

早戻り機構を用いた高速グリップの開発

○天香 将成 (金沢大学), 鈴木 陽介 (金沢大学), 辻 徳生 (金沢大学),
渡辺 哲陽 (金沢大学)

Development of high speed gripper using quick return motion mechanism

○Masanari TENNOMI (Kanazawa University), Yosuke SUZUKI (Kanazawa University), Tokuo TSUJI (Kanazawa University), and Tetsuyou WATANABE (Kanazawa University)

Abstract: Increasing the speed of grasping work during assembly work is directly related to shortening the takt time, that is, directly increasing the productivity of the factory. In this study, we developed a gripper that is capable of high speed closing with utilizing a quick return mechanism, and investigated the influence of the closing speed on the position alignment function.

1. 緒言

少子高齢化による技術者不足や人件費削減の対策として工場における生産工程の自動化が推し進められている昨今、製品の組立作業に適したロボットハンドの開発や、把持戦略に関する研究が数多くなされている^{[1][2]}。通常、組立作業で扱う部品の位置・姿勢は一定ではなく、これらの誤差を吸収した上で作業を行うことが求められる。その際、グリップの把持動作のみで位置・姿勢の補正を行うことが出来れば作業の高効率化が期待できる。そのため、組立作業において把持動作の速度増加はタクトタイムの短縮、すなわち工場の生産性向上に直結する要素の一つとなっている。しかし、物体の位置・姿勢補正に関する研究の多くでは、把持動作の速度増加に伴う動力学的な要素の影響の増大による把持成功率の減少を懸念し、タクトタイムの短縮ではなく確実な把持動作による安定化を目的としている。そのため、把持動作の速度増加により実際にどの程度の不安定性が増加するのかについてはあまり検証されていない。

本研究では早戻り機構を用いることで高速な開閉を可能としたグリップを開発するとともに、グリップの開閉速度による位置補正機能への影響を検証した。

2. 検証方法

2.1 グリップの構造

使用するグリップは主に3または4本の指、内円板、ピン、サーボモータ (Dynamixel, XM430-W210) で構成される。図2に示すように、内円板とモータの土台部分それぞれにピンと共に指が固定されている。内円板を回転させることで内側のピンを中心に指が回転し、

グリップの中心方向へと閉じていく機構となっている。指の外側の溝を長円形にし、早戻り機構の高速に動作する範囲のみを取り出すことでグリップを高速に開閉することを可能としている。

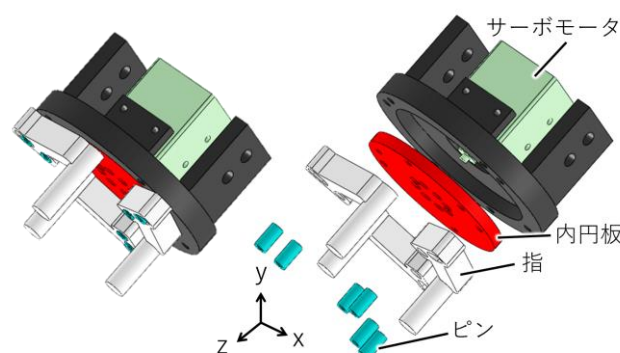


Fig. 1 CAD models of the gripper

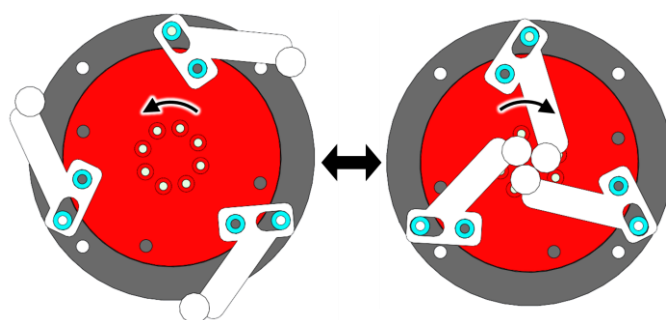


Fig.2 Schematic view of the closing mechanism

2.2 実験方法

実験装置を図3に示す。実験は、初期位置をランダムに変化させてテーブル上に置いた物体を把持し、グリップの中心へと補正できた場合に「成功」、2本の指

で挟みこんだ場合に「挟みこみ」、それ以外の場合を「失敗」とした。把持する対象物は直径 14 mm 高さ 9mm の金属製の円柱とし、グリッパの閉じる速度が低速（約 100 mm/s）、高速（約 500 mm/s）の 2 パターン、指の本数が 3 本と 4 本の場合の 2 パターンの、合わせて 4 パターンでそれぞれ 50 回以上の実験を行い、物体の位置補正が可能な範囲の検証を行った。

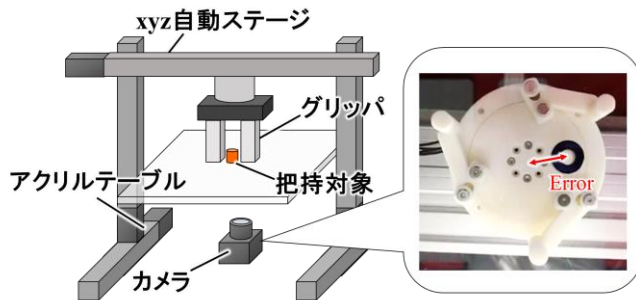
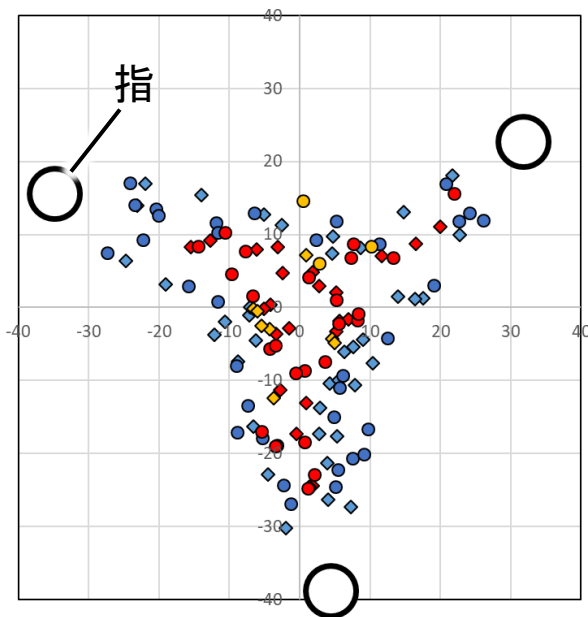


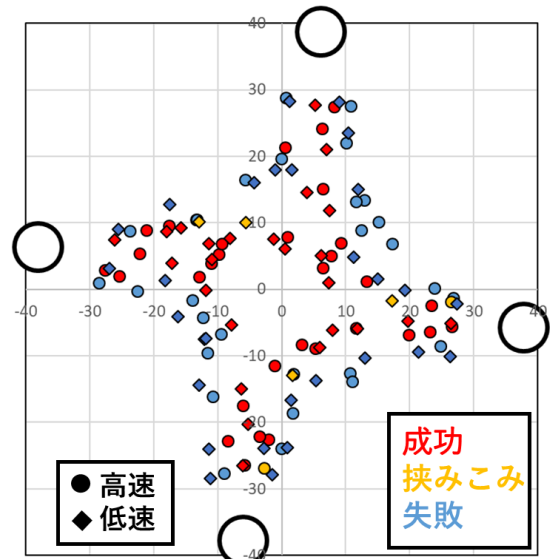
Fig. 3 Schematic view of experimental setup

3. 実験結果

3 本指での実験結果を図 4(a), 4 本指での結果を図 4 (b) に示す。図中の各色のマーカーが物体の初期位置を表している。結果より、指の本数が 3 本、4 本の場合共に、把持動作の速度を変化させたとしても位置補正可能な範囲に大きな変化は見られなかった。しかし、高速に把持した際には低速時では「挟みこみ」を起こしていた点において「成功」または「失敗」に変化することがあることが確認できた。



(a) Three fingers



(b) Four fingers

Fig.4 Experimental results of the position alignment

4. 結言

本稿では、把持動作の速度増加による位置補正機能への影響を検証した。今回の実験結果からは、把持動作速度を変化させることでの顕著な違いは確認することが出来なかった。位置補正に関して動的な影響を考慮せずに解析を行って良いことを示している、今後は、様々な対象物でも実験を行うことで、より詳細な高速化による影響を明らかにするとともに、高速かつ正確な把持を可能とするグリッパ・把持戦略の開発を目指す。

参考文献

- [1] T. Nishimura, M. Tennomi, Y. Suzuki, T. Tsuji, and T. Watanabe, "Lightweight, High-Force Gripper Inspired by Chuck Clamping Devices," *IEEE Robot. Autom. Lett.*, vol. 3, no. 3, pp. 1354–1361, 2018.
- [2] H. Dobashi, J. Hiraoka, T. Fukao, Y. Yokokohji, A. Noda, H. Nagano, T. Nagatani, H. Okuda, and K. Tanaka, "Robust grasping strategy for assembling parts in various shapes.," *Adv. Robot.*, vol. 28, no. 15, pp. 1005-1019, 2014.
- [3] K. Harada, K. Nagata, J. Rojas, I. G. Ramirez-Alpizar, W. Wan, H. Onda, and T. Tsuji, "Proposal of a shape adaptive gripper for robotic assembly tasks," *Adv. Robot.*, vol. 30, no. 17-18, pp. 1186-1198, Sep. 2016.
- [4] M. T. Zhang and K. Goldberg, "Gripper point contacts for part alignment," *IEEE Trans. Robot Autom.*, vol. 18, no. 6, pp. 902-910, Dec. 2002.

- [5] M. T. Zhang and K. Goldberg, “Designing robot grippers: optimal edge contacts for part alignment” *Robotica*, vol. 25, no. 3, pp. 341-349, May 2007.