

# NeuroSky MindSet を用いた主観評価の推定\*

佐野 玄磨<sup>†</sup>      小橋 祐介<sup>‡</sup>      シンギ ラビナス レディ<sup>§</sup>      中村 剛士<sup>¶</sup>      加納 政芳<sup>||</sup>  
 名古屋工業大学<sup>†</sup>   名古屋工業大学<sup>‡</sup>      名古屋工業大学<sup>§</sup>      名古屋工業大学<sup>¶</sup>   中京大学<sup>||</sup>

## 1 はじめに

昨今のロボット研究開発の隆盛と著しい進歩は、ロボットが日常生活に溶け込み生活を共にするであろう近未来社会を十分予感させるものである。人間とロボットがまるで共生するような社会を想定したとき、人とロボット間のコミュニケーションや、ロボットによる人と人とのコミュニケーション支援等の実現も同時に予想される。その実現のためには、ロボットが人の心理状況を把握するための技術開発が必要であると我々は考える。また、人の心理は多種多様かつ複雑で全てを包括的に扱うことは困難であることから、本研究ではとくに、フェイススケールという主観評価指標を導入し [1]、これを被験者の気分として扱うものとする。

一方、人の心理状態を推定する研究分野として Affective Computing が近年注目を集めている [2]。我々は、多種多様な手法がある中で、近未来の生活環境を意識した上で、観測環境に大きく依存しないことを重視し、接触センサによって計測する生体信号、とくに脳波に着目する。近年、簡易型の脳波センサが提供されるようになり、ドライ型の電極を採用した取り扱いが容易な脳波センサがいくつか存在する。本研究では、その中の1つである NeuroSky 社製の MindSet ヘッドセットを用いて、そこから検出される生体信号を元に主観評価値の推定の可能性を探った。その結果、主観評価値の推定がある程度可能であることがわかった。

## 2 実験

NeuroSky MindSet を用いた主観評価推定について評価するため、以下のように実験を行った。

### 2.1 実験方法及び手順

被験者は、20代の男性16名である。実験は閉鎖した静かな部屋で行う。実験開始前に、被験者に実験の説明し、心理的負荷課題として行う暗算の練習を1分間行ってもらった。被験者は、頭部に MindSet を装着し着座して実験を行う。

実験のタイムチャートを図2に示す。実験は、閉眼安静にする安静状態5分 ( $R_i$ )、暗算課題を行う心理的

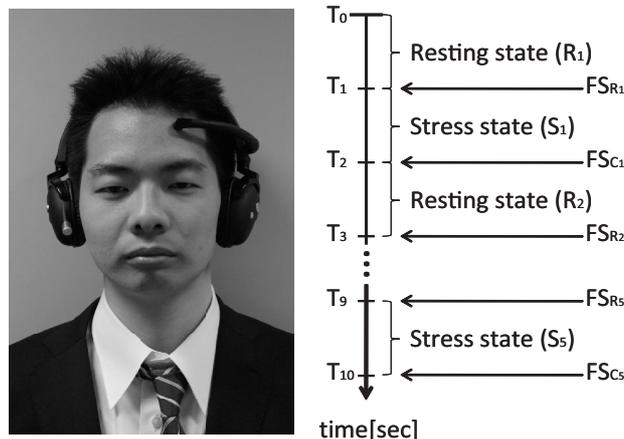


図 1: MindSet

図 2: 実験タイムチャート

負荷状態5分 ( $S_i$ ) の2フェーズを1組として、この組を5回 ( $i = 1, \dots, 5$ ) 連続で繰り返し行い、一度の実験時間は合計で50分間となる。心理的負荷状態を行う暗算は、PCディスプレイ上に表示される4桁の整数から13ずつ減算する繰り返しの暗算作業をマウス操作で行う。また、各状態の直後(時刻  $T_1 \sim T_{10}$ ) に、被験者がフェイススケールを用いて、現在の被験者自身の心理状態を主観評価してもらった。NeuroSky MindSet からの生体信号については実験の全時刻において測定する。実験は、各被験者に対して図2の手順で1回ずつ行った。

### 2.2 生体信号

本研究では、図2に示す各状態の終了直前が、最もその状態を説明するに適切な時間帯と考える。すなわち、最初の安静状態  $R_1$  では、終了時刻  $T_1$  直前の  $\tau$  秒間の生体信号を  $X_{R_1(\tau)}$  と定義する。同様に、最初の暗算状態終了時刻  $T_2$  直前の  $\tau$  秒間の生体信号を  $X_{S_1(\tau)}$  とした。つまり、 $n$  番目の安静状態  $R_n$  の生体信号を  $X_{R_n(\tau)}$ 、 $m$  番目の心理的負荷状態  $S_m$  の生体信号を  $X_{S_m(\tau)}$  とする。なお、本実験では  $\tau$  を30秒に設定した。また、NeuroSky MindSet からは1秒間に1回の頻度で、 $M_8 = \{\delta, \theta, \alpha_h, \alpha_l, \beta_h, \beta_l, \gamma_h, \gamma_l\}$  の8種類の生体信号を取得する。

## 3 実験結果と考察

### 3.1 重回帰分析による評価

NeuroSky MindSet から得た生体信号から、被験者の主観評価の推定の可能性について評価する。

まず、評価を行うにあたって、実験時の被験者の状態差を考慮し、生体信号の絶対量を用いるのではなく、変化量を用いることとした。最初の安静状態  $R_1$

\*Estimation of subjective assessment via NeuroSky MindSet HeadSet

<sup>†</sup>Genma Sano

Nagoya Institute of Technology

<sup>‡</sup>Yusuke Kobashi

Nagoya Institute of Technology

<sup>§</sup>S. Ravinath Reddy

Nagoya Institute of Technology

<sup>¶</sup>Tsuyoshi Nakamura

Nagoya Institute of Technology

<sup>||</sup>Masayoshi Kanoh

Chukyo University

を初期安静状態として、 $X_{R_1(\tau)}$  の平均値  $\bar{X}_{R_1(\tau)}$  との差分を用いて変化量を求める．ここでは、各状態における変化量の平均を  $\Delta\bar{X}_{R_n(\tau)}$ 、 $\Delta\bar{X}_{S_m(\tau)}$  と定義し、これによって評価を行った．

$$\Delta\bar{X}_{R_n} = \frac{1}{\tau} \int_{(T_{2n-1}-\tau)}^{T_{2n-1}} \{X_{R_n(\tau)}(t) - \bar{X}_{R_1(\tau)}\} dt \quad (1)$$

$$\Delta\bar{X}_{S_m} = \frac{1}{\tau} \int_{(T_{2m}-\tau)}^{T_{2m}} \{X_{S_m(\tau)}(t) - \bar{X}_{R_1(\tau)}\} dt \quad (2)$$

$$X \in \{\delta, \theta, \alpha_h, \alpha_l, \beta_h, \beta_l, \gamma_h, \gamma_l\}$$

フェイススケールについては、最初の安静状態終了時刻  $T_1$  で評価するフェイススケールの値を  $FS_{R_1}$ 、最初の心理的負荷状態終了時刻  $T_2$  のフェイススケールの値を  $FS_{S_1}$  と定義し、 $n$  番目の安静状態後のフェイススケールの値を  $FS_{R_n}$ 、 $m$  番目の暗算状態後のフェイススケールの値を  $FS_{S_m}$  とした．生体信号と同様に、最初の安静状態後の値を基準とした差分値を用いる．

$$\Delta FS_{R_n} = FS_{R_n} - FS_{R_1} \quad (3)$$

$$\Delta FS_{S_m} = FS_{S_m} - FS_{R_1} \quad (4)$$

以上のように、変化量を設定し、 $\Delta\bar{X}$  ( $\Delta\bar{X}_{R_n(\tau)}$  または  $\Delta\bar{X}_{S_m(\tau)}$ ) を説明変数とし、対応する  $\Delta FS$  ( $\Delta FS_{R_n}$  または  $\Delta FS_{S_m}$ ) を目的変数として、重回帰分析を行う．

生体信号 8 次元の全変数による分析として、説明変数として  $\Delta\bar{M}_8$  を用いた重回帰分析を行い、そのときの相関係数を表 1 に示す．

表 1: 相関係数

説明変数	相関係数
$\Delta\bar{M}_8$	0.5609

相関係数は 0.5609 であり相関がないわけではない．人間の主観評価変化を推定することについては、ある程度可能ではないかと期待されるが、推定精度については十分とは言えないことが分かる．

### 3.2 判別分析による評価

前節で示した実験結果を受け、改めてここでは、生体信号から推定する対象を、被験者の置かれた 2 状態 (安静状態または心理的負荷状態) に再設定する．さらに、その状態推定した結果に基づいた主観評価の推定の可能性を探る．なお、前節で用いた変化量ではなく絶対量を用いた推定とする．

NeuroSky MindSet から取得した生体信号を 5 秒の窓間隔で移動平均をとり、それを説明変数とし、安静状態・心理的負荷状態の 2 状態を目的変数として被験者ごとに判別分析を行った結果を表 2 に示す．

被験者 16 名の判別的中率の平均を取ったところ、83.08% となり、NeuroSky MindSet による状態判別が高精度に行われていることが伺える．

さらに、今回の判別分析の結果と主観評価の関係について考える．まず、判別分析を実施する前、すなわち本来の安静状態、心理的負荷状態のそれぞれで行った主観評価について述べる．安静状態時の主観評価群と心理的負荷状態時の主観評価群との間について、

表 2: 判別の中率

	判別の中率		
		被験者 I	81.48%
被験者 A	98.52%	被験者 J	77.04%
被験者 B	91.85%	被験者 K	74.07%
被験者 C	75.19%	被験者 L	84.07%
被験者 D	76.30%	被験者 M	83.33%
被験者 E	68.52%	被験者 N	97.04%
被験者 F	85.19%	被験者 O	76.67%
被験者 G	88.15%	被験者 P	94.44%
被験者 H	77.41%	平均	83.08%

被験者全員から得たフェイススケールを用いてウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、 $P$  値が 0.0000 となり、1% 水準での有意差が得られた．これにより、暗算課題という心理的負荷によって、被験者の主観評価が有意に変化していることが推測される．

次に、今回の判別分析を行った結果、安静状態、心理的負荷状態と判定された各群の主観評価について述べる．安静状態と判定された状態時の主観評価群と心理的負荷状態と判定された状態時の主観評価群間について、マン・ホイットニーの  $U$  検定を行ったところ、 $P$  値が 0.0010 となり、1% 水準での有意差が得られた．これらの検定の結果から、判別分析から主観評価のラフな推定が可能であることが見込まれる．

## 4 おわりに

本稿では、客観的に観測可能なデータとして NeuroSky MindSet から得られる生体信号群と主観評価であるフェイススケール間の関係について調査を実施した．調査の結果、重回帰分析を用いて生体信号の変化量に着目した場合、フェイススケールもある程度の相関をもって変化するが、精度については十分とは言えない．一方、判別分析によって被験者の状態判別を行った結果、判別の中率が平均で 83.08% と高精度となった．さらに、状態判別の結果に基づいて主観評価を調査したところ、2 状態間の主観評価には有意差があった．このように、今回の実験から、NeuroSky MindSet を用いた人間の心理状態推定について、一定の可能性が見込まれる．

今後は暗算以外の負荷や、もっと日常生活に近い実験デザインを設定し、さらなる評価をしていく必要があると考えている．

## 参考文献

- [1] C.D. Lorish, R. Maisiak : The face scale: a brief, nonverbal method for assessing patient mood, *Arthritis Rheum*, Vol.29, pp.906-909, 1986 .
- [2] Rafael A. Calvo, Sidney D'Mello: Affect Detection: An Interdisciplinary Review of Models, Methods, and Their Applications, *IEEE Transactions on Affective Computing*, Vol.1, No.1, pp.18-37, 2010.