

氏 名	セン 錢 イン 鷹
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 19 号
学位授与の日付	平 成 12 年 7 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	X 線造影像からの冠状動脈自動抽出 ——モルフォロジカル手法を用いて——

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

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、冠状動脈の血管枝の自動抽出、血管エッジの自動検出、および冠状動脈狭窄率の計測手法について述べたもので、6章からなっている。

第1章は序論で、冠状動脈 X 線造影像の計算機処理に関する研究の必要性とこの分野の研究方向を概観して、本研究の研究課題とその解決のための手法について述べている。

第2章では冠状動脈の構造と造影法、造影装置について述べ、造影像の問題点、ノイズ、歪みなどについて記述し、これらの問題点を考慮した解決法への提案を行っている。

第3章では、冠状動脈 X 線造影像から、分枝を含む冠状動脈を自動的に検出する手法について述べている。この手法は、主にモルフォロジカル演算を用い、以下の3ステップに従って、処理を行うものである。第1は、コントラスト強調処理アルゴリズムで、血管を目標物とし、それに対応する構造素子を構成し、モルフォロジカル Top-Hat 演算を用い、複雑な背景から局所的な血管と背景との濃度値差を抽出して、得られた濃度値差情報を利用してコントラスト強調を行うものである。第2は、ごま塩状ノイズを除去するための小構造素子を用いたモルフォロジカル収縮演算である。この収縮演算によって、ノイズを除去すると同時に細い血管枝に対してサイズの拡大強調効果があることを示している。得られた結果は半二値化処理によって背景である可能性が高い画素を濃度均一化した後、濃度値によるラベリングを行い、最大面積をもつ領域を血管領域として抽出するものである。モルフォロジカル手法では、構造素子が処理結果に大きな影響を与える。この構造素子について種々の処理実験を行い、Top-Hat 演算に用いる構造素子のサイズは一番太い血管の直径より少々大きくすることが、適切な処理結果を得られることを示している。また、多構造素子を用いることにより、コントラスト強調の効果を強めた手法も提案し、抽出できる冠状動脈血管枝の増加と、細い血管枝の抽出が可能であることを示している。

第4章では、血管エッジを抽出するため、モルフォロジカル Water-Shed 変換に関する手法について述べている。モルフォロジカル van Vliet's 微分演算で微分画像を作成すると共に、第3章で得た抽出結果を利用して、血管マーク画像、背景マーク画像を作成する手法を述べ、微分画像の濃度レベルに基づいて血管マーク、背景マークを Water-Shed 演算の初期極小部として、Water-Shed 変換を行うことにより、連続した精密なエッジを検出する手法について述べている。この手法は、操作者の手作業の必要がなく、大量のデータの処理が可能であり、また中心線と直交する走査ラインによるエッジを検出する手法より、誤差要因が少なく、極めて細い血管枝のエッジ検出までもできるので、強度な狭窄がある冠状動脈血管枝のエッジ検出も可能である。

第5章では、得られた冠状動脈血管エッジを利用して、内接円を用いて中心を定める手法を提案し、さらに、T型構造素子を用いて、連続した部分で順次血管直径を計測する方法を述べている。

第6章では結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

心疾患の検査・治療において重要な役割を担っている X 線冠動脈造影法で得られる画像上の冠動脈の形状を把握し、狭窄部位やその程度の定量計測を行うことは臨床現場において強く必要とされているものである。本研究はこの冠動脈血管の自動抽出について述べたもので、得られた主な成果は以下の通りである。

1. モルフォロジカル Top-Hat 演算を用いたコントラスト強調処理と、モルフォロジカル収縮演算によるノイズ除去と同時に細い血管枝に対する拡大強調をおこなってから、半二値化処理によって背景画素を濃度均一化し、濃度値によるラベリング後、最大面積をもつ領域を血管領域として抽出する手法を開発した。
2. モルフォロジカル手法では、構造素子が処理結果に大きな影響を与えるが、Top-Hat 演算に用いる構造素子のサイズが一番太い血管の直径より少々大きくすることが適切な処理結果を与えることを明らかにし、また、多構造素子を用いることにより、コントラスト強調の効果を拡大し、細い血管枝の抽出も可能であることを示した。
3. 血管エッジの抽出に、モルフォロジカル微分画像に対して Water-Shed 変換を導入すると共に、血管マーク画像、背景マーク画像の適切な自動設定により精度のよいエッジを得ることができることを示した。
4. 血管内径の計測手法として円当てはめ法を提案し、分岐や曲がりなどの形状に関わらず計測可能な方法を提案した。

以上本論文は、臨床上有用な冠動脈の自動検出法について述べたもので、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12年5月24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。