

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	脳波を用いた眼球運動を基にしたリアルタイムブレイン・マシン・インタフェース
Title(English)	Real-Time Brain Computer Interface Based on Eye Movements Using Electroencephalographic Signals
著者(和文)	ベルカセムアブデルカデル ナサルディン
Author(English)	Abdelkader Nasreddine Belkacem
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9904号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小池 康晴,佐藤 誠,長橋 宏,熊澤 逸夫,金子 寛彦
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9904号, Conferred date:2015/3/26, 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

(博士課程)

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	Abdelkader Nasreddine Belkacem		
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	小池 康晴	教授	審査員	金子 寛彦	准教授
	審査員	佐藤 誠	教授			
		長橋 宏	教授			
		熊澤 逸夫	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Real-Time Brain Computer Interface Based on Eye Movements Using Electroencephalographic Signals (脳波を用いた眼球運動を基にしたリアルタイムブレイン・マシン・インタフェース)」と題し英文7章から構成されている。

第1章「Introduction (序論)」では、研究の背景と目的を述べている。背景として、障害者のためのヒューマンインタフェースとして様々なブレイン・マシン・インタフェース (BCI) が開発されており、その中でも、非侵襲計測により実現できる脳波を用いたBCIは、障害者だけでなく、健常者にも利用可能なインタフェースになり得ることを述べている。そして、脳波を用いてリアルタイムに視線方向を検出するBCIを作成するための新しい信号処理アルゴリズムや脳波の計測部位を提案することが本論文の目的であると述べている。また、次章以降の論文の構成を記している。

第2章「Brain-Computer Interfaces: Principals And Literature Review (ブレインコンピュータ・インタフェース：原理と概要)」では、BCIシステムの基本的な設計方針とそこで用いられる信号処理手法や機械学習について解説している。さらに、P300などの事象関連電位や視覚誘発電位などを用いた応用事例について紹介し、本論文で扱う、視線検出手法について脳波以外の検出法も含め幅広く既存研究を比較している。

第3章「Biomedical signals for BCIs: EEG, EMG, and EOG (BCIのための生体信号：脳波、筋電図、眼電位)」では、いくつかの周波数帯に分割した脳波の特徴を述べ、筋電図や眼電位などがアーチファクトとして混入する原因について述べている。また、視線方向を脳波から検出する場合に、これらのアーチファクトも重要な情報源になり得ることを述べている。

第4章「Offline Classification of Eye Movements from EEG Signals: Algorithm & Results (オフラインでの脳波からの眼球運動推定：アルゴリズムと結果)」では、16チャンネルの脳波を用いて、オフラインでの眼球運動推定を実現している。まず、眼球運動に関連する前頭部、前側頭部の信号波形を観察し、その極性の違いから各チャンネル間の和と差を求め、上下左右の視線方向の違いを識別するア

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

ルゴリズムを提案している。9人の被験者の結果より、すべての被験者で同じ閾値を用いてもサポートベクターマシンを用いて識別した結果よりも高い識別率が得られることを示している。

第5章「Online Classification of Eye Movements from EEG Signals: Algorithm & Results (オンラインでの脳波からの眼球運動推定: アルゴリズムと結果)」では、第4章で示したアルゴリズムを拡張し、オンラインでの識別を可能とした新しいアルゴリズムと結果について述べている。オンラインでの識別では、どのタイミングで目を動かしているのかを識別することが重要であり、そのために、ウェーブレット変換を用いて瞬きと目が動いていない状態も識別するアルゴリズムについて述べている。信号を計測する電極の位置を両耳の後ろ2カ所だけの計測とし、10人の被験者の結果、上下左右と瞬き、中心位置の6クラスの識別が可能であったと述べている。

第6章「Real-Time Application: Control of Video Game with Eye Movements (リアルタイムアプリケーション: 視線移動によるゲームの制御)」では、第5章で示したアルゴリズムを用いて、実際にリアルタイムでゲームが可能であることを示している。ゲームのキャラクタを左右に動かし、上から落ちてくる障害物などを避ける動作を脳波だけにより制御を行っている。頭部を固定せず、ゲームの画面を見ながら眼球運動を用いてゲームを行い、5人の被験者の平均で、左右の識別が90%以上の精度で可能であったと述べている。

第7章「Conclusion & Perspectives (結論と今後の展望)」では、各章の内容をまとめるとともに、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文では、脳波を用いて眼球運動を精度良く推定する新しいアルゴリズムを提案し、その有効性を示したものであり、学術上貢献するところが大きい。よって、博士(学術)の学位論文として十分価値のあるものと認められる。