

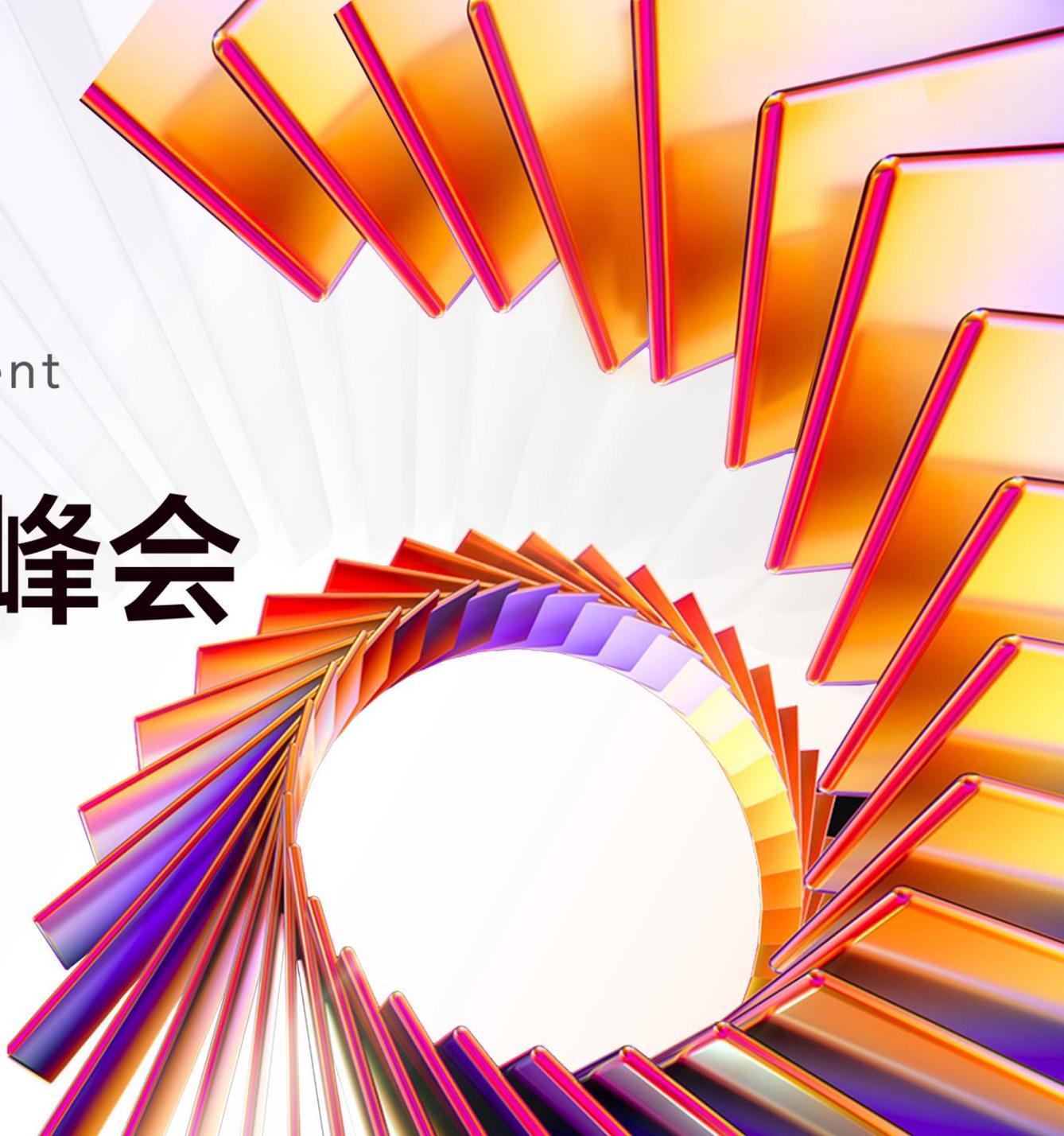


第7届 AI+ Development
Digital Summit

AI+ 研发数字峰会

拥抱AI 重塑研发

8月8-9日 | 北京站





第8届 AI+ 研发数字峰会

拥抱 AI 重塑研发 AI+ Development Digital Summit

下一站预告

11/14-15 | 深圳站

12/19-20 | 上海站



查看会议详情

深圳站论坛设置

智能装备与机器人

超越“编程 Copilot”

下一代知识工程

智能网联与汽车智能化

AI 测试工具开发与应用

AI 基础设施和运维

数据智能及其行业应用

可信 AI 安全工程

大模型和 AI 应用评测

多 Agent 协同框架

从智能测试到自主测试

大模型推理优化

多模态 LLM 训练与应用

智能化 DevOps 流水线

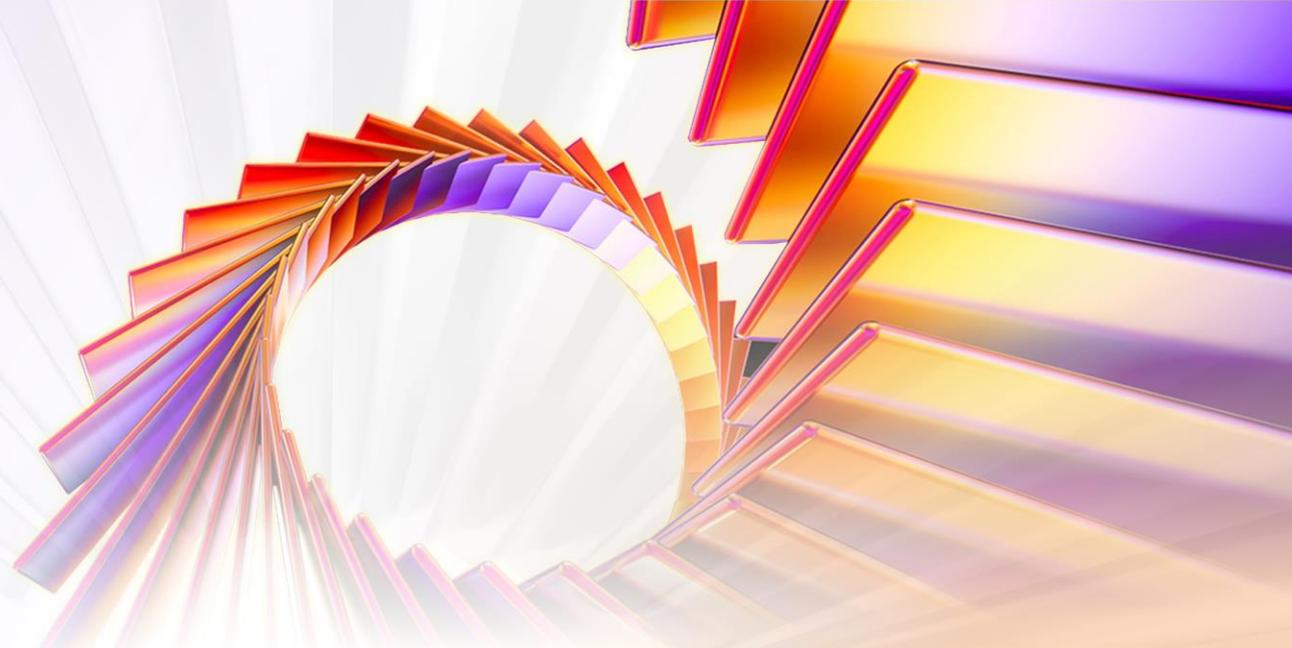
上下文工程

AiDD 7th | 8月8-9日 | 北京站
2025

第7届 AI+ Development
Digital Summit

AI+研发数字峰会

拥抱AI 重塑研发



类人灵巧操作具身智能机器人

王鹏 | 中科院自动化所、中科硅纪



王鹏

研究员、博士生导师，中科院自动化所

中国科学院自动化研究所多模态人工智能系统全国重点实验室研究员，中科硅纪创始人。主要研究方向：具身智能、仿人灵巧手、通用类人灵巧操作机器人。主持完成了国家自然科学基金、国家重点研发计划等项目和课题30余项，发表人工智能与机器人领域国际期刊和国际会议论文 90余篇，两项成果连续发表在机器人顶级国际期刊IEEE TRO上，授权发明专利30余项。研发了Casia Hand系列仿人灵巧手及通用类人灵巧操作机器人。先后获北京市科学技术一等奖、北京市科学技术二等奖、中国自动化学会技术发明一等奖、日内瓦国际发明展金奖等。

目录

CONTENTS

- I. 背景
- II. 问题/痛点
- III. 解决思路/整体方案
- IV. 具体实现/技术实践
- V. 总结与展望

PART 01

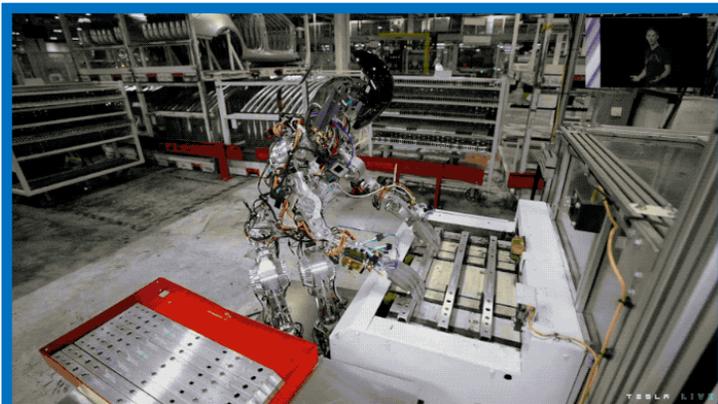
背景

机器人的三大能力：移动-交互-操作

机器人的终极目标和最大价值之一：像人一样“用手”干活



聚焦操作，手-脑结合
(Casia Hand)



重视操作，手足并进
(特斯拉 Optimus)



通用类人灵巧操作能力

适应性

适应对象-环境-任务

灵巧性

完成复杂操作动作

工具性

使用工具及基础设施

人机性

与人协同-合作-共融

通用灵巧操作能力实现难度大，在服务、工业、特种领域应用应用渗透率极低！



灵巧手+AI：通用类人灵巧操作能力

现状



特种：遥操作为主



工业：示教操作为主



服务：未形成实用化

难点

对象的多样性

环境的不确定性

任务的复杂性

途径

具有**通用类人灵巧操作能力**的机器人
提高机器人对‘对象-环境-任务’的**适应能力**

还未形成面向**开放环境**、**未知对象**、**复杂任务**的机器人通用类人灵巧操作能力！



PART 02

痛点

类人灵巧操作：硬件通用+算法泛化

功能性操作为例:

高维的动作空间

功能性抓取数据匮乏

功能性抓取人工标注成本高

(6+1) DoF



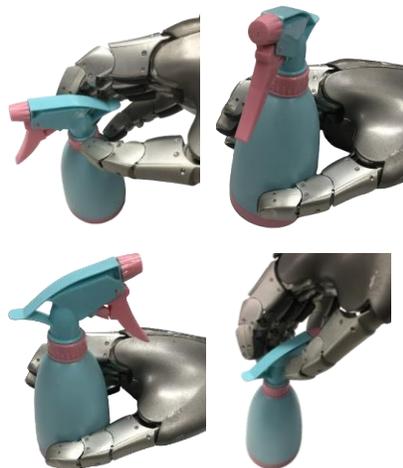
二指夹爪

自由度
提升

(6+24) DoF



灵巧手

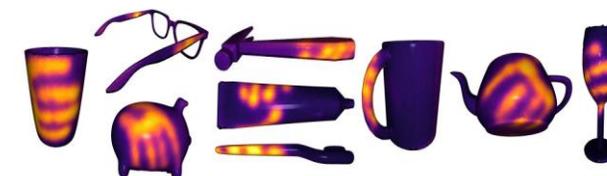


通用抓取

抓取分布
稀疏



功能性抓取



功能性抓取人工标注接触图及标注环境

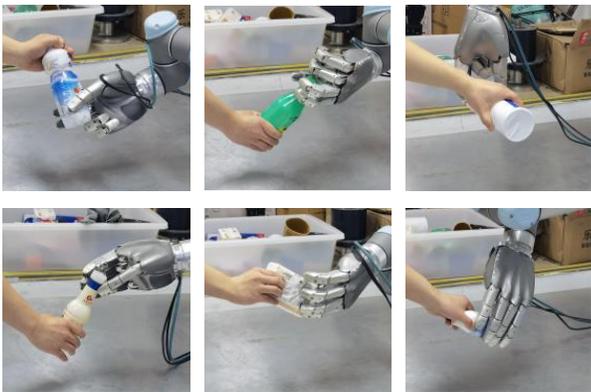


问题与痛点

人机物体交接为例：

对形状尺寸各异物体的抓取泛化能力不足且抓取配置单一

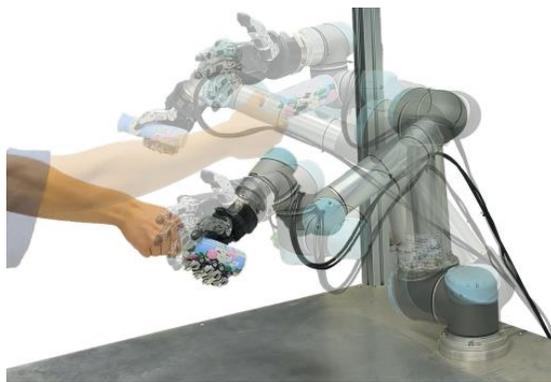
灵巧手机机器人的**多样**物体交接



静态物体交接

对人类运动的响应能力欠佳

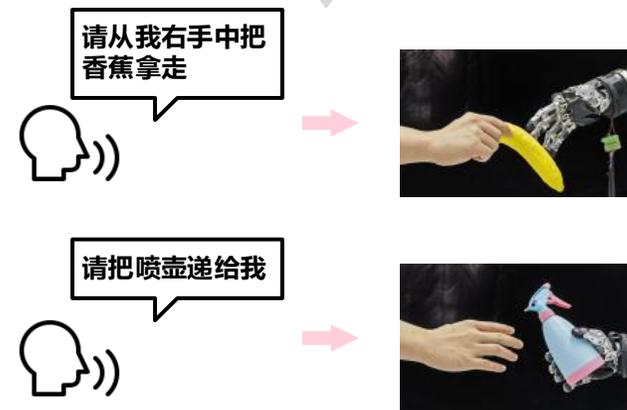
灵巧手机机器人的**响应式**物体交接



动态物体交接

对差异化任务场景适应和感知能力不理想

灵巧手机机器人的人机**双向**物体交接



双向物体交接



PART 03

解决思路

渐进式落地：通用抓取-功能性操作-人机融合

解决思路：类人灵巧操作能力的获取



VS



1、遥操作

优点：快速决策 灵活可靠 适应性强

不足：依赖人类操作员经验

2、自主操作

优点：可重复性高、工作持续性强、快速推理与记忆

不足：不确定性高



3、人机融合



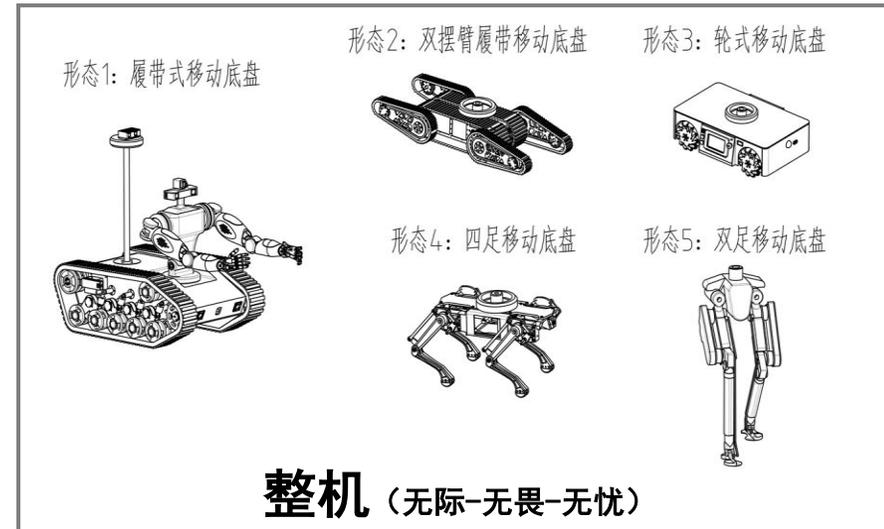
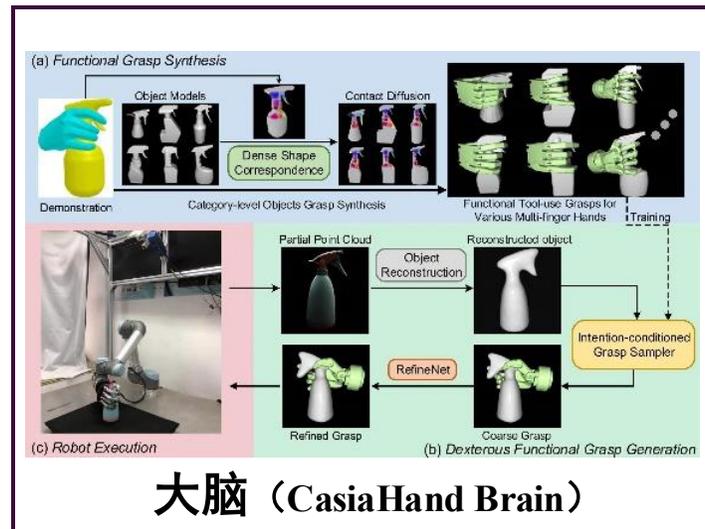
人类操作经验



机器人自主智能



解决思路：类人灵巧操作能力的获取



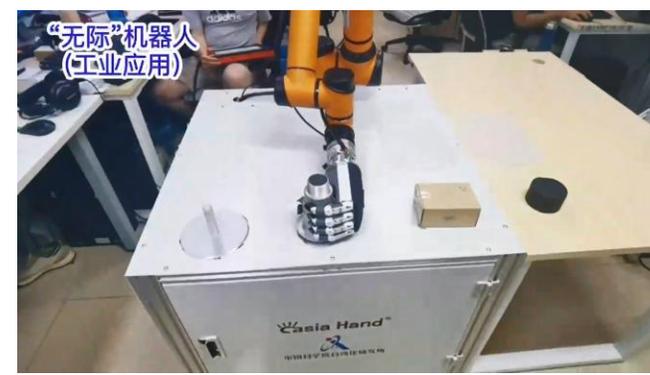
场景



特种



服务



工业

部件 + 大脑 + 场景 = 应用驱动和“上肢”能力为核心的类人灵巧操作机器人



类人灵巧操作具身智能机器人引领者



Casia Hand-L2
通用智能灵巧手



Casia Hand-L1
通用智能灵巧手



6 DoF Casia Arm
六轴仿人臂



WUWEI
无畏



WUJI
无际



WUYOU
无忧



CasiaHand
Glove
数采与动捕



7 DoF Casia Arm
七轴仿人臂



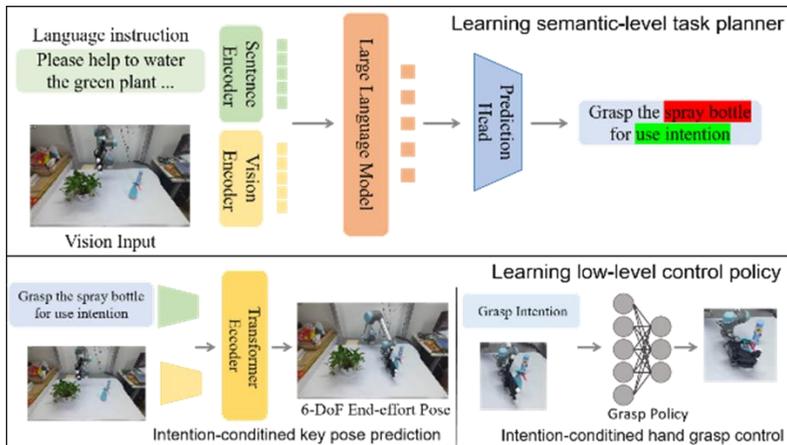
Casia Hand-G
三指灵巧手



Casia Hand-S
高速自适应灵巧手



解决思路：类人灵巧操作能力的获取

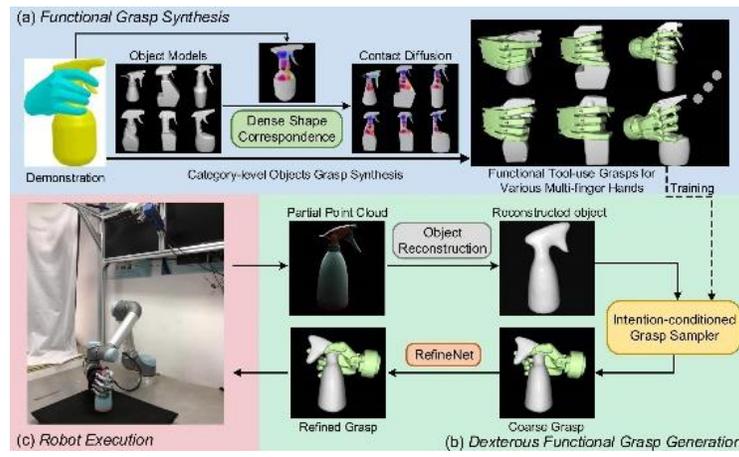


物体适应性
对物体-场景的泛化
DL3

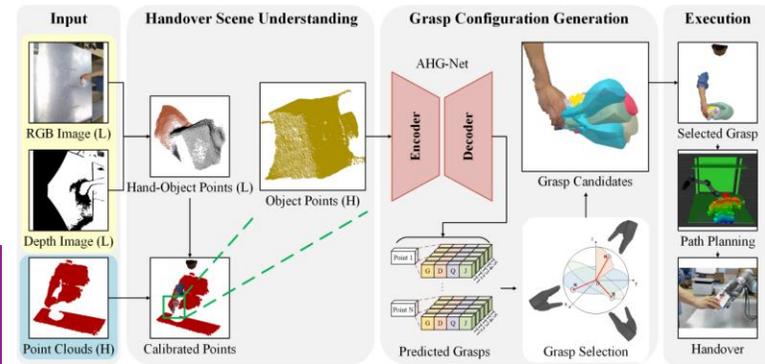
精细化操作
兼顾稳定与合理性
(DL4)

功能性操作
使用工具与设施
(DL4)

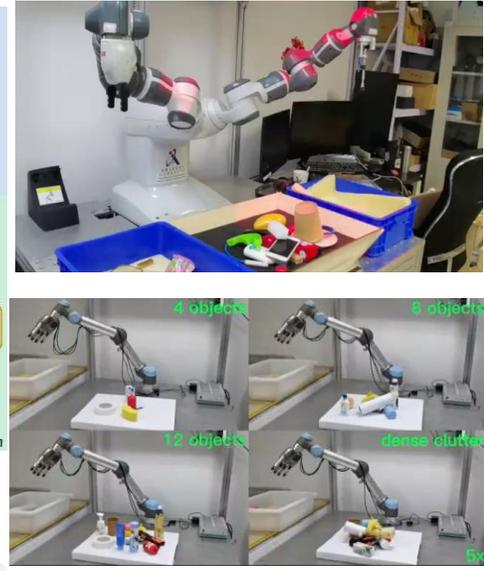
多任务通用
人机协同加速落地
(DL5)



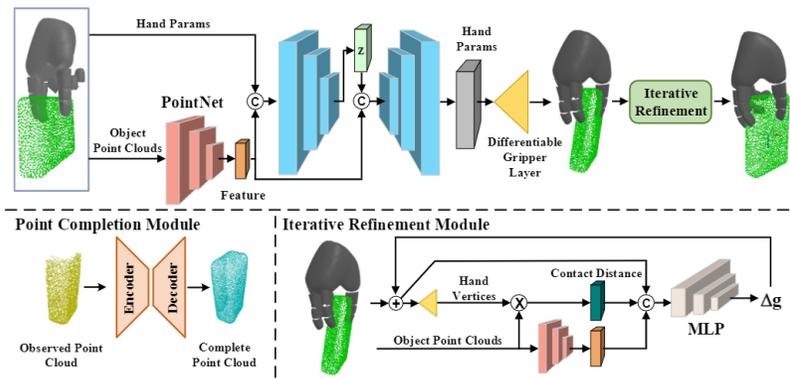
灵巧手的类人功能性抓取学习



人与机器人间的类人物体灵巧交接



基于视觉-语言模型的灵巧手工具操作学习



灵巧手的通用抓取操作学习

通用灵巧级别 (Dexterity Level, DL)

- DL3: 环境、对象适应能力
- DL4: 工具与基础设置共享
- DL5: 多任务通用、个性化

软硬结合，实现“环境-对象-任务”的泛化和适应

PART 04

技术实践

案例：硬件、功能性操作、人机物体交接

中科硅纪 | Casia Hand[®]
CASIAHAND ROBOTIC

CASIA HAND L1 通用智能灵巧手

Powered By
CasiaHand Brain



Casia Hand
全球首个获日内瓦国际发明展金奖的
仿人五指灵巧手





CASIA HAND S
高速自适应灵巧手

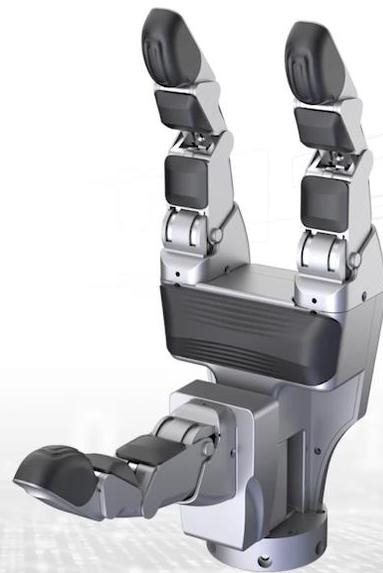
Powered By
CasiaHand Brain



中科硅纪 | Casia Hand®
CASIAHAND ROBOTIC

CASIA HAND G
三指灵巧手

Powered By
CasiaHand Brain





无际机器人

WUJI 工业+服务场景
ROBOT

全身49自由度
类人灵巧操作
超大作业空间
自主智能操作



reddot winner
全球首个获红点奖的
轮式人形机器人



CASIAHAND DATA ACQUISITION & MOTION CAPTURE 数据采集与动作捕捉系统



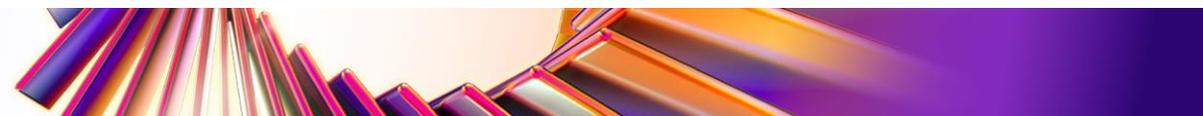
CasiaHand Glove
数据手套



Data Glove + Arm Tracking
数据手套+手臂追踪



Full-Body Motion Capture
全身动作捕捉



▶ 类人灵巧操作学习数据获取

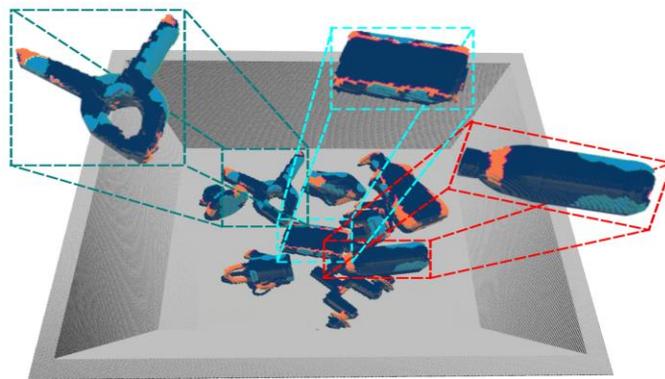
1、单个物体抓取数据集（平行爪）

- a) 共包含有150个物体
- b) 每个物体包含36864个抓取姿态标注



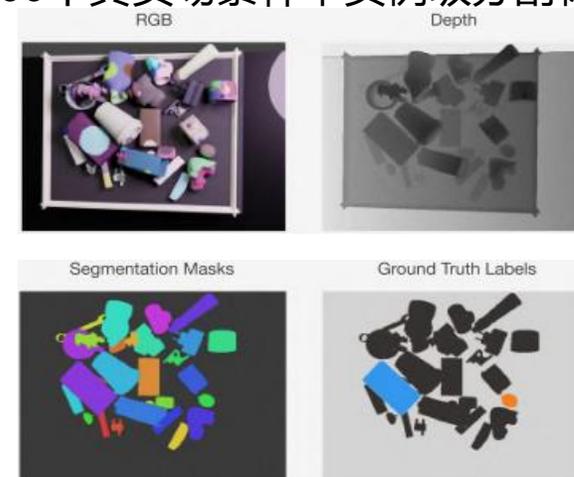
2、堆叠场景抓取数据集（平行爪）

- a) 100K个场景深度图片
- b) 像素级抓取姿态标注



3、抓取策略引导的实例分割数据集（抓-吸）

- a) 6K个合成样本的实例级分割标注
- b) 100个真实场景样本实例级分割标注



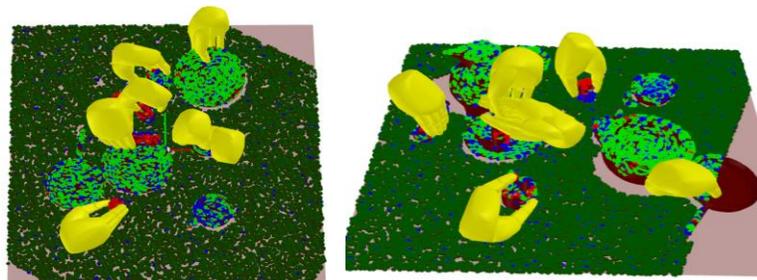
4、单个物体抓取数据集（灵巧手）

- a) 共包含有28个物体
- b) 每个物体包含36864个抓取姿态标注



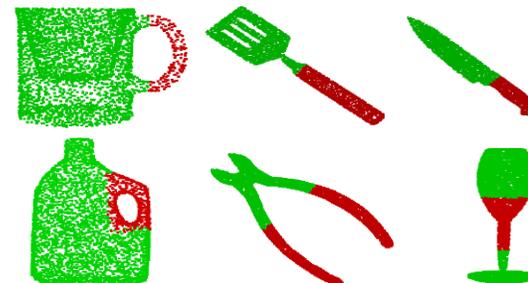
5、堆叠场景抓取数据集（灵巧手）

- a) 500个场景，4K个场景深度图片
- b) 像素级抓取姿态标注

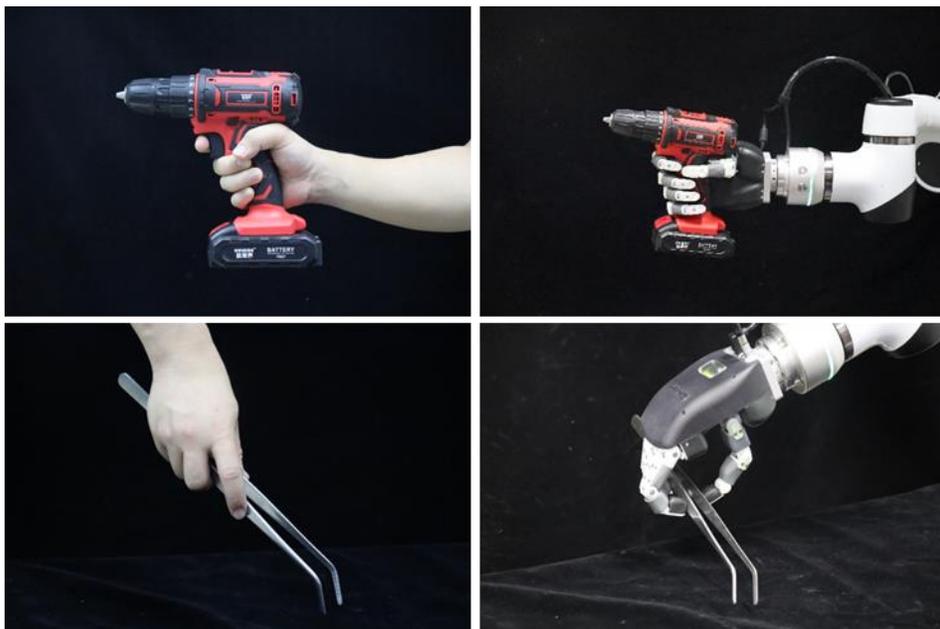


6、单个物体语义抓取数据集（仿人手）

- a) 190个物体
- b) 语义抓取姿态标注



▶ 实践案例：功能性操作、人机物体交接



灵巧手使用工具



Human-to-robot handover



Robot-to-human handover

灵巧手-人的物体交接

1. Haonan Duan, **Peng Wang***, Yifan Yang, Daheng Li, Wei Wei, Yongkang Luo, and Jing Lei. Reactive Human-to-Robot Dexterous Handovers for Anthropomorphic Hand, *IEEE Transactions on Robotics (T-RO)*, 41, 2025.
2. Wei Wei, **Peng Wang***, Si Zhe Wang, Yongkang Luo, Wanyi Li, Daheng Li, Yayu Huang, Haonan Duan, Learning Human-like Functional Grasping for Multi-finger Hands from Few Demonstrations, *IEEE Transactions on Robotics (T-RO)*, 40, 3897-3916, 2024.



▶ 案例1：功能性操作

高维的动作空间

功能性抓取数据匮乏

功能性抓取人工标注成本高

(6+1) DoF



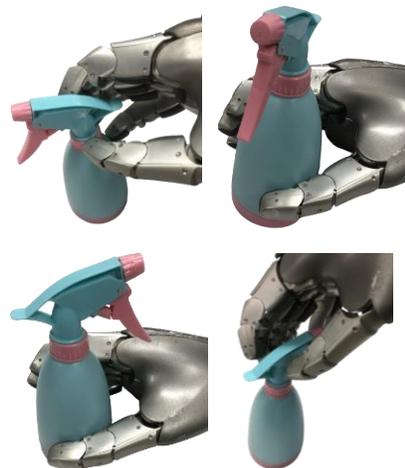
二指夹爪

自由度
提升

(6+24) DoF



灵巧手

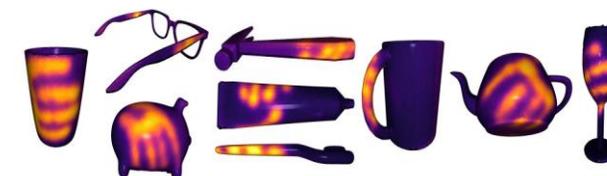


通用抓取

抓取分布
稀疏



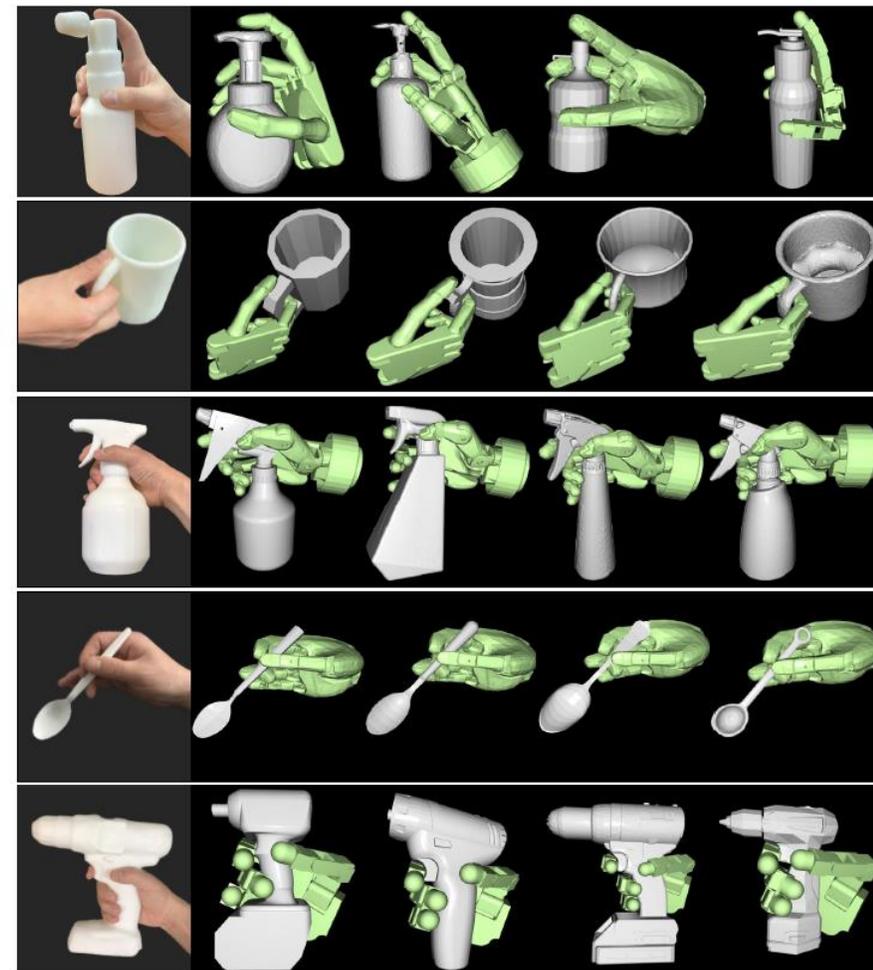
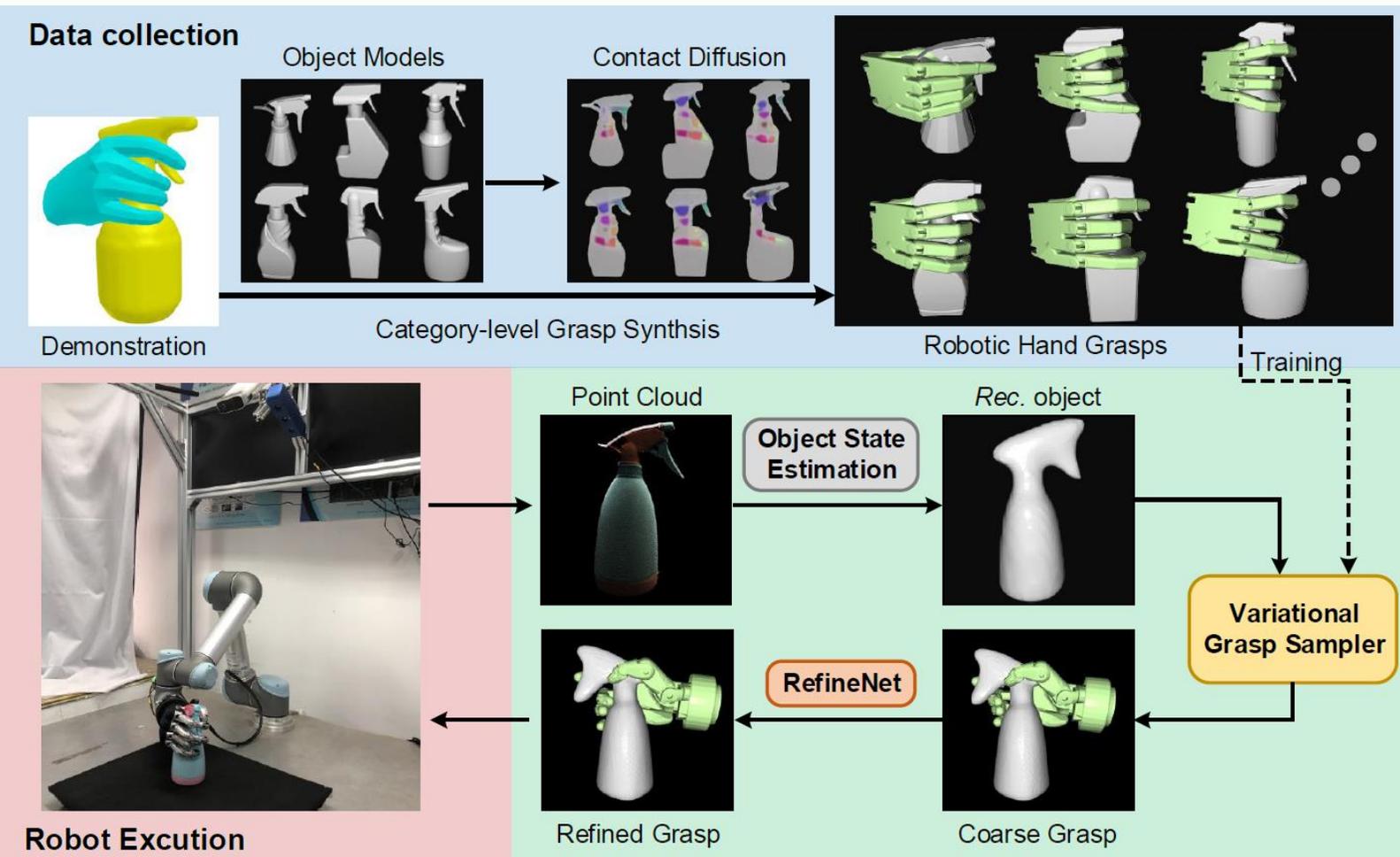
功能性抓取



功能性抓取人工标注接触图及标注环境



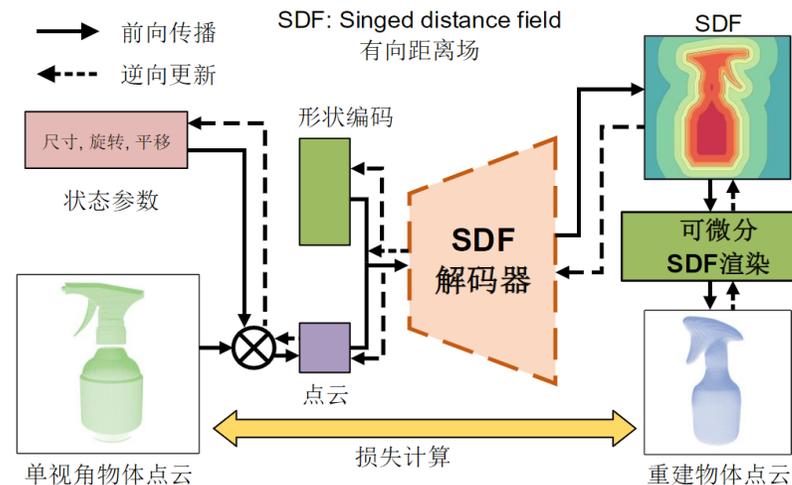
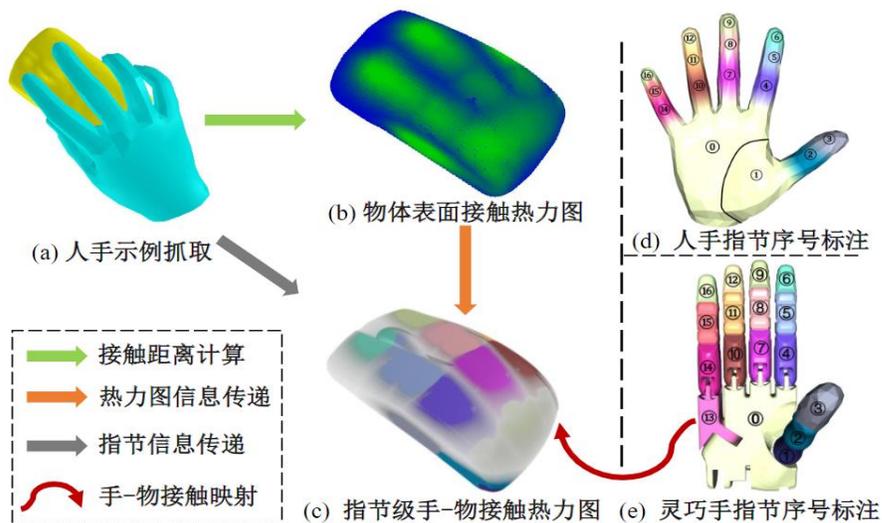
工具使用能力：灵巧手的类人功能性精细操作学习



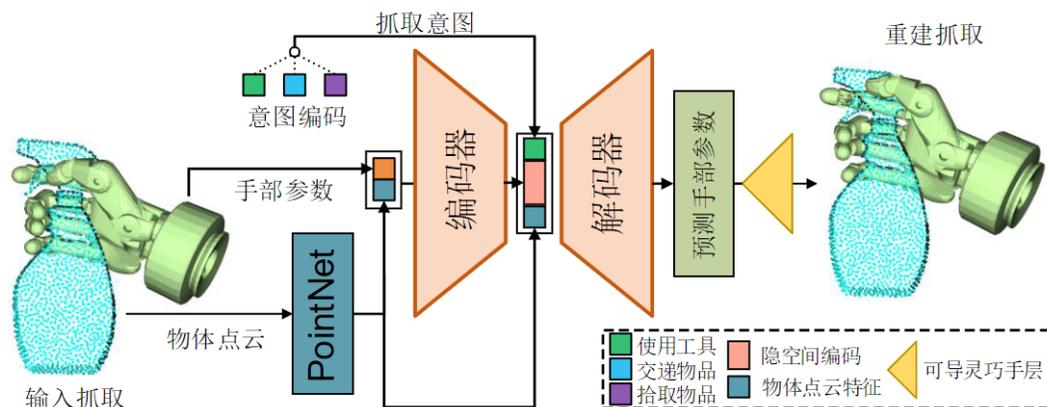
Wei Wei, Peng Wang*, Si Zhe Wang, Yongkang Luo, Wanyi Li, Daheng Li, Yayu Huang, Haonan Duan, Learning Human-like Functional Grasping for Multi-finger Hands from Few Demonstrations, *IEEE Transactions on Robotics (T-RO)*, 40, 3897-3916, 2024.



工具使用能力：灵巧手的类人功能性精细操作学习

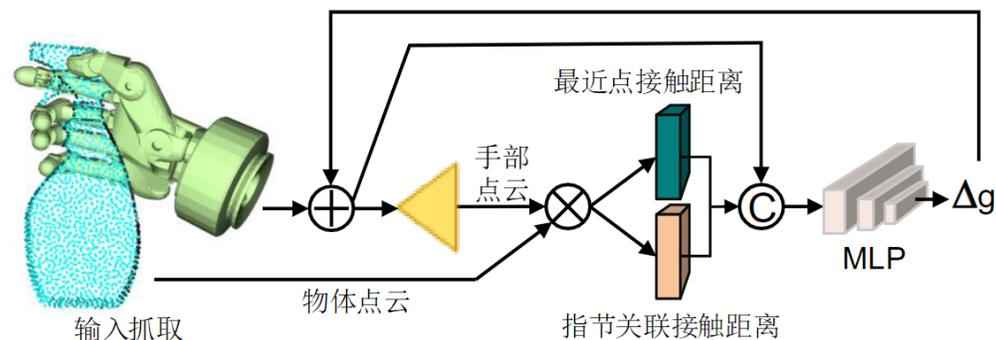


● 人手向灵巧手的指节级手-物接触表示迁移



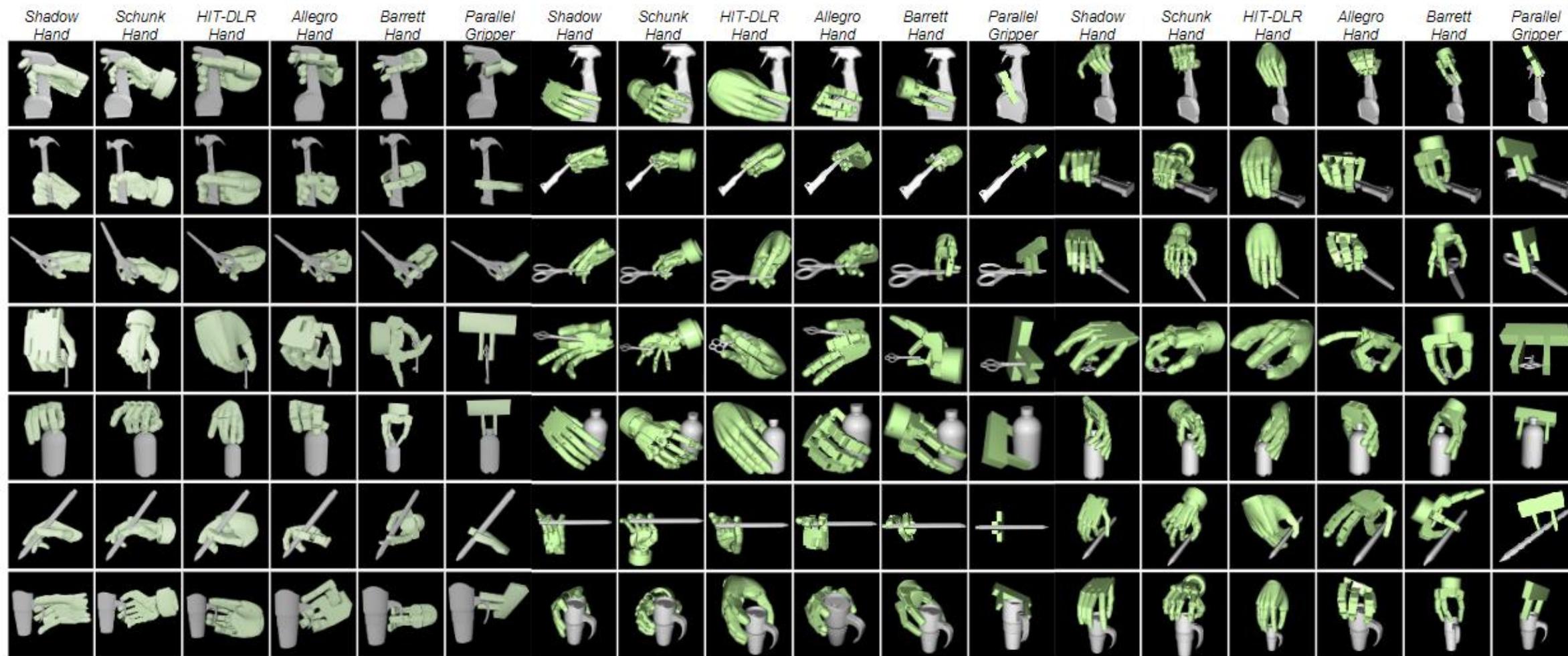
● 基于操作意图的功能性抓取生成器网络结构

● 类别级物体重建网络流程图



● 迭代式手-物接触微调网络结构示意图

工具使用能力：灵巧手的类人功能性精细操作学习



(a) 使用工具抓取

(b) 机器人交递物品抓取

(c) 拾取物品抓取

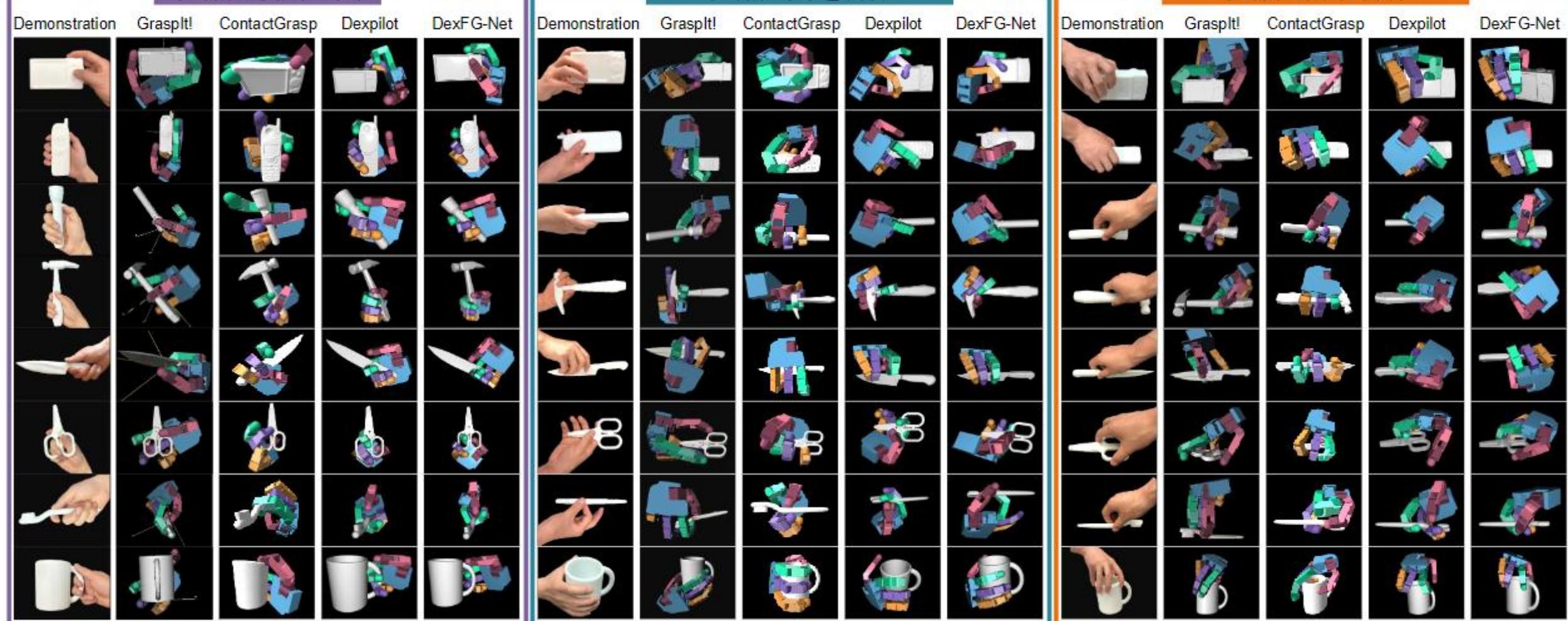


工具使用能力：灵巧手的类人功能性精细操作学习

机器人使用工具

机器人交递物品

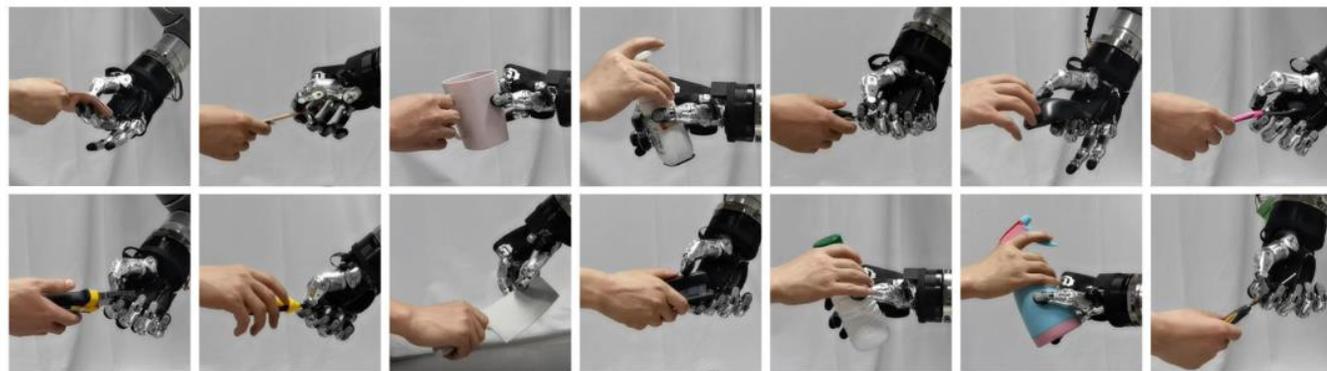
机器人拾取物体



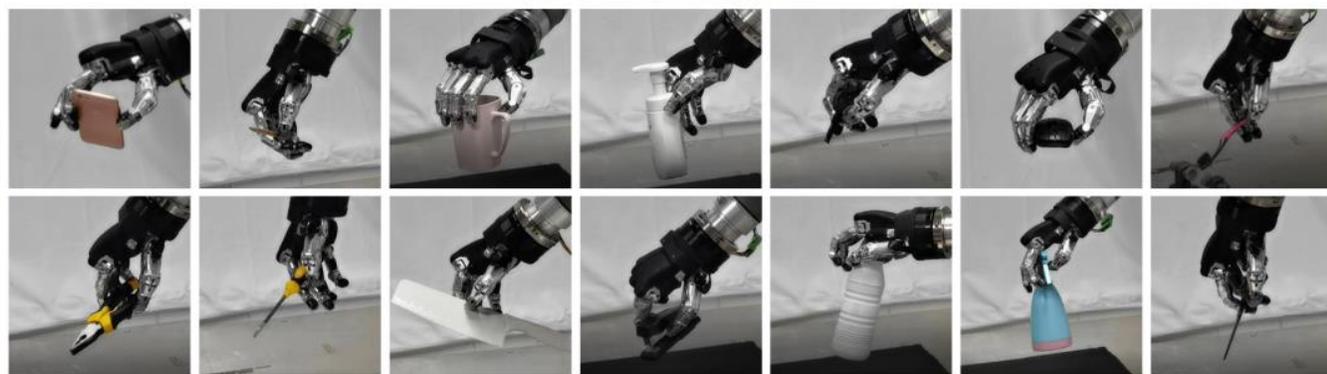
▶ 工具使用能力：灵巧手的类人功能性精细操作学习



(a) 灵巧手使用工具



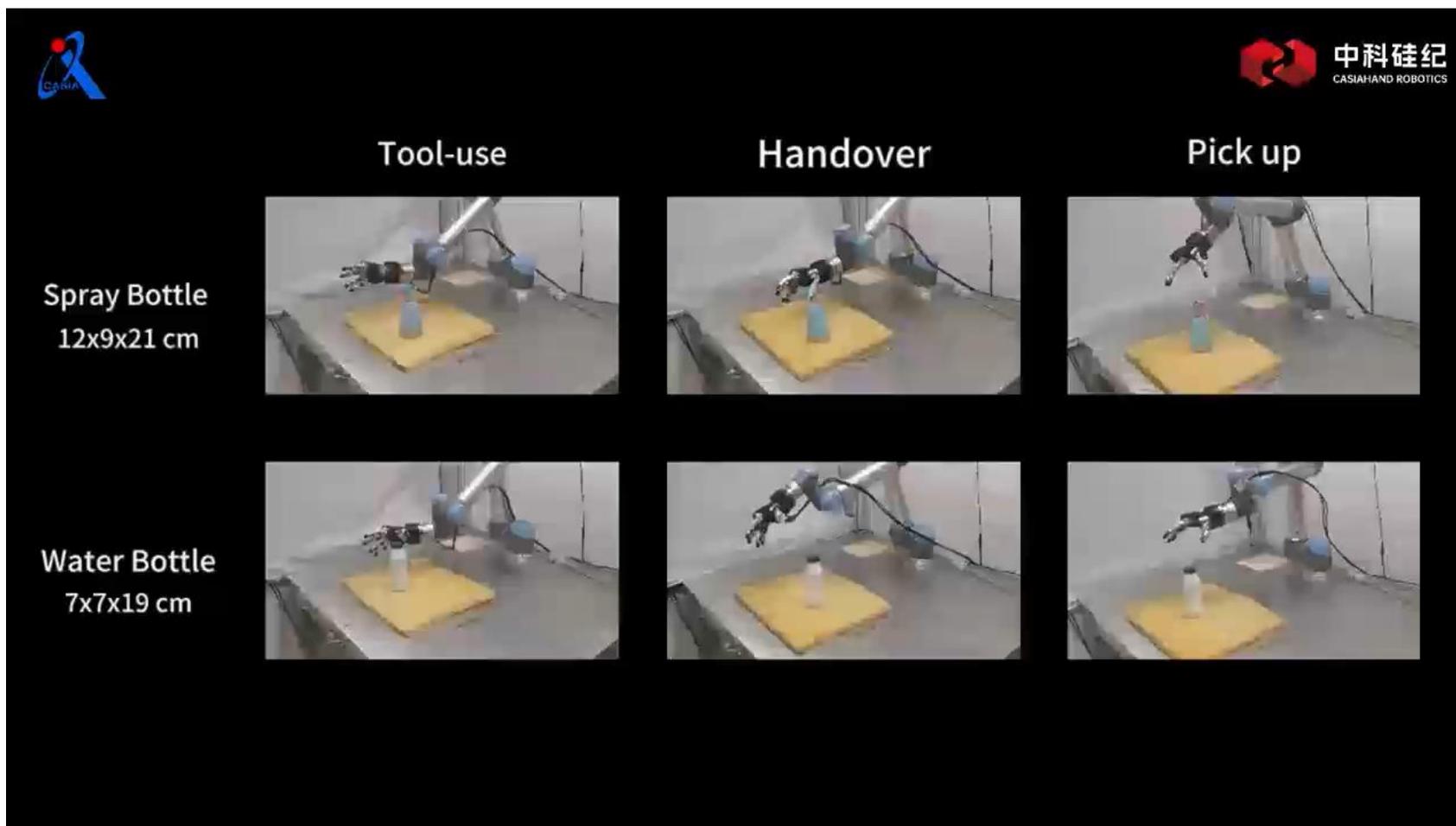
(b) 灵巧手交接物品



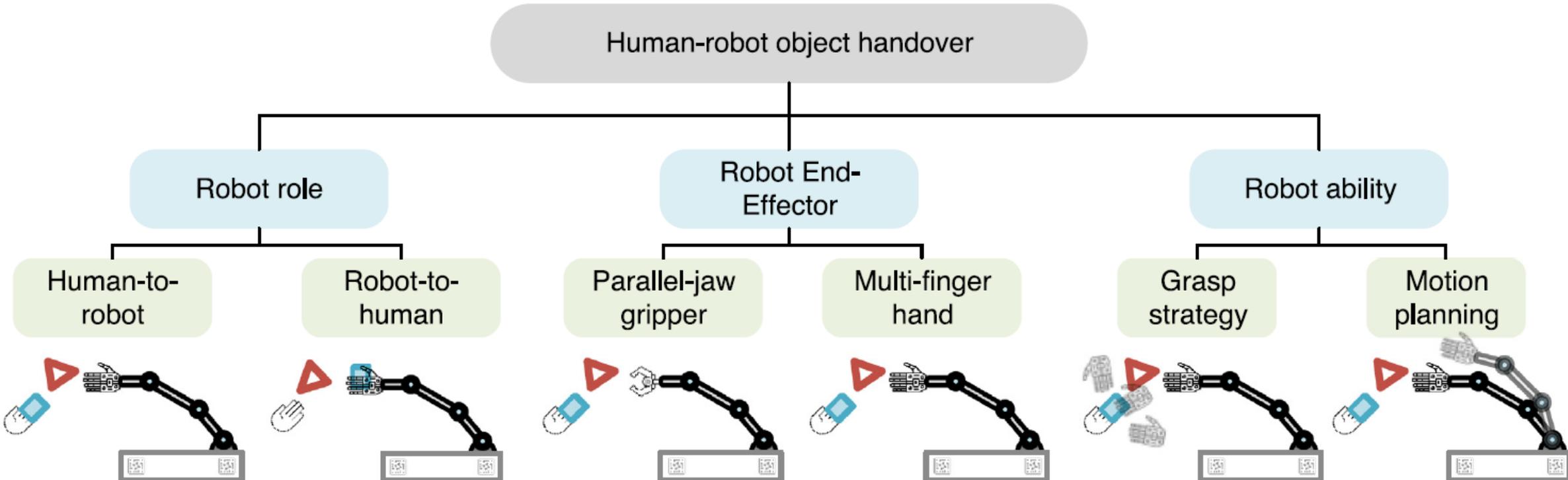
(c) 灵巧手拾取物品

Wei Wei, Peng Wang*, Si Zhe Wang, Yongkang Luo, Wanyi Li, Daheng Li, Yayu Huang, Haonan Duan, Learning Human-like Functional Grasping for Multi-finger Hands from Few Demonstrations, *IEEE Transactions on Robotics (T-RO)*, 40, 3897-3916, 2024.

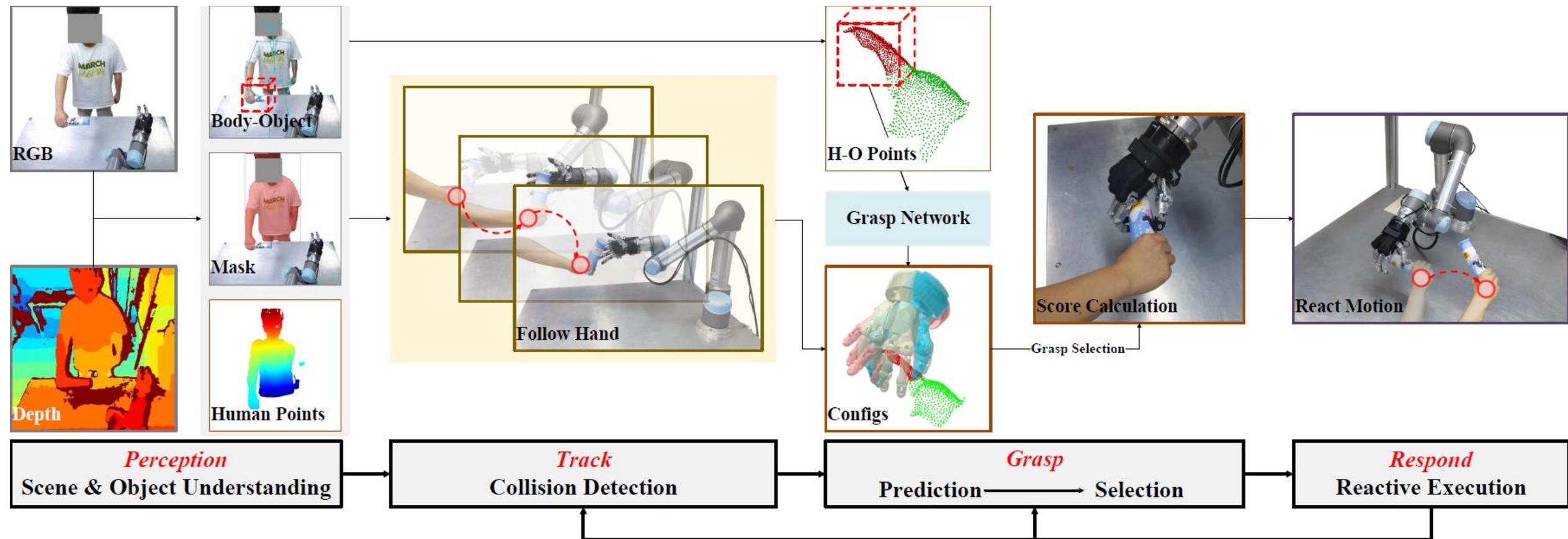




案例2：人-机器人之间的物体交接



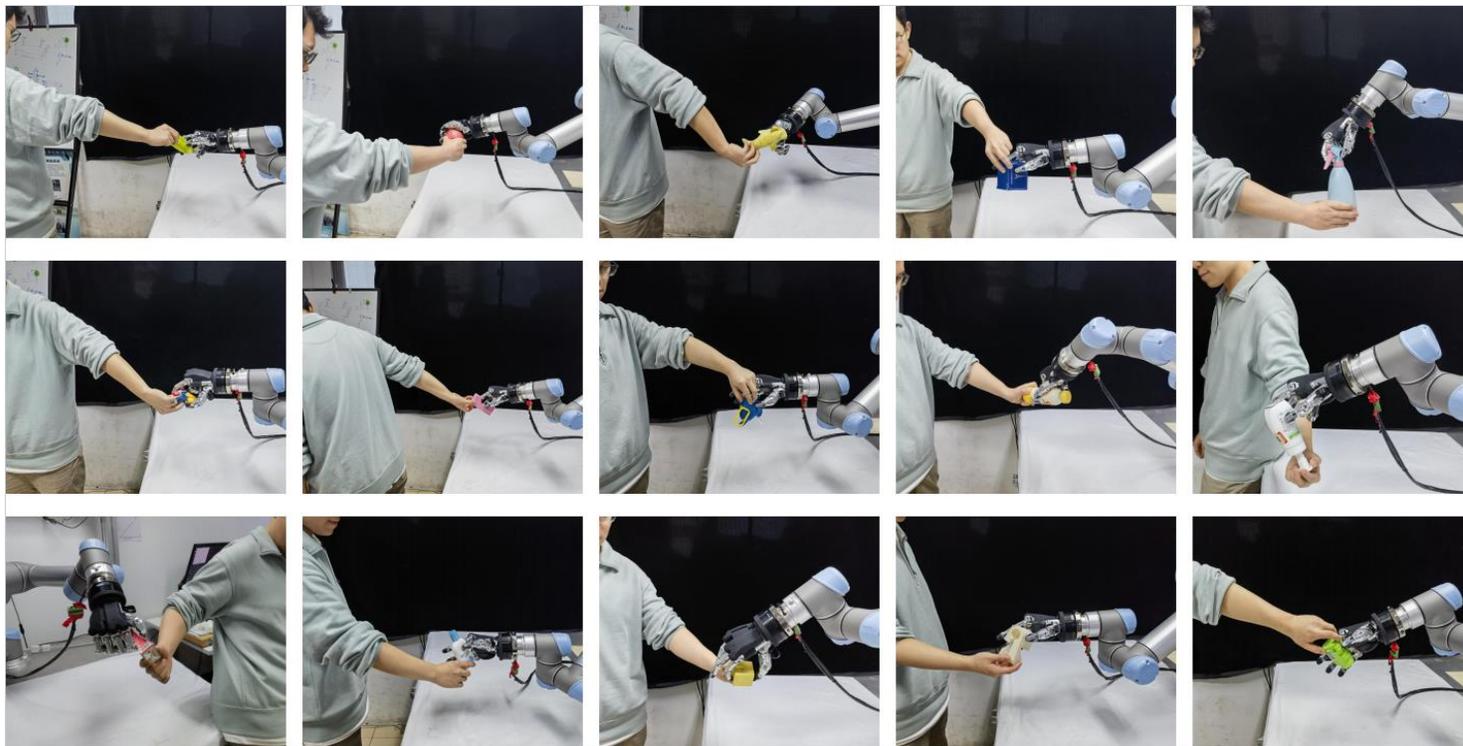
▶ 类人响应式人-机器人物体交接



Haonan Duan, Peng Wang*, et. al., Reactive Human-to-Robot Dexterous Handovers for Anthropomorphic Hand, *IEEE Transactions on Robotics*, 2025.



▶ 类人响应式人-机器人物体交接



Haonan Duan, Peng Wang*, et. al., Reactive Human-to-Robot Dexterous Handovers for Anthropomorphic Hand, *IEEE Transactions on Robotics*, 2025.



▶ 类人响应式人-机器人物体交接

The robot movement does not make me feel scared or dangerous

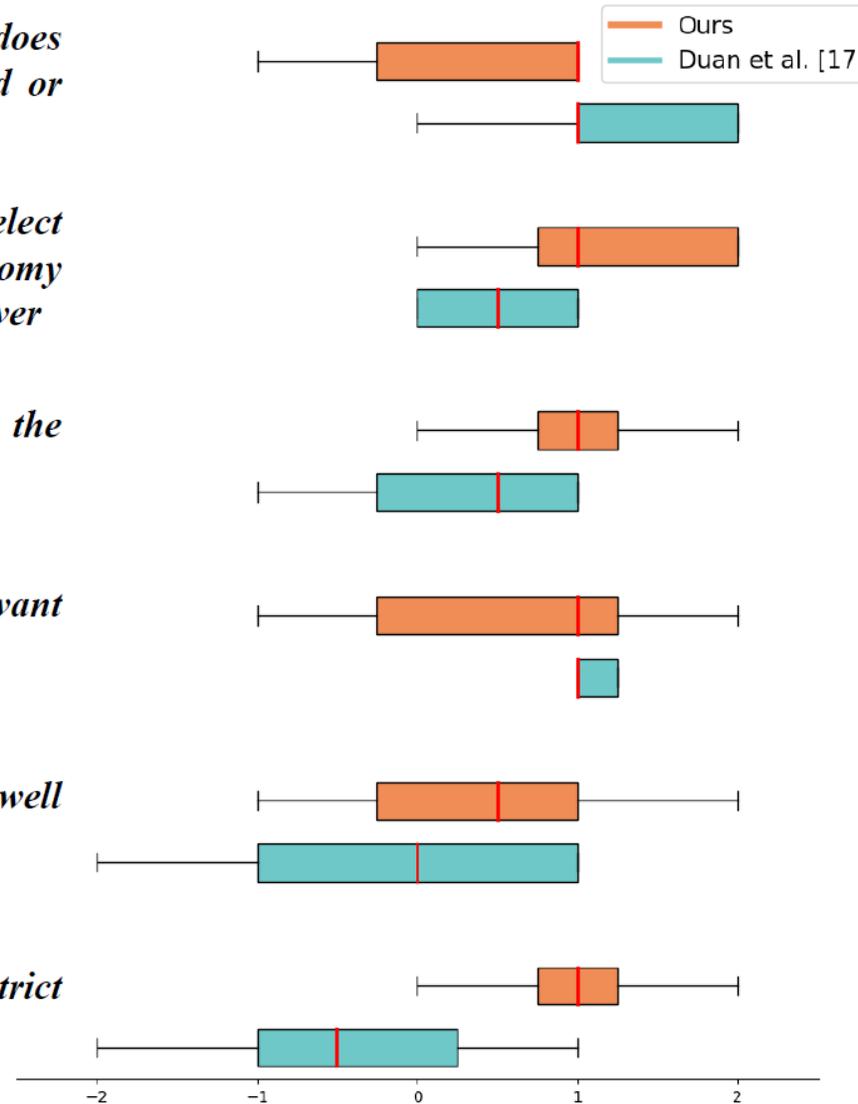
The robot is able to select appropriate grasp taxonomy to complete object handover

The robot is aware of the current phase it is in

The robot knows what I want it to do

The robot collaborates well with me

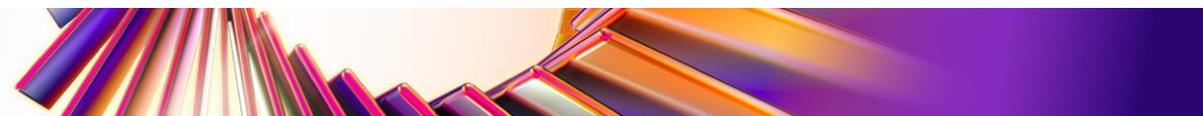
The robot does not restrict my deliver posture



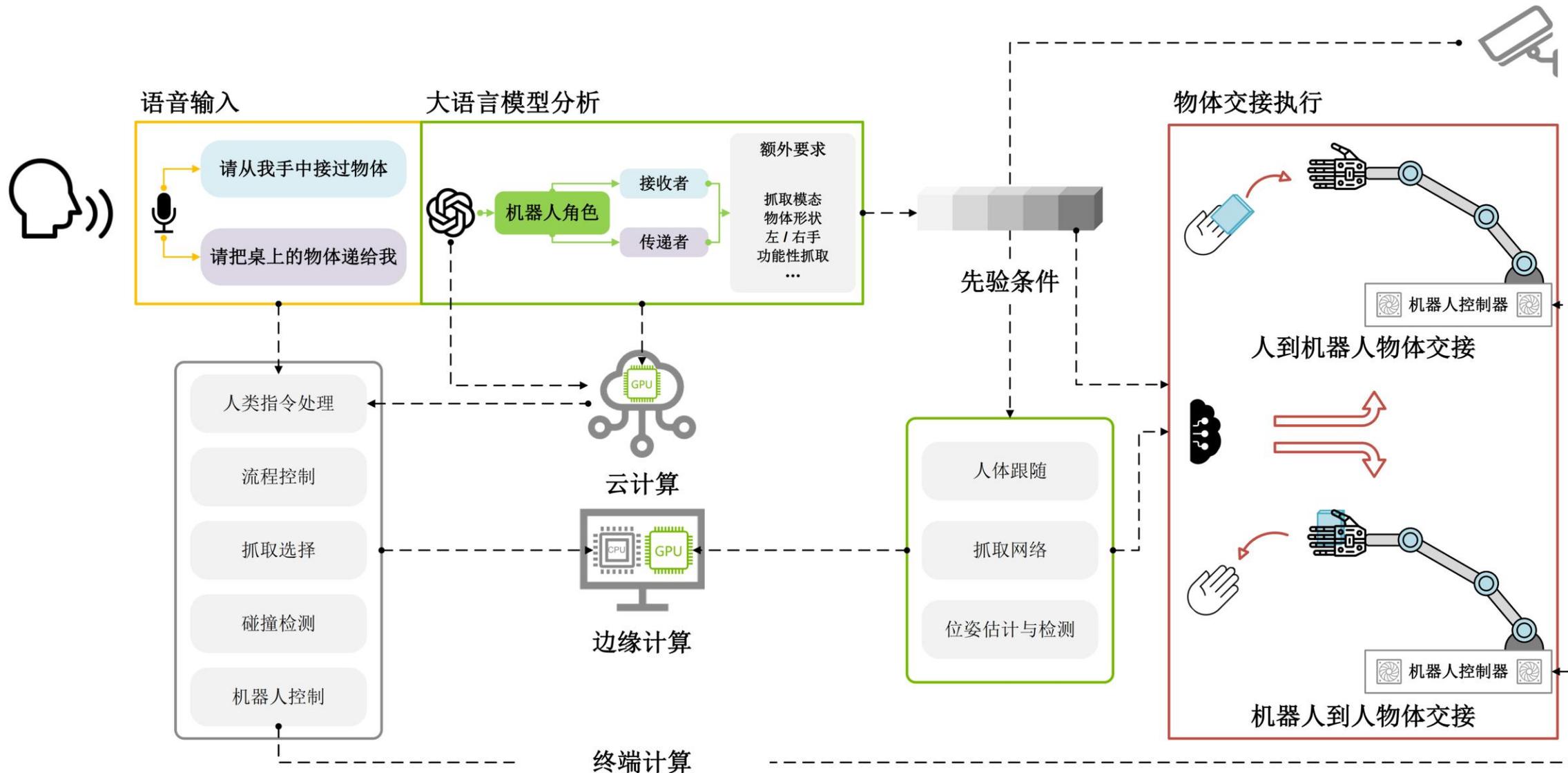
用户研究

- 8位参与者
- 30个物体无固定顺序
- 自由交接模式
- 客观结果
- 主观结果 (-2~2)

▶ 类人响应式人-机器人物体交接



类人响应式人-机器人物体交接



PART 05

总结与展望

细分应用场景渐进式落地

通用灵巧级别 (Dexterity Level, DL)

- DL3: 环境、对象适应能力
- DL4: 工具与基础设置共享
- DL5: 多任务通用、个性化

特种应用



工业应用



服务应用

通用灵巧操作机器人2.0
(DL4级)

- 基础设施和工具的使用问题, 如人类工具应用

To B

To C

2026年

2028年

2030年

通用灵巧操作机器人1.0
(DL3级)

- 对环境和对对象的复杂性; 人机融合操作

通用灵巧操作机器人3.0
(DL5级)

- 解决个性化需求, 多任务通用, 人机合作问题

□ “灵巧手 (3到5指) + 单臂/双臂 + 具身智能算法” + “不同移动底盘”, 适配细分应用场景



▶ 类人灵巧操作赋能机器人应用：“专用” → “通用”



酒店房间整理



家庭服务操作



公共卫生清洁



商超/药店拣货/理货

移动：多样化底盘
轮式履带、通用腿足

+

操作：多样化末端
专用工具快换、通用多指

+

智能：多样化模块
模块组合、通用端到端



工业柔性分拣/上料



汽车制造-工具使用



整车/3C生产



特种应用



- 1、类人灵巧操作能力的落地需要细分垂直场景的牵引
- 2、通用抓取-----功能性操作-----多任务通用
- 3、软硬协同迭代：末端执行机构的通用+AI算法泛化能力
- 4、工业：上下料、分拣
 - 家庭：收纳整理
 - 特种：人机融合操作
- 5、长期：端到端算法
 - 短期：模块化部署





第8届 AI+ 研发数字峰会

拥抱 AI 重塑研发 AI+ Development Digital Summit

下一站预告

11/14-15 | 深圳站

12/19-20 | 上海站



查看会议详情

深圳站论坛设置

智能装备与机器人

超越“编程 Copilot”

下一代知识工程

智能网联与汽车智能化

AI 测试工具开发与应用

AI 基础设施和运维

数据智能及其行业应用

可信 AI 安全工程

大模型和 AI 应用评测

多 Agent 协同框架

从智能测试到自主测试

大模型推理优化

多模态 LLM 训练与应用

智能化 DevOps 流水线

上下文工程

AiDD

「深行 · 浅智」

Walk Deep, Think Light.

2025.11.16

AiDD首届麦理浩径徒步





科技生态圈峰会 + 深度研习

—1000+ 技术团队的选择



AiDD峰会详情





第7届 AI+ 研发数字峰会
AI+ Development Digital Summit

感谢聆听!

扫码领取会议PPT资料

