

大学院総合研究部 工学域 機械工学系（メカトロニクス工学）助教 孫瀟

大学院総合研究部 工学域 機械工学系（メカトロニクス工学）教授 寺田英嗣

【今後の展開 商品イメージ応用できる分野】

ハードウェアに依存せず、また計算量も少なく幅広く使える衝突回避の手法となります。

ロボット間協調制御はもちろん、複雑・動的環境への転用も可能です

研究背景・目的

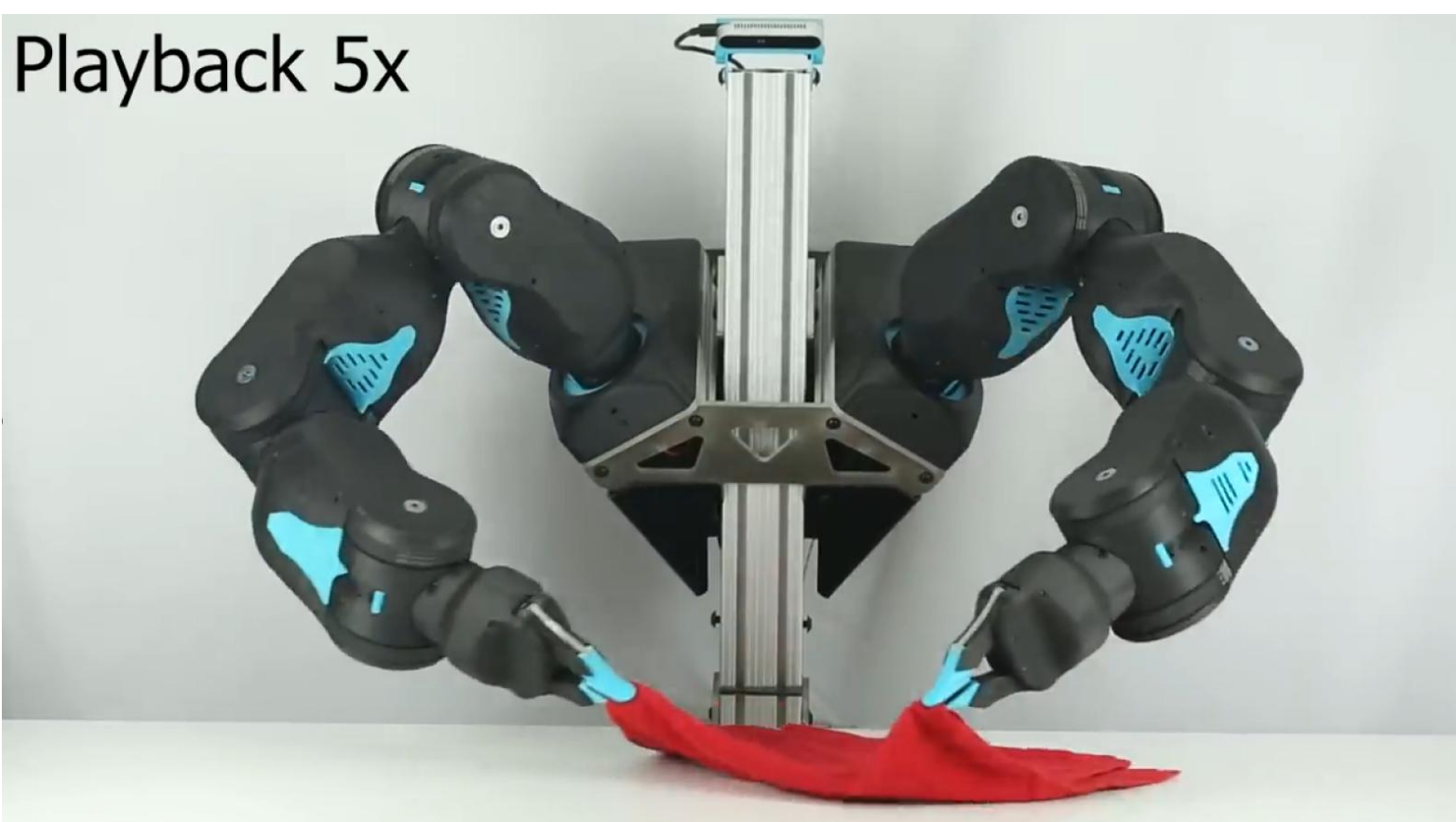
ロボットによる柔軟物の把持・操作



タオル・衣類の折り畳みと展開 紙・布などのラッピング

日常的な作業が多く非常に有用だが、同時に挑戦的

Playback 5x

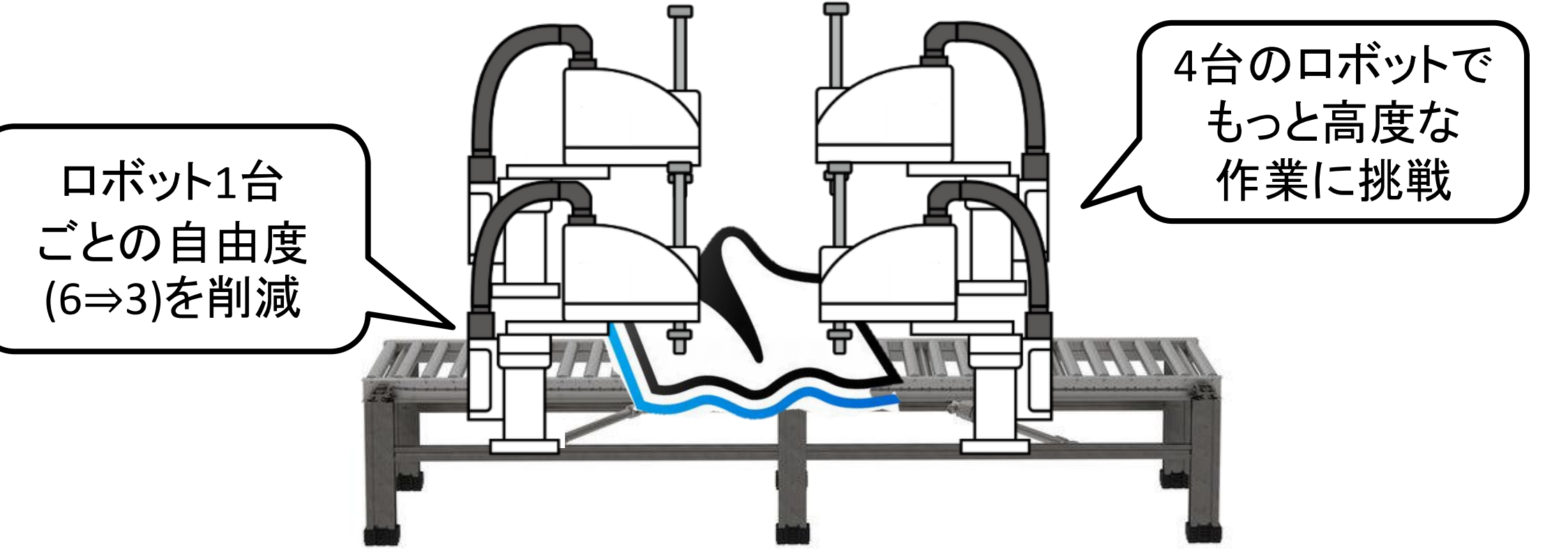


研究動向: 折り畳み動作を学習する双腕ロボット^[1]

○人間らしい自然な動き、知能化制御

△効率に課題あり、把持点が2つのみで机が必要

提案する対策: ロボット(把持点)を増やし、複雑度を減らす



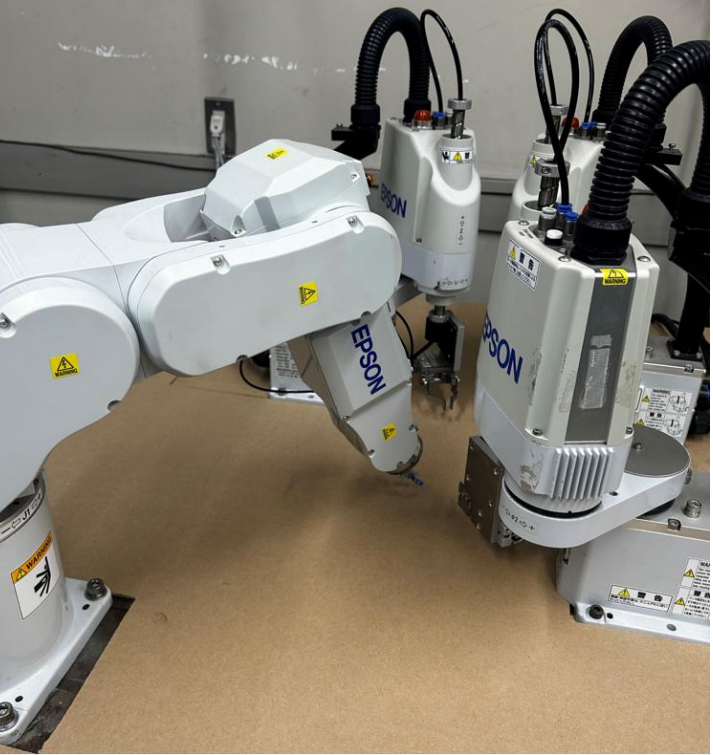
ロボット1台ごとの自由度(6⇒3)を削減

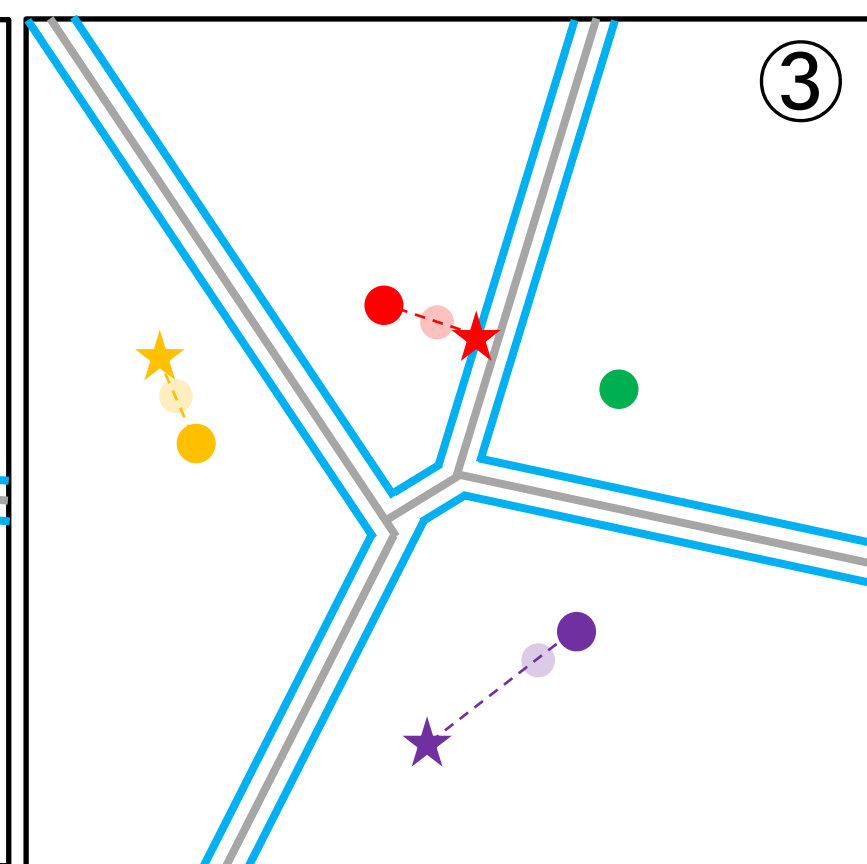
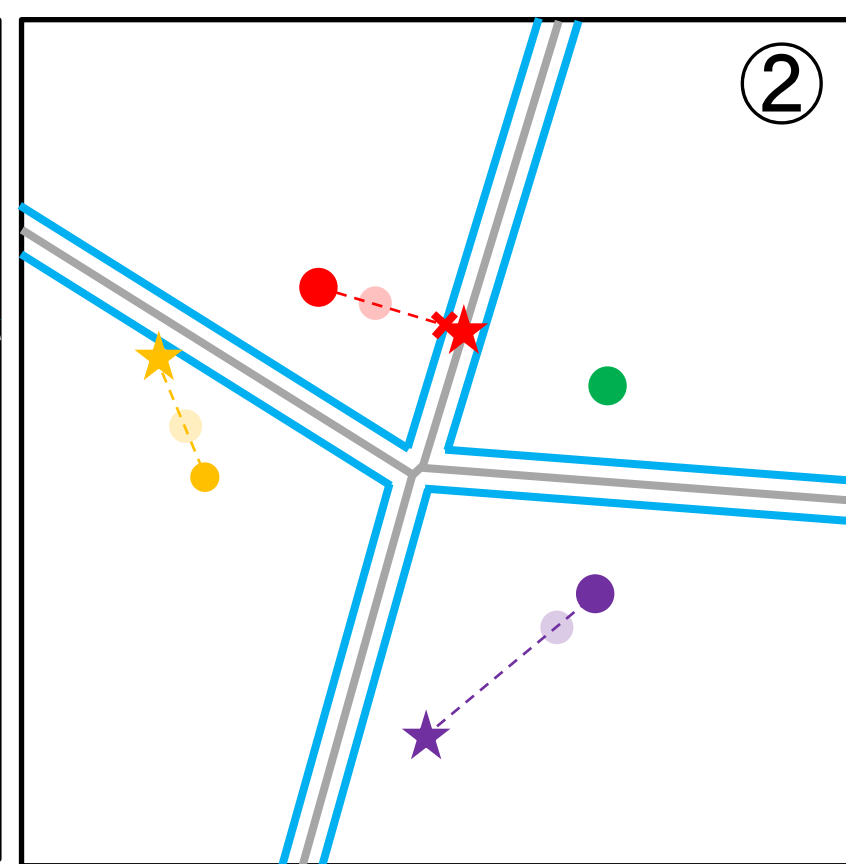
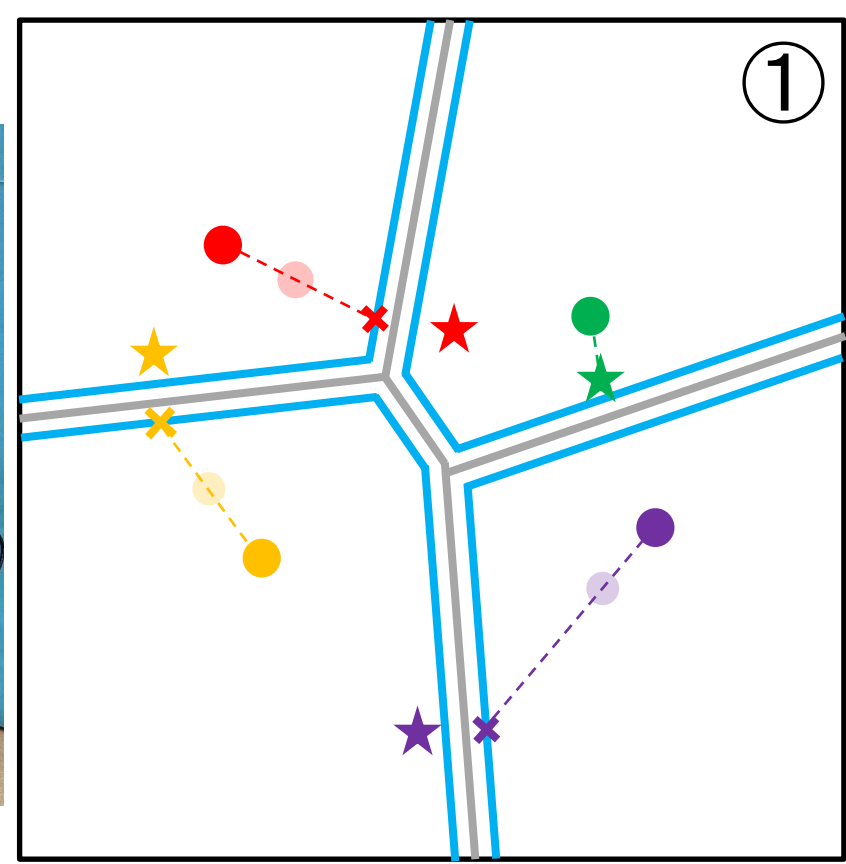
4台のロボットで もっと高度な作業に挑戦

スカラ型ロボット3台と垂直多関節ロボット1台で構成

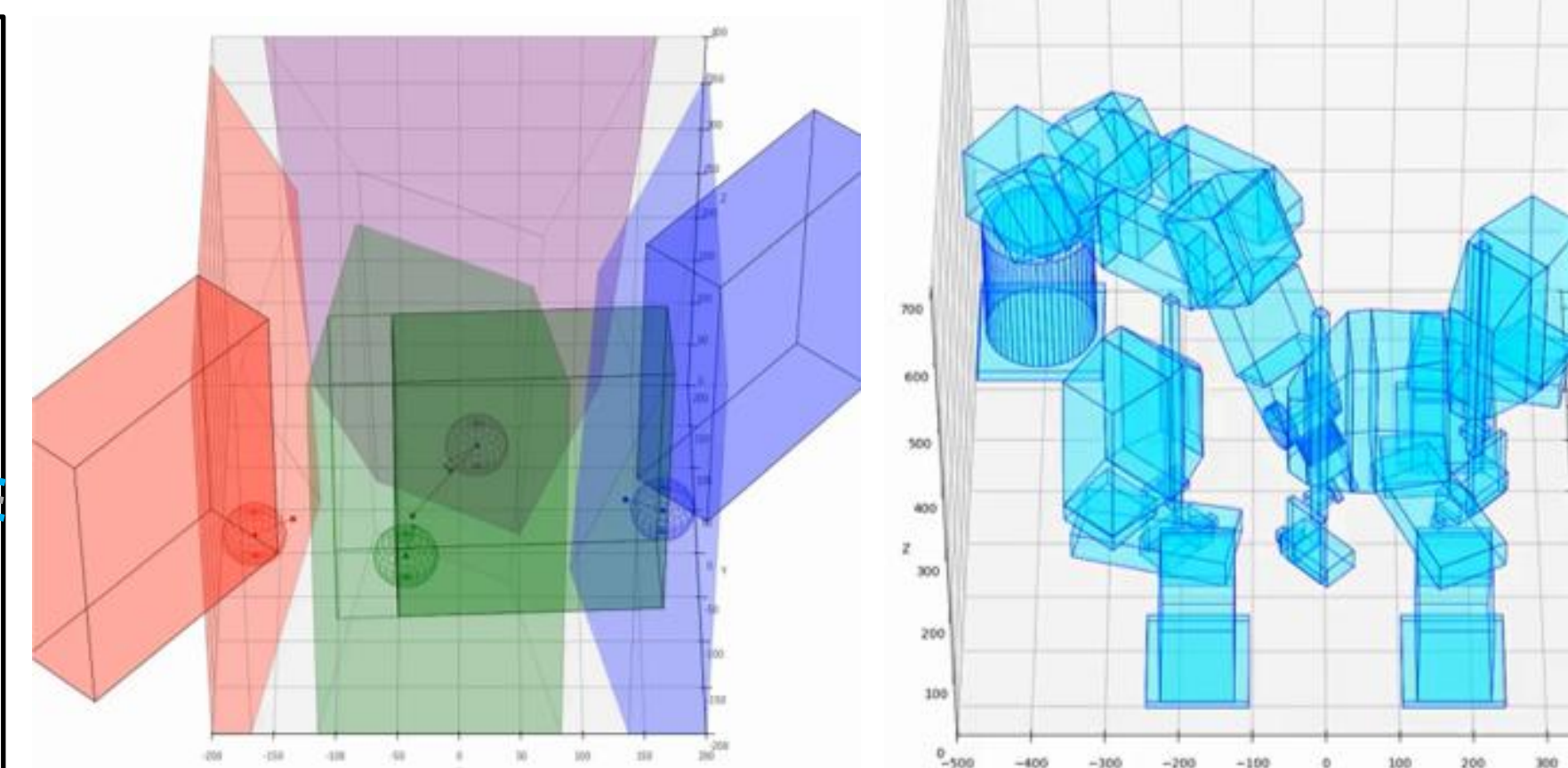
- 3点把持で面を確保し、残りの1点で+αの作業を実行
- 産業用コンベアの両側での取り付け・運用を想定

研究方法・内容





●●●●● ロボット先端
××××× 中間ゴール
★★☆☆☆ ゴール



山梨大学発スカラ型ロボット(EPSON G3-251S)を3台、垂直多関節型ロボットを1台採用
※柔軟物把持用のグリッパを新規設計

多運動体用の衝突回避アルゴリズムBuffered Voronoi Cell (BVC)^[2]を改造し、本来想定していない据え置き型ロボット群に転用^[3, 4, 5] ※分かりやすいよう二次元を例として説明

さらに従来二次元にのみ対応可能だったアルゴリズムの三次元化に成功^[6]、成果は先月の国際学会(2026/09)で受賞

本研究の道のり

学会: IFIT2022^[3]
コンセプト検証:
BVCをロボット
アームに転用

ジャーナル: Robotica^[4](2023)
アルゴリズムの完成、柔軟物
作業による検証、「静的BVC」
の提案による自己干渉防止

学会:
ARK2024^[5]

※最新成果, 受賞あり
学会: RoManSy2026^[6]
従来全成果の三次元化

使用するロボット	スカラ型ロボット4台	グリッパ付きスカラ型ロボット4台	グリッパ付きスカラ型ロボット4台	スカラ型ロボット4台＋垂直多関節ロボット1台
対応する空間	二次元空間	二次元空間	二次元空間	三次元空間
グリッパ付き	×	○	○	○
グリッパ間衝突回避	○(ただしダミーグリッパのみ)	○	○	○
グリッパ・リンク間衝突回避	×	×	○	○(さらに複雑な三次元のケースにも対応)

受賞賞状



研究者個人ホームページ:
<https://sites.google.com/view/xiao-sun-homepage/>



参考文献

[1] <https://news.berkeley.edu/2019/04/09/meet-blue-the-low-cost-human-friendly-robot-designed-for-ai/>

[2] Zhou, D., Wang, Z., Bandyopadhyay, S., & Schwager, M. (2017). Fast, on-line collision avoidance for dynamic vehicles using buffered voronoi cells. IEEE Robotics and Automation Letters, 2(2), 1047-1054.

[3] Sun, X., Ishida, K., Makino, K., Shibayama, K., & Terada, H. (2022, August). End-Effector Collision Avoidance System for Four SCARA Robots Using Buffered Voronoi Cell. In The International Conference of IFToMM ITALY (pp. 645-652). Cham: Springer International Publishing.

[4] Sun, X., Ishida, K., Makino, K., Shibayama, K., & Terada, H. (2023). Development of the “Quad-SCARA” platform and its collision avoidance based on Buffered Voronoi Cell. Robotica, 41(12), 3687-3701.

[5] Sun, X., Shibayama, K., Ishida, K., Makino, K., & Terada, H. (2024, June). Development of a Redirection System for Collision Avoidance of “Quad-SCARA” Robot Platform Based on Buffered Voronoi Cell. In International Symposium on Advances in Robot Kinematics (pp. 297-305). Cham: Springer Nature Switzerland.

[6] Sun, X., Noda, S., Makino, K., Terada, H. (2027). Collision Avoidance for a Heterogeneous Multi-robot Arm System by 3D-Extended Buffered Voronoi Cells. In: Can Dede, M.İ., Kiper, G., Carbone, G. (eds) ROMANSY 26 - Robot Design, Dynamics and Control. ROMANSY 2026. Mechanisms and Machine Science, vol 218. Springer, Cham.

研究成果(展示ビデオをご覧ください)



4台のロボットが先端とリンク部分を同時に衝突回避しながら前進・後退を活用し目標位置に到達