

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	Yuan Bingzhi
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 Development of optical tomography methods with discretized path integral (離散化経路積分による散乱トモグラフィ)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	玉木 徹	印
審査委員	教 授	金田 和文	印
審査委員	教 授	栗田 多喜夫	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>散乱トモグラフィは赤外散乱光を用いるトモグラフィ手法であり，X線CTと比較して安全性が高いため近年研究が進んでいる．主要な従来手法である拡散トモグラフィは明瞭な結果が得られないため，代替手法の開発が期待されている．本論文は，経路積分の離散化に基づく新しい散乱トモグラフィ手法の開発を目的としている．</p> <p>本論文は6章からなり，第1章では本研究の背景を述べている．まずトモグラフィ手法の概説と，提案手法の基礎となる光輸送方程式を説明し，これを経路積分によって定式化するアイデアについて述べている．続く第2章では，従来手法である拡散トモグラフィについて言及し，これが等方性の位相関数を仮定した拡散近似に基づくために明瞭な推定結果が得られないことを指摘している．</p> <p>第3章では，順問題を定式化する新しい手法について述べている．ここでは，コンピュータグラフィックスで用いられている経路積分を用いた光の入出力関係（光輸送）の定式化，格子状の関与媒質を仮定した2次元層状媒質モデルと前方散乱型ガウス位相関数，光減衰の行列ベクトル積によるモデル化を提案している．これらの新しい概念の導入により，推定すべき消散係数をベクトルとして表現することが可能になることが示された．</p> <p>第4章では，前章で提案した順問題を用いて，逆問題である散乱トモグラフィを制約付き最適化問題として定式化する方法を示している．そして準ニュートン法と対数障壁法を用いて最適化問題を解いた数値計算結果を示し，拡散トモグラフィと比較して提案手法は誤差が1/5から1/10になることを示している．ただし計算量が拡散トモグラフィの100倍程度であるという問題も報告している．</p> <p>第5章では，精度を保ちつつ計算量を削減するための手法を提案している．まず対数障壁法と比較して高い収束性能を持つ主双対内点法を導入している．さらに，勾配ベクトルとヘッセ行列の効率的な計算実装方法を提案している．前章と同じ条件での数値計算においては，対数障壁法と主双対内点法，ニュートン法と準ニュートン法，効率的なヘッセ行</p>			

列と勾配ベクトル実装の有無によって結果を比較している。提案する効率的ヘッセ行列実装と主双対内点法により、推定精度を保ちつつ、計算量を拡散トモグラフィの 10 倍程度まで削減したことを示している。

第 6 章では本論文をまとめ、今後の研究課題を述べている。

本論文で得られた研究成果は、新しい散乱トモグラフィ手法の開発につながるものである。離散化経路積分に基づく定式化が本論文で示されたことによって、新たなデバイス開発への道筋を示したものとして、高く評価できるものである。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与するに十分な資格があると認める。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。