

主 論 文 要 旨

論文題名

ビーム束モデルに基づく柔軟指の局所滑り現象の解明と柔軟触覚系における滑り認識への応用

ふりがな ほ あん ぶあん
氏名 Ho Anh Van

主論文要旨

本論文では、動的シミュレーションを用いて柔軟な指先の滑り認識を検証し、ロボットにおける指のスティックスリップの検知を行う。ロボットマニピュレーション工学の分野において、滑り運動をモデル化する方法は多く研究されている。その中でも、ヒューマノイド分野では、人と同じ感覚器官を持つセンサを埋め込み、スティックスリップを検知する方法が多い。しかしながら、小さな動作も部分的に接触面の摩擦を考慮するため、ほとんどの研究において準静的で分析的な観点から問題が生じる。そのため、滑り運動の検知は人の感覚に近付けることができない。この問題を解決するために、仮想梁モデル、および有限要素モデル(FEM)を用いて柔軟指による滑りを提案する。前者は、柔軟指における通常での接線方向の変形を、後者は滑りが生じる場合での接触面のマイクロな変位をもたらす。本論文においてこの2つの統合したモデルをビーム束モデル「Beam Bundle Model (BBM)」と名付ける。また、全ての滑り運動について述べるために各結節点での動摩擦モデルも導入する。本論文では特に初期滑り(滑り始める直前の動作)に注目することで、柔軟指の滑りだすマイクロな動作、つまり局所滑り現象「Localized Displacement Phenomenon (LDP)」を解析する。これは重要な要素であり、LDPを解析することができれば、安定した把持や操作ができると考えられる。これを解析し、特殊な糸を用いた触覚センサを発展させたロボットの皮膚や、マイクロ力覚センサなどを柔軟指の指先に組み込み、初期滑りを検知できるシステムを提案する。さらに、このLDPを利用することで、ビジョンシステムなどに匹敵するほどの接触感覚を強化することができることも示す。またこのアプローチは、新しい触覚デバイスだけでなく、既存の柔軟指の滑りにも扱うことができる。