

色彩環境下での脳血流量変化における 区間分割加重付加法による作業判別

MENG XIN[†] 浜田百合[†] 鎚木崇史[‡] 栗原陽介[†]

青山学院大学 理工学部 経営システム工学科[†]

国際基督教大学 教養学部 アーツ・サイエンス学科[‡]

1. 序論

高齢化の進展や生産年齢人口の減少による労働力不足の懸念などを背景に、企業は人材確保と生産性の向上のため、働き方改革への取組みを強化している。働き方改革は重要な国家戦略と位置付けられ、人材確保や生産性向上の観点から企業の取組みも加速しつつある。企業が働き方改革を推進する上では、ワーカーの新しい働き方を支える「オフィス環境」を設計することは、他の取組みとの相乗効果を得るうえで非常に重要である。

室内環境はモチベーションや満足感等の心理・生理状態に影響を与え、それらは作業効率や作業成績に影響を与える。室内環境を改善する事で執務者の知的生産性を向上させる研究は欧米を中心に行われている[1]。知的作業の内容や執務者個々によって知的生産性を向上させる最適な室内環境が異なる事が分かっていること[2]や、色彩環境の違いにより、課題の正答率に差が出ること[3]から、本研究では、リアルタイムで色彩環境制御し執務者の作業生産性を高めるため、色彩環境下での知的作業の判別を可能にすることを目的とする。

2. 提案手法

本研究の提案モデルは、色彩環境と知的作業による外部刺激による脳血流量の変化を指す脳内モデルと、計測された脳血流量データを時系列に沿って任意の点数に分割する。

本研究で計測された知的作業中の脳血流量は、知的作業由来の脳血流量 X_i と色彩環境由来の脳血流量 B_i を掛け合わせたものとする。そして、分割した区間ごとにこれらの脳血流量の局在的な変化を捉えるため、差分をとった脳血流量変化量 X'_i と B'_i を求める。

知的作業刺激下での脳血流量変化量 X'_i の最大値と最小値の差から脳活性局在変化指標 Dr_i を求める。ただし、色彩環境によるノイズ B'_i をキャンセルし、知的作業のみの脳血流量変化成分 X'_i を取り出すため

に、色彩刺激下と知的作業刺激下での脳血流量変化量 R_i を、色彩刺激下での脳血流量変化量 R'_i で割ったものを、知的作業刺激下での脳血流量変化量を表すものとする。式はこのように表す。

$$Dr_i(t) = \frac{R_i(t) - \text{Min}\{X'_i(t)\} \cdot \text{Max}\{B'_i(t)\} - \text{Min}\{B'_i(t)\}}{\text{Max}\{B'_i(t)\} - \text{Min}\{B'_i(t)\}}$$

分割された区間のデータから算出された脳局在変化指標 Dr_i に対して、その後重み付加 W_i ($0 \sim 1$) を行う。最適な重みは GA で求める。重みが付加された前頭葉 10 チャンネルの Dr_i を特徴量として SVM より知的作業の判別を行う。

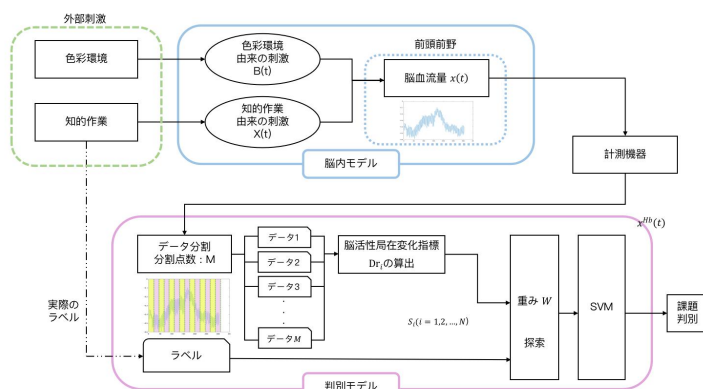


図1 提案モデル

3. 実験

計測の際、被験者は被験者用の椅子に座り、被験者用モニタの画面中心に映る注視点を見てもらった。その際の脳血流を HITACHI 製の NIRS を使用して計測し、計測コントローラ制御ソフトウェアを用いてデータの獲得を行った。

被験者は 20 代男女 10 名、色彩環境は赤・青・黄・白の 4 つで、それぞれの色彩環境化で行う知的課題は計算課題・言語想起課題・非言語想起課題の 3 つ。合計は 120 データとなる。

(1) 特徴量検証実験

課題判別における脳賦活の度合いを表す特徴量として、脳血流量における単純な分布の広がりを見せている最大値と最小値の差 S_i と提案手法の脳活性局在変化指標 Dr_i の比較を行う。

Task classification based on brain blood volume under different color environment using divided period weighted method

[†]Xin Meng, Yuri Hamada, Yosuke Kurihara, Aoyama Gakuin University, College of Science and Engineering, Department of Industrial and Engineering

[‡]Takashi Kaburagi, International Christian University

(2) ヘモグロビン 検証実験

NIRS による脳活動の計測から得られた脳血流量データとして、大脳皮質の酸化ヘモグロビン (Oxyhemoglobin : Oxy-Hb) と脱酸化ヘモグロビン (Deoxyhemoglobin : Deoxy-Hb) の正答率を比較する。

(3) 分割点数検証実験

課題判別の際に最も有効である取得データを分割する際の区切り点数の検証を行う。

(4) 遺伝的アルゴリズムパラメータ検証実験

遺伝的アルゴリズムを用い、重み探索(0~1の間を 0.01 刻み)を行う際に本研究で最も有効である世代・個体数検証を行う。

(3) 分割点数検証実験

表 3 より、最大の正答率は分割点数 20 で脳活性局在変化指標 Dr_i で 72.50% となった。分割前と分割後の Dr_i を用いた際の結果を比べると、時間分割することで 23% 程度高い正答率となった。

表 4 M=20 での判別結果

		True label		
		計算	言語	非言語
Predict label	計算	34	17	2
	言語	4	20	5
	非言語	2	3	33

4. 結果

(1) 特徴量検証実験

表 1 と表 2 より、全体の正答率において、最大値と最小値の差 S_i で 38.37%、脳活性局在変化指標 Dr_i で 49.17% となったが、言語課題において判別の正答率の差が小さく、両方とも低かった。

表 1 最大値と最小値の差 S_i での判別結果

		True label		
		計算	言語	非言語
Predict label	計算	19	18	17
	言語	6	11	7
	非言語	15	11	16

表 2 脳活性局在変化指標 Dr_i での判別結果

		True label		
		計算	言語	非言語
Predict label	計算	23	13	10
	言語	7	12	6
	非言語	10	15	24

(2) ヘモグロビン 検証実験

表 3 より、脳活性局在変化指標 Dr_i を用いて、酸化ヘモグロビンの場合での正答率は 30.00%、脱酸化ヘモグロビンの場合での正答率は 49.17% となった。

表 3 酸化・脱酸化ヘモグロビンの課題正答率

	正答率	
	脱酸化	酸化
計算課題	57.80%	12.50%
言語課題	30.00%	30.00%
非言語課題	60.00%	47.50%

(4) GA パラメータ検証実験

課題判別においては、分割点数 $M=20$ の際に、個体数 10・世代数 200 で最大の 81.17% の正答率となった。

表 5 重み付加後の判別結果

		True label		
		計算	言語	非言語
Predict label	計算	36	12	4
	言語	4	26	0
	非言語	0	2	36

5. 考察と今後の展望

実験から、課題判別に最も有効な特徴量は脳活性局在変化指標 Dr_i で、分割点数は $M=20$ 、GA パラメータ条件は個体数 10・世代数 200 であると分かった。また、この際の正答率は 81.17% 程度であった。今後は被験者の年齢層を考慮する上で、より幅広い年齢層で課題判別が可能であるか検証を行う必要性がある。

参考文献

[1] Roelofsen P : “The impact of office environments on employee performance: the design of the workplace as a strategy for productivity enhancement.” Journal of Facilities Management, Vol. 1, No. 3, pp. 247-264. (2002)
 [2] Wyon, D. P., Fisk, W. J., “Rautio, S.: Research needs and approaches pertaining to the indoor climate and productivity”, Healthy Buildings 2000, pp.1-8, (2000)
 [3] 一志 哲夫, 渡邊 朗子, 小幡 亜希子, 碓井 晋平, ブース空間における色彩環境が情報処理活動に与える影響, 日本建築学会計画系論文集, 2016, 81 巻, 720 号, p. 293-301