

氏名（本籍）	片  潤  哲  朗（佐賀県）
学位の種類	博  士（工学）
学位記号番号	乙第 26 号
学位授与年月日	平成13年 3 月24日
専 攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	心臓核医学における心筋画像の定量解析とコンピュータ支援診断 システムの構築に関する研究  (Studies on Quantitative Analysis of Myocardial Images and Development of a Computer-aided Diagnosis System in Cardiac Nuclear Medicine)
学位論文審査委員	(主査) 教授 藤 田 廣 志 (副査) 教授 池 田 尚 志 教授 田 中 嘉 津 夫

## 論文内容の要旨

心疾患における診断と治療は、最近の医学の発達とともに数年前に比べて格段に進歩しており、従来では困難であった様々な情報が得られるようになった。しかし、それらのデータを統合し、判断していくのは、医師という人間である。そのため医師個人の熟練度によって診断が異なる場合もあり、その結果患者に対する治療方針も異なってくる。このような背景から心臓病、主として虚血性心疾患における診断の定量化を主眼とした支援診断システムの構築が望まれるようになった。専門医の診断過程を知識ベースとしてコンピュータに移植し、それを基に推論することができるならば、医師の診断をより正確なものにすることが可能となる。しかも、診断支援だけに限らず医療コストの軽減が可能となり、昨今問題となっている医療費が抑制されることにより、医療界全体が有益になると考えられる。

今回開発したシステムは、心臓核医学における負荷心筋シンチグラフィ検査において、専門医の知識をファジィ推論とニューラルネットワークにより吸収することで、医師の診断を定量的に扱っている。患者の病気（虚血性心疾患）の度合をその信頼度とともに医師へ提供し、支援することにより、診断の定量化と診断能力の向上を目的とした支援診断システムの構築が試みられている。現在のところ、医療分野でのエキスパートシステムや支援システムが数多く考えられているが、一部を除いて実際の医療現場ではこれらシステムが導入されるにいたっていない。このような現状から本研究では、実際の医療現場にフィードバックすることを最終目標としている。

本論文は第一章から三章の前半部分と四章から六章の中間部および七章から九章の後半部の3部構成になっている。

第一章では、この研究の目的ならびに概要について述べている。

第二章では、医学的、特に心臓に関する解剖と疾患および心臓核医学による虚血性心疾患の診断の概略を簡単に説明している。

第三章では、支援診断システムの入力画像にするためには、画像の定量化が不可欠である。そこで心臓核医学における心筋画像の定量解析について解説している。心筋の定量画像としてはブルズアイ表示や展開図表示等があり、SPECT 画像の診断を容易にしている。また、最近心筋血流画像だけではなく、心機能も同時に評価できるアルゴリズムが開発されている。本章では、このアルゴリズムについても簡単に触れ、心機能の定量解析についても検討を行い、その臨床的有用性を検証している。

第四章では、ファジィの考え方からファジィ集合についての概略を説明した後、本システムの推論の基礎となるファジィ推論について解説している。また、一般的なファジィシステムがどのように応用されているか、種々の例を挙げて述べている。

第五章では、医療用推論のための非ファジィ化について解説しているが、非ファジィ化の方法において本研究のオリジナリティがある。従来の方法（重心法、モーメント法）はファジィ制御で用いられる非ファジィ化の方法であった。そのため医療用のための新たな非ファジィ化の方法が必要となり、密度モーメント法と呼ぶ新しい非ファジィ化の方法を開発した。この章では、密度モーメント法の詳細を述べて、密度モーメント法と従来法との数式モデルと事例モデルのシミュレーションを行い、その結果と検討について述べている。

第六章では、心筋負荷シンチグラフィ検査における負荷データだけを用いての支援診断システムを構築について記述している。推論構造においてファジィ推論がどのように応用され、どのように出力結果が得られたのかその過程を述べ、これらファジィ医療支援診断システムについて解説している。

第七章では、ニューラルネットワークの概要について述べている。ニューラルネットワークの本質と考え方などを概説した後、ニューラルネットワークの応用についても論じている。

第八章では、ニューラルネットワークにおける画像前処理とニューロパラメータの効果について記述している。今回用いたニューラルネットワークの中間層の層数ならびにセル数、荷重の初期値および前処理のマトリックス数の最適値を、本章で求めている。

第九章では、心筋 SPECT ブルズアイ画像を用いて、ニューラルネットワークによる支援診断を行うシステムの構築を検討している。心筋の障害部位を描出する EXTENT 画像と障害の程度を表す SEVERITY 画像から障害部位の検出をし、再分布画像と併せることにより心筋蘇生能の評価が可能となるシステムの構築について述べている。

第十章では、本研究を通して工学的ならびに医学的考察をすることにより、本システムの特質を明らかにしている。そして、本論文の結論を示した上で、今回のシステムを含めた医療分野における支援診断システムの展望を述べている。

## 論文審査結果の要旨

本論文は、心臓核医学を対象としたコンピュータ支援診断(Computer-Aided Diagnosis : CAD)システムの開発に関する研究成果をまとめたものである。本システムは、心臓核医学における負荷心筋シンチグラフィ検査において、専門医の知識をファジィ推論とニューラルネットワークにより吸収することで、医師の診断を定量的に扱っている。患者の病気(虚血性心疾患)の度合をその信頼度とともに医師へ提供し、支援することにより、診断の定量化と診断能力の向上を目的とした支援診断システムの構築が試みられている。

その内容は、まずシステムの入力画像における画像の定量化について述べている。心筋の定量画像としてはブルズアイ表示や展開図表示等があり、核医学画像の診断を容易にしているが、著者はこれら画像解析の開発にも携わり、実際の臨床現場に大きく貢献している。

次に、心筋負荷シンチグラフィ検査における負荷データだけを用いてのファジィ推論を応用した支援診断システムを構築している。推論構造においてファジィ推論がどのように応用され、どのように出力結果が出されたのか、その過程を詳細に述べている。本研究では、その過程において医療用推論に適した非ファジィ化の方法を開発している。従来の方法(重心法、モーメント法)はファジィ制御で用いられる非ファジィ化の方法であるため、医療推論を行う場合と異なる。そのため医療診断に適した新たな非ファジィ化の方法が必要となり、密度モーメント法と呼ぶ新しい非ファジィ化の方法を考案しており、そこに本研究のオリジナリティがあると考えられる。

そして、心筋画像の支援診断システムにおいては、ニューラルネットワークのアルゴリズムを応用してシステムを構築している。その前処理として、ニューラルネットワークの中間層の層数ならびにセル数、荷重の初期値およびマトリックス最適値等ニューロパラメータの効果について論じた後、実際に医療現場で使用できるシステムの作成を試みている。本システムは、心筋 SPECT ブルズアイ画像における心筋の障害部位を描出する EXTENT 画像と障害の程度を表す SEVERITY 画像から障害冠動脈を検出し、再分布画像と併せることにより心筋蘇生能の評価が可能となるシステムが構築されている。本システムにおける検討は、実際の臨床例 58 症例を用いて行われ、その正診率は 85%であり、経験約 2 年の医師とほぼ同等の診断能を有している。また、冠動脈ごとの検討も十分に行われており、考察では専門医レベルの診断能を所有するための本システムの問題点についても深く検討し、将来的な本研究の発展性にも言及している。

総合して、本論文は心臓核医学におけるコンピュータ支援診断システムの開発において多くの新しい知見と成果を示しており、その過程で用いられている新旧の工学的および医学的な知見も含め、学術的に高い価値を有すると判断する。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。

## 最終試験結果の要旨

提出された学位論文を熟読し、その内容が工学的にも学術的にも高い価値を有すると判断した。また、公聴会後に学位論文に関する口頭試問を行い、工学的な知識はもちろん医学的な知識を含めたコンピュータ支援診断システム全般に関する試問をしたが、論文提出者はそれらの試問に的確に答えていた。これらのことから、論文提出者は学位を授与するに十分な専門的知識を有していると判断できる。

以上の理由により、最終試験を合格と判定した。