

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	栗原 一樹	
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
		慶應義塾大学准教授	博士（工学）	青木 義満
		慶應義塾大学教授	工学博士	田中 敏幸
(論文審査の要旨)				
<p>学士（工学）、修士（工学）栗原一樹君提出の学位請求論文は、「拡散光トモグラフィによる脳機能イメージングのための頭部構造モデルの構築」と題し、5章から構成されている。</p> <p>拡散光トモグラフィは、頭表に装着した複数の光プローブによって、近赤外光を頭部組織に照射、受光し、脳活動に伴う局所的な血液量変化を脳機能画像として再構成する方法である。近赤外光は頭部組織で散乱されるため、正確な画像再構成を行うためには、頭部組織における光の伝播経路を正確に求める必要があり、頭部構造を模擬したモデルによるシミュレーションが行われている。頭部構造モデルは、組織の光学的非均質性を考慮して、頭皮、頭蓋骨、脳脊髄液、灰白質、白質の5領域で構成するのが一般的である。さらに近年では、被験者本人の磁気共鳴（magnetic resonance: MR）画像に基づいた頭部構造モデルを構築することで、高精度な光伝播シミュレーションが行われており、MR画像の領域分割を自動化することが求められている。また、被験者の頭部構造を忠実にモデル化できることから、従来のモデルでは考慮されていない組織構造が、光伝播に及ぼす影響についても検討が必要になってきている。本論文は、拡散光トモグラフィによる脳機能画像の再構成を、より正確に行うための頭部構造モデルを構築することを目的とし、頭部組織の領域分割の自動化に適したMR画像の撮像法、および従来の頭部構造モデルでは考慮されていない組織構造が拡散光トモグラフィの画像再構成に及ぼす影響について検討を行っている。</p> <p>第1章は序論であり、拡散光トモグラフィと頭部光伝播シミュレーションに用いるモデルの研究動向についてまとめ、本論文の目的を述べている。</p> <p>第2章では、一般的なT1強調MR画像では領域分割の自動化が困難な頭部表層組織に着目し、Fat Saturated Photon Density Weighted と Fast Imaging Employing Steady-State Acquisition という2種類の撮像法で取得したMR画像による領域分割を提案している。提案した撮像法と表層組織の領域分割に従来用いられていた撮像法であるT2強調で取得した46名のMR画像に対して、閾値処理を基本とする領域分割法を適用した結果から、提案した撮像法の方が正確な領域分割ができ、かつ閾値の選択も容易になることを明らかにしている。また、提案した撮像法の撮像時間は、従来法の1/4未満であることを示している。</p> <p>第3章では、これまでの頭部構造モデルでは考慮されていなかった、周囲の組織よりも吸収が大きい脳表血管の影響について検討するため、磁気共鳴血管撮像法で取得した脳表血管の3次元構造を付加した頭部構造モデルを構築し、光伝播シミュレーションを行っている。従来の脳表血管を考慮していない頭部構造モデルを用いて画像再構成を行うと、矢状静脈洞などの太い血管近傍で生じた脳活動部位は、血管から離れた方向に再構成される傾向があることを明らかにしている。</p> <p>第4章では、第3章に加えて、前頭部の頭蓋骨内にあり低散乱、低吸収の空洞である前頭洞に着目し、頭部構造モデルにおける前頭洞の有無が、拡散光トモグラフィの画像再構成に及ぼす影響を検討している。前頭洞近傍では、再構成された脳活動部位が前頭洞に近づく傾向が見られたが、その影響は脳表血管が画像再構成に及ぼす影響に比べて小さいことを明らかにしている。</p> <p>第5章は結論であり、各章の成果を総括し、将来展望について述べている。</p> <p>以上要するに、本論文は頭部組織の光伝播を正確に解析するモデルを構築することによって、拡散光を用いた脳機能イメージングの精度向上を実現したものであり、生体医用光工学分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。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>			