T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	脳波を用いたアルツハイマー病の早期診断方法の研究
Title(English)	
著者(和文)	上田泰士
Author(English)	Taishi Ueda
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10041号, 授与年月日:2015年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:八木 透,木村 康治,伊能 教夫,中島 求,中尾 裕也
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10041号, Conferred date:2015/12/31, 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

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（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	上田　泰士	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名	氏　名	職　名
	主査	八木　透	准教授	中尾裕也	准教授
	審査員	木村康治	教授		
		伊能教夫	教授		
		中島　求	教授		

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は，「脳波を用いたアルツハイマー病の早期診断方法の研究」と題し，以下に示す 6 章から構成されている．

第 1 章「緒論」では，アルツハイマー病(AD)が社会に与える影響と従来の診断方法の課題を示し，脳波を用いた高精度なアルツハイマー病診断方法の開発を行う本研究の目的について述べている．すなわち，今後，世界的に AD 患者が増え，その対策費用が社会への莫大なコストとなることが予想され，AD を早期に発見し病気の進行を食い止めることが重要であることを示している．その上で，既存の診断方法は診断装置が高額な点や，侵襲的である点が診断方法普及の障壁となっていること，そして脳波計は価格も比較的安価で非侵襲的なため普及を見込めるが，AD の前駆段階である軽度認知障害(MCI)の診断には精度向上と使用電極の削減が課題となっていること，を示している．そこで本研究では，独自の指標「PVF(Power Variance Function)」を用いて，少数電極から記録した脳波を元に MCI を高精度に発見することが目的であると述べている．

第 2 章「PVF による AD の特徴抽出」では，AD の脳波の特徴を神経生理学的観点から推察した上で，脳波のパワーの時間変動の活発さを周波数毎に定量化する PVF によって AD を感度良く抽出できることを述べている．すなわち，ごく初期の AD の脳ではマイネルト基底核が損傷するため，徐波(3～10Hz)の散発と速波(14～30Hz)の減少が生じると推察できるが，従来手法であるパワースペクトルでは散発的なパワー変動を感度良く検出できないことを示している．これを解決する方法として，脳波のパワーの時間変動の分散を周波数毎に計算して PVF と定義している．そしてパワースペクトルよりも PVF の方が感度良く，AD の脳波の特徴である低周波成分の散発を抽出可能であることを述べている．

第 3 章「アルツハイマー病患者と健常者の PVF の比較」では，健常者群と AD 患者群，MCI 患者群の PVF 同士を比較し，パワースペクトルよりも大きな有意差が表れることを示している．すなわち，健常者群と，MCI 患者群および AD 患者群の PVF を z 検定によって比較したところ有意差が認められ（$p<0.05$），さらに、低周波帯域ではパワースペクトルよりも PVF に顕著な差が現れることを示している．したがって，前章での推察の通り，AD 患者群と MCI 患者群では，徐波の散発が増加しており，これを PVF によって感度良く検出できることを述べている．

第 4 章「21 電極での脳波の PVF に基づいた軽度認知障害患者の判別」では，第 3 章で述べた PVF による健常者群と MCI 患者群の差を利用した両者の判別方法について述べている．すなわち，健常者群と MCI 群の PVF と，判別対象の PVF のマハラノビス距離を計算し，マハラノビス距離がより近い群へ判別対象を割振る方法を示している．また判別変数の選択方法として，第 3 章で計算した z 値の絶対値の平均値が低い電極から，順に判別変数として用いる PVF の周波数成分を選択し組み合わせていくことで，判別精度を向上する判別変数を選択する方法を示している．その結果，O1，Cz，F7，T6，T5，C4，Fp1 の徐波帯域の PVF を用いることで、本データセットを用いた従来手法の最高正判別率 85.0%を上回る、93.9%で MCI を判別可能であることを述べている．

第 5 章「少数電極での脳波の PVF に基づいた軽度認知障害患者の判別」では，製品への応用の課題となる電極貼り付けの際の労力低減と装置の低コスト化を目的に，第 4 章の方法を改良し，少数の電極を用いた MCI 患者の判別手法について述べている．すなわち，判別精度に悪影響を及ぼす要因として，少数電極になった際には MCI 患者の脳波の特徴である徐波の増大が検出しにくい例を示し，この解消方法として，前頭部と後頭部の PVF の差を判別指標とすることを述べている．その結果，基準電極を含めて前頭部と後頭部の合計 3 つの電極を用いただけで，21 電極を用いた従来手法と同程度である正判別率 85.4%で MCI を判別可能であることを述べている．

第 6 章「結論」では，各章で得られた知見をまとめ，本研究の到達点を示している．すなわち，本研究では少数電極での脳波を用いて高精度に MCI 患者を判別できることを示し，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について総括している．

以上を要するに本論文は，安価かつ非侵襲で測定可能な脳波によるアルツハイマー病の早期診断方法の有効性を明らかにしたものであり，本研究で得られた知見は，医用工学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である．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．

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(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。