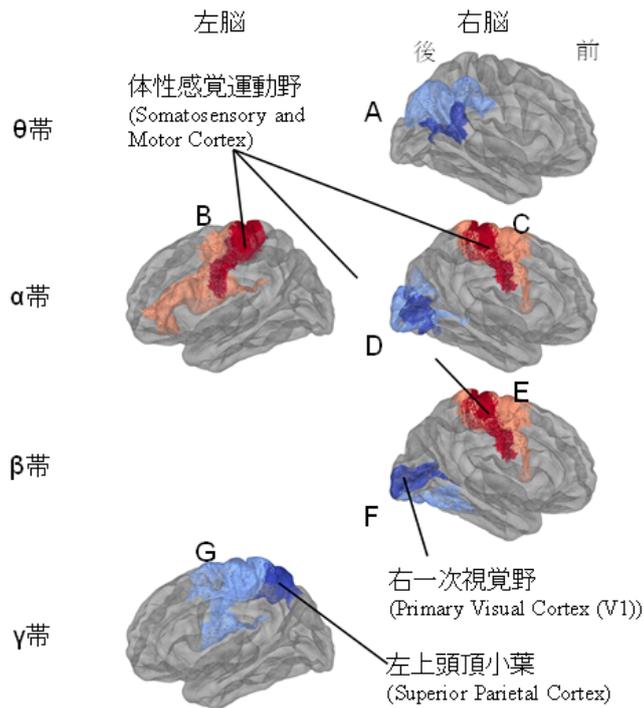


図1 分類予測に寄与した上位20個の特徴量および各脳領域群で最も寄与が大きい脳領域の位置(濃色箇所)

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0件)

なし

〔学会発表〕(計 1件)

1. 東野 莉奈, 本江 一紘, 中村 隆斗, 玄 英麗, 吉村 奈津江, 大風 翼: 脳波を用いた風の心地よさ感評価に関する研究(その3): 熱的中立環境下の人工気候室実験と機械学習に基づく風の心地よさ感に関わる脳領域の推定, 2024年度日本建築学会大会講演梗概集(投稿中)

〔図書〕(計 0件)

なし

〔その他, 産業財産権, ホームページ等〕

なし

5. 研究組織

(1) 研究代表者

大風 翼 (東京工業大学 環境・社会理工学院)

(2) 研究分担者

1. 吉村 奈津江 (東京工業大学 情報理工学院)
2. 玄 英麗 (東京工芸大学 工学部)
3. 中村 隆斗 (東京工業大学 環境・社会理工学院)
4. 本江 一紘 (東京工業大学 環境・社会理工学院)
5. 東野 莉奈 (東京工業大学 環境・社会理工学院)

6. 要約 (Abstract, 英文)

Research Theme

Estimation of pleasantness for wind based on brain decoding

Representative Researcher (Affiliation)

OKAZE Tsubasa (Tokyo Institute of Technology)

Summary · Figures

This study aims to estimate the pleasantness of wind under thermoneutral conditions based on machine learning. The analyzed brain wave was collected through an experiment performed in an artificial climate chamber at the Atsugi Campus of Tokyo Polytechnic University in September and October 2023. During the experiment, the air temperature and relative humidity were maintained at 27°C and 70%, respectively. Nineteen healthy students around 20 years of age (8 females, 11 males) participated. Each session consisted of 50 trials, and each participant completed three sessions (150 trials in total). In this study, five wind velocity levels were used to induce different levels of pleasantness. EEG data were recorded with 64 electrodes using eego sports 64.

After removing noise from measured brain wave, the power spectral density in each brain region were calculated. The power values of the four frequency bands in all regions were used as the features for the classification analysis using machine learning. This study applied support vector machine (SVM) as the classifier. Top 20 features and brain regions contributing to the classification estimation were shown in Fig. 1. The mean classification accuracy was 55.2% with standard deviation of $\pm 5.76\%$.

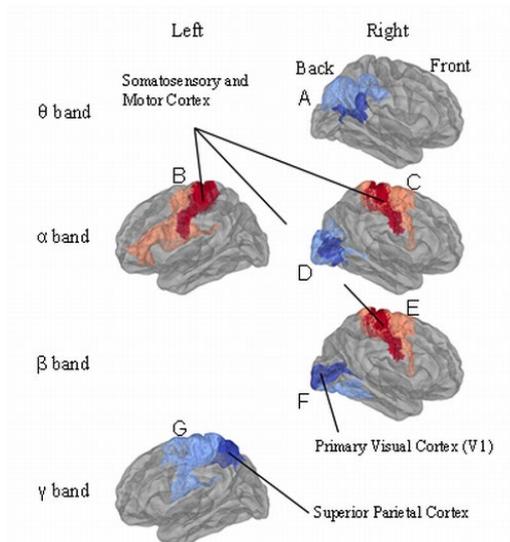


Fig.1 Top 20 features and brain regions contributing to classification prediction