

## 重量物操作のための小型移動ロボットの開発

家庭環境やオフィスにおける重量物操作をロボットが人間に代わっておこなうことで、人間の身体的負荷を軽減することができるが、こうした環境は一般的に狭く、工場で用いられているような大型のロボットの運用は困難である。また、対象物や作業環境は流動的に変化するため、環境に固定されたロボットによる作業も現実的ではない。そこで、小型移動ロボットによる重量物操作の実現を目指す。

重量物操作のためにはある程度大きな力を物体に及ぼさなければならないが、小型移動ロボットの場合、高出力を発揮したときにその反力によってロボット自身が転倒する可能性がある。ロボットが一度転倒してしまうと作業の続行は極めて困難になるため、こうした転倒の発生を防がなければならない。転倒を防止できれば、これまで困難であった重量物操作が可能になる。さらに複数台の小型移動ロボットの協調により、例えば重量物を傾けてその下に台車を置き搬送する[1]といったような、より多彩な操作が可能になる。

本研究では、高出力を発揮しても転倒しないマニピュレータとして、図1に示す機構を提案した[2]。これは、床と物体に接触する直動アクチュエータのそれぞれの接触部に受動関節が用いられていることにより、反力の方向が常にアクチュエータの向きと一致し、機構を転倒させるモーメントが発生しないというものである。この機構は出力の大きさによらず転倒することはない。さらにこの機構を搭載した小型移動ロボットを開発した(図2)[3]。

このロボットは関節が受動であるため、出力しながら力を及ぼす位置、方向を調整することができない。そのため出力前に物体に対して適当に配置することが重要になる。ここでは既知の重量物の傾け操作をおこなうための配置決定の手法を提案した。まず物体にかかる力を解析し、傾け操作に必要なロボットの台数が1台か2台かを決定する。1台の場合はロボットにかかる力の解析からロボットが滑らずに物体を傾けるための条件が得られる。2台の場合は物体を支えるための2台目のロボットを導入し、ロボットが滑らない条件を制約条件として、力の和の最小化問題を解くことで最適配置が得られる。この手法を用いて図3のように実際に40.0kgの物体を傾けた[3]。

**Keywords:** mobile robot, large force, pushing manipulation

### Reference

1. F. Ohashi, K. Kaminishi, J. Heredia, H. Kato, T. Ogata, T. Hara and J. Ota: "Realization of Heavy Object Transportation by Mobile Robots Using Handcarts and Outrigger," ROBOMECH Journal, 3:27 DOI 10.1186/s40648-016-0066-y, 2016.
2. S. Shirafuji, Y. Terada and J. Ota: "Mechanism Allowing a Mobile Robot to Apply a Large Force to the Environment," Proceedings of the 14th International Conference on Intelligent Autonomous Systems, pp 795-808, 2016.
3. 伊藤 達真, 白藤 翔平, 太田 順:"協調による重量物操作をおこなうための小型移動ロボットの開発," 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会講演概要集, Vol.2017, 2017.

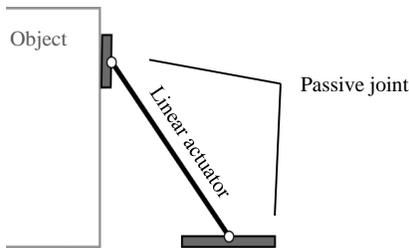


図1 反力によって転倒しない機構



図2 小型移動ロボット

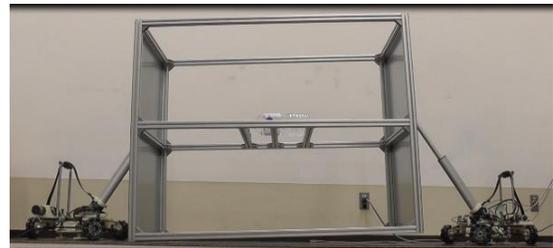


図3 2台のロボットによる重量物の傾け操作