

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	誘発電位を増加させる視覚刺激と脳波を用いたコンピュータインタフェースに関する研究
Title(English)	A Study on Visual Stimulus Increasing Event-Related Potentials and Computer Interfaces Using EEG
著者(和文)	WilaiprasiTheerawit
Author(English)	Theerawit Wilaiprasitporn
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10557号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:八木 透,伊能 教夫,井村 順一,中島 求,原 精一郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10557号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	THEERAWIT WILAI PRASITPORN		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	八木 透	准教授	審査員	原 精一郎	准教授
	審査員	伊能教夫	教授			
		井村順一	教授			
中島 求		教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「A Study on Visual Stimulus Increasing Event-Related Potentials and Computer Interfaces Using EEG (誘発電位を増加させる視覚刺激と脳波を用いたコンピュータインタフェースに関する研究)」と題し、以下に示す7章から構成されている。

第1章「Introduction」では、Electro-encephalogram (EEG、脳波)を用いたコンピュータインタフェースである Brain-Computer Interface (BCI)とその要素技術について概観し、BCIの性能向上のために視覚刺激に注目するという本研究の目的について述べている。すなわち、従来のBCIでは20個以上の電極を頭部に装着する必要があるためユーザビリティが低く、かつ誘発電位のSN比が低いことがBCI普及の妨げになっていることを示している。そこで本研究では、より少ない電極と誘発電位を増加させる視覚刺激を用いてBCIを構築すると述べている。

第2章「Literature Review」では、誘発電位P300を利用したBCI (P300-BCI)に関する従来研究の総括として、P300-BCIで用いられてきた視覚刺激やハイブリッド型BCIについて調査し、本研究の位置づけを説明している。

第3章「Development of BCI Using Visual Stimulus Increasing Evoked Potential from Brain」では、ヒトの視覚特性に注目し、P300が増加する視覚刺激を提案して、その有効性を実験で検証している。すなわち、視覚刺激が有する色、動き、複雑さ、傾きといった特徴量を変化させて、脳の高次機能である注意が注視対象に向くとP300が増加することを明らかにしている。

第4章「Personal Identification Number Application Using Adaptive P300 Brain-Computer Interface」では、第3章の応用例として個人認証番号アプリケーションを挙げ、提案手法の有用性を述べている。すなわち、提案する視覚刺激によってP300のSN比が向上すること、ならびに計算負荷の少ないP300検出のための適応型アルゴリズムを導入することで、課題正答率を維持しつつ情報伝達量を改善できることを示している。実験において、従来のP300-BCIの課題正答率が平均83.5%、情報伝達量が11.4ビット/分であるのに対して、適応型P300-BCIは平均86.0%、18.6ビット/分を達成できることを示し、実用レベルにまでP300-BCIの性能を向上できると述べている。

第5章「Hybrid Brain/Blink Computer Interface toward a Personal Identification Number Application」では、脳波と瞬きを組み合わせたハイブリッド型BCIを提案し、その有用性を実験で検証している。すなわち、額に貼り付けた1個の電極で脳波と瞬きを検出するシステムで計測される信号を3つの周波数帯に分けて、それぞれのパワーから線形判別によって被験者の動作(開眼、閉眼、意図的な瞬き)を検出できることを述べている。さらに、視覚刺激だけでなく聴覚刺激の提示でも提案システムは問題なく動作することを示している。個人認証番号アプリケーションをテストベンチとして行った実験では、課題正答率は平均97.4%に達することを示し、本手法が有用であることを述べている。

第6章「Feasibility Study of Drowsiness Detection Using Hybrid Brain-Computer Interface」では、脳波とElectro-oculogram (EOG、眼電位)を利用した眠気検出のためのハイブリッド型BCIを提案している。額に貼り付けた1個の電極で脳波とEOGを検出するシステムを用いて、眠気を誘う環境化で課題を遂行する被験者の脳波とEOGを計測し、ピアソンの相関分析を用いて眠気指数(Karolinska Sleepiness Scale)とシステムの出力値との相関を評価している。その結果、提案システムの出力値との相関が、脳波あるいはEOGを単独で計測した信号との相関より高いことを示し、将来、提案システムが睡眠研究やリアルタイム眠気検出に応用できる可能性を述べている。

第7章「Conclusion」では、本論文全体を考察し、残された課題と解決の方向性を示すとともに、本研究を行った意義と将来に向けた展望について総括している。

以上を要するに本論文は、誘発電位を増加させる視覚刺激を調べて、脳波を用いたコンピュータインタフェースの性能を向上させる手法を提案し、システム構築と実験によってその有用性を明らかにしたもので、本研究で得られた知見はコンピュータインタフェースの研究領域において価値が高く、工学上、寄与するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値があるものと認められる。