

小型移動ロボットの開発とマニピュレーション計画

家庭環境や倉庫などの環境での物体の操作にロボットを用いると、人は多くの煩雑な作業から解放され、他の作業に従事することができる。しかし、狭い空間では、大型のロボットは使用できないため、小型ながらさまざまな作業が可能な小型移動ロボットが必要とされている。

本研究では、移動ロボット[1, 2]に受動関節を採用した機構を用いることで、ロボットと被操作物との間にモデル化の観点から理想的な拘束を実現し、対象物を操作する際のモデル化や制御の単純化を実現した。また、安定した物体操作には、ロボットが操作をおこなううえで十分な拘束力が発揮できるかを判断する必要がある。そのためには接触状態を正しく知る必要がある。開発した機構とそれによる単純な接触モデルにより、接触状態を容易に把握することができ、マニピュレーションの計画が容易になった。

さらに、本研究で対象とするような状況では、ロボットと操作対象、および環境との間で生じる接触が複雑に変化するため、マニピュレーションの計画が非常に難しい。そこで、本研究では階層的にマニピュレーションを計画する手法を提案した。ロボット、物体、環境間の接触の集合にもとづいて抽象的なモードを定義することで、モード間のシーケンスを先に決定したうえで、詳細な動きを決定するモーダルプランニングを提案、実現した[3]。提案手法では、マニピュレーションの安定性を確保するためにロボットの数を最初に決定し、対象物と環境間のモード遷移を決定する。さらに、事前に必要な拘束数を検討することで、モードの数とその遷移の組み合わせを減らすことができ、決定されたモードのシーケンスは、詳細な運動の探索により計画の際の指針として利用することができる。

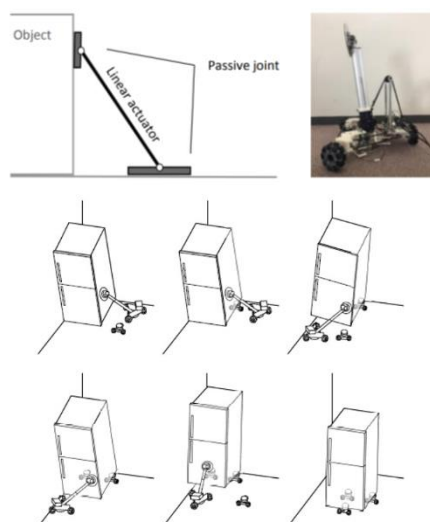


Fig. 1 開発したロボットと協調マニピュレーションの例

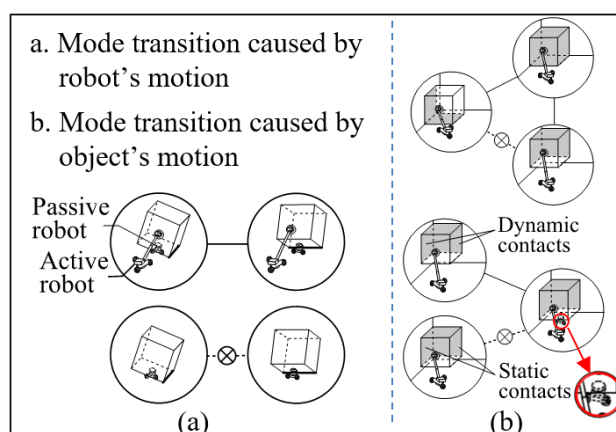


Fig. 2 モードの遷移にもとづくマニピュレーションの計画、また、遷移における制約

Keywords: 移動ロボット, 単純な接触モデル, マニピュレーション計画, モーダルプランニング

References

- [1] S. Shirafuji, et al. Mechanism allowing large-force application by a mobile robot, and development of ARODA. *Robotics and Autonomous Systems*, 2018, 110: 92-101.
- [2] T. Ito, S. Shirafuji, J. Ota. Development of a Mobile Robot Capable of Tilting Heavy Objects and its Safe Placement with Respect to Target Objects. In *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO2018)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 12–15 December 2018; pp. 716–722.
- [3] C. Fan, S. Shirafuji, J. Ota. Modal Planning for Cooperative Non-Prehensile Manipulation by Mobile Robots. *Applied Sciences*, 2019, 9.3: 462.