

<http://www.k-k.pi.titech.ac.jp>

新しい計測制御手法を導入した革新的な空気圧サーボシステム、流体システムの探究

近年普及が進んでいる腹腔鏡手術は高度な技術を要する。そのため同手術を支援するロボット技術の導入が進んでいる。手術支援ロボットは大きく、ハンドヘルド型とロボットに大別される。

本研究では、モーションセンサで手の動きを測定し、その動作を鉗子先端で再現するコンパクトなハンドヘルド型の鉗子マニピュレータの開発を行っている。鉗子の駆動に空気圧を用いることで、軽量化と差圧からの鉗子先端での外力推定を実現し、視覚情報として推定外力を提示する方法を提案している。

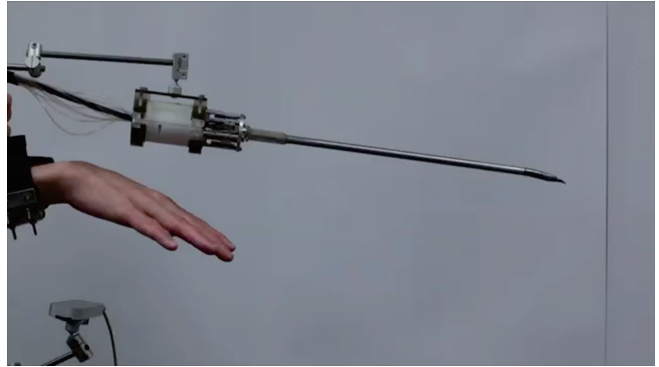


Fig.1 Wearable Handheld Forceps

歩行アシスト装置のアクチュエータとして空気圧ゴム人工筋を用いたものを試作している。空気圧ゴム人工筋の内圧を圧力センサにより計測し、空気圧ゴム人工筋のバックドライブによる内圧変化を装着者の動きを感知するセンサとして用いる方法を提案している。空気圧ゴム人工筋にアクチュエータ、センサ両方の役割を持たせ、圧力センサをアシスト部分には配置しないことで、アシスト部分に特別な処置を施さずに、耐環境性の高めることができる。これにより日常的な屋外利用における歩行アシスト装置の進出を促進することを目指している。

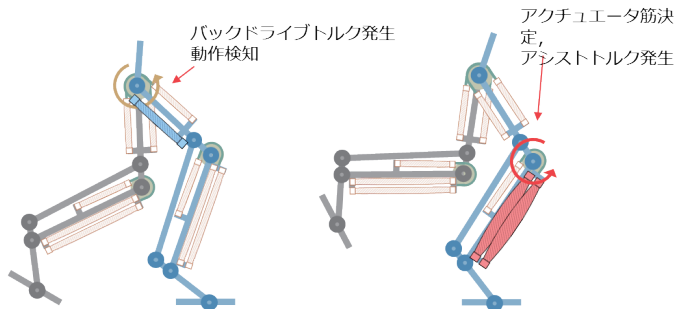


Fig.3 Control method to assist walking with assist device driven by pneumatic rubber muscles

マスタ・スレーブ型のシステムでは、位置情報と力情報を用いて制御を行っている。本研究では、筋電位などの生体信号を用い、操作者に臨場感の高い力覚提示方法の探求およびその制御理論を提案している。

操作者が力むと力の感覚が落ちることが知られている。そこで、手のひらの筋電信号を計測し、操作者の力み具合を測定、その度合いによって、スレーブ、マスター間の力の比率を可変にする方法を提案している。マスタ・スレーブ型の手術支援ロボットシステムに実装し、縫合糸を引っ張る実験によって提案する方法の有効性を確認している。

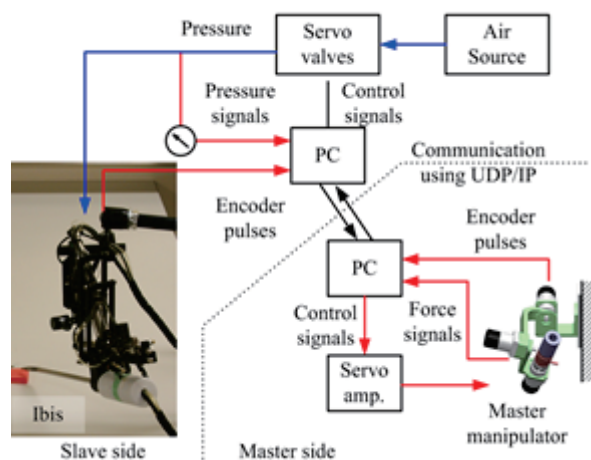


Fig.5 Master-slave system with an isometric interface on a master manipulator

Secure Device Research Center (Guest Chair) (Kenji Kawashima Group)

(Research Field)

Development of innovative pneumatic servo system with new control and measurement methods.

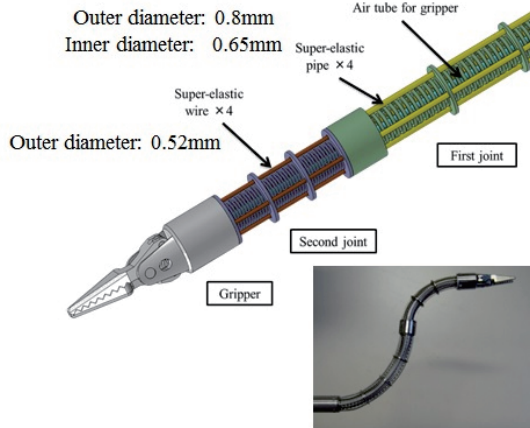


図2 先端4自由度を有する鉗子

Fig.2 Forceps manipulator with 4DOFs at the tip

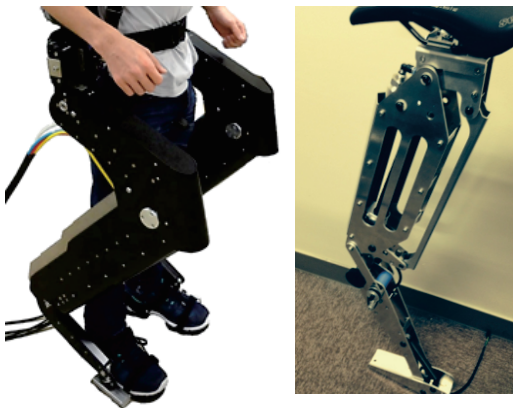


図4 歩行アシスト装置

Fig.4 Walking assist device

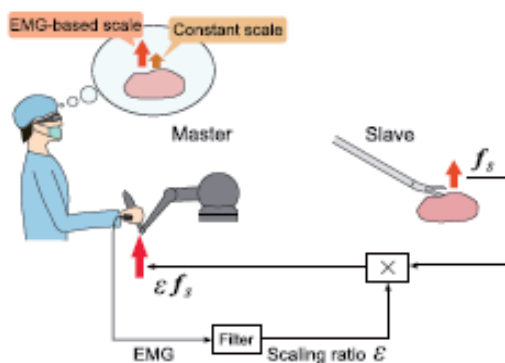


図6 筋電を用いた力覚提示

Fig.6 Force scaling using EMG signals

(Current Topics)

1) Development of Forceps Manipulator for Invasive Surgery

Laparoscopic surgery is required advanced technique to surgeons. Thus, assist robot for laparoscopic surgery have been promoted all over the world already. These robots are mainly handheld type or master-slave type. Both types have advantages and disadvantages.

Proposing new type of handheld forceps is a wearable compact handheld forceps with fine control of the forceps tip by motion sensor. To achieve compact by a pneumatic drive forceps manipulator and using a motion sensor to the master device, aimed at controlling highly responsive and intuitive without contact. In addition, for a problem that's simple force feedback may not be sufficient in intuitive laparoscopic surgery, proposing the reaction force estimation function using the high back drivability pneumatic drive and a small force display method using visual information.

2) Assist Device using Pneumatic Artificial Rubber Muscle (PARM)

Walking assist device using PARM has been developed. The PARM is used both as a sensor to detect the walking motion and actuators to assist waling. The back drivability of PARM is effectively used to detect the walking motion from the pressure in the PARM. Antagonistic drives of PARMs are applied to assist knee and hip joints. No force sensor or biological sensor is needed to detect the walking motion. Therefore, the device enhances the environmental resistance. The effectiveness of the device is confirmed experimentally.

3) Bilateral Control of Master-Slave Robot System

In this study, bilateral control methods of master-slave systems are proposed with effective haptic perception to the operator. A method to change the force scaling parameter is proposed. In the proposed method, electromyographic (EMG) signal of the operator's hand is measured and force scale is increased when the operator is straining so that the operator feels the same force under both relaxed and strained condition.

Experiments are conducted and it is shown that the force of the slave arm significantly increases when straining without force scaling, but the force can be reduced to the appropriate strength by the proposed force scaling strategy.