

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 王 成

論 文 題 目

Study on bronchoscope tracking for bronchoscopy navigation

(気管支鏡検査ナビゲーションのための気管支鏡追跡に関する研究)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 森 健策

委 員 名古屋大学教授 長尾 確

委 員 名古屋大学准教授 工藤 博章

委 員 名古屋大学准教授 出口 大輔

委 員 名古屋大学准教授 小田 昌宏

王成君提出の論文「Study on bronchoscope tracking for bronchoscopy navigation」は、コンピュータによる気管支鏡動画像を用いたナビゲーションのための気管支鏡追跡手法について述べており、5章から構成される。

第1章では、本論文の研究背景として、肺癌治療や気管支鏡検査の歴史や発展について述べている。各種の診断方法を示すとともに、気管支鏡検査医を支援する気管支鏡ナビゲーションシステムについて述べている。さらに、従来の気管支鏡ナビゲーションシステムとそれに必要な気管支鏡追跡手法に関するこれまでの研究とその問題点に触れている。最後に、本論文において気管支鏡追跡や解剖学的構造の抽出に着目する意義を述べるとともに、本論文の構成を示している。

第2章では、気管支鏡検査動画像から気管支鏡姿勢を推定する方法について述べている。従来の気管支鏡追跡手法では、検査前に撮影したCT像を地図として用い、CT像から生成される仮想化内視鏡画像と気管支鏡画像とのマッチングによる追跡や位置センサを用いた追跡が行われていた。しかし、検査中に気管支変形などが生じるため、姿勢推定精度は高くない。本手法では、外部センサを利用することなく気管支鏡カメラ位置を求めることができるように、Visual SLAMと呼ばれる手法を改善し、カメラ位置と気管支内腔の形状を同時に取得することを可能とした。動画像解析のみで、気管支鏡の位置をコンピュータが把握し、進むべき気管支枝を的確に提示できるシステムが実現可能となることが示された。気管支模型の内視鏡画像を用いて追跡実験を行った結果、提案手法により高精度な気管支鏡姿勢の推定と内腔の形状の復元が可能であることが示された。

第3章では、気管支鏡画像からの解剖学的構造抽出について述べている。気管支内視鏡画像から得られるシーンは複雑である。解剖学的構造をコンピュータが認識できれば、様々な支援情報の生成に利用できる。本論文では、気管支鏡画像からの解剖学的構造抽出として気管支腔抽出を取り上げている。機械学習の手法を用いて内視鏡画像から深度画像を生成し、深度画像に対するしきい値処理を行うことで安定して気管支腔を抽出する手法を提案している。実際の気管支内視鏡画像に対して適用した結果、大津のしきい値などを用いた従来手法と比較し、気管支腔領域を正確に同定できることを示している。

第4章では、気管支鏡が位置する分岐部位を推定する手法を示している。従来の気管支鏡ナビゲーションシステムでは、気管支鏡カメラ位置姿勢を高精度に推定できるが、その計算は複雑であり、推定に失敗することも多い。そこで、気管支鏡画像から得られる気管支解剖学的構造情報、気管支鏡移動方向情報、CT像から識別した気管支構造情報等を基に気管支鏡位置を推定する手法を提案している。提案手法を気管支鏡動画像に適用した結果、気管支鏡カメラが存在する分岐位置レベル（最初の分岐部から数えた分岐レベル）を推定可能であることを示している。

第5章では、本論文を総括し、今後の課題と展望について述べている。

以上のように、本論文は、気管支鏡検査ナビゲーションのための気管支鏡追跡手法について述べたものである。これらの手法は、画像処理技術の発展に寄与するのみならず、医療機器開発を通じた臨床医学の発展にも寄与するものと考えられる。

これらのことから、王成君提出の論文は学術ならびに産業の向上に寄与すると考え、博士（情報科学）の学位論文に相応しいものと判断する。