

# Labelling Method by Pupillometry for Classifying Attention Level by EEG/ECG/NIRS

ゼニファ, ファディラ

<https://doi.org/10.15017/4060012>

---

出版情報 : Kyushu University, 2019, 博士 (システム生命科学) , 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名	Zeniffa Fadilla
論 文 名	Labelling Method by Pupillometry for Classifying Attention Level by EEG-ECG-NIRS (EEG・ECG・NIRS を用いた注意レベルの分類のための瞳孔測定によるラベリング手法)
論文調査委員	主 査 九州大学 教授 伊良皆 啓治 副 査 九州大学(システム生命科学府) 准教授 岡本 剛 副 査 九州大学(システム情報科学府) 准教授 諸岡 健一

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

ヒトの注意状態を評価する方法として、第三者による目視による観察や自己申告による自己評価がある。しかし、これらの方法は、自己や他者の主観が入り客観的に定量評価するのが難しい。また、注意評価時に行っている作業や課題の成績で評価する方法もよく用いられるが、この方法では、被験者の「注意」以外の要因も成績に混入する可能性がある。そこで、注意状態を客観的に定量評価する方法として、ヒトの生理反応に着目し、注意による生理状態の変化を脳波や心電図などの生体信号を計測し客観的に評価する方法が提案されている。しかし、計測する生体信号によって評価がばらついたり、計測することで被験者に負担が生じ注意を妨げる要因となったりして正確に評価することが難しい。そこで、簡単に精度よく注意状態を評価する技術の開発が望まれている。

本論文では、脳波、近赤外分光計測 (NIRS: Near-infrared spectroscopy)、心電図の 3 種の生体信号を用いて注意状態を評価するシステムを構築した。このため、まず注意状態を評価しラベリングする方法として目の瞳孔径の変化と瞬目に着目した。10 秒間の認知課題を被験者に課し、この間の瞳孔径の変化をアイトラッキング装置で計測し、瞬目を眼電図により計測した。瞳孔径および瞬目回数と自己申告による高注意状態と低注意状態との関係を調べた。その結果、低注意状態では 10 秒間の課題の間、後半の 4 秒間において、顕著に瞳孔径が減少することがわかり、その割合は平均瞳孔径の 3.5%であることを明らかとした。10 秒間の瞬目回数では、高注意状態と低注意状態では有意な違いは得られなかった。そこで、10 秒間の認知課題中における注意状態の評価において、後半 4 秒間における瞳孔径の 3.5%以上の低下を、高注意状態と低注意状態の閾値と定める注意状態の評価基準を提案した。

次に、脳波、NIRS、心電図を用いた非拘束生体情報計測システムを構築し、このシステムを用いて認知課題時の注意状態を生体信号を用いて評価する手法を提案した。この評価にあたっては、3 種の生体信号の計 59 個の特徴から CFS(Correlation based Feature Selection)を用いて 20 個の特徴を抽出し、瞳孔径による注意状態判定により各生体信号の注意状態をラベリングし、k-近傍法により注意状態を判定した。その結果、83.33%の正解率で注意状態を判別可能であることを示した。これは、脳波単独での判別結果(81.9%)、心電図単独での結果(82.51%)あるいは NIRS 単独での結果(73.87%)よりも高い精度であり、脳波、NIRS、心電図を用いたハイブリッドシステムの注意状態判定の有効

性を示した。

以上、本研究で得られた結果は、注意状態を表す瞳孔径の変化において、高注意状態と低注意状態の定量的な閾値を明らかにするとともに、脳波、**NIRS**、心電図を用いたハイブリッドシステムによる注意状態を判定する方法を提案するもので、生体医工学上価値ある業績であると認められる。

よって、本研究者は博士（システム生命科学）の学位の資格があるものと認められる。