

## 論文内容の要旨

博士論文題目 医用超音波動画像を利用した実時間遠隔医療システムに関する研究

氏 名 榎田 敏之

本研究の目的は、医用超音波動画像を用いた遠隔医療システムを開発し、回線速度に関わりなく、円滑な実時間超音波診断を可能とすることにある。

医用画像を計測終了後に伝送して画像診断する従来の遠隔医療システムは、臓器動態を実時間で画像化できる医用超音波診断装置の有用性を活用することができない。本研究では、まず、医用超音波画像診断のための遠隔医療情報環境について考察している。つぎに、超音波動画像と計測場面映像を同時に伝送するシステムを構築する上で必須となる動画像伝送に必要な画像圧縮手法を検討している。さらに、提案手法が医用超音波動画像を利用した遠隔医療に有効であることを実証するため、Integrated Service Digital Network (ISDN) 回線、国内衛星回線、国際衛星回線を用いて、高速伝送回線が確保しやすい病院間遠隔医療と比較的低速な伝送ラインしか確保できない在宅遠隔医療の二つの異なる遠隔診断環境を構築して、それぞれ専門医による遠隔画像診断評価実験を実施している。

本論文は以下の5章からなる。

第1章では、本研究の背景として、遠隔医療の意義、医用超音波動画像の特徴、および提案する医用超音波動画像を利用した遠隔医療システムについて述べる。第2章では、医用画像を利用した従来の遠隔医療システムとその周辺技術について解説し、超音波画像診断のための遠隔医療システムの必要条件を考察し、新たな提案システムの概要を記述している。第3章では、高速デジタル回線を利用した病院間医用超音波画像遠隔診断システムを構築し、専門医による評価実験を通して、伝送した超音波画像の画質評価と伝送時に発生するパケット損失が与える影響について考察する。第4章では、低速デジタル回線に適応した在宅患者と専門医を直結する超音波画像遠隔診断システムを構築し、低いフレームレートでも遠隔地の専門医が容易に診断できることを実証する。最後に、第5章の結論で、本研究を総括して医用超音波動画像と計測環境映像を同時に伝送するという特徴をもった本システムの有効性と今後の課題について記述している。

## (論文審査結果の要旨)

本論文は、双方向情報ネットワークと医用画像工学を融合して新しい医療支援システムを構築しようという情報技術の応用を扱っており、心臓などの高速運動臓器の病態に不可欠なリアルタイム動画画像伝送の問題に対する解法を提示し、遠隔超音波画像診断という新しい学問領域を開拓した先端的な論文である。従来の医用画像伝送は、X線画像・MRI画像・顕微鏡画像など、基本的には静止画像を対象としていたため、高精度画像の伝送が不可欠であること、計測終了後の画像を一旦送信側のサーバーに蓄積してから伝送するストア型であること、などの理由から信頼性の高い伝送プロトコルであるTCPを採用し、150Mbps以上の次世代情報ネットワーク下でのシステム構築が必要という問題点があった。本研究では、比較的画像解像度は悪いが動画であること、リアルタイムで自由な計測断面が選択できること、検査術者が望ましい断層映像を獲得できる、などという特徴に着目してこれまで未開拓であった超音波画像遠隔診断システムを構築し、その性能を評価している。

本論文の成果は、以下の2点に要約される。

1. 双方向情報ネットワークの利点を活用し、専門医が伝送画像から必要領域を指定することにより、指定領域内のみ高いフレームレートで圧縮伝送する手法を提案した。本手法の開発により、病院間的高速ネットワーク下のみならず、家庭に敷設された低速情報ネットワーク下においても、患者と専門医を直結するシステムの構築を可能にし、遠隔医療構想を現実のものとして具現した。
2. 伝送プロトコルは信頼性の低いUDPであっても、超音波画像のリアルタイム計測の利点を最大限に活用して伝送側から計測画像データを送り続けることにより、専門医の画像診断には十分な画質が確保できることを検証し、従来の医用画像伝送で最大の課題であったパケットロスの問題がクリアできることを明らかにした。

以上述べたように、本論文は、従来の遠隔医用画像診断システム構築に内在する超高速情報ネットワークの確保という物理的な制約を克服し、21世紀の医療システムと期待されている新しい画像診断システムを提案するとともに、提案手法により実際に遠隔超音波画像診断システムを日本各地またタイ国との間で構築し、専門医による性能評価を実施した実証研究である。これらの研究成果は、学会論文誌3件、査読付国際学会6件として公表され、遠隔超音波画像診断という新しい臨床分野を開拓する上で、学術面での貢献は大きいと認めることができる。また、テレビ放送1件、新聞5件と広く報道されたことは、社会的ニーズに応える真の実用研究としての貢献も大きいことを示している。

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。