

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 黒瀬 優介

ロボット手術支援システムは世界的に普及が進みつつあり、その臨床的価値が示されつつある。ロボット手術支援システムにおける手術タスクの自動化により、ヒューマンエラーが低減し安全性が向上すること、医師の負担が軽減することなどが期待される。手術タスクの自動化には、術野等の環境認識が必要不可欠であるが、そのための手法は十分には確立されていない。

本論文の主な目的は、画像情報を利用して術野等の環境認識を行い、血管吻合の際の血管への針の刺入動作を自動で実行することのできるシステムを構築することにある。このシステムの要素技術として、本論文ではロボットシステムとカメラシステムとが独立している環境でも事前のキャリブレーションを必要とせず先端部に多自由度を有するロボット鉗子のシャフト部と先端部を 2 ステップのパーティクル・フィルタによって認識する手法、および、その精度向上を目指して左右のステレオ画像からキーポイントを抽出し、対応するペアをマッチングする 3 次元術具トラッキング手法を確立している。また、顕微鏡下での血管吻合手術を対象として、従来ではマッピングの技術のみであった血管の認識分野において、術野からマーカなどを使用せずに血管そのものが変形しても対応可能な血管への刺入点・刺出点、および血管の方向を認識するアルゴリズムを開発している。さらに、微細血管への針の刺入のために適切な軌道を生成するアルゴリズムを開発している。

論文は 8 章で構成されている。第 1 章は序論、第 2 章はロボット手術における自動化の必要性・意義について述べている。第 3 章では 2 ステップのパーティクル・フィルタによる術具トラッキング手法について述べ、第 4 章ではキーポイントを用いた 3 次元トラッキング手法、第 5 章では顕微鏡下手術における血管認識手法について述べている。第 6 章では血管刺入に関する軌道生成手法について述べ、第 7 章と第 8 章は総合的考察と総括である。

本論文では、血管吻合の自動化を目指して必要な要素技術の開発を行った。具体的には、従来技術では難しいとされる先端に多自由度を有する術具のトラッキング手法、および、生体組織である血管を認識する手法を開発した。また、微細血管に針を刺入するという精度と軌道の適切さが要求されるタスクを、デモンストレーションを基に学習させる手法を確立した。以上のことから工業的、および学術的に意義が高いと判断できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。