

## 簡易脳波計による学習者の状態推定に関する研究

安部 弘通, 木下 和弥, 馬場 謙介, 高野 茂, 村上 和彰

九州大学

## 1. はじめに

講義中の学習者の状態を把握できれば、講義の質の改善につなげることができる。集中や散漫等の状態を確認できれば、講義内容で補足説明が必要な部分や、学習者の興味もわかるかもしれない。しかし、個別の学習者の状態をその場で確認することは、特に、大規模な講義や遠隔で行われる講義においては困難である。

本稿では、講義中の学習者の状態を把握するために、学習者の行動認識を行う。計算の繰り返しや目を閉じての瞑想等の行動が、集中や散漫の状態に対応していると仮定すると、行動を認識することによって学習者の状態を推定することができる。近年、カメラを含む各種センサーの普及により、動画像による行動認識は身近なものになってきた。しかし、本研究が対象とする講義中の学習者は一般に表面的な動きが少ないため、より精度の高い行動認識には質の異なるデータを考慮するのが有効である。

本研究では、行動認識を行うためのデータとして脳波に着目した。一般に、脳波は人間の感情によって変化するとされており、周波数帯域によって「 $\alpha$ 波」や「 $\beta$ 波」に分類される電気活動が主に測定の対象になっている。上野ら[1]は、ソフトウェアのユーザビリティを評価するために、脳波のうち $\alpha$ 波、 $\beta$ 波、およびその比による心理状態の定量化を行っている。Yoshidaら[2]は、被験者が計算問題を解く際の脳波のうち $\alpha$ 波と $\beta$ 波の比を解析している。本稿では、「足し算の繰り返し」と「目を閉じての瞑想」を行った際の、 $\alpha$ 波と $\beta$ 波以外の周波数帯域の脳波についても解析を行った。2つの行動のモデル化として、 $\alpha$ 波と $\beta$ 波のみを用いた場合と、それ以外の周波数帯域も用いた場合の行動認識の精度の違いを調べた。

## 2. 実験手法

本研究では、

- ・ 足し算の繰り返し
- ・ 目を閉じての瞑想

を交互に行い、脳波の測定を行った。

足し算の繰り返しでは、被験者は「百ます計算」を行った。図1のように、1行目と1列目にあらかじめ用意された数字に対し、空のますに対応する足し算の答えを記入していくものである。被験者1名が、2分間ごとに交互に2つの行動を10回ずつ繰り返した。足し算の繰り返しでは、十分に多くの計算問題を用意し、時間内にできる限りの計算を行った。

脳波の測定には、NeuroSky社の簡易脳波計MindWave Mobile [3]を用いた(図2)。この脳波計では、専用のモジュールにより、以下の8つの帯域のパワースペクトルが毎秒1回出力される。

1.  $\delta$ 波 (周波数: 0.5~2.75Hz)
2.  $\theta$ 波 (3.5~6.75Hz)
3. low- $\alpha$ 波 (7.5~9.75Hz)
4. high- $\alpha$ 波 (10~11.75Hz)
5. low- $\beta$ 波 (13~16.75Hz)
6. high- $\beta$ 波 (18~29.75Hz)
7. low- $\gamma$ 波 (31~39.75Hz)
8. mid- $\gamma$ 波 (41~49.75Hz)

測定の結果、脳波データとして、ふたつの行動に対応するラベルがついた2400個の8次元ベクトルを得た。そして、採取された脳波データのうち、

- a.  $\beta$ 波の値 (上記5+6)
- b.  $\alpha$ 波と $\beta$ 波の値 (3+4 および 5+6)
- c.  $\alpha$ 波と $\beta$ 波の値の比 ((5+6)/(3+4))
- d. すべての帯域についての値 (1から8)

を用いて、それぞれ、行動の識別を行い、誤り率を調べた。識別には、ガウシアンカーネルによるサポートベクターマシンを用いた。そして、3分割交差検証により誤り率を調べた。さらに、dの場合については、各値の移動平均によるベクトルについて同様の解析を行い、誤り率の変化を調べた。

	2	3	7	9	4	1	8	5	0	6
5										
9										
6										
1										
3					7					
0										
7										
2										
4										
8										

図 1: 計算に繰り返しに用いた「百ます計算」の問題の例.



図 2: 簡易脳波計 MindWave Mobile [3].

### 3. 実験結果

表 1 は、前節の 4 つの場合についての、2 つの行動の識別の誤り率を示している。β波の値 (a) と、α波とβ波の値 (b)、α波とβ波の値の比 (c) を用いた場合の誤り率は、それぞれ、28.2%、22.3%、32.3%であった。これに対し、すべての帯域についての値 (d) を用いた場合の誤り率は 12.6%であったことから、α波やβ波以外の帯域の値を考慮することで、行動の識別精度を高めることができることがわかった。

また、すべての帯域についての値 (d) の移動平均によるベクトルについて同様の解析を行った結果、平均を考慮する幅が 11 秒の時に誤り率が最適になり、値は 9.8%であった。よって、2 つの行動の識別精度を高めるには、11 秒程度のデータの平均を考慮すればよいことがわかった。

表 1: 2 つの行動の識別の誤り率

解析の対象としたデータ	誤り率
a. β波の値	28.2%
b. α波とβ波の値	22.3%
c. α波とβ波の値の比	32.3%
d. すべての帯域の値	12.6%
すべての帯域の値の移動平均	9.8%

### 4. おわりに

講義中の学習者の状態を把握することを目指して、「足し算の繰り返し」と「目を閉じての瞑想」について、脳波による行動認識を試みた。簡易脳波計によって測定された脳波のうち、α波やβ波以外の帯域の値も考慮し、適切な時間についての平均を考慮することで、2 つの行動の識別精度が改善された。

本稿で示した実験では「目を閉じての瞑想」の認識を試みたが、「目を開けての瞑想」の認識については、まだ実現できていない。講義中の学習者は目を開けている時間の方が長いと考えられるため、開眼時における複数の状態の識別は大きな課題となる。また、本稿で述べた実験では被験者の数が少ないという問題もある。今後は実験における被験者の数を増やすとともに、学習者の開眼時における集中時と瞑想時の識別を目標とした実験を行う予定である。また、実際の講義において、簡易脳波計を用いた状態推定が可能であるかどうかを調査するための実験を行うことも検討している。

### 謝辞

本研究の一部は、パナソニック株式会社との共同研究による。

### 参考文献

- [1] 上野秀剛, 石田響子, 松田侑子, 福嶋祥太, 中道上, 大平雅雄, 松本健一, 岡田保紀, “脳波を利用したソフトウェアユーザビリティの評価 - 異なるバージョン間における周波数成分の比較”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 10, No. 2, pp. 233-242, 2008.
- [2] K. Yoshida, H. Hirai, Y. Sakamoto, and I. Miyaji, “Evaluation of the change of work using simple electroencephalography”, Procedia Computer Science, Vol. 22, pp. 855-862, 2013.
- [3] Neuro SKY Sensor, mindwavemobile.neurosky.com/.