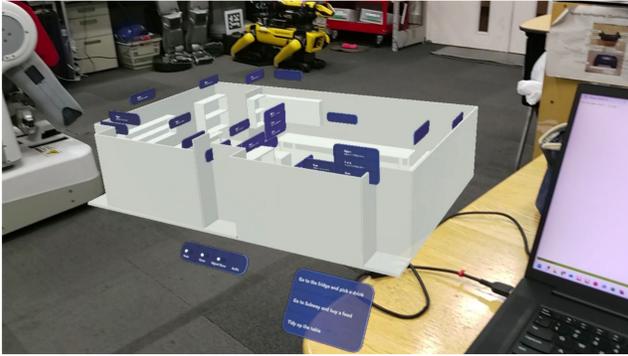


感覚から運動までを司るロボットのシステム構成の研究を進めています

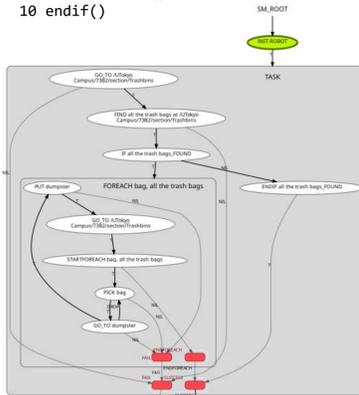
生活環境プロパティによりタスクを構成する三次元UIロボットシステム

実生活環境のデジタルツインモデルをAR画面に投影しウィジットを操作



ロボット用中間言語の自動生成と状態遷移への変換

```
1 GO_TO(/UTokyo Campus/73B2/section/Trashbins)
2 FIND(all the trash bags, /UTokyo Campus/73B2/section/Trashbins)
3 if(all the trash bags_FOUND)
4   foreach(bag, all the trashbags)
5     PICK(bag)
6     GO_TO(dumpster)
7     PUT(dumpster)
8     GO_TO(/UTokyo Campus/73B2/section/Trashbins)
9   endforeach()
10 endif()
```



ゴミ袋がなくなるまで、集積場に捨てる動作記述。対象物を解釈し認識処理を実行

組織模倣ロボティクスによる機能創発過程の再現

目的：組織を工学的に再現し、組織と器官を含むロボットを開発することで、機能創発過程を再現・理解する

レベル	器官系	器官	組織	細胞	分子
運動器系	関節	軟骨組織、滑膜組織、筋骨、関節包	軟骨細胞、滑膜細胞、線維芽細胞、筋細胞	コラーゲン、エラスチン、プロテオグリカン、アクチン、ミオシン、ATP...	
外皮系	皮膚	表皮、真皮、皮下組織、皮膚感覚器	ケラチノサイト、メラノサイト、ランゲルハンス細胞、樹状細胞	コラーゲン、エラスチン、ケラチン、ラミニン、フィラグリン...	

生体組織模倣関節

- 60個の関節受容器様センサ (Type-1関節受容器に相当)
- TPU繊維状粉帯も付与

生体組織模倣皮膚

- 表皮/真皮/皮下組織の3層構造
- 表皮~真皮: 32個のひずみセンサ (圧力検知メルケル細胞相当)
- 真皮深層~皮下組織: 12個の導電性フィルターセンサ (皮膚進展器相当)

筋を紐で模倣

- 腕上各10個
- 筋長センサ (筋紡錘相当)
- 筋張力センサ (ゴルジ腱器官相当)

合計124個のセンサー組織から個体へ多感覚を扱える

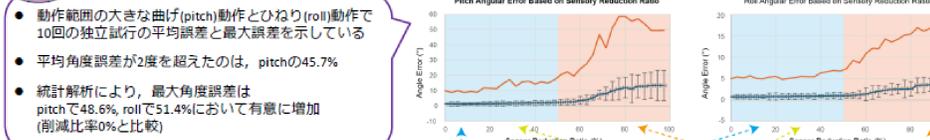
骨、軟骨、関節液、関節包、関節受容器（関節包に存在し圧力を伝える感覚）からなる組織模倣関節を開発
関節受容器の役割（位置情報への寄与）を検証

人間は... 多少の損傷を負っても固有位置感覚を保持する冗長性を持つ。

検証内容 生体組織模倣関節も多少の損傷を負っても固有位置感覚を保持する冗長性を持つか？

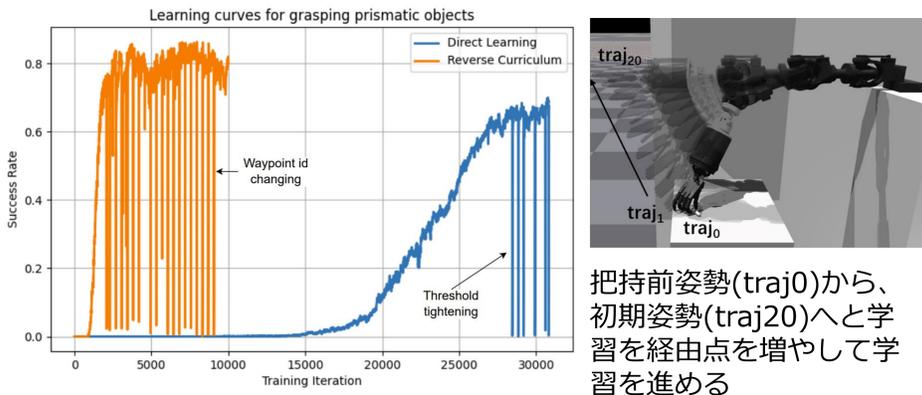
方法 損傷=感覚器の削減として、感覚器の数を削減していく中で、固有位置感覚のモデル性能がどのように変化するかを調べる。

結果 削減する感覚器は Permutation Importance によって重要度が高いと判定されたものから順に削減した

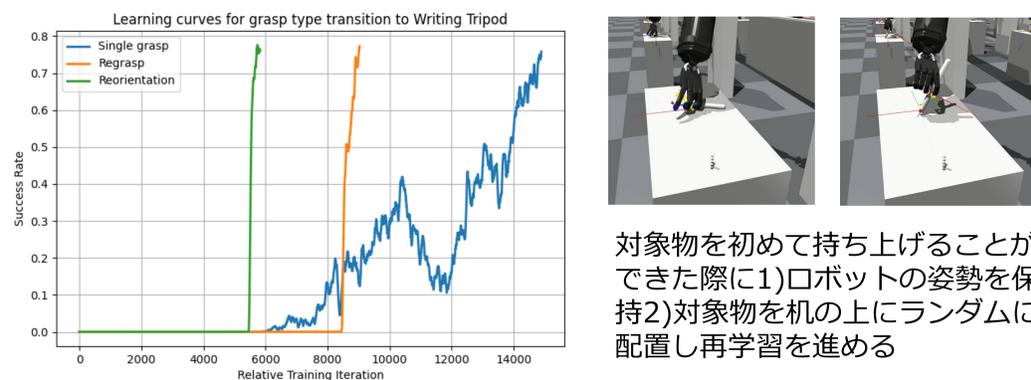


カリキュラム強化学習に基づく多指ハンドの機能的把持型遷移システム

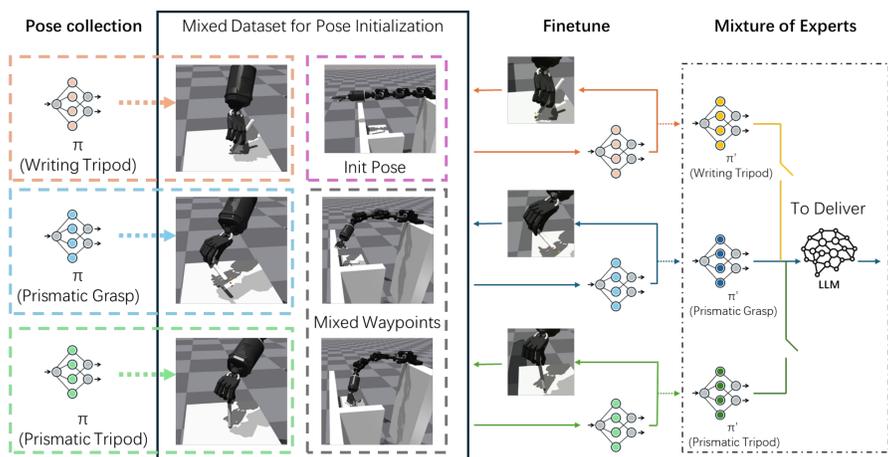
逆カリキュラム学習による対象物へのリーチング学習



再把握と把持型遷移学習におけるカリキュラムの設計



任意の初期姿勢に対応した把持型遷移システム



ポリシーの切り替えによる異なる把持タイプの切り替え例

