

(様式 11)

2021 年 2 月 12 日

学 位 論 文 審 査 要 旨 (課程博士)

東京農工大学大学院工学府長 殿

審査委員 主査 田中 聡久
副査 清水 昭伸
副査 近藤 敏之
副査 田中 雄一
副査 瀧山 健
副査 北城 圭一

学位申請者	電子情報工学専攻 2018 年度入学 学籍番号 18834201
	氏 名 Aqsa Shaqeel
申請学位	博 士 (工 学)
論文題目	Real-time EEG Oscillatory Phase Prediction and Phase-Informed Visual Stimulation using a Least Mean Square-based AR model
論文審査要旨 (600~700 文字) 本論文は、最小平均二乗法を用いた AR モデルにより、ヒトの脳波のアルファ波成分の時系列予測を行い、アルファ波瞬時位相に依存して脳に外部刺激を印加するための新しい手法を構築したものである。 (論文要旨) 本研究は、最小二乗平均(LMS)法を用いた AR モデルを構築し、脳波の適応的な信号処理により時系列予測を行い、脳波の振動成分であるアルファ波の瞬時位相依存で脳刺激を行うための手法開発を行ったものである。クローズドループ的に現在時刻の脳波位相依存で刺激を印加するためには、瞬時位相の推定のために少し先の未来の時系列予測が必要となる。脳波は非定常成分が強く、振動周期もゆらいでおり、この時系列予測が難しい。従来はこの問題に対して、Yule-Walker 法による AR モデルを構築し、脳波の時系列予測をする方法が一般的であった。これに対して本論文では、最小二乗平均法を用いた AR モデルにより、適応的に時々刻々と脳波の時系列予測を行う手法を開発し、従来型の Yule-Walker 法と時系列予測精度を比較した。その結果、より遠い未来の予測精度について LMS 法を用いる適応的な手法が従来手法に比べての優位性を示した。さらに、この手法をリアルタイムマシンとオンライン出力が可能な脳波計の組み合わせで実装し、オ	

(様式 11)

論文審査要旨

オンラインで脳波のアルファ波位相での刺激トリガを出力し、実際にチェッカーボード用の視覚刺激をヒトに印加するオンライン実験に成功した。本手法は、オンラインでの経頭蓋磁気刺激やさまざまなモダリティでの感覚刺激に適用可能で、精度の高いクローズドループ刺激を用いる神経工学分野やブレインマシンインターフェイス応用等に大きく貢献するものであるといえる。また、2編の公表論文は、Q1 ジャーナルである **Applied Sciences** (IF=2.474) と **Journal of Personalized Medicine**(IF=4.433)に掲載されるなど、研究コミュニティからも高い評価を得ている。

以上のように、本論文は、多くの新しい知見を有すること、論文の内容、構成および公表論文数（投稿論文公表済みジャーナル2報、IFの合計値6.907）などから、本学位論文審査委員会は、全員一致して、本論文が博士(工学)の学位論文として十分価値があるものと判断し、合格と判定した。

審査経過（時系列）

- 2020年12月9日 2021年3月博士後期課程修了に係る学位申請
- 2021年1月13日 審査委員の選出・指名・付議、論文審査委員の付託（運営委員会）
- 2021年2月1日 学位論文発表会、最終試験
- 2021年2月10日 本専攻本専修内における博士学位取得要件「査読付き論文のIF合計が3以上（件数は問わない）」（投稿論文公表済みジャーナルのIF合計値が6.907）を満たしていることを確認の上、専攻会議で論文合格及び最終試験合格を承認。
- 2021年3月4日 学位授与認定・修了認定（運営委員会）