

ロボティクス・計算論から医療・福祉へ

岡田昌史 中村仁彦
東京大学大学院情報理工学系研究科

Towards Medicine and Welfare from Robotics and Computer Technology

Masafumi OKADA and Yoshihiko NAKAMURA

Graduate School of Information Science and Technology, Univ. of Tokyo

1. はじめに

主に工業の分野で人間の手助けをする機械として発達してきたロボットは、メカトロニクス技術の発達によって小型軽量化が実現された。さらに、計算機の技術が発達することで、運動学・動力学計算の高速化が実現され、多くの自由度を持つ機械システムの力学計算が可能となってきた。本研究では、これらの技術の医療・福祉の分野への応用として、小型高剛性な手術支援ロボットシステムの開発と、リンク系の動力学計算による人間の体性感覚(特に筋肉の緊張力)の計算について述べる。

2. 医療ロボティクス

これまでの医療ロボットは従来のロボティクスの延長として開発がなされてきた。そのため、da Vinci [1]に代表されるように、ロボットシステムは大きな筐体とそこから延びる太いアーム部によって構成され、手術室空間を大きく占有するシステムとなっている。こ

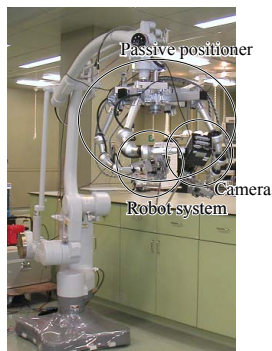


Fig.1 Surgical robot system

れは剛性の確保のためのアームの大型化とそれを駆動するアクチュエータの大型化が大きな原因となっている。これに対し、本研究では図1に示すように、アクチュエータを含めたロボットシステムを小型化して設計し、これを腹壁近くに配置することでシステムを保持するアームを細くした。ロボットシステムは体外に3自由度、体内に4自由度(鉗子の開閉を含む)を有し、体外の3自由度の回転、スライド軸を腹壁の1点で交わせることにより小型を実現した。鉗子部は剛性を確保するためにリンク駆動型とし、ジグソブロックスライド [2] によって実現した。ロボットシステムはパッ

シブな位置決め装置によって大まかな位置決定が行われ、手術に必要な鉗子の動きのみをアクチュエータによって実現する。

3. 人間の力学計算

福祉の分野では、リハビリテーションを目的とし、運動における人間の筋肉の緊張力を知る要求が増えている。これまでは筋電位による計測が行われてきたが、雑音が多いこと、いくつかの筋肉の複合的な緊張力しか得られないことなどから正確な値を求めることは困難である。本研究では多自由度ロボットの計算論を応用し、図2に示されるようにモーションキャプチャデータを逆運動学によって49リンク、115自由度を有する骨格モデルの運動に変換し、さらに、逆動力学によって筋・腱・靭帯を合計457本有する筋骨格詳細モデルの力学計算を行った。これにより、運動における筋肉の緊張力といった体性感覚の計算が可能となっている。

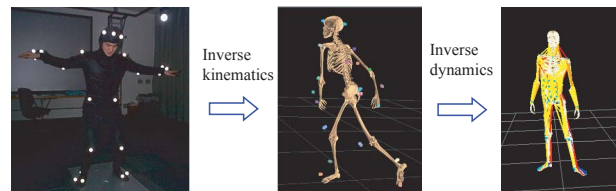


Fig.2 Motion capture and musculo-skeletal model

4. おわりに

本研究では、ロボティクスと計算論の医療・福祉の分野への応用として、手術室空間を占有しない小型高剛性手術支援ロボットのシステムの開発と、モーションキャプチャデータに基づく人体筋骨格詳細モデルの動力学計算による体性感覚の計算について述べた。

本研究は、日本学術振興会科学研究補助金(萌芽的研究)と科学技術振興事業団戦略的基礎研究推進事業(プロジェクトリーダー:中村仁彦 教授)の支援を受けた。

参考文献

- [1] G.S.Guthart: The Intuitive Telesurgery System, Proc. of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.618-621,2000.
- [2] 千代田,岡田,中村: 三脚プラットフォーム型能動鉗子機構の開発, 第20回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2L14, 2002.