

文字列照合テストを用いた脳波解析に基づく明るさ判別法の検討

牧野 亜紀† 小野 景子‡
† 龍谷大学理工学研究科電子情報学専攻

熊野 雅仁‡ 木村 昌弘‡
‡ 龍谷大学理工学部電子情報学科

1 はじめに

近年、コンピュータや電動椅子などを脳波データに基づいて制御する、ブレインマシンインタフェース(BMI)に関する研究が注目されている。BMIはEEGと呼ばれる脳の電気信号の解析結果に基づいて対象となる機器を動作するため、EEGの解析が重要となる。本研究では照明の明るさ制御のためのBMIの構築を目指し、明るすぎる、暗すぎるという判別がEGGの解析から可能か検討する。

2 脳波解析に基づく明るさ判別法

2.1 個人特性を考慮した潜在構造モデル

脳波は計測部位によって現れる脳波が異なる上に、出現する特徴波に個人差がある。また、脳波には個人特性があり、同じ刺激を受けたときの脳波においても、個人ごとに、特徴が強く現れる周波数成分とそうでない周波数成分が異なりうる。伊藤ら [1] が提案した個人特性を考慮した潜在構造モデルは、次のように計測器から得られる脳波強度を捉え、聴取曲のジャンルの推定において有効性を示した。

個人特性を考慮した潜在構造モデルでは、計測器から得られる脳波の周波数 i [Hz] ($i = 4, \dots, 22$) 成分 $Y(i) = [y_t(i); 1 \leq t \leq T]$ は、被験者が受けている刺激に対する潜在因子の反応量と個人特性による反応量の和であると定めている。すなわち、

$$Y = F \Lambda^T + U \Psi$$

と定義する。

ここで、 $Y = [Y(i); i = 4, \dots, 22]$ 、 $F = [F_j; j = 1, \dots, J]$ は潜在因子のスカラ値、 $\Lambda = [\Lambda_{ij}; 4 \leq i \leq 22, 1 \leq j \leq J]$ は潜在因子の荷重ベクトル、 $\Psi = [\Psi_i; i = 4, \dots, 22]$ は独自因子の荷重ベクトル (個人特性)、 $U = [U_i; i = 4, \dots, 22]$ は独自因子のスカラ値である。

本研究では、伊藤らのアプローチに基づいて、脳波から照明の明るさを判別する問題に取り組み、その有

効性を検討する。変化させた場合の $Y(i)$ に対して個人特性を考慮した潜在構造モデルの有効性を検証するとともに、明るすぎる、暗すぎるという判別が $Y(i)$ の解析から可能か検討する。

2.2 GA を用いた個人特性の推定

明るさパターン P_k ($k = 1, \dots, K$) に対する、被験者 n ($n = 1, \dots, N$) の脳波の観測データ $Y_n^k(i)$ ($i = 4, \dots, 22$) から、伊藤らのモデルに基づいて、個人特性 $\Psi_{n,i}$ を推定することを考える。我々は、精度よく推定するために、GAに基づいた手法を適用する。ここに、適応度関数は、

$$Fitness = - \frac{\sum_k^K |\bar{Y}^k(i) - (Y_n^k(i) - \Psi_{n,i})|}{K}$$

である。ここで $\bar{Y}^k(i) = \sum_n Y_n^k(i)/N$ である。

2.3 明るさ判別法

明るさパターン P_k を、ある被験者 n の脳波観測データから判別する問題を考える。 P_k における他の被験者の脳波観測値の平均と、2.2 で推定したその被験者 n の個人特性 $\Psi_{n,i}$ ($i = 4, \dots, 22$) から計算される、 P_k の標準的脳波の推定量を、各明るさパターンの標準的脳波と比較することにより、明るさを判別する。

3 実験

文字列照合テスト [2] をタスクとして、文字列と背景との輝度対比と照明器具の出力を変化させ、タスクを実行するのに明るすぎる、暗すぎる環境下におけるタスクとEGGの関係を分析する。

3.1 実験設定

被験者数 N は $N=8$ 、明るさパターンは 25lx, 102lx, 305lx, 870lx の $K=4$ パターンとした。各明るさパターンにおいて、輝度対比 0.93, 0.47, 0.22, 0.10 の4つのタスクを行った。測定装置はFUTEK社のBrainPro FM-929を使用した。測定装置では、周波数 i [Hz] ($i = 4, \dots, 22$) 成分 $Y(i)$ を測定することができる。

Illuminance discriminant analysis using EEG signals through numerical verification tests

Aki MAKINO†, Keiko ONO‡, Masahito KUMANO‡ and Masahiro KIMURA ‡

†Division of Electronics and Informatics, Ryukoku University

‡Department of Electronics and Informatics, Ryukoku University

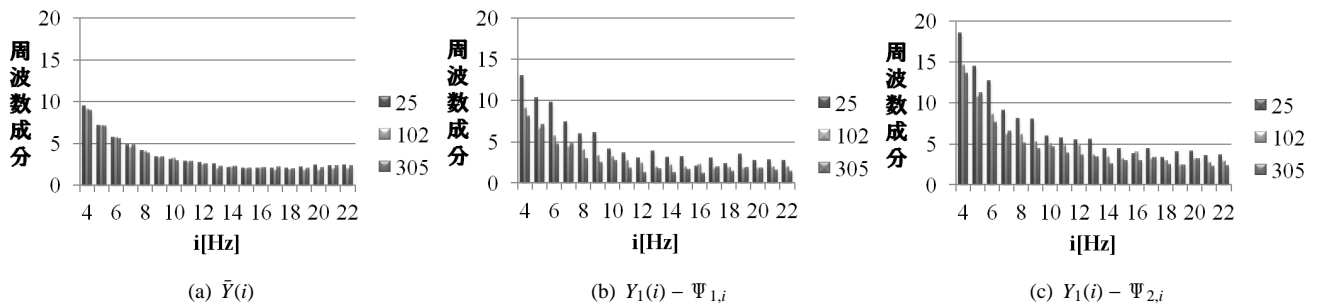


図1: 輝度対比 0.93 の結果

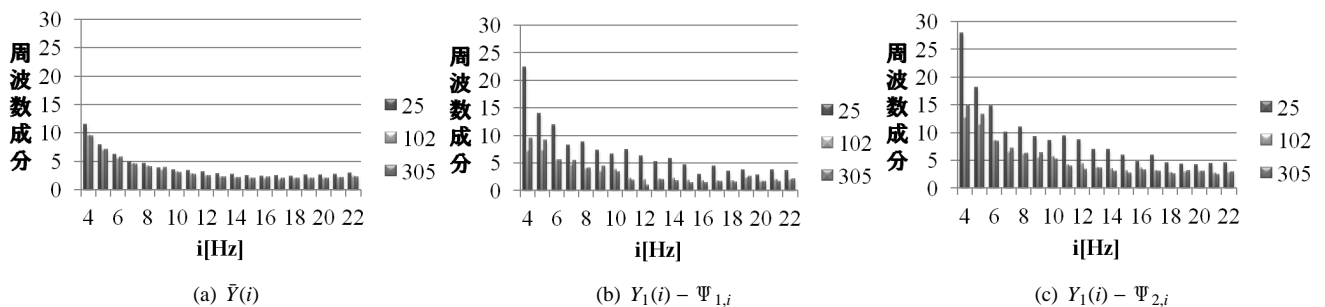


図2: 輝度対比 0.47 の結果

3.2 結果

まず、明るさパターン $P_k=25lx$ における個人特性の影響を検証した。被験者 1 の脳波観測データ $Y_1(i)$ と他の P_k で求めた被験者 1 と 2 の個人特性 $\Psi_{1,i}$ 、 $\Psi_{2,i}$ から標準的脳波を推定し、N 人の平均を標準的脳波 $\tilde{Y}(i)$ とした場合と比較した。

明るさパターン $P_k=25lx$ で輝度対比 0.93 のタスクにおいて、標準的脳波 (図 1(a))、被験者 A の個人特性から推定した標準的脳波 (図 1(b))、被験者 B の個人特性から推定した標準的脳波 (図 1(c)) のグラフをそれぞれ示す。

図 1 より、図 1(c) より図 1(b) の方が図 1(a) に近いことがわかる。また、図 1(a) と図 1(b)、図 1(c) の距離はそれぞれ 27.4、64.6 となった。

同様に輝度対比 0.47 のタスクに於いて、標準的脳波 (図 2(a))、被験者 A の個人特性から推定した標準的脳波 (図 2(b))、被験者 B の個人特性から推定した標準的脳波 (図 2(c)) のグラフをそれぞれ示す。

図 2 より、図 2(c) より図 2(b) の方が図 2(a) に近いことがわかる。また、図 2(a) と図 2(b)、図 2(c) の距離はそれぞれ 68.4、105.1 となった。よって、照明においても脳波に個人誤差が影響していることがわかる。

次に、明るさ判別法の性能を評価した。輝度対比 4 パターンにおいて明るさパターン P_k の 4 パターン中、3 パターンを学習用、1 パターンをテスト用とし、被験者 n の個人特性を推定する。推定したものとテスト用の P_k における被験者 n の脳波観測データ $Y_n(i)$ から標

準的脳波を推定し、一番近い P_k の標準的脳波を選び、本来の P_k と一致するかを調べた。被験者 N=8 人、輝度対比 4 パターンの計 32 パターン中的一致した数 (ヒット率) を表 1 に示す。

表 1: 各照度におけるヒット率

| 照度 | 25lx | 102lx | 305lx | 870lx |
|------|-------|-------|-------|-------|
| ヒット率 | 18/32 | 15/32 | 15/32 | 19/32 |

これらの結果より、照明においても脳波に個人誤差が影響していることが示唆された。

4 まとめ

以上から、照明においても個人特性が脳波に影響していること、照度によって個人特性が異なることが観察された。これにより、個人特性を用いた脳波の分析を行うことで、明るさの判別の可能性が示唆された。

参考文献

- [1] 伊藤伸一, 満倉靖恵, 宮村浩子, 斎藤隆文, 福見稔, 個人特性を考慮した潜在構造モデルによる音楽聴取時の脳波特徴抽出法と客観的評価方法, IEEJ Trans. EIS, Vol.127, No.6, pp.874-881, 2007.
- [2] Peter R. Boyce, Human Factors in Lighting, pp.123-161, 2003.