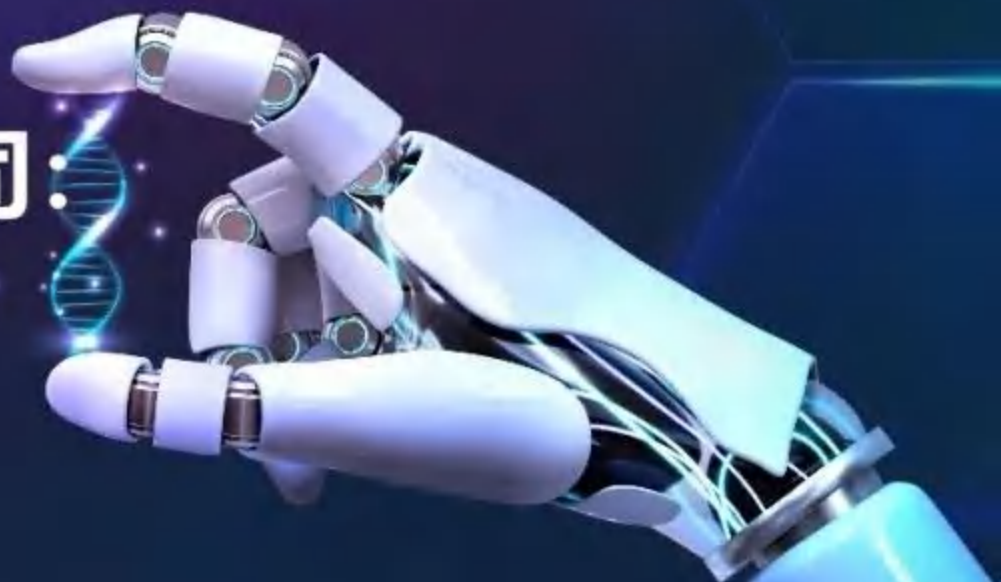


Report: 全球30家人形机器人公司: 产品和进度梳理

人形机器人行业洞察研究 (BTIResearch)

2024年3月



公众号 · 人形机器人洞察研究

全球主要人形机器人公司产品进度总览

区域	企业	产品名称	产品进展								
			视频发布	发布会	公开场合行走	公开展示灵巧手	工作演示	语音整合	自主工作	试点应用	部署
国内	优必选	Walker X	⊙	⊙	⊙	⊙					
	达闼机器人	XR-4	⊙			⊙					
	傅利叶智能	Fourier GR1	⊙	⊙	⊙						
	智元机器人	RAISE-A1	⊙	⊙	⊙	⊙					
	宇树科技	Unitree H1	⊙	⊙	⊙	无灵巧手					
	小米	Cyberone	⊙	研发	⊙	无灵巧手					
	科大讯飞		⊙								
	小鹏汽车	PX5	⊙	⊙	⊙	无灵巧手					
	逐际动力	CL-1	⊙		⊙	无灵巧手					
	MagicLab	MagicBot	⊙								
	开普勒	Forerunner	⊙	⊙		⊙					
	均胜集团	JARVIS	⊙	⊙		⊙		⊙			
	追觅科技	Eame One	⊙								
	国外	Tesla	Optimus	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		⊙
Boston Dynamics		Atlas	⊙	研发	⊙	无灵巧手					
1X Technologies		EVE/NEO	⊙	⊙	无腿 (EVE)	无灵巧手 (EVE)		⊙		⊙	
Agility Robotics		Digit	⊙	⊙	⊙	无灵巧手		⊙		⊙	⊙
Figure.ai		01	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		⊙	⊙
Sanctuary AI		Phoenix	⊙	⊙		⊙		⊙			⊙
Apptronik		Apollo	⊙	⊙	⊙	⊙					
Engineered Arts		Ameca	⊙			⊙					
OSAKA UNIVERSITY & MIXI		ALTER 3	⊙		无腿	⊙					
KARLSRUHE INSTITUTE OF TECHNOLOGY		ARMAR-6	⊙		无腿	⊙					
Beyond Imagination		Beomni	⊙		无腿	⊙					
Macco Robotics		KIME	⊙		无腿	⊙	无灵巧手		⊙		⊙
SoftBank Robotics		NAO	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		⊙	⊙
		PEPPER	⊙	⊙	无腿	⊙		⊙		⊙	⊙
PROMOBOT		PROMOBOT	⊙		无腿	⊙		⊙		⊙	⊙
UNIVERSITY OF TEHRAN		SURENA IV	⊙	⊙	⊙	⊙		⊙		⊙	⊙
TOYOTA		I-HR ₃	⊙		⊙	⊙					
IHMC	Nadia	⊙	研发	⊙	无灵巧手						



主要发展历程



- ◆ 21年8月，马斯克于首届 AI DAY 展示人形机器人概念机Tesla Bot
- ◆ 22年2月，特斯拉成功推出人形机器人原型机，并作为开发平台进行深度研发
- ◆ 22年9月，特斯拉发布新版本 Optimus 人形机器人，可以实现直立行走、搬运、洒水等复杂动作
- ◆ 23年5月，特斯拉在年度股东大会上展示了 Optimus 最新样机Gen 1
- ◆ 23年12月，特斯拉发布Optimus Gen 2
- ◆ 24年2月发布最新Optimus Gen 2最新行走视频

最新迭代产品：Optimus Gen 2



- ◆ Optimus Gen 比上一代轻了10公斤，在各方面都有所改进，行走速度快了30%，移动方式也更加自然、平衡和精确。所有的执行器和感测器都是内部制造的。
- ◆ 影片中也可以看到它在车库中自由走动，并做出类似下蹲的弯腰动作，手臂和手的动作自然逼真，而它的外观也更加精致



Optimus 主要参数及性能



基本情况：身高为5英尺8英寸，重125磅，最高时速5英里/小时

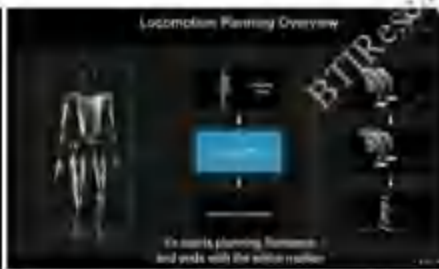


执行系统：全身具有40个执行器，50个自由度，采用减速机+电机的传动模式，减速机扭矩范围20Nm-180Nm，电机电矩范围500N-8000N

- 躯干：躯干28个自由度，肩部6个、肘部2个、腕部6个、腰部2个、髋部6个、膝部2个、踝部4个
- 灵巧手：Optimus 手部结构采用五指多关节设计，单手具有6个执行器和11个自由度，负荷可达20磅



动力系统：动力系统：2.3kWh电池组，静坐能耗100w慢走能耗500w，可以满足一整天用电需求



感知系统：Optimus 采用与特斯拉电动车相同的全自动驾驶系统FSD和感知计算单元，包括自主研发的芯片集成系统作为“大脑”以及三颗Autopilot级别摄像头。特斯拉采用与Autopilot相同的算法框架，通过自动标注、仿真和数据引擎形成训练数据用以训练Optimus的神经网络，使Optimus能够做到感知周围环境、自主规划行动路径、直立行走并保持相对平衡等功能



Optimus Gen 2 性能进一步提升



CNET Environment discovery & memorization



BTIR



单腿站立



2024年1月31日



2024年2月25日

平衡能力: 目前 Optimus 还可以做出多个单腿支撑的运动拉伸动作, 并能在拉伸的同时保持躯干平衡。从 Tesla 发布的视频, Optimus 的行走逐渐流畅

视觉能力: Optimus 拥有了自我校准手臂和腿部的能力, 仅使用视觉和关节位置编码器, 即可在空间中精准定位自己的肢体。经过校准, Optimus 可以更高效的学习各种任务。目前 Optimus 能够完全自主的按颜色对色块进行排序, 排除现实世界的动态影响。在旁边人的干扰下也可以继续完成工作。在 Tesla 发布的视频中, Optimus 已经可以独立完成折叠衣物的基础工作。



Apollo



- ◆ 波士顿动力于 09 年推出双足机器人 Petman，主要用于检验美军防护服性能和军事设备。其后，波士顿动力在 Petman 基础上改进，于 13 年发布人形机器人 Atlas。13 年至今，波士顿动力不断改进 Atlas 性能，现已具备翻越障碍物、空中转体、后空翻，在狭窄地形中自主导航等能力。
- ◆ 2021 年 8 月 17 日，波士顿动力公司发布了一段视频，视频中两台 Atlas 机器人进行跑酷课程，包括跳跃、平衡木和跳马。在同一天发布的另一段视频中，提到阿特拉斯高 5 英尺 (1.5m)，重 190 磅 (85kg)。

Source: 网络公开资料, 公司官网

特点介绍



大功率

定制电机和世界上最紧凑的液压系统之一为 Atlas 提供大功率，以实现令人印象深刻的移动性能。

驱动

关节



动态的

Atlas 的先进控制算法使机器人能够在考虑环境的同时规划复杂的全身运动。

速度

2.5米/秒



轻的

Atlas 使用轻质铝和聚合物 3D 打印部件，使其具有超低的惯性力和重量比。

高度

1.5米

重量

190磅



- ◆ 阿特拉斯高 5 英尺 (1.5m)，重 190 磅 (85kg)。Atlas 采用电池供电、液压驱动，具有 20 个自由度。它具有 RGB 摄像头和深度传感器，为其控制系统提供输入。控制感知和估计所需的所有计算都在三台机载计算机中进行。



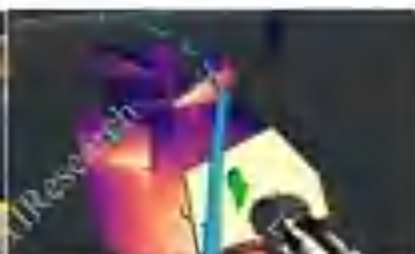
特点介绍



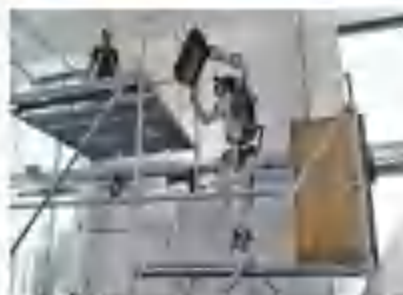
液压伺服驱动: 波士顿动力在液压驱动领域技术领先。根据波士顿动力官网, Atlas 拥有世界上最紧凑的移动液压系统之一。定制的电动机、阀门和紧凑的液压动力单元使 Atlas 能够向其 28 个液压接头中的任何一个提供高功率。Atlas 有一个非常紧凑的液压驱动装置, 重 5kg、功率 5kW, 内含电动泵储液罐、电池、过滤器。电子设备和一个冷却系统, 凭借 28 个液压驱动器可以完成各种爆发力强的杂技动作。



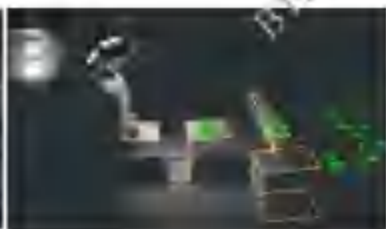
3D打印: 为了节省空间, Atlas 使用 3D 打印技术制作机器人的腿部, 将伺服阀、执行器、液压管路完全嵌入到四肢机构件中, 实现了液压系统与肢体的完美融合, 同时还节省了成本。



行为库: Atlas 在跑酷中所做的每个动作都源自使用轨迹优化提前创建的模板。通过向模板库中添加新的轨迹, 可以不断为 Atlas 添加新的功能。在给定感知计划目标后, Atlas 可以从库中选择与给定目标匹配的行为。



模型预测控制: 在确定了机器人前面的箱子、坡道或障碍物, 并计划一系列操作以越过它们后, Atlas 需要可靠地执行计划所需的细节。



自主步伐规划算法: Atlas 使用集成 IMU、联合位置和力传感器来控制自身的肢体动作, 并通过感知地面来保持平衡、识别障碍物的间隙。Atlas 使用 TOF 深度相机以每秒 15 帧的速度生成环境的点云 (测距的大规模集合)。Atlas 的感知软件使用多平面分割算法从点云中提取平面, 并最终为各种障碍物构建模型。

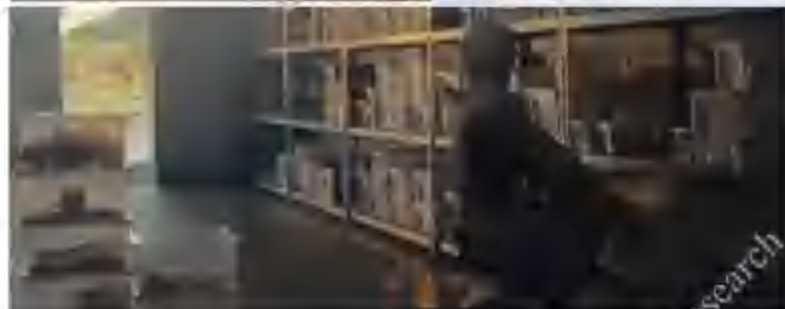


EVE



EVE specifications

- 1.86 meters
- 86 kilograms
- 14.4 kilometers/hour top speed
- 15 kilograms carry capacity
- 6-hour run time



- ◆ EVE 是一款专为工作环境而设计的轮式机器人。EVE 是 1X Technologies 的旗舰产品，拥有两臂、两眼和四轮底盘。EVE 机器人身高 186 厘米，体重 86 公斤，最高时速为 14.4 公里每小时，拥有 15 公斤承载能力及 6 小时的续航能力。



特点介绍



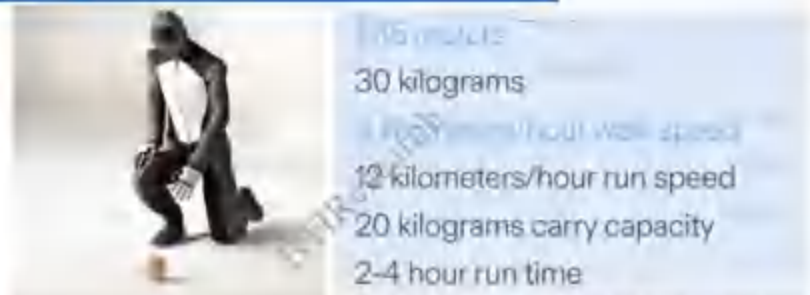
EVE 配备摄像头和传感器，可以感知周围环境并与之互动。EVE 的移动性、灵巧性和平衡性使其能够驾驭复杂的环境并有效地操纵物体，主要应用于物流、零售和守卫巡逻领域。

- ◆ 物流环节：EVE 可以移动货物和处理易碎物品等，轻松融入物流工作流程，并在仓库或配送中心与团队无缝协作。
- ◆ 零售管理：EVE 的轮式导航和抓手使其可以轻松管理库房、获取库存，管理商店等。
- ◆ 守卫巡逻：EVE 车队可以守卫企业园区，并在办公楼的不同楼层之间移动。在一个人工操作员的监督下使用多个机器人，可以在不增加劳动力成本的情况下实现生产力。

公众号 · 人形机器人洞察研究



NEO



- ◆ NEO 属于双足人形机器人，目前正在开发当中。根据 1X 官网，NEO 人形机器人身高 167 厘米，体重 30 公斤，步行速度为 4 公里每小时，跑步速度为 12 公里每小时，拥有 20 公斤的承载能力及 2-4 小时的续航能力。



特点介绍



- ◆ 重视产品轻量化，NEO 将采用“无齿轮”设计理念。根据 1X 官网，1X 认为机器人使用齿轮可以提供动力，但也会增加重量，降低敏捷性。目前，1X 已成功开发出无需使用齿轮即可实现约 80% 人类肌肉力密度的电机，NEO 预计将采用“无齿轮”设计理念。
- ◆ NEO 作为通用型人形机器人，应用场景广泛。根据 1X 官网，NEO 作为通用型人形机器人可处理物流、制造、操作机械等工业任务。长期来看，NEO 未来还可以提供清洁、整理家务以及为行动不便的个人提供支持、获取物品和陪伴等日常生活服务。



公众号 · 人形机器人洞察研究



Digit



特点介绍



- ◆ 23年3月，Agility 推出新版 Digit 人形机器人，该版 Digit 机器人身高 175 厘米，体重小于 65 公斤，最多可承载 16 公斤，采用可充电锂电池供电，续航能力达 16 小时。相比旧版，新版 Digit 增加了头部和机械手，安装头部可以提供人机交互 (HRI) 焦点，手部呈小爪状，可以在保持平衡的状态下搬运和装卸货物。根据 Agility 官网，新版 Digit 专为物流工作设计，目前主要用于搬运仓库的手提袋、包裹，未来还计划应用于货物卸载、配送等工作场景。
- ◆ 23年10月，Digit 人形机器人获得亚马逊使用测试，主要用于帮助亚马逊仓库员工拾取和移动空手提箱。
- ◆ Agility 规划第一年产能为数百台 Digit 机器人，未来年产能将拓展至 10000+ 台。随着新工厂建成投产，Agility 预计 24 年交付第一批 Digit，25 年将全面上市。

- ◆ Agility Robotics 成立于 15 年，是从俄勒冈州立大学拆分出来的机器人公司。16 年 Agility 发布机器人产品 Cassie，Cassie 为动态行走机器人，可以穿越崎岖的地形并跨越障碍。19 年 2 月，Agility 在 Cassie 基础上改进并推出人形机器人 Digit，于 20 年上市。



Beomni



- ◆ Beyond Imagination 由 Harry Kloor 博士和 Ray Kurzweil 博士于 2018 年创立，率先开发了多模式多功能人工智能大脑 Beomni AI。
- ◆ Beomni AI 专注于彻底改变体力劳动的未来，为专有的人形机器人平台提供支持，旨在改变工作方式。
- ◆ 该公司还同意在五年内向 SELF Labs 提供 1,000 个人形机器人，作为模拟农场游戏的一部分。

Source: 网络公开资料, 公司官网



特点介绍



- ◆ 人工智能: BEOMNI——一款革命性的人工智能大脑，它可以学习执行任何体力劳动，从医生和护士等熟练任务到制造、物流、建筑、酒店、零售等领域的非熟练劳动。
- ◆ 高水平学习: Beomni AI 是一个强大的人工智能大脑，可以为机器人和其他机器人系统提供动力，并像人脑一样学习任务。尖端技术使 Beomni AI 通过随着时间的推移学习任务来改变体力劳动，首先掌握单个任务，最终学习整个专业。



公众号 · 人形机器人洞察研究



KIME



- ◆ Macco于2013年底在塞维利亚（西班牙）成立，完成了第一台服务员机器人的设计和制造，公司由此得名；Macco，服务员机器人。
- ◆ 在2014年FiturTech上展示Macco后，公司花了3年的时间研究和原型设计我们的机器人和合适的商业案例的多个模型。我们于2019年全面发布新版本，针对酒店行业创新业务应用。



特点介绍



- ◆ KIME是Macco Robotics的人形机器人调酒师，提供啤酒、咖啡、葡萄酒、小吃、沙拉等。每个KIME售货亭每小时能够分发253件商品，并配有触摸屏和支持应用程序的订购功能，以及内置支付系统。尽管无法提供经验丰富的调酒师的明智建议，KIME仍能够识别其常客并每六秒倒两杯啤酒。

NAO



PEPPER

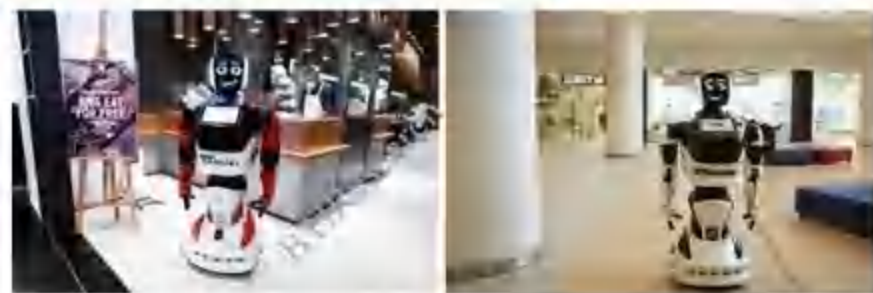


- ◆ 目前，第 6 代 (NAO6) 机器人已在 70 多个国家/地区使用，超过 15,000 台。
- ◆ NAO 高 58 厘米，是一款双足机器人，具有令人愉悦的圆润特征。自 2006 年开始冒险以来，NAO 一直在不断发展，2018 年推出的第 6 个版本 (NAO 6) 集成了新的 CPU，增强了其性能。
- ◆ 25 个自由度使他能够移动并适应环境。
- ◆ 位于头部、手部和脚部的 7 个触摸传感器、声纳和惯性装置可感知环境并在空间中定位自己。
- ◆ 4 个定向麦克风和扬声器，用于与人类互动。
- ◆ 两个 2D 摄像头可识别形状、物体甚至人物。

- ◆ Pepper 是软银机器人公司的另一个人形机器人，在教室和医疗保健环境中工作。但与 NAO 不同的是，Pepper 能够识别面孔并追踪人类情绪。Pepper 曾担任酒店礼宾员，并在大流行期间被用来监控老年人的非接触式护理和沟通。日本的一支职业棒球队甚至在疫情导致该队的人类球迷呆在家里时，派出一支辣椒队为其球员加油。
- ◆ 20 个自由度，可实现自然且富有表现力的动作。
- ◆ 感知模块用于识别与他交谈的人并与之互动。
- ◆ 红外传感器、保险杠、惯性单元、2D 和 3D 摄像头以及用于全向自主导航的声纳。



PROMOBOT



特点介绍



- ◆ Promobot 是北欧和东欧最大的服务机器人制造商。在机电一体化、电子学、人工智能和神经网络、自主导航、语音识别、人造皮肤和肌肉开发以及人机交互等领域进行开发。
- ◆ 2013年发布PromobotV.1, 2015年发布PromobotV.2, 2016年发布PromobotV.3, 2018年发布PromobotV.4

- ◆ Promobot是一款可定制的人形机器人，能够担任品牌大使、礼宾员、导游、医疗助理和其他面向服务的角色。Promobot配备面部识别和聊天功能，可以发放钥匙卡、扫描和自动填写文件，以及打印宾客通行证和收据。作为礼宾服务，Promobot 与建筑物的安全系统集成，能够识别建筑物居民的面孔。在酒店，它可以为客人登记，在医疗保健环境中，Promobot 能够测量血糖和血氧水平等关键健康指标。

100

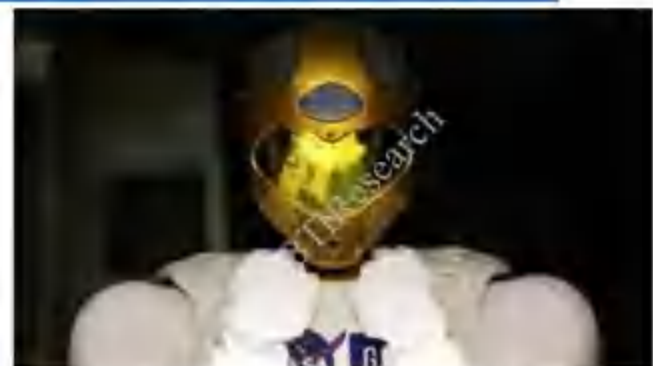
8

45

700+



ROBONAUT 2



- ◆ Robonaut 是一款灵巧的人形机器人，由德克萨斯州休斯顿的 NASA 约翰逊航天中心制造和设计。
- ◆ 第一个 Robonaut 的开发工作于 1997 年开始。其成果是 R1，这是一款类人机器人原型，可以执行维护任务或安装在一组轮子上以探索月球或火星表面。
- ◆ 2007 年签署了《太空法案协议》，允许通用汽车和 NASA 汇集资源并共同开发下一代 Robonaut。
- ◆ Robonaut2(或 R2)于 2011 年成为第一个进入太空的人形机器人。



特点介绍



- ◆ NASA 的 Robonaut2 配备了新开发的攀爬腿，旨在让机器人在零重力下具有移动性。有了腿，R2 将能够用双手协助宇航员。



SURENA IV



特点介绍



- ◆ 2019年12月14日，第四代Surena人形机器人正式揭幕。表演包括上半身和下半身的动作、与主持人的互动和演讲。
- ◆ 在新一代中，通过利用 FPGA 板，控制环路频率已提高至 200 Hz，从而可以实现在线控制器和估计器。通过机器人操作系统 (ROS)，状态监控、算法的实时执行以及多个程序的同时运行变得简单。

- ◆ 与拥有31个DOF的第三代 (Surena III, 2015年) 相比，新的成人大小的类人机器人的手中有43个DOF，并且手具有更高的灵巧性，使其能够用不同的形状抓住不同的物体。
- ◆ Surena IV 高 1.7 米，质量 68 公斤；由于基于拓扑优化，紧凑的定制执行器设计以及用于封面的SLA 3D打印技术，它比Surena III轻得多 (98公斤和高1.9米) 的Surena III (98公斤和1.9米)。
- ◆ Surena IV可以以每小时0.7公里的速度连续行走。

SURENA IV



特点介绍



- ◆ 自1980年代以来，丰田一直在开发工业机器人，以增强其制造工艺。
- ◆ 丰田的人形机器人T-HR3被称为“远程化身机器人”，由穿着可穿戴设备的人类控制。T-HR3 开发团队负责人 Tomohisa Moridaira表示，T-HR3 于2017年推出，旨在帮助汽车制造商扩展其移动服务。丰田希望T-HR3 有一天能够帮助做家务，并协助儿童保育、护理和建筑。

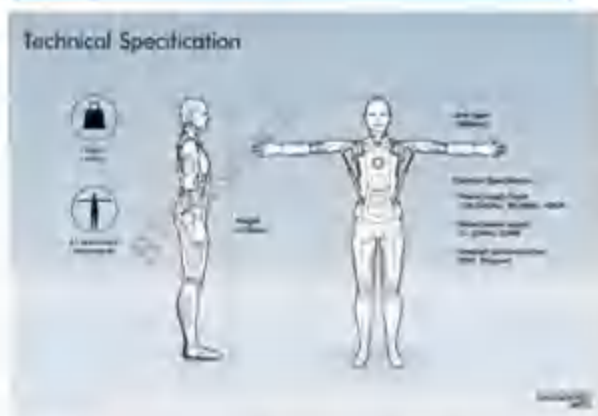
- ◆ T-HR3 由主操纵系统控制，该系统允许机器人的整个身体通过可穿戴控制器本能地操作，该控制器将手、手臂和脚的运动映射到机器人，并且头戴式显示器允许用户从机器人的视角。该系统的主臂为操作员提供了机器人相应关节的全部运动范围，并自主脚使操作员可以在椅子上行走，以向前或横向移动机器人。T-HR3 中嵌入的防自干扰技术会自动运行，以确保机器人和用户不会干扰彼此的动作。
- ◆ 机载T-HR3和主操纵系统、电机、减速齿轮和扭矩传感器（统称为扭矩伺服模块）连接到每个关节。这些模块将操作员的动作直接传达给T-HR3的29个身体部位，并以平滑，同步的用户体验，使Master Maneuvering System的16个主控制系统。
- ◆ 扭矩伺服模块可实现T-HR3的核心功能：灵活的关节控制，以控制机器人在其周围环境中与任何个体或物体的接触力；全身协调和平衡控制，以维持机器人的平衡，如果它与环境中的对象相撞；和真正的远程操纵，以使用户对机器人无缝和直观的控制。

主要产品：Ameca发展历史



- ◆ 第一代 Ameca 是在英国康沃尔郡法尔茅斯的工程艺术总部开发的。该项目于 2021 年 2 月启动，第一个视频于 2021 年 12 月 1 日公开发布。
- ◆ Ameca 在 CES 2022 上首次公开演示之前在 Twitter 和 TikTok 上获得了广泛关注，并在 CES 2022 亮相
- ◆ 2022 年，Ameca 在圣诞节当天通过 Channel 4 推出了另类圣诞讯息。Ameca 目前与未来博物馆的机器人家族相关联，它可以与游客互动

特点介绍



- ◆ Ameca 主要被设计为进一步开发涉及人机交互的机器人技术的平台。它利用嵌入式麦克风、双目摄像头、胸部摄像头和面部识别软件与公众互动。交互可以由 GPT-3 或人类远程呈现来控制。它还具有铰接式机动手臂、手指、颈部和面部特征。
- ◆ Ameca 的外观特点是脸部和手上有灰色橡胶皮肤，并且经过专门设计，看起来无性别



01



- ◆ Figure AI 成立于 2022 年，开发了一款通用机器人，名为 Figure 01，其外观和动作与人类相似。
- ◆ 2024 年 2 月 Figure AI 从 Jeff Bezos、Nvidia、微软和 OpenAI 等投资者那里筹集了 6.75 亿美元，将利用这笔资金加速其人形机器人的开发，该机器人旨在用于商业用途
- ◆ 企业宣称 01 是世界上第一个具有商业可行性的自主人形机器人
- ◆ 2024 年 1 月宣称已和宝马签署了合作伙伴关系，将在其美国的工厂中部署其人形机器人。

Source: 网络公开资料, 公司官网

特点介绍

INTRODUCING FIGURE 01



5'6"
 20KG
 20KG
 5HP
 2.7M/S
 ELECTRIC



- ◆ Figure 01 将人类的灵巧性与尖端人工智能结合在一起，超越单一功能机器人，为制造、物流、仓储和零售业提供支持。
- ◆ 近期 Figure 最近发布了一段视频，显示其 Figure 01 模型慢慢走向一堆物品，用两只手抓住其中一个并将其装载到传送带上
- ◆ 身高：5 英尺 6 英寸
- ◆ 体重：60Kg
- ◆ 有效载荷：20Kg
- ◆ 连续运行时间：5 小时
- ◆ 行走速度：2.7 英里/小时 (1.2M/S)
- ◆ 动力类型：电动

ALTER 3



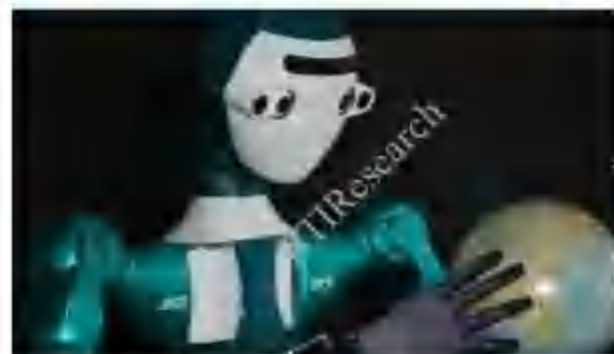
- ◆ Alter android 系列于 2016 年开发，其目的不是研究自动化可以做什么，而是研究人类对自主机器人的反应。
- ◆ Alter 3 是新的人工生命 (Alife) 研究项目的一部分。目标是探索人类交流的未来和新的娱乐形式。
- ◆ 项目发起方：MIXI 的 Kimura Koki、世界著名的机器人研究人员石黑和大阪大学的小川晃、ALife 东京大学的研究员 Takashi Ikegami、Itsuki Doi、Atsushi Masumori 和 Norihiro Maruyama，以及华纳音乐日本公司的 Takehito Masui 提供了演示空间。

特点介绍



- ◆ Alter 3 是一个人形机器人，赤裸的身体暴露在里面，一张没有年龄和性别的面孔。它是由大阪大学的机器人专家 Hiroshi Ishiguro 和 Mixi Corporation 创建的。它嵌入了由东京大学人工生命研究人员开发的人工神经网络。
- ◆ 机器人利用了东京大学池上实验室的理论设计，最大限度地提高了其表达的真实性。它也是第一款使用 ALIFE Engine™ (Alternative Machine, Inc. 新开发的动态生成引擎) 的机器人。
- ◆ Alter 3 的两只眼睛都是摄像头，并且可以用嘴说话。除了它更像人类的传感器系统和表现力之外，增加了它嘴部周围区域的表现力，使其能够唱歌。与早期版本相比，Alter 3 的输出有所提高，可以以更高程度的响应能力和动态运动来移动其身体。最后，其增强的便携性使其可以轻松拆卸、通过飞机运输和重新组装。

ARMAR-6



- ◆ ARMAR-6是一款适用于工业环境的协作人形助理机器人。它可以与人类互动，并在需要时主动提供帮助。由于其人形形状，它可以使用专为人类设计的工具，例如电钻和锤子。凭借其人工智能功能，它可以自主执行工业设施中的维护任务，识别协作伙伴的帮助需求并提供帮助。该机器人的设计具有多种功能，可以在编程时无法预见的情况下进行操作。
- ◆ 机器人移动底座中的四台计算机提供控制、图像处理、交互算法以及机器学习 and 人工智能方法所需的计算能力。软件架构在ArmarX中实现。电池可实现无线、完全自主的操作。手臂中的所有关节执行器均由专门开发的、坚固的、封装的传感器-执行器-控制器单元组成，其中包含电动机、减速齿轮、传感器、电子设备和控制器。滑环允许接头连续旋转。各种控制模式可以执行精确的力控运动。



ARMAR-4



- ◆ 仿人机器人ARMAR-4是一款全身扭矩控制的仿人机器人，具有63个主动自由度、63个执行器、214个传感器、76个用于低级控制的微控制器、3个用于感知、高级控制和平衡的PC，重量为含电池重70公斤，总高度170厘米。

Apollo



- ◆ 2020年Apptronik 开发上半身人形机器人
- ◆ 2022年发布全电动人形原型
- ◆ 2023年发布阿波罗-阿尔法
- ◆ Apollo 是根据 Apptronik 建造 10 多个机器人（包括 NASA 的 Valkyrie 机器人）的经验和专业知识开发的。
- ◆ Apollo 近期将在仓库和制造工厂运营，最终扩展到建筑、石油和天然气、电子产品生产、零售、送货上门、老年护理和无数其他领域。
- ◆ Apollo 是第一个商业人形机器人，旨在实现友好交互、大规模可制造性、高有效负载和安全性

特点介绍



- ◆ 每个热插拔电池组的运行时间为四小时，Apollo 可以通过简单的电池更换来继续工作，而不是在不工作期间插入充电。如果需要，Apollo 可以插入充电或系绳以连续运行。
- ◆ Apollo 是模块化的，可以安装到任何移动平台上，无论是固定的还是带有腿的完全移动平台。
- ◆ 头部、嘴部和胸部的 LED 灯一起工作以传达状态
- ◆ 阿波罗的身体形状和大小与人类相似。这使其能够导航人类空间并使用我们的工具和设备。这使得人类交互变得自然，并使其能够执行其他类型的机器人难以或不可能完成的任务。

Phoenix



特点介绍



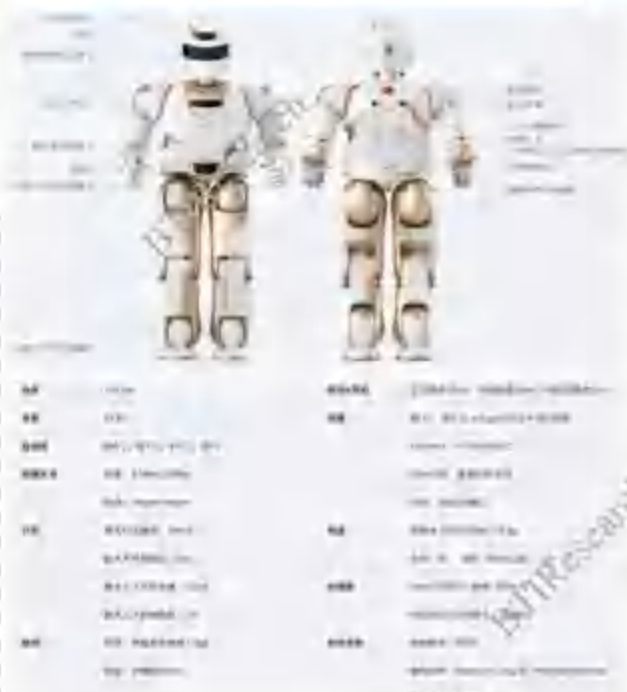
- ◆ Sanctuary AI 成立于 2018 年，第六代机器人名为 Phoenix，配备了类似人类的双手，能够举起重达 55 磅的物体，使其能够在劳动力短缺的劳动力中发挥各种作用。由于 Phoenix 可以由人类控制、监督和训练，因此它超越了特定的任务，并展示了在各种环境下完成任务的能力
- ◆ 自主控制系统结合了符号推理和神经推理，充分利用了两种人工智能方法的优点，同时弥补了每种方法的弱点。

- ◆ Phoenix 由先进且独特的人工智能控制系统 Carbon™ 提供支持，身高 5 英尺 7 英寸，重 155 磅，拥有行业领先的机器人手，自由度更高（总共 20 个），可与人类手的灵活性和精细操作相媲美。
- ◆ 2023 年年初，Sanctuary AI 完成了其通用机器人的前两次客户部署。

Walker X



特点介绍



- ◆ 身高130cm、体重63kg
- ◆ 41个高性能伺服驱动关节
- ◆ 面部160°环绕4.6K高清双柔性曲面屏
- ◆ 灵动酷炫的四维灯语体系
- ◆ 模块化设计, 便捷可拆卸电池
- ◆ 3km/h最大快步行走速度
- ◆ 20°斜坡行走 坡度实时自适应
- ◆ 15cm台阶上下楼梯, 全身可背10kg重物或, 双手负载3kg重物行走
- ◆ 创新升级四目系统及双RGBD传感器
大负载7自由度手臂及6自由度手掌卓越的物体识别分拣与操作能力自主操控冰箱、咖啡机、吸尘器等家电





Walker



- ◆ Walker机器人的问世是优必选为实现“让机器人走进千家万户”这一目标迈出的坚实一步。Walker 新一代具备 36 个高性能伺服关节以及力觉、视觉、听觉、空间知觉等全方位的感知系统，可以实现平稳快速的行走和灵活精准的操作。Walker 新一代具备了在常用家庭场景和办公场景的自由活动和服



特点介绍



身高和重量	身高: 145cm 重量: 77kg
尺寸和重量	宽: 632 高: 7x2 厚: 342 重: 2
通信和连接性	无线: 1080Mbps 有线: 100Mbps 蓝牙: 4.2 红外: 4.2 红外: 4.2
续航	0.5h 续航时间: 1.5h 续航: 1.5h 续航: 1.5h
接口	WiFi: 802.11 a/b/g/n 4G: 2.4GHz Ethernet 红外接口 EtherCAT 摄像头: 1080P
性能	处理器: 34.3V/10A/1.5kg 重量: 2h 续航: 2h
操作系统	Intel i7 T5000 频率: 2.70GHz Intel i5 G2000 频率: 1.36GHz
操作系统	操作系统: Ubuntu Linux 操作系统: Ubuntu Linux

- ◆ Walker通过步态规划与控制，能够在地毯、地板、大理石等不同材质地面的稳定行走，同时能够适应障碍物、斜坡、台阶、不平整地面等复杂环境。借助于先进的控制算法，Walker能在快速行走的同时保持姿态稳定。
- ◆ Walker具备强大的机器视觉能力，可在复杂背景环境中检测识别相应的人脸、物体和场景。人体数据包括性别、年龄、身份、情绪、姿态等多种信息，物体数据包括位姿、类别、操作点等信息，为Walker进行交互和操作提供稳定的外部信息，场景识别包括Walker所处场景的种类和特征。

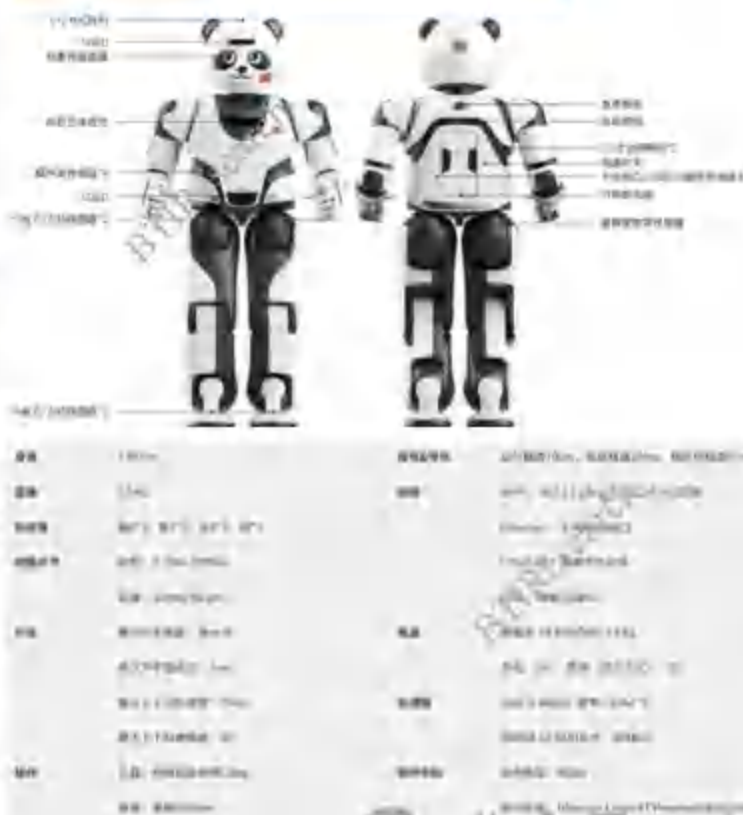


优悠



- ◆ 优必选科技以大熊猫的形象为设计原型，在大型人形机器人Walker的基础上，为迪拜世博会中国馆专属定制了熊猫机器人“优悠”。“优悠”将在中国馆的智慧生态分展区，为参观嘉宾介绍中国熊猫生态长卷、智慧农业等展项，展示富有中国传统特色的书写和画画技能，让大家了解中国历来倡导的绿色发展理念，迎接来自全球各地的观众。

特点介绍



- ◆ 41个高性能伺服驱动关节
- ◆ 双柔性曲面屏、仿生化设计的眼镜
- ◆ 灵动酷炫的四维灯语体系
- ◆ 模块化设计
- ◆ 便捷可拆卸电池
- ◆ 熊猫机器人“优悠”融合文字、语音、视觉、动作、环境等多模态交互方式进行人机交互，充分模拟人的表达特征进行导览讲解。
- ◆ 熊猫机器人“优悠”具备极高的自由度和运动控制能力，可以完成复杂灵活的动作，并通过平衡控制保证高难度动作的稳定性。



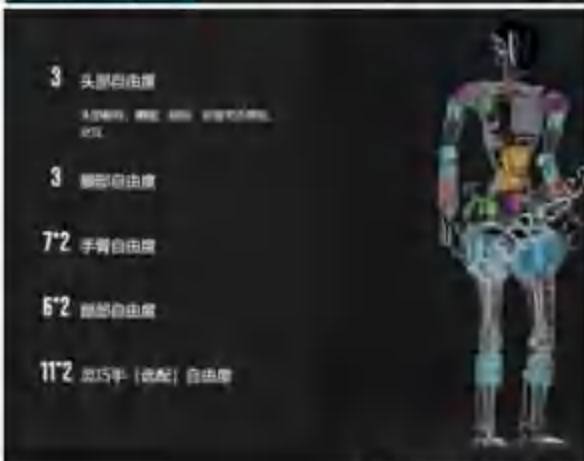
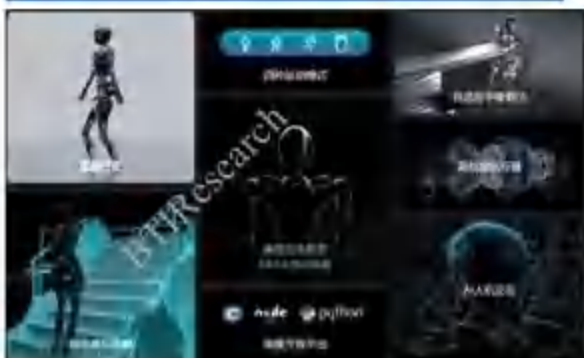
GR-1



- ◆ 傅利叶通用机器人GR-1是自主研发，可以商业化量产的人形机器人。
- ◆ GR-1拥有高度仿生的躯干构型和拟人化的运动控制，全身最多达54个自由度，最大关节峰值扭矩达230N.m，具备快速行走，敏捷避障，稳健下坡，抗冲击干扰等运动功能，是通用人工智能的理想载体。



特点介绍



3 头部自由度

3自由度：俯仰、偏航、点头/摇头/转头。

3 颈部自由度

7*2 手臂自由度

6*2 腿部自由度

11*2 灵巧手（选配）自由度

- ◆ 身高165cm，体重55kg，展现出较强的运动能力，行走速度5km/s，44个自由度（头3+手臂7*2+腰部3+腿部6*2+手部6*2），32个FSA关节，最大模组峰值扭矩230Nm，自研一体化执行器，拟人直腿行走，自适应平衡算法避障上下坡抗干扰。2023年9月23日开放预售，主要用于工业、康复、居家、科研，具备高度可扩展的设计。



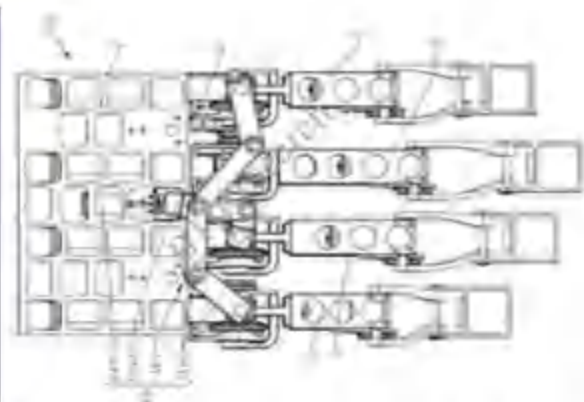
远征A1



- ◆ 2023年8月18日，智元发布远征A1人形机器人。身高170cm，体重55kg，步行速度7km/h，全身搭载了包含谐波一体关节、行星伺服、直线驱动器、空心杯电机等在内的49个各类执行器，承重80kg，单臂最大负载5kg。搭载RGBD相机、激光雷达、IMU、麦克风阵列等，具备多模态感知、少样本学习、任务闭环、强人机交互能力。未来成本目标控制在20万元以内。
- ◆ 在硬件层面，智元自研了关节电机PowerFlow、灵巧手SkillHand、反曲膝设计等关键零部件，以此提升具身智能机器人的能力、同时降低成本



远征A1



- ◆ 自研腿部核心关节Powerflow：通过控制算法正向设计、参数分析，得到每个关节需要的精确的力矩转速曲线作为开发基础。为保证行动精准灵敏：体积小、重量轻、功率密度高、能量利用效率高，响应带宽高、耐冲击（和传统轮式电机需求不同）。也是实现低成本制造的重要门槛。
- ◆ 创新优化：径向磁动外转子鼓筛电机方案（高效能、紧凑型 and 低噪音）（未来有轴向方案），低齿槽转矩设计，搭配时速比以内的高力矩透明度的行星减速、准直驱方案等。小体积下集成液冷循环散热系统。搭配一体化矢量控制驱动器，控制扭矩可轻松超过350Nm，质量1.6kg。
- ◆ 反曲膝设计：在冗余度有限的情况下，反关节的设计可以拥有更大的空间，更适用于生产场景，不为了模仿人而模仿人
- ◆ 高自由度灵巧手：主动自由度12，被动自由度5，所有驱动内置。瞄准精密操作场景，指尖集成基于视觉的之间传感器，可分辨操作物颜色、形状、材质，基于算法数据融合，得到近似压力传感器效果。通过末端视觉闭环设计，可降低整机对空心杯电机的精密要求。预估成本<1万元。
- ◆ 模块化设计：可根据应用场景灵活调整，双足可替换为轮式底盘，灵巧手可拆卸为专用化工具。

H1

特点介绍



- ◆ 采用先进的动力系统，在速度、力量、机动性和灵活性等方面具备最高水平。
- ◆ 拥有稳定的步态和高度灵活的动作能力，能够在复杂地形和环境中自主行走和奔跑

Unitree H1
全尺寸通用类人形机器人

身体数据
身高约180CM
体重约47kg

运动能力
移动速度3.3m/s
(世界纪录)
潜在运动性能 > 5m/s

最大输出功率
360W

续航能力
续航时间约1.5h
电池容量06-4Wh
可快速更换

3D激光雷达
3D激光雷达

公众号·人形机器人洞察研究

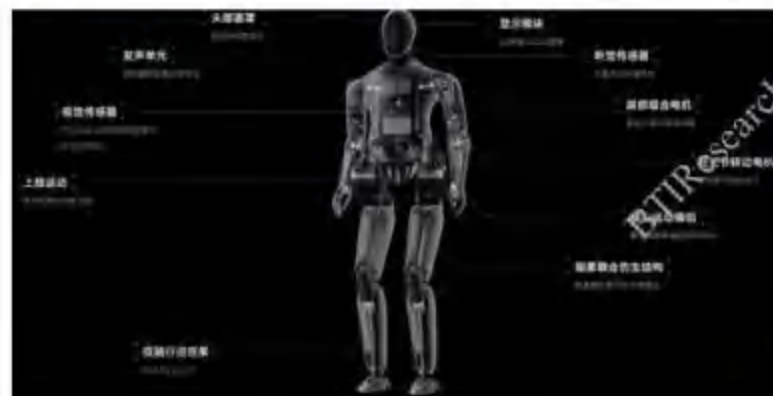
- ◆ 宇树H1 2023/8/15发布，2023年Q4左右发货，预计售价几十万人民币以内，定位是通用类人形机器人。身高180cm，体重47kg，步行速度 > 1.5m/s，潜在运动能力 > 5m/s。自由度：单腿5（髋*3+膝*1+踝*1）*2+单臂4*2+灵巧手选配（在研）。搭配自研M107关节电机，峰值扭矩密度89Nm/kg，最大关节扭矩360Nm，采用中空走线。



CyberOne铁大



- ◆ 2022年8月11日, 小米秋季新品发布会发布双足人形机器人CyberOne, 支持21个自由度, 动力峰值扭矩300Nm, 峰值扭矩密度96Nm/kg。
- ◆ 双足运动姿态平衡, 各自由度0.5毫秒实时响应, 速度3.6km/h。
- ◆ 自研Mi-Sense深度视觉模组, 敏锐的下视觉, 三维重建真实世界8米内深度信息精度可达1%, 辨别85种环境语义, 45种人类语义情绪。



身型数值	机械关节模组	全身控制算法
177cm 身高	300Nm 最大峰值扭矩	21 全身自由度
52kg 体重	96Nm/kg 峰值扭矩密度	3.6km/h 时速



- ◆ 达闼在2018年启动了“XR-Plan”计划，为服务机器人制定了XR1-XR4的分类标准。XR1人形轮式服务机器人、XR2双臂轮式工作机器人、XR3双臂四足工作机器人，以及XR4人形双足服务机器人（家庭保姆机器人）。
- ◆ 由达闼全栈自研，搭载海睿云端大脑操作系统，集成了多模态大模型RobotGPT，拥有接近人类的智慧，使其成为“具身智能”的代表之作。同时，“七仙女”还创新性的引入了并联驱动结构的智能柔性关节技术，通过基于标准化、模块化、高产量、低成本智能柔性关节SCA，解决了人形双足机器人关键零部件“卡脖子”问题。
- ◆ XR4身高165cm，体重65kg，全身大量采用了轻质高强度的碳纤维复合材料，拥有60多个智能柔性关节，在业界处于领先水平；采用并联驱动结构和高扭矩密度电机，单腿峰值扭矩达600N·m，爆发力强，动力澎湃，可高灵敏高动态运动，有效提升了机器人的整体性能，并降低了重量，能够胜任更加广泛的服务场景。
- ◆ 支持实时接入达闼云端大脑，通过多模态大模型RobotGPT赋能，具备多模态融合感知、认知、决策和行为生成能力，实现高性能的具身智能，以接近人类智慧的能力开展工作；基于数字孪生的深度强化学习完成自主智能训练，生成机器人多种步态和动作，实现平衡站立、优美步态、灵巧双臂和双手操作。
- ◆ 将在2024年正式发布，2025年规模量产

Cloud Ginger 2.0



- ◆ Cloud Ginger 2.0装配灵巧手，7个自由度，可完成抓取、操作工具等精细化活动。





PX5



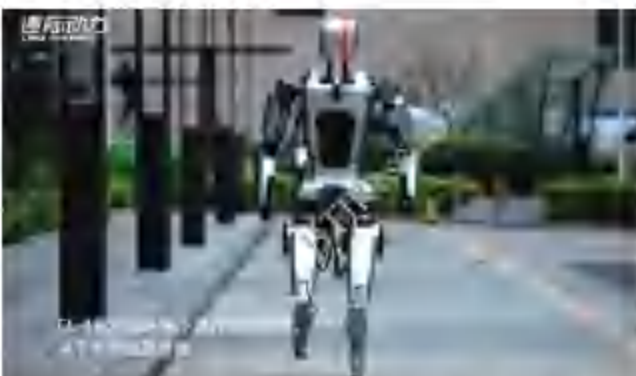
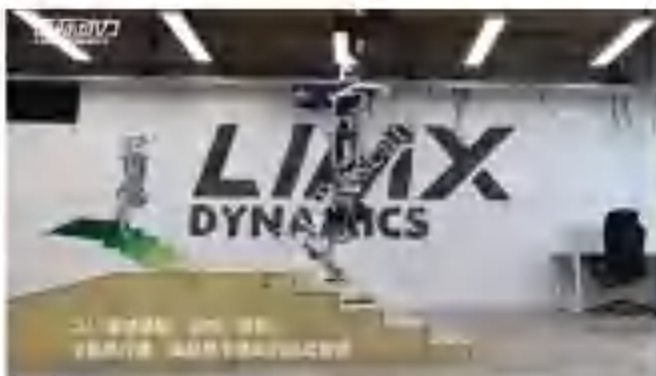
- ◆ PX5采用了“直腿”、大跨步的行走方式，这使它的步态更自然，更接近人类。
- ◆ PX5在直膝行走之上，还能够轻松适应草地、碎石等多种复杂地形，同时对于前后向、甚至是侧向冲击，都有很好的平衡能力。
- ◆ 超轻重量、高负载重量比的机械臂、11自由度的灵巧手，使其能够完成类似于人类的柔顺抓取操作、搬运操作，即使面对面巾纸、柔性小球等物品，机器人灵巧的双手都能够很好地应对和处理。
- ◆ 目前，小鹏的人形机器人项目仍处于早期，在将来，PX5计划优先在小鹏的工厂和销售场景进行实地应用，通过不断的迭代升级，最终提供稳定可靠的价值。

人形机器人



- ◆ 2022年的科大讯飞1024全球开发者节上, 公司发布讯飞机器人超脑平台AIBOT: 把认知智能、具身智能和运动智能的多模态感知能力结合起来, 为工业、教育、服务、特种等领域372家企业提供服务。
- ◆ 2023年的科大讯飞1024全球开发者节上, 公司发布星火认知大模型V3.0, 以及大模型+具身智能的人形机器人。基于AIBOT开发, 具备复杂地形行走、开放场景寻物、复杂任务拆解等一系列高阶能力。未来将以人形机器人为牵引, 推动‘视觉-语言-动作’多模态具身大模型, 助力机器人脑力升级。
- ◆ 将发布AI扫拖机器人, 它具备领先的家庭环境全场景感知及运动能力, 通过多模态交互, 精准避障让扫拖机器人在家庭常见的障碍物中灵活穿梭不卡困。

CL-1



- ◆ 2023年12月逐际动力首次公开人形机器人的动态测试，机器人代号为CL-1，率先实现了人形机器人从实时地形感知，到步态规划，到全身控制的全栈闭环，动态完成上楼梯、下斜坡和室内外行走等复杂场景。
- ◆ 在测试中逐际动力人形机器人CL-1实时感知脚下地形，主动调整步态，平顺地从平地踏上台阶，并完成动态上楼梯，动作平稳流畅。登上平台后，CL-1踏步向前，稳稳当地走下了15度的斜坡。CL-1更从室内走到了户外，在不同环境下进行运动测试，从下午一直到傍晚，动态表现同样稳定。
- ◆ 在运动控制算法和硬件的基础上，逐际动力CL-1增加了先进的感知算法，实现感知、控制、硬件的全回路打通，让人形机器人突破盲走的局限，实现与复杂地形实时的交互运动。作为中国首个打通基于感知的运动控制在人形机器人上应用的团队，逐际动力推出的CL-1率先实现了上楼梯、下斜坡等运动。
- ◆ 逐际动力先进的硬件设计方案更好地释放人形机器人复杂的双臂+双腿结构的全身运动能力，是打造一流的通用移动操作机器人平台的重要基础。
- ◆ CL-1集逐际动力全球顶尖的通用机器人软件算法和硬件设计于一身，作为初代机型，已率先完成感知、控制、硬件的核心技术攻关，是开展具身智能研发的最佳测试平台，向成为继汽车、手机后被最广泛应用的智能新终端的目标，又迈进了重要的一步。
- ◆ 逐际动力专注于运动控制算法的研发，以通用AI算法释放人形机器人强大的泛化能力，让人形机器人成为AGI (Artificial General Intelligence 通用人工智能) 在物理世界的最佳载体。

人形机器人



- ◆ MagicLab 成立于 2024 年，是一家专注于机器人技术和人工智能的全球化机器人品牌。目前团队已达到百人规模，成员来自全球，其中 80%以上为研发人员。
- ◆ 1 月 20 日，国产人形机器人公司—MagicLab 放出了一段机器人演示视频，视频中机器人不仅可以空翻，其驱动器还能直接吊起三名成年男性。MagicLab 设计了全新的 D190 关节模组，其额定输出力矩达到 150Nm，最高输出力矩超过525Nm，最大转速超过 110RPM (48VDC)。在另一则视频中，MagicLab 还展示了这款机器人煮咖啡、做拉花的过程。
- ◆ 驱动器：一个型号为L28，能以张力750N、转速120mm/s以及0.02mm的定位精度拉动两块分别重25kg（共计100斤）的铁块上升。
- ◆ 驱动器一个为D190，其额定输出转矩为150Nm（牛米），但最大可达525Nm，直接可以拉动3位成年男性。





K1



- ◆ 2023年11月17日，开普勒发布了首款人形机器人K1，身高178cm，体重85kg，全身40个自由度，并且加装灵巧手。在硬件方面，肘关节和小腿使用自研行星滚柱丝杠执行器，推力可达8000N；腰部使用自研旋转执行器，峰值扭矩达200Nm，重复定位精度达到0.01度；使用位置扭力双控制，搭载红外双目3D摄像头、立体声扬声器、远场四麦听觉传感器，可以做到出色的与外界交互能力。软件算法方面，K1使用自研星云系统，每秒算力可达100TOPS，通过视觉slam实现3D建模、感知周围环境。软硬件配合下，目前K1可以实现诸如手眼协同操作、复杂地形行走、负重搬运等工作。
- ◆ Kepler 预计将于2024年下半年开始大规模生产其人形机器人，预计零售价在20,000美元至30,000美元之间。

· 人形机器人洞察研究

Eame One



- ◆ 2023年3月28日，追觅科技在上海召开新品发布会。发布会上，追觅科技推出了两款机器人产品——通用型人形机器人和仿生四足机器人Eame One二代。
- ◆ 该款通用型人形机器人实现了高度仿生，身高178cm，体重56kg，全身共44个自由度，其中单腿还有完整的6自由度，可以完成单腿站立。交互方面则配备了深度相机，可以完成室内3维环境的建模，同时值得一提的是，该款人形机器人目前集成了AI大型语言模型，具备高质量的对话沟通能力。



JARVIS



- ◆ 1月25日，均胜集团在2024年度盛典首次亮相名为贾维斯JARVIS（Joyson A Robot Vibrant Intelligent System均胜机器人动态智能系统）的人形机器人。
- ◆ 该人形机器人主要是由均普人工智能与人形机器人研究院主导，汇聚了均胜集团旗下均胜电子、均胜群英等公司各个技术团队在智能驾驶、人工智能、智能硬件、智能表面领域的领先技术，与产业合作伙伴共同研发而成。

免责声明

- 本报告为作者针对人形机器人行业桌面研究的笔记，作者力求数据严谨准确，但因时间和精力有限，文中的数据、部分信心难免会有所纰漏，如有重大错漏之处，还请读者批评指正。
- 本报告内容仅代表作者进行初步研究后的结果，由于认知局限性，作者不对内容的准确性、可靠性或完整性承担明示或暗示的保证。
- 本报告内容及观点仅供读者参考，读者据本文所做出的决定或行为，是其基于实际情况及其独立判断做出的，作者对此不承担任何责任。
- 作者尊重知识产权，因整理资料所需，本文中涉及部分图表、数据或其它内容来源于第三方或网络公开资料，其所属的知识产权归属原作者，且在文中尽量做了来源标注，若您发现报告中有图片/文字等涉嫌侵权或其他问题，请与作者取得联系，作者会及时处理。
- 本资料仅供读者交流学习使用，涉及商业目的均不得使用，否则产生的后果由您承担。

特别说明

- 对【免责声明】的解释权、修改权以及更新权均属于本作者所有

Thank you

