

氏 名	はら ぐち りょう 原 口 亮
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 81 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 シ ス テ ム 科 学 専 攻
学位論文題目	核医学心筋画像と冠動脈造影像との自動重ねあわせと表示

論文調査委員	(主 査) 教 授 英 保 茂 教 授 松 田 哲 也 教 授 金 澤 正 憲
--------	--

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、核医学心筋画像と X 線造影冠動脈像を用いて冠動脈像 3 次元再構成を行うとともに両者の融合情報表示画像を作成する手法について述べたもので、全 7 章より構成される。

第 1 章は序論で、研究の目的や背景について概説している。

第 2 章では、心臓・冠動脈の構造と機能、X 線撮影装置、および SPECT 装置について述べ、提案手法で用いる事前知識や前提条件の他に、推定が必要な位置あわせパラメータ等についてそれらの根拠を示した。また、複数医用画像の重ねあわせと冠動脈 3 次元再構成に関する従来の手法を概説し、本研究の必要性・方向性と達成目標について明らかにした。

第 3 章では、本論文にて提案する核医学心筋画像と冠動脈像の重ねあわせ手法を示した。すなわち、核医学心筋画像より心筋短軸断面を円で近似した左室心筋表面モデルを生成し、このモデルと 2 方向からの冠動脈造影像との位置あわせを行う。その上で冠動脈像を左室心筋表面モデルへマッピングをし、擬像を除去し、目的の重ねあわせ画像を得るものである。マッピングにより冠動脈像の 3 次元再構成像も同時に得られる。本手法では、従来の冠動脈 3 次元再構成法と比較して特徴点の抽出や対応付けが必要でないという大きな利点があることを述べ、位置あわせを自動的に行うために必要な評価関数と最適化手法について詳しく検証している。

第 4 章では、人工的に生成した心筋モデルと冠動脈モデルとを用いて第 3 章にて提案した手法を適用し、モデル実験により提案手法の有効性を検討している。3 次的に生成した心筋モデルと冠動脈モデルから、それぞれ心筋ボリュームデータと冠動脈投影像を生成し、位置あわせのためのパラメータと評価値への重みづけに対する評価関数の性質について調べ、本研究で提案した評価関数は最適化による自動位置あわせ処理にとって良好な性質を持ち核医学心筋画像の解像度である数ミリの精度で位置あわせが可能であることを示した。また、マッピングにより生じる擬像の除去処理が有効に働き、結果、冠動脈 3 次元再構成像が得られることを示している。

第 5 章では、第 3 章で提案した手法を複数の臨床データに対して適用し、良好な結果を示している。得られた結果画像の表示方法として、左心室表面モデルによる 3 次元表示に加えて、臨床の場で広く用いられているブルズアイ表示上に冠動脈像を重ねあわせる表示方法を示し、それぞれの表示方法の利点・問題点について考察している。冠動脈形態画像と心筋機能画像の重ねあわせにより、冠動脈の走行の様子と心筋機能との関連付けを観察することができることを示している。

第 6 章では、提案手法を臨床で実際に利用するために、画像の入力から位置あわせ・再構成・重ねあわせ表示・結果画像の出力まで一連の処理を行うシステムについて述べている。このシステムには医療従事者がインタラクティブに画像操作を行うためのインターフェースを実装し、実用的なシステム構成となっている。

第 7 章では結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、臨床診断で用いられている異種モダリティ画像データを融合しより高度な診断情報を表示する手法に関する研究で、核医学心筋画像と X 線造影冠動脈像を用いて、診断支援、治療方針の決定などに有用なシステムの提案を行ったものであり、得られた成果は以下のように要約される。

1. 冠動脈や心筋に関する事前知識・特徴・対象画像の解像度の違いを考慮した心筋画像と冠動脈像の新しい重ねあわせ手法を提案した。すなわち、核医学心筋画像より左室心筋表面モデルを生成し、冠動脈像を左室心筋表面へマッピングすることにより重ねあわせを行うものである。この重ねあわせ処理に伴い、冠動脈 3 次元再構成も実施され、3 次元像を得ることができる。

2. 得られた融合情報の表示方法として、表面モデルによる 3 次元表示とともに、核医学心筋画像の表示方法として臨床の場で広く用いられているブルズアイ表示上に冠動脈像を重ねあわせる融合表示法を開発した。

3. シミュレーションにより位置あわせ手法の評価実験を行い、提案した評価関数により、核医学心筋画像の解像度である数ミリの精度で位置あわせが可能であることを検証するとともに、臨床データに対して適用し、良好な結果が得られることを示した。

4. 冠動脈の 3 次元再構成について、従来法に比べて特徴点抽出や対応付けといった人手を要する煩雑な処理を経ることなく、簡便に 3 次元再構成ができることを示した。

以上 本論文は、核医学心筋画像と X 線造影冠動脈像を用いて冠動脈像 3 次元再構成・融合表示などに関して、臨床利用が可能な実用的なシステムを開発しており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成15年2月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。