

## 論文内容の要旨

博士論文題目 医用画像情報の能動的 3次元可視化に関する研究

氏 名 井村 誠孝

本研究の目的は、あたかも患部が医師の目前に存在するかのように扱える没入型仮想現実環境に多様な医用断層画像を 3次元立体情報として提示するための可視化手法を確立することにある。

まず、本論文では、可視化結果に仮想的に働きかけることができる能動的可視化手法を提案している。また、提案手法が医用診断や人工臓器の機能評価に应用可能であることを示すため、腎疾患の重度判定に重要な情報である腎糸球体の形状の把握ならびに個数計量の容易化に直結する形態情報や、心臓人工弁の機能評価に直結する流れの 3次元動態情報の没入型環境への提示技術を開発し、提案手法の有効性を検証している。本論文は以下の 7章からなる。

第 1章では研究のモチベーションとビジョンが紹介され、第 2章では従来の 3次元可視化技術と仮想現実感技術の基礎および本研究の方法論について記述されている。

第 3章では、インタラクティブな 3次元立体形態の可視化手法を提案し、その有効性を確認している。具体的には、ラット腎臓のマイクロ X線 CT像から糸球体群と毛細血管群を識別して没入型仮想融合空間に提示し、仮想 3次元空間の中で糸球体の個数をカウントすることを可能にしている。なお、提案された手法の特徴は仮想レーザポインタという可視化結果とのインタラクションを可能にするインターフェースを備えているという点にあることも記述されている。

第 4章では、普遍的なベクトル場である速度場を 3次元立体空間動画として可視化する技術が提案されている。従来の医用画像の 3次元可視化技術は立体形状の把握に重点がおかれていたが、血管の中に没入した感覚で血流が観察できる機能可視化システムを開発している。実際、モデル流路において計測した超音波カラー Doppler法によって収集した 2次元断層情報から 3次元空間情報を作成し、人工弁の性能試験に有用であることを実証している。

第 5章では、異なる計測手段によって収集された情報を融合して医師が実施している臨床診断の信頼性向上に有用となる異種医用画像の統合システムを構築し、実際に、人体表面画像・MRI 画像・MRA 画像の統合処理による 3次元可視化結果を与えている。

第 6章では、本研究で開発した手法が対象臓器や機能の定量化とインタラクティブ性の向上に有用であることを検証し、今後の技術動向を展望している。

最後に、結論では本研究の総括を医用 3次元可視化のフロンティアとしての立場から記述している。

氏名	井村 誠孝
----	-------

(論文審査結果の要旨)

本論文は、医用画像表現技術と没入型仮想融合環境の統合を扱っており、臓器などの形態情報や血流などの機能情報を 3 次元空間情報として医師や患者の眼前に提示するという問題に対し、医用画像 3 次元能動的可視化という新しい学問領域を開拓した先端的な論文である。医用画像の 3 次元可視化技術は、最近、臨床診断の場に利用されるまでに成熟しているが、平面ディスプレイ上に擬似立体形態像を回転表示するに止まり、体外から体内へ観察視点を自由に移動することや異種情報を統合して融合表示することなど、提示情報と観察者との間のインタラクティブ性を確保した可視化技術は未開発であった。この限界を打破する可能性を追求した本論文の成果は、以下の 2 点に要約される。

1. 実体は存在するが人間が進入することができないために通常の状態では観察することが不可能な体内臓器などの形態情報や、実態としては存在しているが形状としては存在しない血流速度や神経内刺激伝達などの機能情報を、3 次元空間内の立体像として可視化する技術を開発したものであり、異種情報の統合表現手法を提案した。
2. 本提案手法による表現が臨床診断やインフォームドコンセプトに有効であること実証するため、円筒型スクリーン装置に立体的に提示し、指を利用した仮想インターフェースによるインタラクティブ操作も可能な没入型仮想融合可視化環境を構築した。

以上述べたように、本論文は、3 次元情報の可視化に有効なインタラクティブな表現手法を提案するとともに、提案手法を腎糸球体の計数のための 3 次元可視化や心室人工弁の開閉に伴う流れ評価のための 3 次元動態可視化に適用した実証研究である。これらの研究成果は、学会論文誌 1 件、査読付国際学会 4 件として公表され、能動的可視化手法に関連する学会誌論文 1 件およびバーチャルリアリティコンテスト岐阜大賞受賞などを鑑みると、医用画像 3 次元能動的可視化という新しい分野を開拓する上で、学術面の貢献は大きいと認めることができる。また、新聞 3 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。