

学位論文内容の要旨

X線CT灌流 (CT Perfusion : CTP) 画像は、急性期脳梗塞で広く臨床に応用されている。一組のCTP画像から脳血流量を算出して脳循環解析に使用するので、信頼性の高い脳血流量が必要である。CTP検査においては、同一断面に対して多数回のスキヤニングを行うので、断面当たりの被曝線量が増え、被曝を出来るだけ低くする必要がある。このため、低線量CTP検査が行われているが、画像中の統計雑音が顕著であるのでCTP画像の画質が悪く、雑音低減が不可欠である。統計雑音低減においては、高い血流値を持つ血管の混入を避けるため、血管構造の滲みを出来るだけ防ぐことが脳血流解析で重要になっている。今までに提案されてきた雑音除去法は、血管構造の滲みを防ぐことが不十分であった。

本論文では、この問題解決のため、2次元非線形拡散フィルタ処理法を用いて画像雑音低減とエッジ保持の両立をはかった。この方法は、2次元非線形拡散方程式に基づいている。拡散係数は0と1の間の値をとり、鋭いエッジ点は0、明白な雑音点は1、をとるよう定義された。エッジ点では、拡散係数がゼロのため処理が行われずエッジが保持される。一方、雑音点では拡散係数が非ゼロのため処理が行われ、統計雑音が低減される。この処理法は、反復を繰り返して統計雑音を次第に除去する。拡散係数算出に必要なパラメータの値は、判別分析法によって自動的に決定した。

2次元非線形拡散フィルタ処理法の有効性を検証するため、最初に実際に製作したCTP脳血流ファントム (模型) に適用し、その低線量X線CTP画像40枚中の統計雑音を除去した。これらの処理画像から脳血流をデコンボリューション法によって計算した。ファントム画像中の顕著な統計雑音が模擬血管構造の滲みがなく除去されたので、得られた脳血流マップは高線量X線CTP画像からの脳血流マップと遜色がなかった。次に、臨床応用を行い、本方法を低線量臨床CTP画像50枚に適用して脳血流マップを求めた。ファントム画像と同様に、血管構造の滲みなく臨床画像中の統計雑音が除去されたので、求めた脳血流マップに対して高い臨床評価が得られた。このように、2つの応用において、高信頼性脳血流マップが低線量X線CTP画像から得られた。

以上の結果は、本方法が低線量X線CTP画像からの脳血流マップの実現に有効であることを示すものである。本方法は、比較した複数の商用ソフトウェアの脳血流マップより優れていた。これも本方法の高い有効性を示すものである。

このように、2次元非線形拡散フィルタによる統計雑音除去によって、高信頼性脳血流マップが低線量X線CTP画像から実現された。これは、CTP検査における被曝線量の減少をもたらすので臨床的にも高い意義を有する。

論文審査結果の要旨

X線CT灌流 (CT Perfusion : CTP) 画像は、急性期脳梗塞で広く臨床に応用されているが、被曝線量が高いので、それを出来るだけ低くする必要がある。しかし、低線量CTP画像は統計雑音が顕著なため、画質が悪く、信頼性の高いCTP検査を困難にした。このため、統計雑音除去が不可欠である。この除去においては高い血流値を持つ血管の混入を避けるため、血管構造の滲みを出来るだけ防ぐことが脳血流解析における重要な課題であった。この解決のため、2次元非線形拡散フィルタによる処理を提案して、統計雑音除去と血管構造保持の両立をはかった。この方法は低線量CTP脳血流模型画像及び低線量臨床CTP画像に応用され、統計雑音が

血管構造の滲みなく除去された。これによって、低線量X線CTP画像から信頼性の高い脳血流マップが実現されている。その脳血流マップは、複数の商用ソフトウェアによる脳血流マップと比較されているが、これらの脳血流マップを上回る優れた結果を示している。これも提案した方法の有効性を裏付けるものである。

この成果は、低線量X線CTP画像から高信頼性脳血流マップを実現し、CTP検査における被曝線量を減少させるもので、その社会的意義は大きい。

よって申請者は、北見工業大学博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。