

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2012年3月修了 修士論文要旨

二関節筋にもとづくモーションコントロール法と その2リンクマニピュレータの直動運動への応用

–Biarticular Muscle Based Motion Control

and Its Application to Straight Motion of Two-link Manipulator–

学生証番号 47106058 氏名 木村 康人
(指導教員 堀 洋一 教授)

Key Words : biarticular muscle, 2-link manipulator, dynamics, SLIP model, motion control

本論文では、生体機構の特徴の一つである二関節筋のロボティクスへの応用を目指し、「直動運動」という単純な運動に焦点を当て、二関節筋との関連を論じる。
日頃我々が四肢によって行う動作は単関節のみを駆動する単関節運動ではなく、複数の関節を同時に駆動する多関節運動であり、特に、四肢においては肩や腰といった体幹部の関節と手首、足首といった先端の関節との間を結ぶ直線上の運動がほとんどであり、これを本論文では直動運動と呼ぶ。
物体に力を与えつつ先端を直線上で運動させるという静的な直動運動と、跳躍や走行のモデルとなるような動的な直動運動において二関節筋がどのようにはたらいているのかを明らかにする。

まず、生物四肢のモデルとしてよく用いられる三対六筋を持った2リンクモデルに関して静力学を解き、直動運動において二関節筋の存在が有利に働くことを示し、実験における検証をおこなう。

次に、動力学を解くために新たに第一関節の単関節筋と二関節筋のみをもつMono-Biシステムを提案し、これに関する静力学、動力学を解く。
静力学においては、二対の筋が発揮するトルクの和と差のそれぞれのモードが先端での直行座標系における力に対応することを論じ、
また、動力学においては慣性行列の対角化が外乱オブザーバを用いることで非常に簡単に実現できることを示す。さらに、
カセンサレスインピーダンス制御を取り入れることによって、外部入力に対する系の応答を自由に設定し、natural dynamicsを制御によって実現する手法を提案する。

二関節筋の研究と実際のロボットへの応用の間にはまだ大きな隔りがある。それは前者が手先を固定した場合の手先の出力特性を議論するにとどまっている一方で、
後者は歩行や跳躍への応用を目指しているからである。本論文では直動運動と二関節筋の関連を見出したという点で、この隔りを埋める一助となると考えられる。