

2本指ロボットを用いたSensory Feedbackによる 対象物体の動的安定把持および姿勢制御

田原 健二

指先で対象物を把持し操作するという物理的動作は、人間は自然に行っているが、ロボットにこれを行わせる事は非常に困難である。例えばセンシングを見ると、人間は視覚や触覚などからの情報を融合してセンシングしていると思われる。しかしながら、現在のロボットに用いられるセンシング技術は、人間のそれらには遠く及ばない。また、人間の指先のような、多くの自由度を持つ多指ハンドは開発・製造コストがかかり、しかも、高コストに見合った作業性能を発揮させるための研究が進んでいないのが現状であろう。これまでに、人の手指を真似た4~5本の指で構成されるような、多指ハンドロボットを実現するための研究は数多くなされた。また、過去のこれらの研究においては、Form-closureなどの静力学や、運動学からの静的把持についての議論や解析が行われ、制御手法に関する研究の大半はプランニングに基づくオープンループ制御が主流であり、"Sensory-Motor Coordination"の観点に立つ研究は少なく、また、Sensory feedbackの重要性についてほとんど議論されていない。実際、物体と指の間の物理的な相互作用を動力学に基づいて詳細に解析し、動的な物体把持について厳密に議論された論文は決して多くない。そこで本論文では、2本指ロボットを用いた、対象物体の安定把持および姿勢制御を行うためのSensory Feedback法を提案し、その有用性を実証する。まず、水平二次元平面内において、指先が剛体で半球形状の場合を想定し、物体操作時の拘束条件を考慮したダイナミクスを導き、そして安定把持と同時に姿勢制御を可能とするSensory feedbackによる制御入力信号を提案し、それらから成る閉ループダイナミクスの収束性の詳細な証明と、数値シミュレーションによる確認。そして、実際に2本指ロボットを用いた把持実験の結果について述べる。その後、Sensory feedbackを重力影響下に拡張し、同様に閉ループダイナミクスの導出、数値シミュレーション、そして実験機による把持実験を行う。最後に、指先が柔軟で半球形状とした場合でのダイナミクスを導出し、Sensory feedbackを提案すると共に、閉ループダイナミクスの受動性解析を行い、それらの数値シミュレーション、実験機による把持実験を行って得た結果について述べる。