

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	CAI, Lin
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学 教授	工学博士 岡田 英史
	副査	慶應義塾大学 教授	工学博士 池原 雅章
		慶應義塾大学 教授	博士（工学）博士（医学） 満倉 靖恵
		慶應義塾大学 准教授	博士（工学） 牛場 潤一
		産業技術総合研究所	博士（工学） 川口 拓之
<p>学士（心理学）、修士（心理学）CAI, Lin 君提出の学位請求論文は「Correlating Functional Near-Infrared Spectroscopy with Underlying Brain Regions for Adult and Infant Populations by Theoretical Light Propagation Analysis」（成人・乳幼児に対する頭部光伝播解析に基づくfNIRSと脳機能部位の空間的対応づけ）と題し、5章から構成されている。</p> <p>機能的近赤外分光法（fNIRS: functional near-infrared spectroscopy）は、頭皮上に照射-受光プローブを装着して、検出光量の変化から非侵襲的に脳機能を計測する方法である。fNIRSは大脳皮質上の脳機能部位の位置情報を取得できないため、頭皮上におけるfNIRS装置の照射-受光プローブの装着位置と測定される大脳皮質上の脳領域の対応づけ（SCC: scalp-cortex correlation）を明確にすることが極めて重要となる。</p> <p>本論文の著者は、近赤外光が頭部組織で強い散乱を受けることを考慮し、成人と乳幼児の頭部モデルを対象にfNIRS計測における照射-受光プローブ間の光伝播を有限要素法（FEM: finite element method）で解析することで、成人と乳幼児の脳機能をfNIRSで計測する際のSCCを求めている。</p> <p>第1章は序論であり、fNIRS研究における本論文の位置づけと目的について述べている。</p> <p>第2章では、成人と乳幼児頭部モデルの光伝播解析を、本論文で用いたFEMと計算コストはかかるが最も正確な結果が得られるモンテカルロ法で行っている。2つの方法による大脳皮質中の光伝播を比較することで、fNIRS計測のSCCをFEMによって解析することの妥当性を検証している。</p> <p>第3章では、光伝播解析を用いたSCCとして、照射-受光プローブ間を伝播した光の各脳領域における光路長で表される感度に基づく対応づけ方法（SBM: sensitivity-based matching）について提案している。45例の成人頭部モデルを対象に、提案したSBMと、照射-受光プローブの midpoint と最近傍にある脳領域と対応づけを行う従来法でSCCを求めている。両者の結果を比較することで、提案したSBMの方が頭部形状の個人差に対応したSCCが得られることを明らかにしている。</p> <p>第4章では、0, 1, 2歳の乳幼児の頭部モデルを用いて、成長によって頭部の大きさと認知機能に変化が生じる年齢層において、fNIRSによる脳機能計測を行う際のSCCをSBMによって求めるとともに、最適な照射-受光プローブ間隔について検討している。測定の感度および脳領域の選択性の観点から評価した結果、0~2歳児の乳幼児を対象としたfNIRS計測では、照射-受光プローブ間隔は15~25mmに設定することが望ましいことを明らかにしている。</p> <p>第5章は結論であり、上記の内容を総括するとともに、将来展望を述べている。</p> <p>以上要するに、本論文は、頭部モデルの光伝播解析結果に基づいてfNIRS装置の照射-受光プローブの装着位置と測定される大脳皮質上の脳領域の対応づけを行う新たな方法を提案し、成人と0~2歳の乳幼児の頭部モデルを対象に解析を行ったもので、生体工学分野において工業上、工学上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（電気電子工学専修）科目担当者で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		