感性マトリックスに基づいた快・覚醒感の実時間可視化手法

学生員 竹内 俊文* 正員 野澤 昭雄*
正員 田中 久弥** 正員 井出 英人*

The Method of Visualizing Feeling of Pleasantness and Arousal
Based on the Sensitive Matrix on Real Time

Toshifumi Takeuchi*, Student Member, Akio Nozawa*, Member, Hisaya Tanaka**, Member, Hideto Ide*, Member

We have researched on consultation of feeling of Pleasantness and Arousal by analyzing EEG for sensitive communication support. In this report, we suggest a method of visualizing them on real time.

キーワード：脳波、可視化、実時間、感性マトリックス、快・覚醒感

Keywords: EEG, visualizing, real time, sensitive matrix, feeling of pleasantness and arousal

1. はじめに

我々は発話や四肢体動による意図伝達機能を失った患者を対象とし、生体信号処理に基づく感性コミュニケーション支援のための技術研究を行っている。これまでの研究で互いに独立した感性要素の評定手法として脳機能研究所の武者利光氏が提案した感性スペクトラム分析法がある⁽¹⁾。一方、近代心理学では人の感情は快・不快、覚醒・睡眠の2次元構造で表される⁽²⁾ことから、我々は武者氏の手法に基づき感性要素としてこの二つを選択し自発脳波による快・覚醒感の評定の検討を行ってきた⁽³⁾。本報告では、患者の感情(快・覚醒感)を家族や介護者に分かりやすく伝えるために、快 vs. 覚醒平面上に実時間で快・覚醒感の推移を表現する手法を提案する。

2. 快・覚醒感の定量化

〈2・1〉感性マトリックス 感性マトリックス A は $Z = AC$ の関係(式(1))を満たす行列である。 z_1 (快感の値)、 z_2 (覚醒感の値)は感性ベクトル Z の要素、 $a_{1,1}, \dots, a_{1,45}, a_{2,1}, \dots, a_{2,45}$ は A の要素、 $c_1, \dots, c_{45}$ は入力ベクトル C の要素である。感性マトリックス A は武者氏の手法を基にこれまで我々が検討してきた手法を用いて作製したものを使用する⁽³⁾。

$$\begin{cases} z_1 = a_{1,1}c_1 + a_{1,2}c_2 + \dots + a_{1,45}c_{45} \\ z_2 = a_{2,1}c_1 + a_{2,2}c_2 + \dots + a_{2,45}c_{45} \end{cases} \dots\dots(1)$$

〈2・2〉入力ベクトル 入力ベクトル C は測定した脳波から求められる。脳波の測定部位は、国際 10-20 法に基づく部位 6 点 ($F_z, C_3, C_4, C_z, O_1, O_2$) である(図 1)。測定した脳波を約 1 秒間隔で FFT 解析し、3 つの周波数帯域 (θ 波: 5.0~7.9Hz, α 波: 8.0~12.9Hz, β 波: 13.0~19.9Hz) に分割する。得られた 3 周波数帯域にあてはまる power スペクトルの総和をこの間の θ 波、 α 波、 β 波の大きさとする。約 10 秒間の power スペクトル (FFT 結果 10 組) から各電極間の周波数帯域ごとの相互相関係数を求めることにより 45 個 ($6C_2 \times 3$) の生理指標を得る。これを入力ベクトル C とする。

〈2・3〉感性ベクトル 感性ベクトル Z は予備実験を行い予め作製してある感性マトリックス A と測定した脳波から求めた入力ベクトル C を用いて $Z = AC$ から算出する。ただし、定量化した快・覚醒感の大きさは快/不快、覚醒/睡眠の喚起を想定した音刺激下の脳波を基準とするものであり快/不快、覚醒/睡眠の心理的大きさを表すものではない。

3. 快・覚醒感の実時間可視化システム

作製したシステムの概要を図 1 に示す。システムは増幅器(日本光電 Multichannel Amplifier MEG-6100)、制御およびデータ処理部(PC, 12bit AD コンバータ)、ディスプレイで構成される。

〈3・1〉快・覚醒感の可視化手法 定量化した快・覚醒感の快 vs. 覚醒平面状に点をプロットすることで表現する。軸の意味は次のとおりである。

PU(横)軸: z_1 の値, AS(縦)軸: z_2 の値

PU 軸 P 方向: Pleasantness U 方向: Unpleasantness

AS 軸 A 方向: Arousal S 方向: Sleepy

快の活性は喜び、不快の活性はストレス、快の睡眠はリラックス、不快の睡眠は憂鬱などと類似した感情が分布す

* 青山学院大学

〒 229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1

Aoyama Gakuin University

5-10-1, Fuchinobe, Sagami-hara, Kanagawa 229-8558

** 工学院大学

〒 163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

Kogakuin University

1-24-2, Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-8677

図1 システムの概要

Fig. 1. Outline of system.

(a) Feeling of pleasantness

(b) Feeling of arousal

図2 快・覚醒感の変化

Fig. 2. The change of feeling of pleasantness and arousal.

(a) scratch sound

(b) classical music

図3 快・覚醒感の推移

Fig. 3. The shift of feeling of pleasantness and arousal.

るとされているが、快 vs. 覚醒平面上においてどの位置がどのような感情であるか具体的には定義されていない。しかし、快・覚醒感がどの象限にありどの方向に向かっているかが把握できれば直感的に患者の感情を推測できると考えられる。そこで本手法では最新の10点の快・覚醒感の履歴を表示し、最新のものを違う色にすることでその推移を把握できるようにする(図1-Display部に例を示す)。

〈3・2〉実時間処理 サンプル周期4msで取得した時系列脳波256点に対してFFT解析をする。最新のpowerスペクトル10組から入力ベクトル C を求める。 $Z = AC$ より快・覚醒感を定量化し、快 vs. 覚醒平面上にプロットする。以上の処理を1024[ms]毎に行う。

4. 評価実験

不快音・快音と想定した音刺激下における被験者(健康者)の快・覚醒感を作製したシステムを用いて実時間で可視化した。

〈4・1〉実験方法 実験は遮音電波シールドルーム(遮音特性:20[db at 1kHz], 遮断周波数:100[kHz])内で行い、照度は200[lx]とした。被験者の状態は座位安静開眼とする。不快音刺激(スクラッチ音)を3分間与えた後、快音刺激(クラシック音楽)を3分間与えた。この間被験者の快・覚醒感を実時間で可視化し、その変化を観察した。

〈4・2〉結果 被験者の快感と覚醒感の時間変化を図2に示す。快感はU側からP側へ、覚醒感はA側からS側へと変化していく様子が確認できる。また本システムを用いて快 vs. 覚醒平面上に可視化した快・覚醒感の軌跡を不快音刺激下、快音刺激下に分けて図3に示す。不快音刺激下では快・覚醒感はPU軸の値が0より小さく、AS軸の値が-1より大きい範囲を推移し、快音刺激下ではPU軸の値が-1より大きく、AS軸の値が0より小さい範囲を推移したことが確認できる。つまり不快音刺激下では第2象限とその近辺、快音刺激下では第4象限とその近辺を推移したことが把握できる。実時間処理中も10点の履歴表示から快・覚醒感が変化の様子、不快音刺激下と快音刺激下で推移する範囲が異なることは容易に把握できた。

5. まとめ

被験者は不快音刺激下では不快の活性(ストレス)、快音刺激下では快の睡眠(リラックス)の状態であったことが視覚的に明確に表された。従って本報告で提案した手法は患者の快・覚醒感の把握に有効であると考えられる。

(平成14年9月25日受付, 平成15年2月26日再受付)

文献

- (1) 武者利光, 「「こころ」を測る」, 日経サイエンス, Vol.26, No.4, pp.20-29 (1996)
 - (2) J.A. Russell: "A circumplex model of affect", Journal of Personality and Social Psychology, Vol.39, pp.1161-1178 (1980)
 - (3) N. Utsunomiya, H. Tanaka, and H. Ide: "Construction of Pleasantness Estimation Matrix by the Correlation Coefficients of EEG", T. IEE Japan, Vol.122-C, No.2, pp.309-310 (2002-2) (in Japanese)
- 宇都宮直子・田中久弥・井出英人:「脳波の相互相関係数による快・不快推定マトリクスの作成」, 電学論C, 122, 2, pp.309-310 (2002-2)