

医療・福祉分野でのロボティクス

1. はじめに

近年、医療・福祉分野においてロボットの活躍が期待されている。医療分野では手術支援ロボット等が注目されており、手術の低侵襲化、遠隔医療の実現、手術の高精度化等、多くのメリットが期待されている。手術支援ロボットには、ロボット自身が手術を行うタイプと外科医による手術をロボットが手助けするタイプがある。ロボット自身が手術を行うタイプでは、腹腔内の内視鏡手術を行うロボットや人工股関節置換手術を自動的に行うロボットが既に製品化され、実際の臨床手術に使用され始めている。一方、福祉分野ではロボット車椅子、食事支援ロボット、パワーアシストロボット等、さまざまなロボットが考えられている。人の力を増幅させるパワーアシストロボットは、介護者支援用、被介護者支援用のロボットシステムとして研究開発が進められており、被介護者を抱き上げて移動させる介護者用のロボットは実用化されつつある。本稿では、腹腔内内視鏡手術ロボットと被介護者用パワーアシストロボットについて紹介する。

2. 腹腔内内視鏡手術ロボット

腹腔内内視鏡手術ロボットは、外科医が鉗子を用いて行う従来の腹腔内内視鏡手術（患者に腹部に直径1cm程度の小さな穴を4つ程度開け、穴の1つから通したカメラの映像を見ながら、他の穴に通した鉗子を操作して行う手術）にロボットを導入したもので、外科医により遠隔操作された鉗子の動作をロボットにより患者の腹腔内で生成させるシステムである。ただし、従来の腹腔内内視鏡手術に用いる鉗子とは異なり、腹腔内内視鏡手術ロボットでは鉗子そのものがロボット化されており、術者の手先動作（手首動作を含む）が患者の腹腔内で生成されるようになっていたため、開腹手術時の動作に近い動作での手術が可能になる。そのため、腹腔内内視鏡手術ロボットにおいては、術者の手の代わりになるロボット鉗子等の独特の機構の設計が必要であり、設計の際は安全性や滅菌処理についても十分に考慮する必要があ

る。これまでもさまざまな腹腔内内視鏡手術ロボットが提案されており、ダビンチ (da Vinci) やゼウス (ZEUS) 等がすでに実際の臨床手術に使われている。しかし、すでに実用化されている手術ロボットには反力フィードバックがないため、より高度なロボット手術を実現させるためには反力フィードバックを加えることが重要である。腹腔内内視鏡手術ロボットの例⁽¹⁾を図1に示す。ここで、図1(a)はマスターロボット（外科医側）で図1(b)はスレーブロボット（患者側）である。

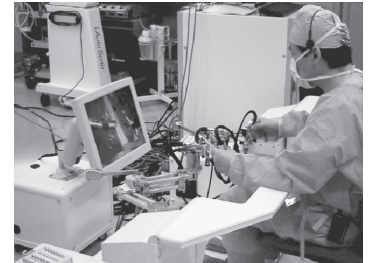
また手術ロボットでは、MRI環境下で用いられるシステムも高度な医療を実現させる上で重要である。しかし、MRI環境下ではロボットのフレームやアクチュエータに用いる材質が限定されるため、実現に向けてさまざまな研究が進められている。

3. パワーアシストロボット

パワーアシストロボットは、人体に直接装着し、人間の力を増幅（運動補助）させるロボットシステムであり、福祉用のほかにも産業用や軍用用のロボットも研究開発されているが、日本では福祉目的で研究が進められている例がほとんどである。福祉分野でのパワーアシストロボットは、介護支援用、リハビリテーション支援用、日常生活支援用に分類され、さらに介護支援用パワーアシストロボットでは介護者支援用と被介護者支援用に分けられる。被介護者用のパワーアシストロボットは、筋力の衰えた高齢者や障害者等を主な対象としているため、ロボットがどの様に装着者の動作意思を理解してアシストを行うのが重要なポイントとなる。電動車椅子に設置された被介護者支援用の3自由度上肢運動支援パワーアシストロボットの例⁽²⁾を図2に示す。本ロボットでは、ロボット装着者の動作関連筋肉の筋電信号（筋肉を動かそうとする際に発生する信号）を基に装着者の動作意思をリアルタイムで理解することにより、自然なパワーアシストを実現させている。

4. おわりに

近年活躍が期待されている医療・福祉分野でのロボットのうち、主に腹腔内内視鏡手術ロボットと被介護者用パ



(a) マスターロボット（外科医側）



(b) スレーブロボット（患者側）

図1 腹腔内内視鏡手術ロボット
[東京大学 光石衛研究室]



図2 3自由度上肢運動支援パワーアシストロボット
[佐賀大学 木口量夫研究室]

ワーアシストロボットについて紹介した。今後さまざまな医療・福祉ロボットが開発されると思われるが、安全性の確保が重要である。

(原稿受付 2006年11月14日)

[木口量夫 佐賀大学]

●文献

- (1) Pitakwatchara, P., Warisawa, S. and Mitsuishi, M., Force Feedback Augmentation Modes in the Laparoscopic Minimal Invasive Telesurgical System, *Proc. of the First IEEE/RAS-EMBS Int. Conf. on Biomedical Robotics and Biomechanics*, (2006-2), 1059-1066.
- (2) Kiguchi, K., Rahman, M. H. and Sasaki, M., Neuro-Fuzzy based Motion Control of a Robotic Exoskeleton: Considering End-Effector Force Vectors, *Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, (2006-5), 3146-3151.