【101】

氏　名(本　籍)	渡部秀一(福島県)
学位の種類	博　士(工　学)
学位記番号	博甲第 1,400 号
学位授与年月日	平成 7 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	統計的推定法に基づく画像処理アルゴリズムの研究
主　査	筑波大学教授　工学博士　斎藤恒雄
副　査	筑波大学教授　工学博士　板橋秀一
副　査	筑波大学教授　工学博士　西原清一
副　査	筑波大学教授　工学博士　大田友一
副　査	筑波大学教授　工学博士　平井有三

論　文　の　要　旨

本論文は画像工学における2つの重要な問題，画像のセグメンテーション（領域分割）およびコンピュータ断層撮影（computed tomography : CT）の画像再構成，に関して統計的推定法に基づく新しい画像処理アルゴリズムを提案し，その有効性について検討したものである。

本論文は6章から構成されている。第1章は序論であり，研究の目的と意義ならびに本論文の概要を述べている。

第2章は統計的推定法に基づく画像処理アルゴリズム，特に最大事後確率（maximum a posteriori : MAP）推定に基づくアルゴリズムについて概説している。

第3章では，与えられた画像を統計的性質の異なる複数の領域に分割する画像のセグメンテーションについて述べている。統計的推定法に基づく画像のセグメンテーションは組み合わせ最適化問題に帰着され，最適解の探索と画像の統計モデルのモデルパラメータの推定という2つの重要な問題を解決しなければならない。本論文では効率的に最適解を探索する手法として，平均場アニーリング（mean field annealing : MFA）とギブスサンプラの2つの最適化法について検討している。さらにモデルパラメータはセグメンテーションと同時に自動推定するものとし，2つの最適化法に適合した方法として期待値最大化（expectation maximization : EM）アルゴリズムによる推定法を提案している。EMアルゴリズムの計算量を削減するため，平均場近似EM法と分類最大化（classification maximization : CM）アルゴリズムによる自動推定法を提案し，推定精度と計算量の観点からこれらの推定法を実験的に評価している。画像のセグメンテーションにおいて，モデルパラメータをセグメンテーションと

同時に自動推定するアルゴリズムが確立された。

第4章では，医学診断で必要不可欠なものとなっているX線CTにおいて，極端に少ない投影方向からのデータからでも良好な品質のCT画像を再構成できるアルゴリズムについて検討している。提案するアルゴリズムはMAP推定に基づき，計測された投影データと再構成画像に関する先験的知識を考慮した評価関数を導出し，その最小化を行うものである。この評価関数は多数の局所的最小値をもつ非凸な関数となり，従来この種の問題でよく使われる最急降下法は適用できないため，新たにGNC（graduated nonconvexity）と呼ばれる手法を導入し，評価関数の最小化を行っている。計算機上で作成されたファントムから得られる投影データと実測されたX線投影データを用い，投影方向を減らした状況を想定した再構成実験を行い，良好な品質のCT画像が再構成できることを示しその実用性を明らかにしている。

第5章では，被検体内に投与された放射性同位元素（RI）から放射されるフォトンを体外で計測し，被検体内でのRIの蓄積状況を画像化するエミッションCT（ECT）における画像再構成問題アルゴリズムについて検討している。提案するアルゴリズムはMAP推定に基づくもので，体内のRI密度分布は組織（臓器）内では滑らかに変化し，組織の境界では急峻に変化することを考慮し，また3次元画像再構成を行うことを考えて，事前情報を反映させる画像の確率モデルとして3次元ガウスマルコフ場を採用している。MAP推定の評価関数の最適化にはGEM（generalized EM）アルゴリズムの考え方を基にした最適化法を提案している。これによって滑らかに輝度変化する部分と急峻に輝度変化する部分を両立させ，加えて体軸方向の相関も考慮した3軸方向に均等な滑らかさの事前情報を用いて3次元像の再構成が可能となり，従来法に比べて雑音の影響を抑えた良好な画像再構成が行える。提案されたアルゴリズムは，シミュレーションによる実験および心臓模型を用いて実際のECT装置で得られたデータに適用され，その有効性が検証されている。

第6章は結論であり，本研究で得られた成果をまとめている。

審　査　の　要　旨

統計的推定法を駆使して画像のセグメンテーションおよびCT画像再構成の分野で有効な新しい画像処理アルゴリズムを確立した。セグメンテーションと同時にモデルパラメータを自動推定する手法，およびX線CTやエミッションCTにおいて高品質なCT画像を再構成する手法を与えた点は高く評価できる。

よって，著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。