

氏名(本籍)	蔡 振宇 (中国)				
学位の種類	博士(工学)				
学位記番号	博 甲 第 6860 号				
学位授与年月日	平成26年 3月25日				
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当				
審査研究科	システム情報工学研究科				
学位論文題目	Brain Evoked Potential Latencies Optimization for Spatial Auditory Brain-Computer Interface (音の空間情報を利用したブレイン・コンピュータ・インタフェースのための脳波誘発電位の最適判別)				
主査	筑波大学	教授	博士(工学)	牧野 昭二	
副査	筑波大学	教授	工学博士	工藤 博幸	
副査	筑波大学	教授	Ph. D. (生体工学)	酒井 宏	
副査	筑波大学	准教授	博士(工学)	滝沢 穂高	
副査	筑波大学	准教授	博士(工学)	山田 武志	
副査	筑波大学	講師	Ph. D. (工学)	ルトコフスキ トマシュ	

論文の要旨

This thesis utilizes a novel auditory Brain Computer Interface (BCI) based on combined sound timbre and horizontal plane spatial locations as informative cues. The presented concept is based on responses to eight-directional audio stimuli with various tonal and environmental sound stimuli. The approach is based on a monitoring of brain electrical activity by means of the electroencephalogram (EEG). The first achievement discussed in this thesis is 1) a BCI analysis based on optimization of electrode locations on the scalp for further classification accuracies improvement. Based on this analysis results, it allows the author decrease the electrodes number from 64 to 10 or more fewer than 10. Next, this thesis proposes 2) a methodology for finding and optimizing brain evoked response latencies in the P300 range in order later to classify them correctly and to elucidate the subject's chosen targets or ignored non-targets. To accomplish the above, this thesis proposes an approach based on an analysis of variance for feature selection. Such results were also satisfactory as regards as a successful BCI system application. Third, this thesis designs 3) a new auditory spatial auditory BCI in which the ERP shape differences at early latencies are employed to enhance the P300 responses in an oddball experimental setting. The concept relies on the recent results in auditory neuroscience showing a possibility to differentiate early anterior contralateral responses to attended spatial sources. This thesis shows the further enhancement of the classification results in spatial auditory

paradigms by incorporating the N200 latencies, which differentiate the brain responses to lateral, in relation to the subject head, sound locations in the auditory space. This thesis also finds that 4) the early brain responses elucidate which direction, front or rear loudspeaker source, subject attended. Such all above results reveal that those spatial auditory ERPs boost classification results of the BCI application. The BCI experiments with the multi-command BCI prototype support this research hypothesis with the higher classification results and the improved information-transfer-rates.

審 査 の 要 旨

【批評】

本論文は、音の空間情報を利用したブレインコンピュータインタフェース (BCI) において、1) P300 反応の識別において、脳波の統計的特徴から識別性能を最適化する分散分析に基づき、最適な電極を選択した。2) P300 反応の識別において、脳波の統計的特徴から識別性能を最適化する分散分析に基づき、潜時を選択した。3) P300 反応を用いる従来のコマンド識別に、N200 及び N2ac を組み合わせることで、より高精度な識別を実現した。4) P300 反応を用いる従来のコマンド識別に、N2fb を組み合わせることで、より高精度な識別を実現した。の4つの成果を得ている。それぞれの提案法により、従来法に比べて識別性能が改善できることが、詳細な実験により示されている。研究の着眼点、新規性、有効性において優れた研究であり、脳波信号処理やブレインコンピュータインタフェースへの貢献が大きく、博士（工学）の学位を受けるにふさわしい優れた論文と評価する。

【最終試験の結果】

平成26年1月22日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。