

基盤モデル・データ活用の考えかた

2025.11.7

産業技術総合研究所 人工知能研究センター

実体知能研究チーム チーム長

堂前幸康

RRI・基盤モデル・データ収集小委員会

2025年より原田先生の依頼で立ち上がりました。
参加予定：堂前（AIST），原口（三菱電機）他。

ロボット基盤モデルやデータ収集方法に関する議論・調査・提言を実施。

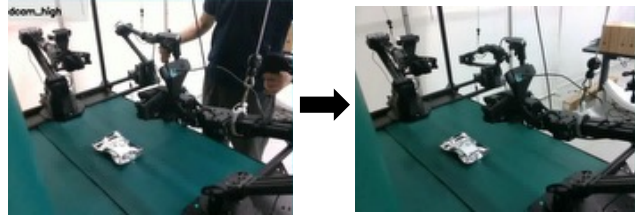
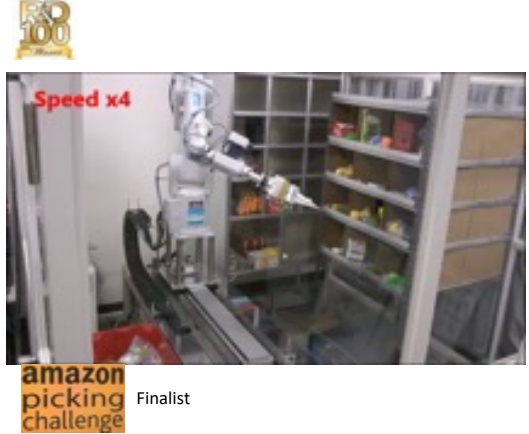
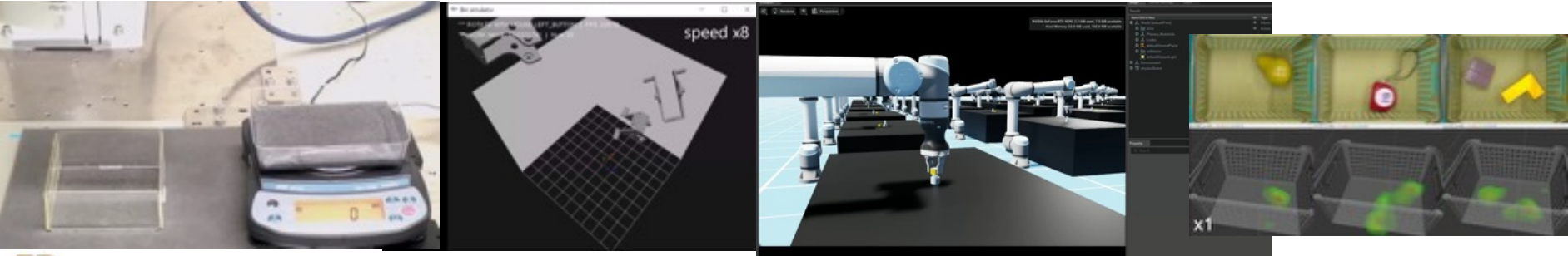
- － 実用に向け何が課題か？
- － どういったデータ収集が可能か？
- － 国内企業の連携の可能性は？
- － 従来制御手法（Good old fashioned engineering）との連携は？

委員や参加者を募集中です。ご興味のある方はぜひご参加ください。

自己紹介

- ・ 10年間メーカーでマシンビジョン研究。ロボットマニピュレーション応用で実用化
- ・ 2018年よりAISTでAI・ロボティクス研究のチーム長

特徴量 → 学習モデル → 経験のスケーリング・多様性・質

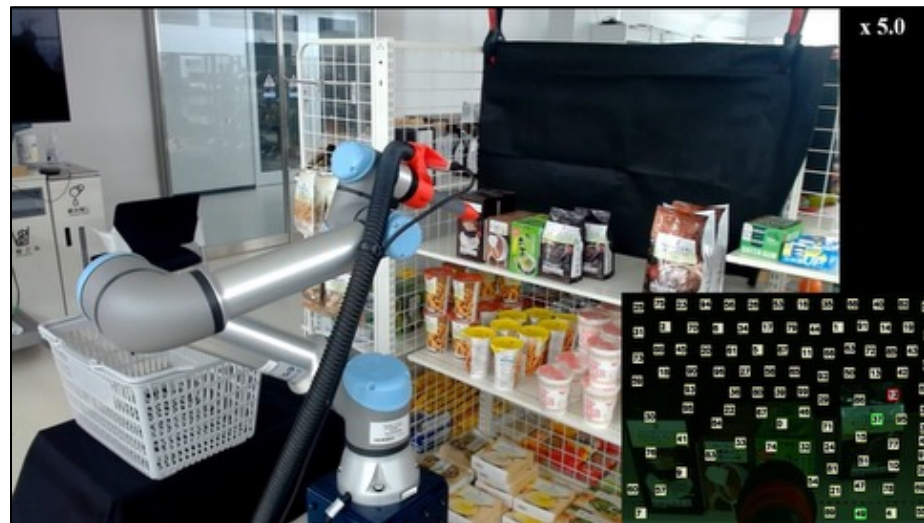


ロボットマニピュレーションの認識技術研究 10年の変化



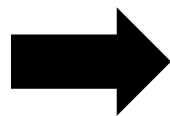
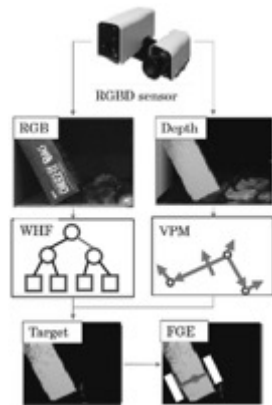
Amazon Picking Challenge 2015

[Domae, ICRA]



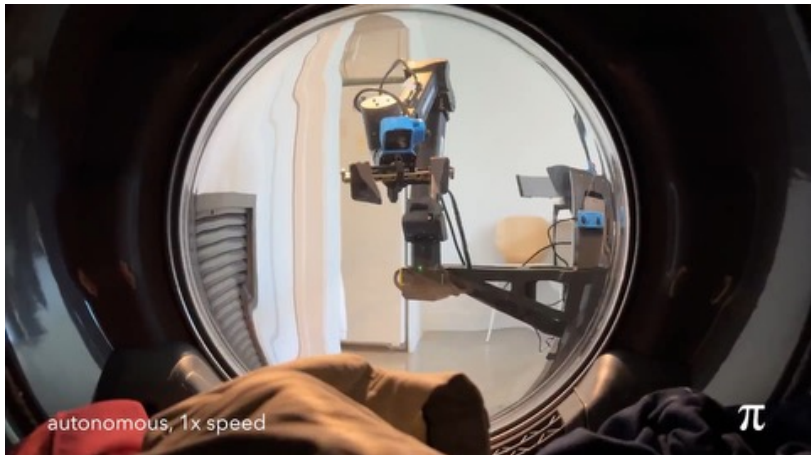
AISTのコンビニ模擬環境 2025

[Motoda, JRM]

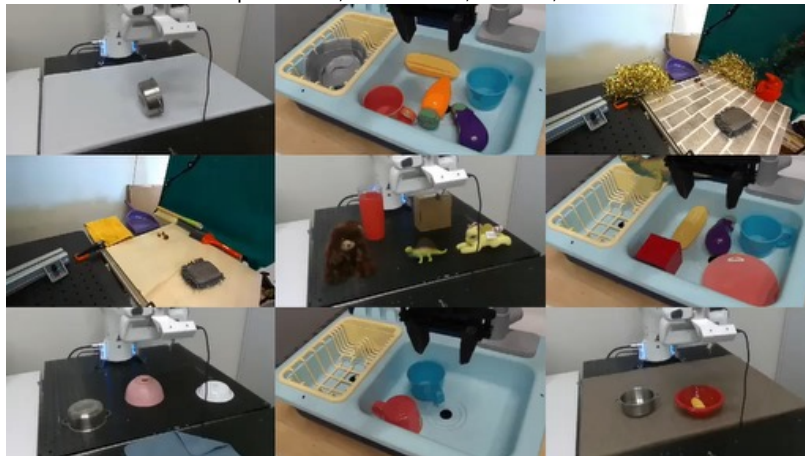


AIに身体経験を積ませる (Embodied foundation model) 研究が盛んに

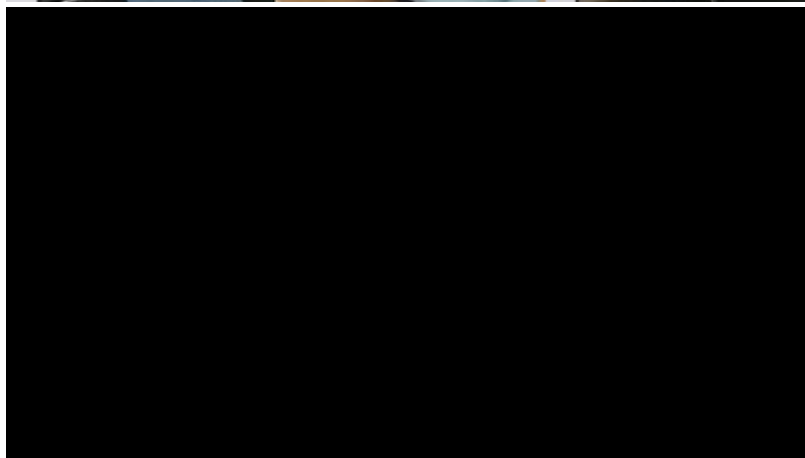
π 0, Physical Intelligence, 2024



OpenVLA, Stanford, et. al., 2024



Gemini Robotics, Google deepmind, 2025.



nVidia Isaac GR00T N1, nVidia, 2025.

双腕による器用な作業もデータで解決？ (Generalist, Andy Zeng, 2025)

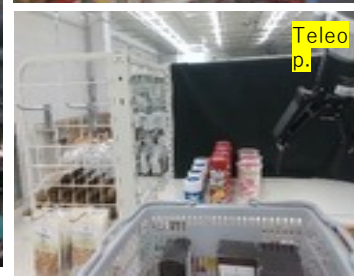
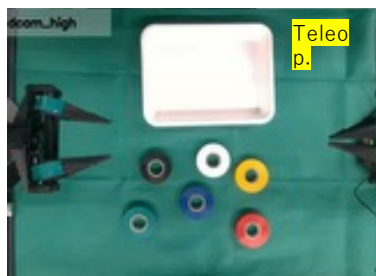


AISTでも経験に基づくロボット学習を研究中



Tomohiro Motoda

多様なタスクに汎化するか？ 器用さは獲得できるか？ スケーリング則に欠けているものは？

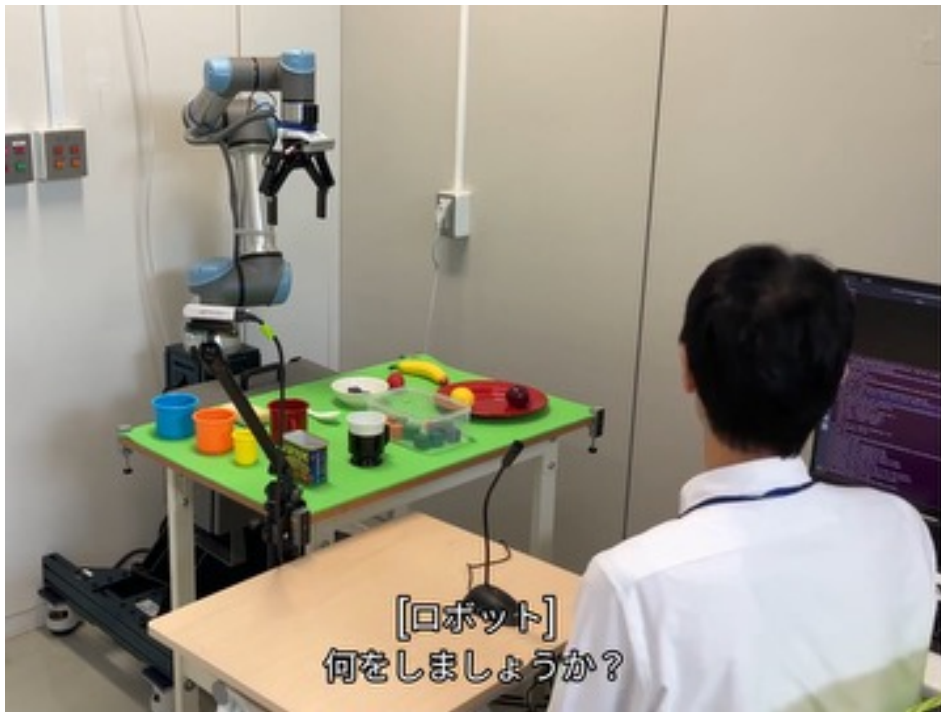


AISTのデプロイ例：MT-ACTのインタラクティブ対話

- ロボットと人間がインタラクティブに対話しながら、**人間が指定したタスクを自動実行**
- **単一の学習済みモデル**で4種類のタスクに続けて成功



Masaki
Murooka



AISTにおける基盤モデル・データ活用の考えかた

- 基盤モデルの実力はまだ不明だが、ウェブスケールAIの汎化力から見て、身体行動の制御も十分に可能性がある
- 一方で、身体性のギャップやモダリティ統合、制御連携など、解決すべき課題は多い
- 将来に備えて、基盤モデルの実証とトライアルを早期に進めることが重要である
- 研究の盛り上がりと実用現場の間には大きな隔たりがあり、そのギャップを埋めながら最新技術を追求する姿勢が求められる

AISTでは方法論と社会実装の両輪を準備

モデル構築の方法論

LLMに蓄積された知識活用と再学習

LLMに基づくプランニング
・対話的行動性

複数の感覚を統合し、深く・効率的に学ぶ

クロスモダリティ

速度や力などの物理量や異なる身体構造を扱う動作生成モデル

次世代行動生成モデル

**ロボット
基盤モデル**

模擬環境や実環境、実データによる実証

現実にはありえない非現実な経験や生成データの活用

3D環境の計測・構築法



非現実 Unreal 仮想環境 Sim 模倣 Real

身体経験の模倣や発達のなカリキュラム設計

経験構築の方法論

一般家庭



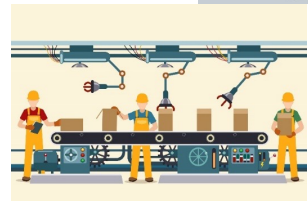
商業施設、屋外



店舗



工場・物流



データスケール化と社会展開に向け
企業・大学・法人などと連携

- ・方法論・ノウハウ
- ・実証データ
- ・モデルプロトタイプ
- ・模擬環境・システム



Ken Goldberg

Good old-fashioned engineering can close the 100,000-year “data gap” in robotics

インターネット規模の言語・画像データに比べ、**ロボットの実世界データは約10万年分不足**しており、この「データギャップ」が汎用ロボット開発を阻んでいる

- シミュレーション，WEB上の動画，実稼働ロボット，制御モデル活用など，あらゆるものを活用していくことが重要
- データの質や多様性をどのように評価していくかも重要

研究事例1：模倣学習のデータ拡張

<https://arxiv.org/pdf/2509.09893?>

Standard Imitation Learning
from Human Demos



Imitation Learning
with Random Self-Augmentation



SART (Ours)
Single demo + Safe Self-Augmentation



Self-Augmented Robot Trajectory: Efficient Imitation Learning via Safe Self-augmentation with Demonstrator-annotated Precision

Hanbit Oh^{a,*†}, Masaki Murooka^{b,*}, Tomohiro Motoda^a, Ryoichi Nakajo^a and Yukiyasu Domae^a

^a Embodied AI Research Team (EART), Artificial Intelligence Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan; ^b CNRS-AIST JRL (Joint Robotics Laboratory), IRL, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan

Self-Augmented Robot Trajectory (SART)

研究事例2：sim2realによる非接触マニピュレーションタスク（強化学習）

Neural-NPT: A Reinforcement Learning Perspective to Dynamic Non-Prehensile Object Transportation

Supplementary Video



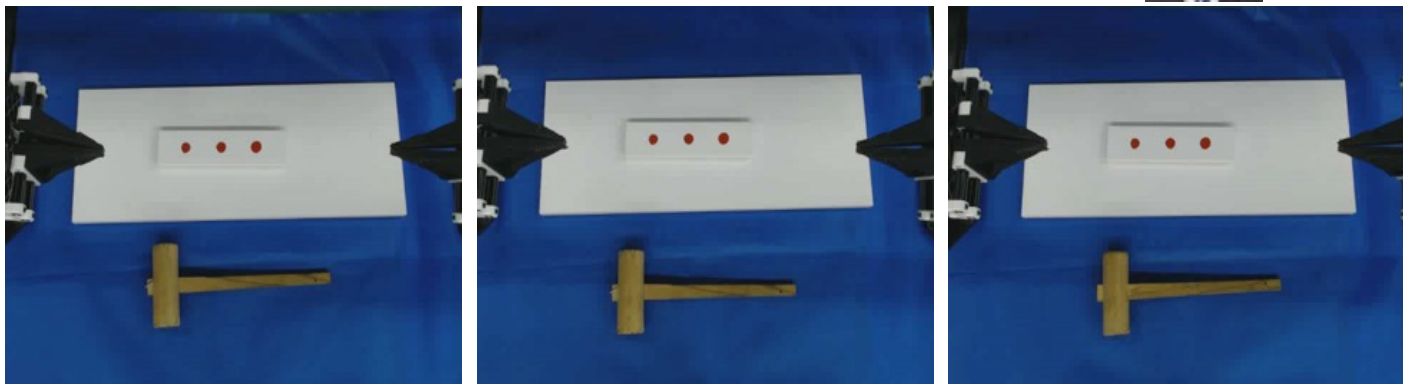
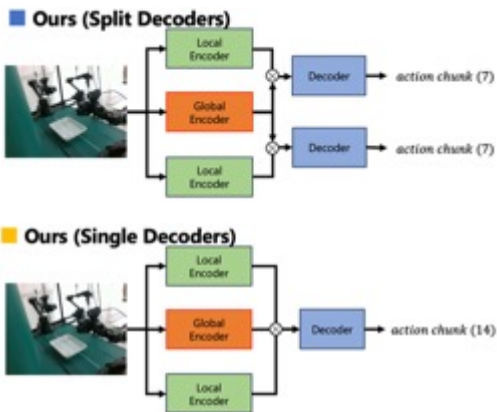
Neural-NPT: A Reinforcement Learning Perspective to Dynamic Non-Prehensile Object Transportation



研究事例3：双腕マニピュレーションタスクを器用にするモデル設計



Tomohiro Motoda



■ ACT [1]

■ Ours (Single Decoders)

■ Ours (Split Decoders)

	Fold the towel			Grab the silver bag and hand it over		Hand over the hammer and hit the board		Open the lid	Open the toolbox	Lift the towel and place it on the shelf		Lift the board with both hands	Ave.
	Fold	Pick	Place	Grab	Hand-over	Hand-over	Pat	Open	Open	Lift	Place	Lift	
ACT[1]	92	72	72	92	88	80	72	100	100	100	4	100	82.5
Ours (Single Decoders)	88	84	84	100	92	80	56	100	96	100	96	100	90.5
Ours (Split Decoders)	96	92	92	80	72	96	84	72	100	100	80	100	89.5
Ours (Single Decoders) w/o IAEC*	92	44	36	100	20	40	24	100	100	0	0	84	56.9
Ours (Split Decoders) w/o IAEC*	96	96	92	100	92	0	0	92	100	0	0	96	66.5

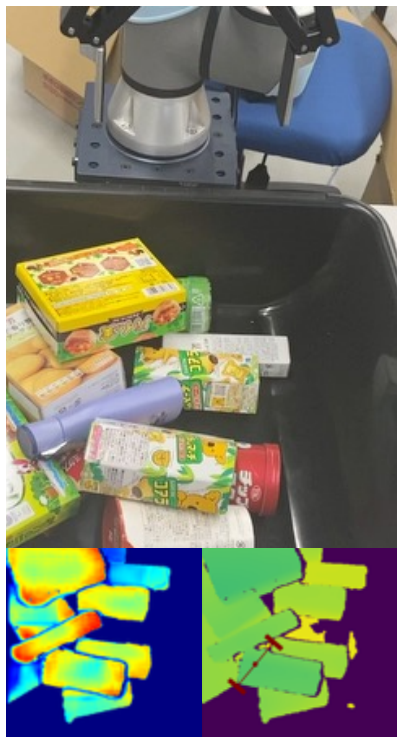
25 trials were conducted for each task.

*IAEC=inter-ative-arm coordination encoder

[1] Zhao et al., Learning Fine-Grained Bimanual Manipulation with Low-Cost Hardware, in Proc. RSS2023.

マルチモーダル, クロスモーダルは学習の質を高めるのか？

Koshi
Makihara



The robot “pushes aside soft objects”
to pick up the target.



Without cross-modal
ability



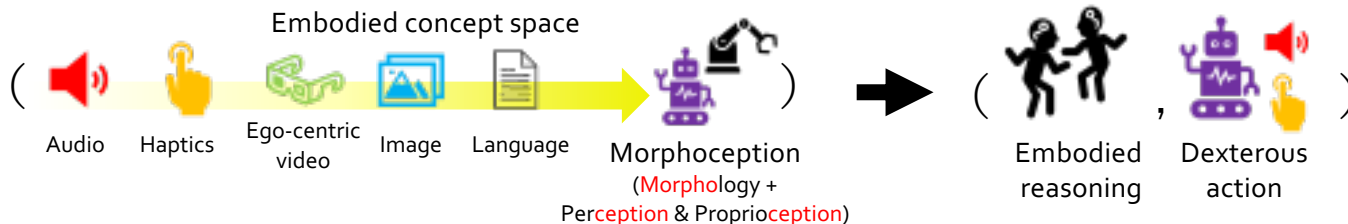
With cross-modal
ability

CREST尾形領域にて新研究PJ開始(2025-2030)

身体が考えるロボット基盤モデル：MORAL (代表：堂前)

既存のLMM*：身体性が不足，言語や画像がモダリティの中心，WEBにあるデータを中心にした設計で本質的なフィジカルAIのデザインに合致していない。

身体構造 (Morphology) を中心に複数の動的な身体性モダリティ (視・聴・触など) を統合したLMMを構築，適応的な推論と器用な操作を実現，器用なロボットを製造・物流や家庭などのタスクに応用する。



【1】ロボット基盤モデル
堂前幸康

身体が考えるロボット基盤モデル：
MORAL



【2】聴覚
坂東宜昭

動作生成のための
ロボット聴覚基盤モデルの確立



【3】触力覚
室岡雅樹

触力覚に基づく
ロボット接触リーズニングモデルの構築



【4】一人称視点映像
八木拓真

一人称視点映像からの
身体性知識および動作戦略の獲得

*LMM: Large Multimodal Model

社会実装活動：これからAI・ロボットが普及していくため



- ・環境・ベースライン・モデルの公開・共有
- ・AI・ロボットに興味のある国内企業への波及
- ・産学官の連携中心に

遠隔操作システムの導入および ロボット軌道データの収集

模倣学習統合ソフトウェアの開発

<https://github.com/isri-aist/RoboManipBaselines>



基礎動作データ収集(近日公開)



現在、4社との企業との連携を開始中、さらに複数組織と協議中。法人連携などを進めている。

産業技術総合研究所 インタストリアルCPS研究センターは、ロボットの作業知識やデータを人工知能（AI）モデルに学習させたロボット基盤モデルの開発を始めた。製造や物流、オフィスなどでの困難作業を自動化する。ロボットメーカーは、開発過程を模した学習技術などをもつ。また、計算資源や実験環境、ロボット学習ソフトウェアやユーザー、システムインテグレーター（Sier）と連携し、作業適用を相互評価しながら基盤モデルを育てるオープンな開発体制を構築する。

柔軟な物体操作や多様なプログラミングしきれない困難作業を、大量のエアフレームワークを整備してきた。これらを活用する。連携形式は技術コン

のデータを学んだ基盤モデルで実行する。さまざまな作業を学ぶことが重要なため、事業者から共通利用可能なタスク事例を集める。秘匿化処理などで連携しやすくする。

産総研は視覚データと力覚データを結びつけるAIモデルや認知サルディングを共同研究、技術研修などを事業者に応じて提案する。

ロボット開発で基盤モデル 産総研、オープン体制構築

ロボットの動作生成向け学習モデルのベースライン集を公開



Masaki
Murooka



世界の研究者や
複数企業が利用開始。
Github 190stars

双腕ロボットAIの開発を支援するデータセットを無償公開

—両手を使うロボットAI開発の足がかりを提供—

- 器用な動作の実現を目指した双腕ロボットの作業データセット「AIST-Bimanual Manipulation」を無償公開
- 既に公開されているソフトウェアフレームワーク「RoboManipBaselines」との連携により、開発環境構築が容易となり、双腕ロボットAI開発の参入障壁が低減
- 製造業・物流・介護分野の人手不足解決と日本のロボットAI競争力向上に貢献



AIST Bimanual Manipulation Dataset

双腕ロボットAIの研究開発を支援する1万エピソードのデータ公開



Tomohiro
Motoda



AIRoA

AI Robot Association

日本でも一般社団法人AIロボット協会が発足(25.3)

名称： 一般社団法人AIロボット協会

目的： ロボットとAIの融合により、ロボット開発の技術を革新する。それにより、社会におけるロボットの活用を推進する。

事業： AIロボットの開発促進のための取り組み

1. 基盤モデル開発に必要なデータの収集・保管・管理・公開
2. 基盤モデル・個別モデルの開発・運用・公開
3. 開発コミュニティの運営

AIロボットの社会普及のための取り組み

1. AIロボットによる効率化効果の計測・公開
2. AIロボットの安全性評価の検討・公開

その他、当法人の目的を達成するために必要な事業



理事長：尾形哲也

早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 表現工学科教授

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 特定フェロー

国立情報学研究所 大規模言語モデル研究開発センター 客員教授

HSRによるVLAモデル動作試験の様子 (AIRoA競技会3位通過, GR00Tベース)



Koshi
Makihara



産総研の社会実装活動

- 産総研内に実証環境、実証基盤ソフトウェア、計算機資源、ロボットシステムを準備し、国内企業と連携開始
- R&Dギャップを埋めるためデータセットやベースラインを公開
- 国内企業とはコンサル契約や共同研究で連携開始
- AIRoAのデータ収集や実証コンペにも参加

今後もR&Dギャップを埋める活動とSOTA研究を両輪で進めていきます。

実体知能研究チーム (Embodied AI Research Team)

身体に知能を、知能に身体性を。



堂前幸康

チーム長
ロボット知能化
マシンビジョン



花井亮

主任研究員
マニピュレーション
クロスモダリティ



Floris Erich

主任研究員
3Dビジョン
DevOps



元田 智大

研究員
基盤モデル
マニピュレーション



Oh Hanbit

研究員
模倣学習
マニピュレーション



**Roman
Mykhailyshyn**

主任研究員
エンドエフェクタ
(New!)

常勤6名、契約職員15名、産官学制度来所者など含め43名。