

优 必 选

UBTECH

# 大型仿人机器人整机构型 研究及应用

优必选研究院技术专家 — 丁宏钰

[www.ubtrobot.com](http://www.ubtrobot.com)

# 目录

CONTENT

01

## 大型仿人机器人整机构型研究现状

- ① 大型仿人机器人机械概述
- ② 国外研究现状
- ③ 国内研究现状
- ④ 整机构型的重要性

02

## 优必选大型仿人机器人整机构型的研究及应用

- ① 整机构型和伺服驱动器的关系
- ② 仿人机器人关节运动的特点
- ③ 仿人机器人伺服驱动器的类型
- ④ Walker机器人的整机构型
- ⑤ 减速器标准化制定
- ⑥ 仿真平台

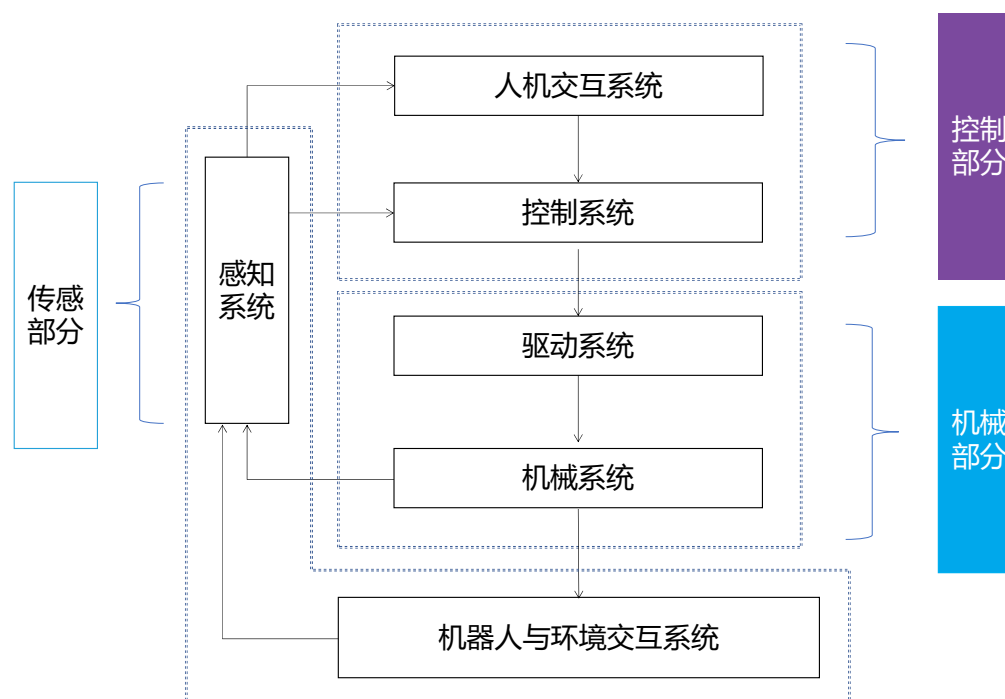
03

## 大型仿人机器人整机构型的未来发展趋势

# 大型仿人机器人整机构型研究现状

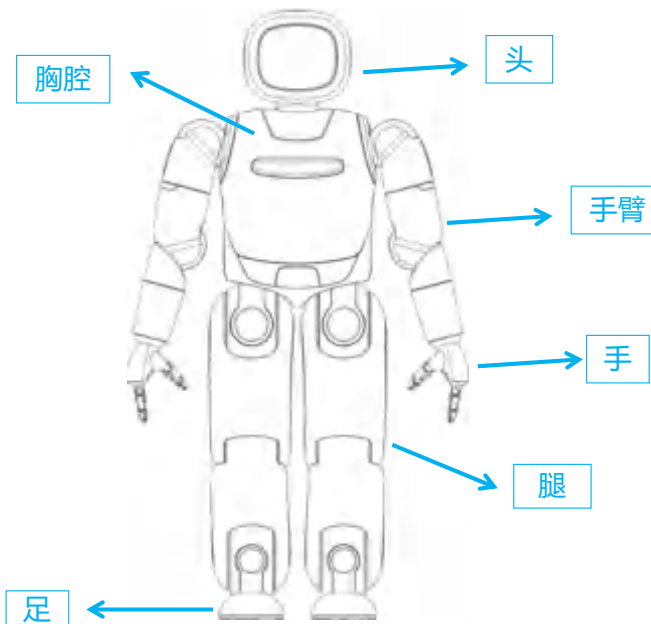
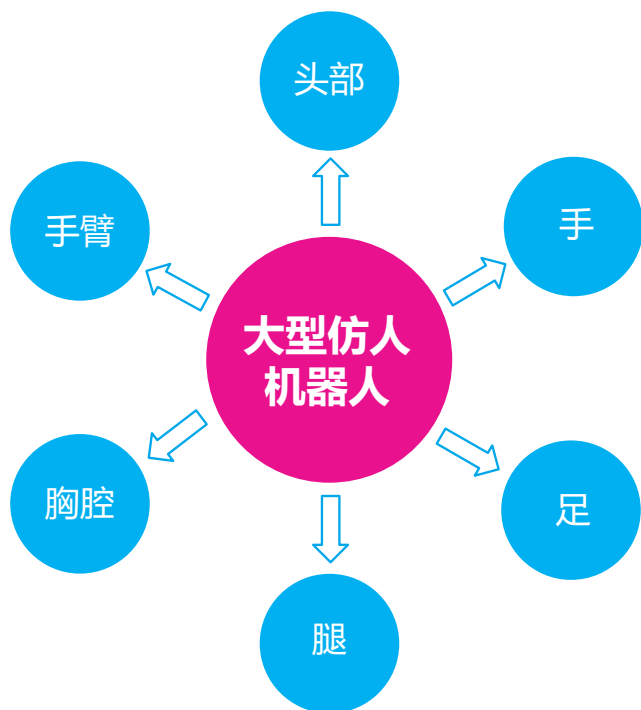
# 大型仿人机器人机械概述

机器人主要由机械部分、控制部分和传感部分组成，其中**机械部分**是其它部分的重要基础。



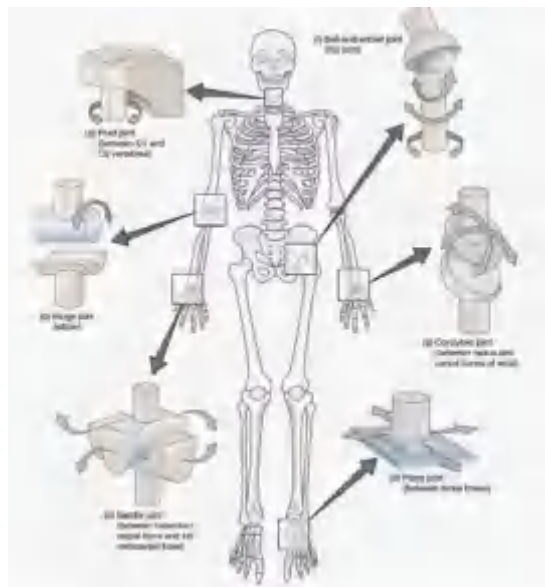
# 大型仿人机器人机械概述

仿人机器人机械部分按系统分包括驱动系统和机械系统，按机械部位分为头、胸腔、手臂、手、腿和足等构成。

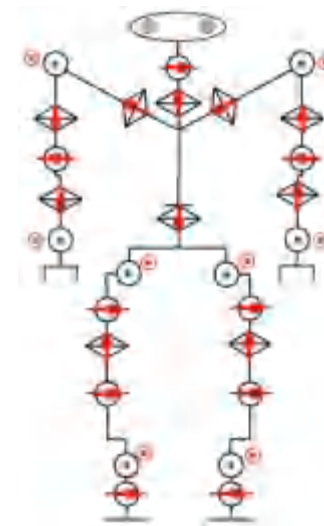


# 大型仿人机器人机械概述

整机构型是大型仿人机器人机械部分的关键点之一，它与关节的数量及布置方式紧密相关。人体有206块骨头，大的关节有78个，有六种类型关节。一般大型仿人机器人关节有15-70个，关节类型有三种。



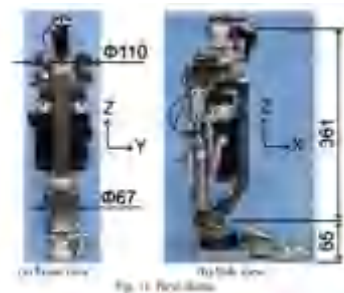
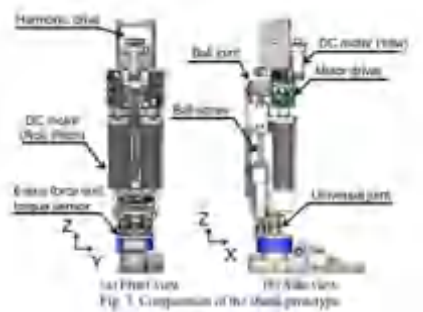
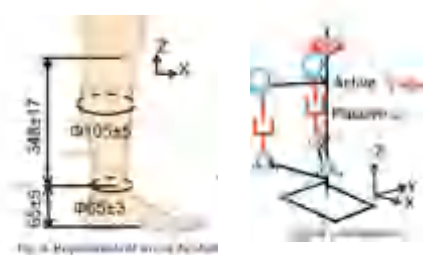
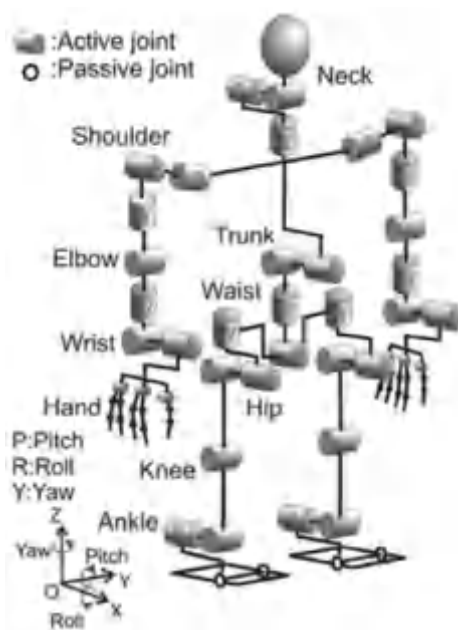
人体关节类型和分布



一般大型仿人机器人关节类型及分布

# 国外研究现状

## WABIAN-2R

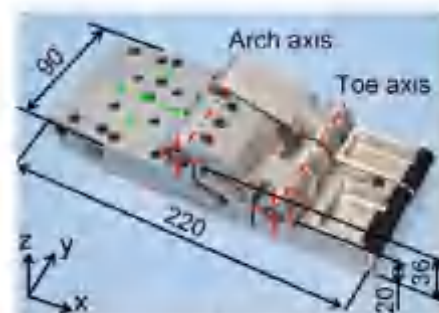
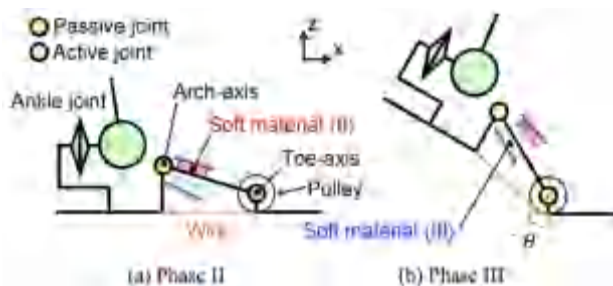


**腿部丝杆并联结构**，结构设计要兼顾强度和刚度。机器人身高1.54m，体重64kg，41自由度，步行速1.8km/h。

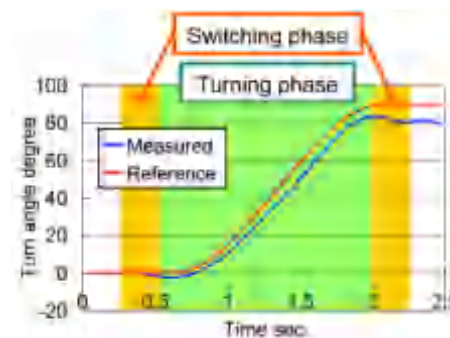
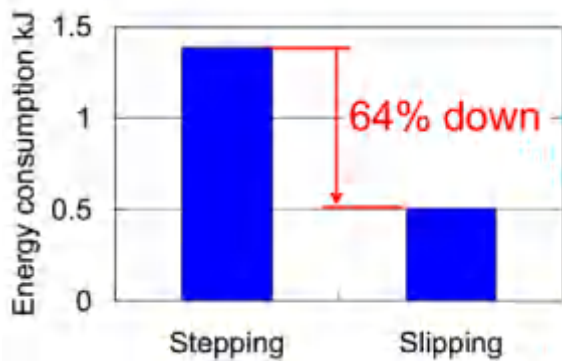


# 国外研究现状

WABIAN-2R



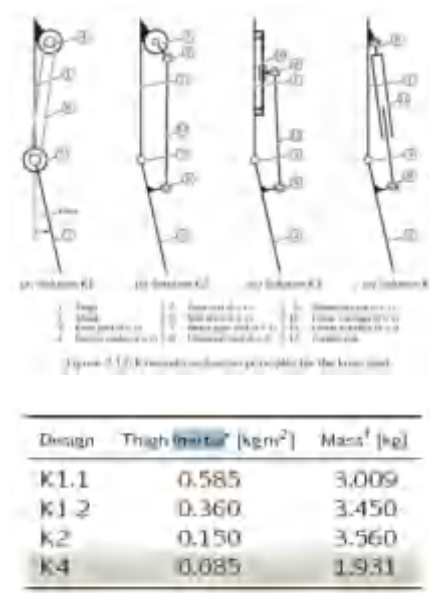
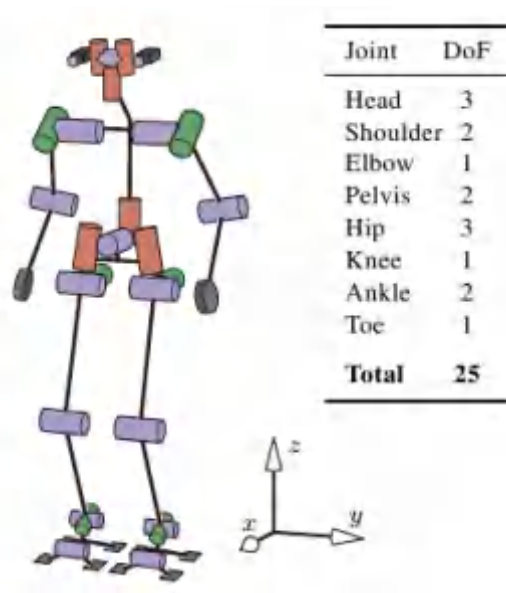
(a) Overview



被动脚掌采用聚氨酯橡胶作为软质材料模拟足拱的弹性。

# 国外研究现状

LOLA



膝关节设计，惯量： $K4 < K2 < K1$ ，质量： $K4 < K1 < K2$ 。踝关节同样也多方案比较，选择最优设计。

# 国外研究现状

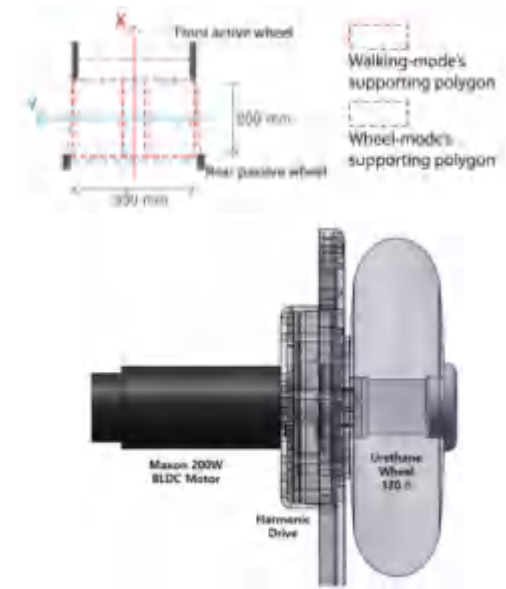
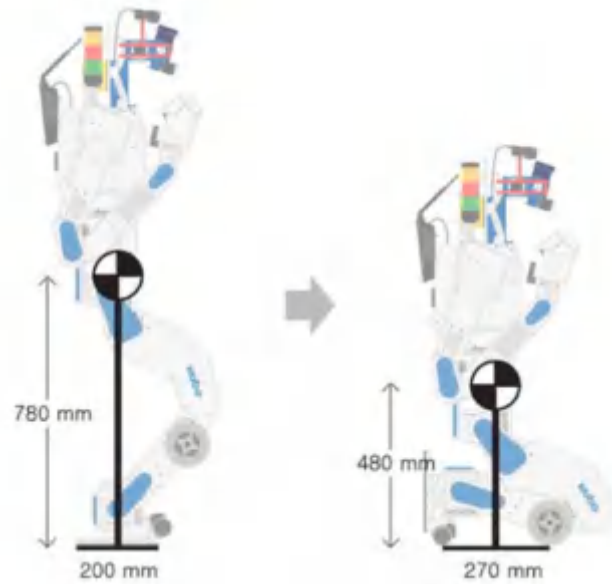
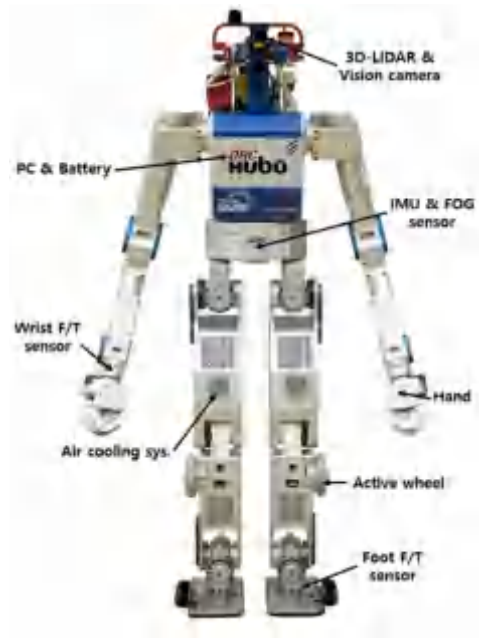
## LOLA



小腿并联机构使用行星滚柱丝杠替代滚珠丝杠，可以降低重量。身高1.8m，重55kg，25个自由度，行走速度3.6km/h。

# 国外研究现状

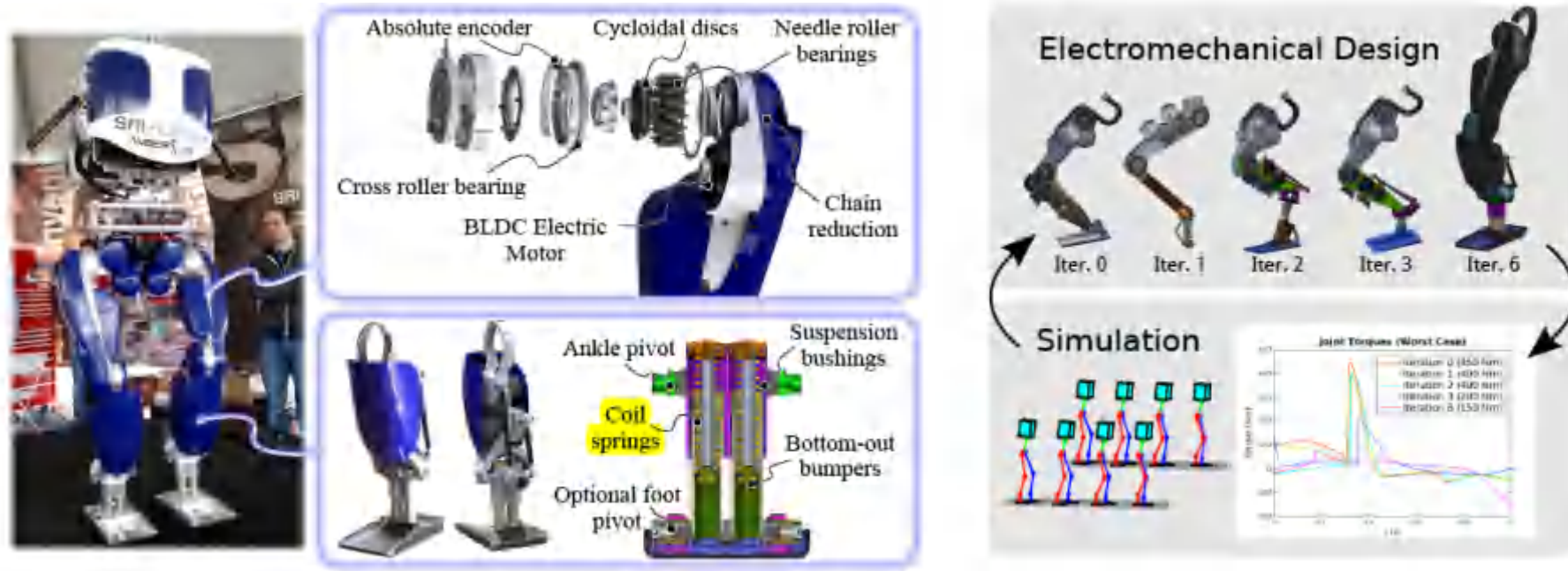
DRC-HUBO



机器人身高1.7m，重量70kg，自由度32，两种运动模式，可以相互切换，轮式最大速度为3.6km/h，最大行走速度1.8km/h

# 国外研究现状

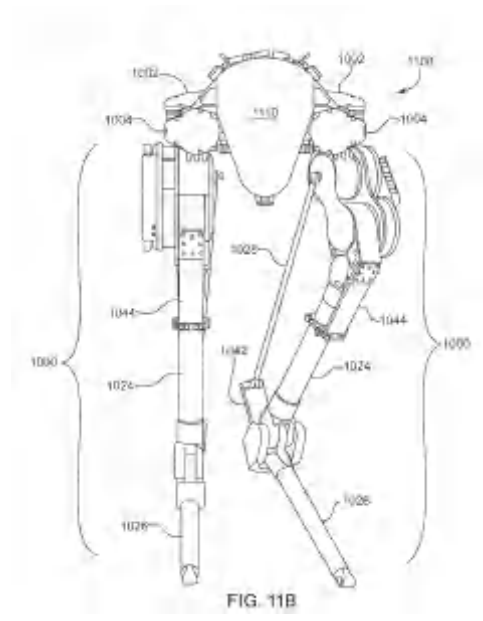
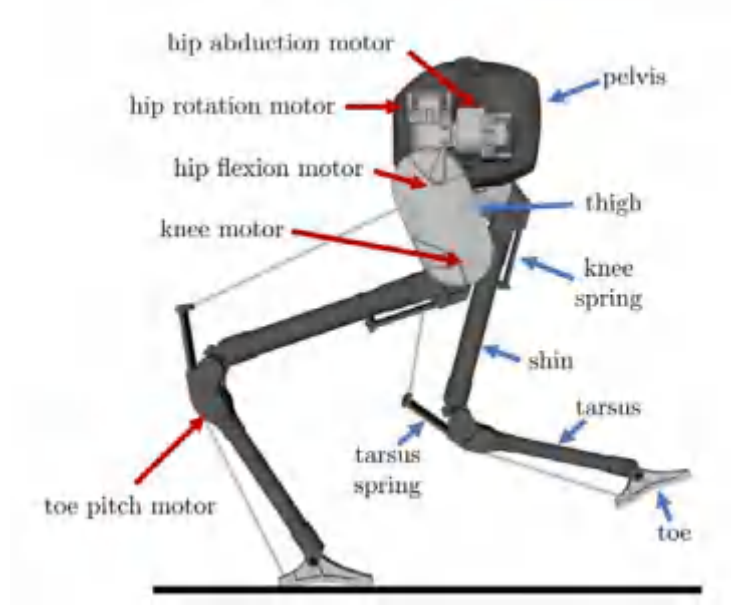
DURUS



踝关节的Roll和Pitch的驱动器物理位置都被提高，通过**四连杆**将运动传递下来；**脚踝增加被动弹簧**，柔顺性远大于一般用于节能的弹簧。机械设计与控制工程师合作，进行设计迭代关节力矩450 Nm减少到150 Nm。

# 国外研究现状

Digit

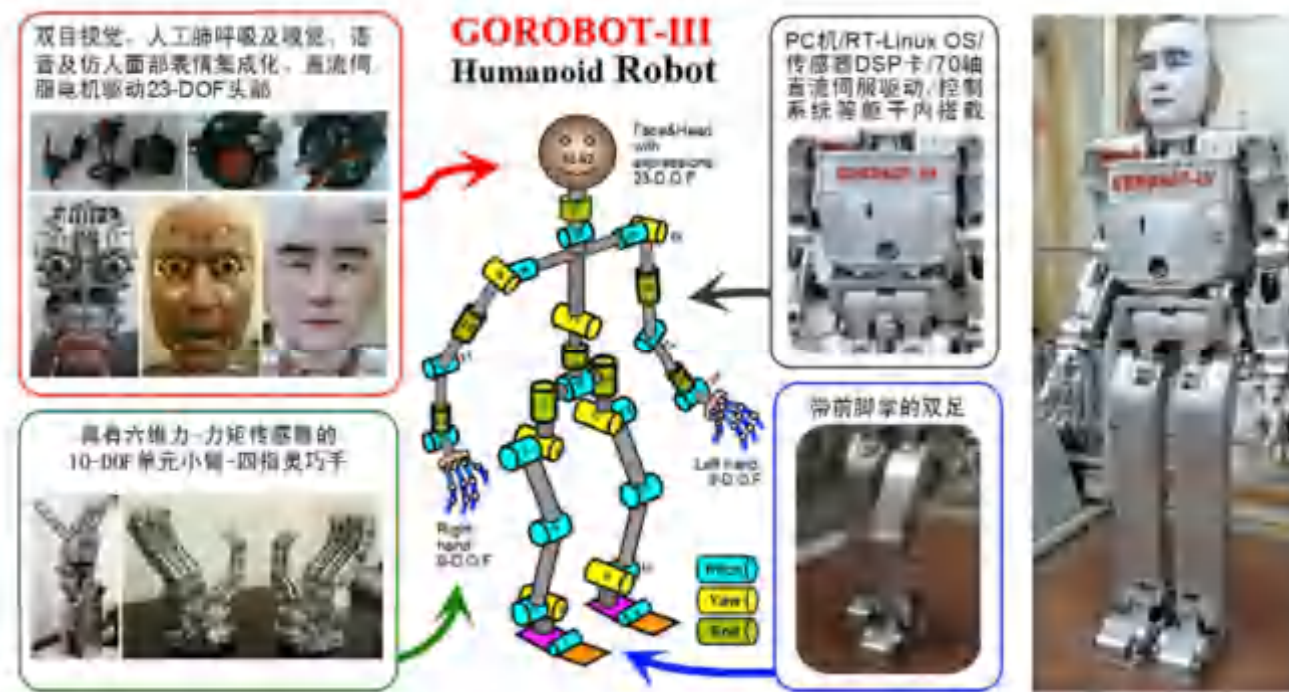


踝前驱动上提，膝盖关节上移，采用弹性玻璃纤维板，使得膝关节成为一个带弹性的**柔性关节**，减小地面冲击，储存机械能。

Digit身高1.55m，重量55kg，最大行走速度**5km/h**。

# 国内研究现状

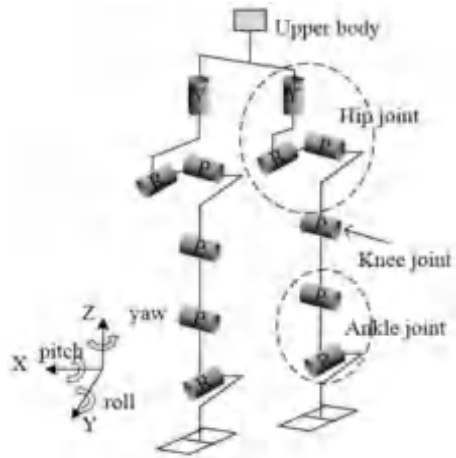
## GOROBOT-III



身高1.58m，体重90kg，头部有23个自由度，手有9个自由度，机器人共70个自由度。

# 国内研究现状

## 汇童机器人



PARAMETERS OF THE BIPEDAL MODEL AND ROBOT

Items	Value
Num. of Degree-of-freedom	$2 \times 6$ (hip: 3, knee: 1, ankle: 2)
Weight	65kg
Thigh length	0.312m
Shank length	0.312m
Distance between hips	0.17m
Foot size	length: 0.28m, width: 0.17m



汇童机器人第二代数据（2005），身高1.65m，重量65kg，自由度32，行走速度1.2km/h。汇童6P机器人具备摔倒后爬起、翻滚、行走和爬行能力。



## 整机构型的重要性

根据以上对国内外大型仿人机器人整机构型研究现状的介绍，其重要性体现如下三点：

### 整机构型对仿人机器人的运动性能有重要影响

Lola机器人做了多种大腿和小腿的结构比较，最后从中选优，其目的就是通过构型的改变提高机器人运动性能。

### 减少仿人机器人重量和腿部转动惯量对提升其运动性能有帮助

Digit机器人将膝盖伺服驱动器上移到大腿，踝关节伺服驱动器上移到小腿，减少腿部转动惯量，步行速度明显提升。

### 增加腿部弹性机构可减少仿人行走冲击力和储能

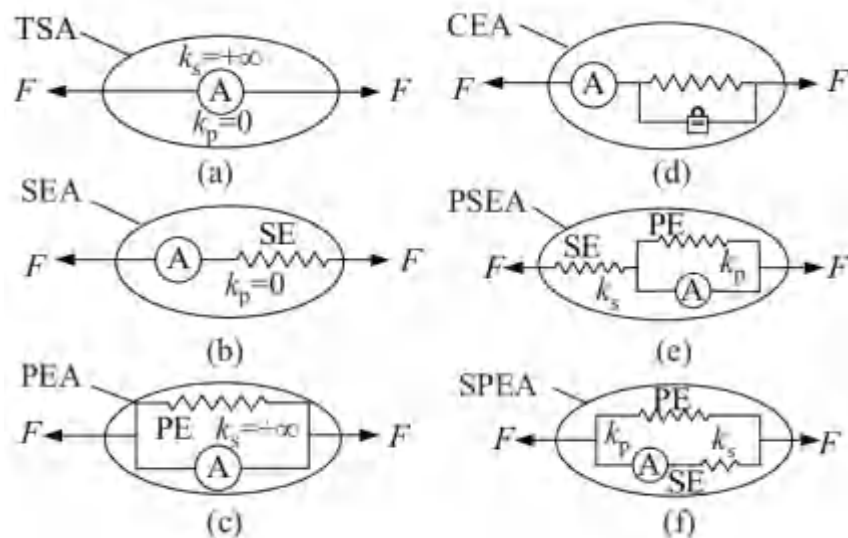
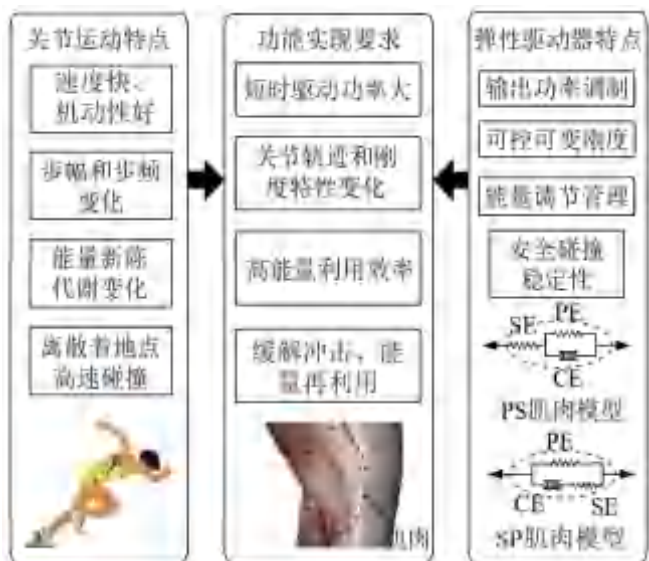
Digit机器人减少腿部转动惯量，同时增加弹性元件，提升机器人运动能力和安全性。

# 优必选大型仿人机器人整机构型研究及应用

# 整机构型和伺服驱动器的关系



# 仿人机器人关节运动的特点



仿人机器人的主要运动步态包含步行、疾跑和跳跃等，这些运动步态都具有仿生离散运动步态特征。这就要求机器人伺服驱动器具有瞬时高功率输出、高能量利用效率、抗瞬时冲击能力。传统的伺服驱动器方案由于器件性能限制已经很难满足机器人运动需求，以**人体肌肉模型**为基础的**弹性驱动器**成为近些年研究的热点。

# 仿人机器人伺服驱动器的类型

伺服驱动器种类	传统伺服驱动器	弹性伺服驱动器	本体伺服驱动器
伺服驱动器原理			
方案特征	无刷电机+高传动比减速器+（高刚性力矩传感器）+输出端	无刷电机+高传动比减速器+弹性体+输出端	高力矩密度电机+低传动比减速器+输出端
力矩测量方法	电流或应变原理	编码器原理	电流
技术成熟度	成熟度高	研究发展中	新兴技术
应用场景	传统双足仿人机器人，工业机器人	双足仿人机器人，协作机械臂	四足机器人，小型双足仿人机器人

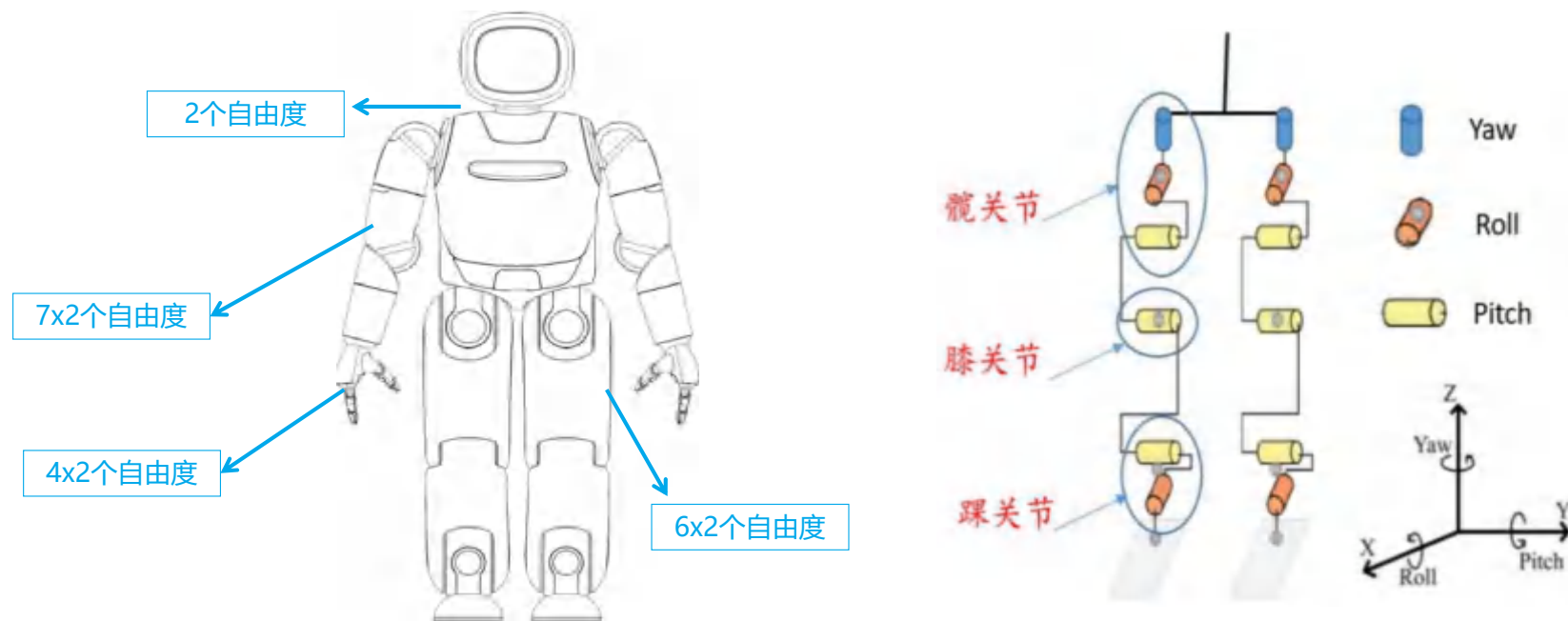
## 仿人机器人伺服驱动器的类型

优必选自主研发的大型伺服驱动器



优必选大型伺服驱动器集成了高密度无框力矩电机、双位置编码器、谐波减速器和高性能处理控制器于一体，在硬件设计上采用多重安全监测和故障保护机制，在软件上采用增强型伺服控制算法。

## Walker机器人的整机构型



大型仿人服务机器人Walker，身高1.45m，重量74kg，自由度36，行走速度**2.0km/h**。

# 产品介绍

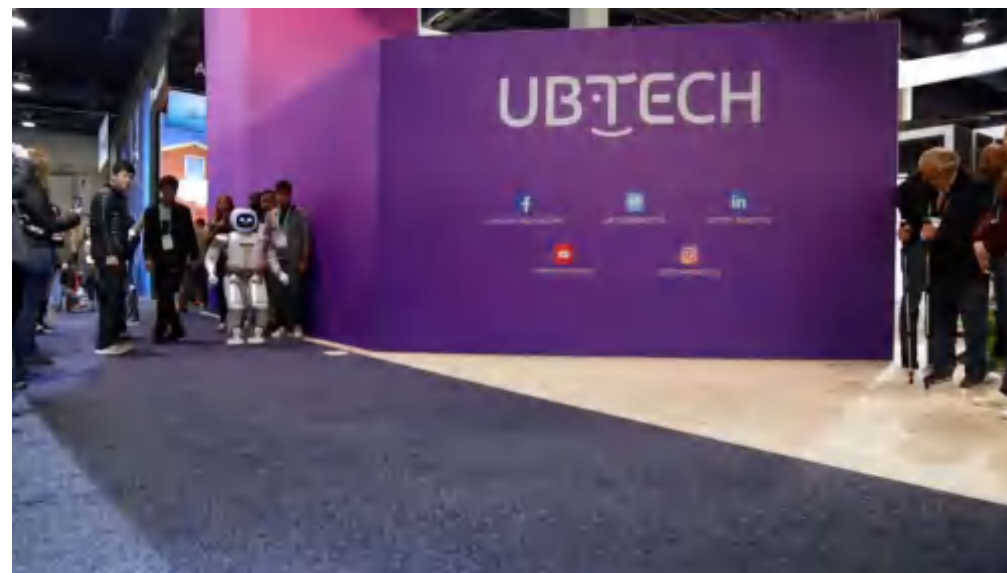
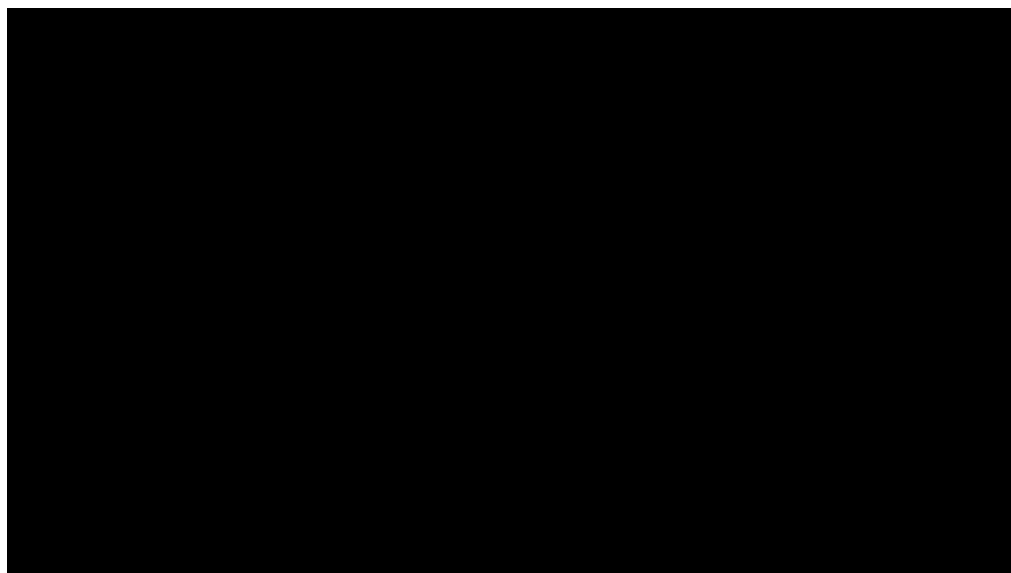
## 大型仿人服务机器人Walker

让人形机器人进入家庭，成为家庭重要的一员，是优必选从未改变过的目标。Walker机器人是优必选为实现这一目标迈出的坚实一步。Walker具备36个高性能伺服关节以及力觉、视觉、听觉和平衡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具备了在常用家庭场景和办公场景的自由活动和服侍的能力，开始真正走入人们的生活。



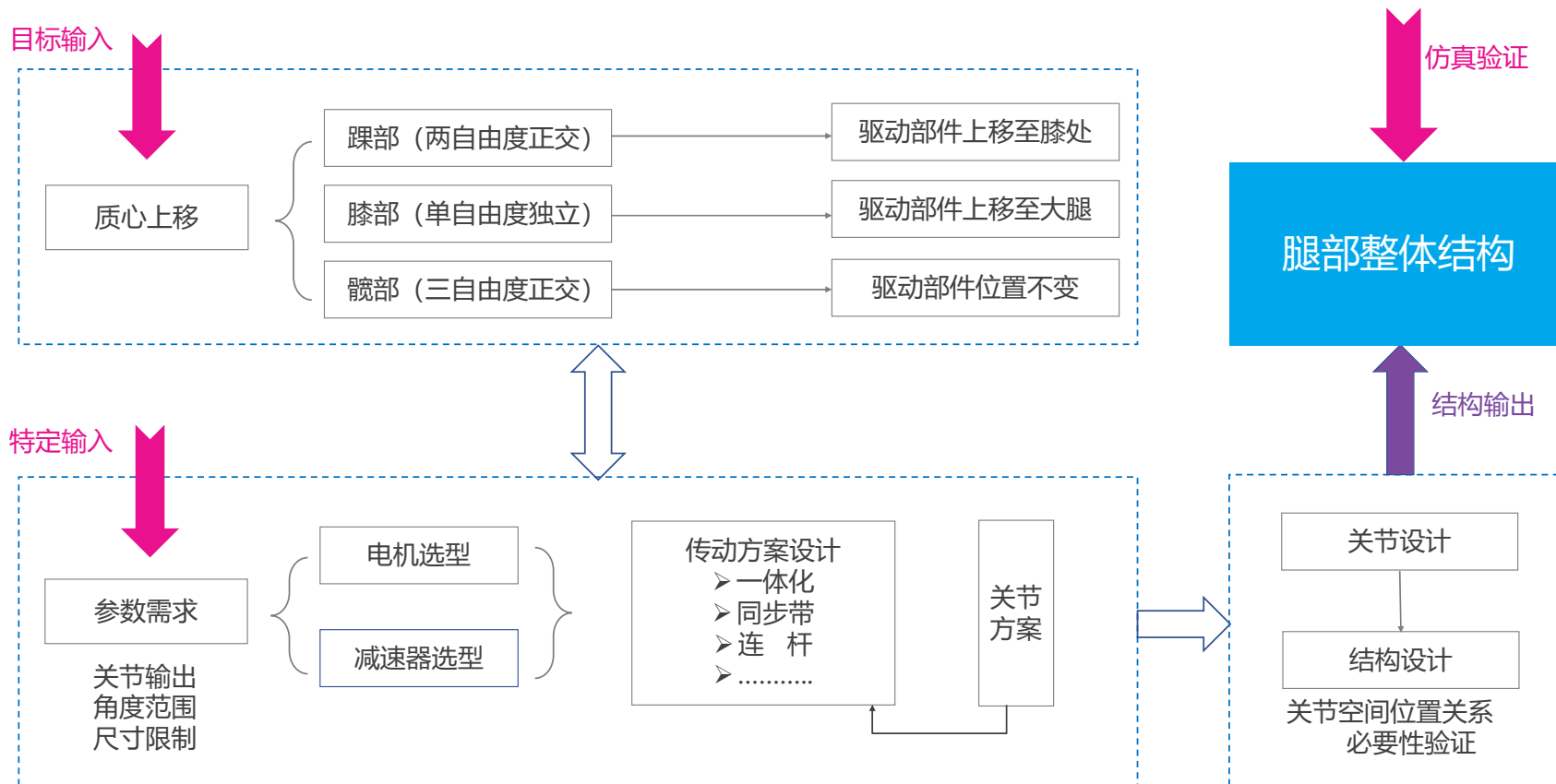


# Walker机器人的整机构型





Walker机器人亮相2020CES国际消费类电子产品展览会

# Walker机器人的整机构型



# 减速器标准化制定

以下是仿人机器人常用减速器，回差是仿人机器人用精密减速器的关键性能指标之一。

减速器种类	精密行星减速器	谐波减速器	摆线减速器
减速器图片			
回差 (度)	0.05-0.33 (3-20弧分)	0.0083-0.033 (0.5-2弧分)	0.0017-0.025 (1-1.5弧分)
主要应用场景	自动化生产线、四足机器人、服务机器人	服务机器人、工业机器人	服务机器人、工业机器人
典型机器人			

# 减速器标准化制定

## 国家标准化管理委员会关于下达第一批推荐性国家标准计划的通知

国标委发【2019】11号

各有关单位：

经研究，国家标准化管理委员会决定下达2019年第一批推荐性国家标准计划（见附件）。本批计划共计507项，其中制定294项、修订213项，推荐性标准506项、指导性技术文件1项。

请你单位组织、监督有关全国专业标准化技术委员会和主要起草单位，在计划执行中加强协调，广泛征求意见，确保标准质量，按要求完成推荐性国家标准制修订任务。

附件：[2019年第一批推荐性国家标准计划项目汇总表](#)

国家标准化管理委员会  
2019年3月25日



现有的精密减速器标准GB/T 30819-2014《机器人用谐波减速器》和GB/T 35089-2018《机器人用精密齿轮传动装置 实验方法》，对于机器人精密减速器的回差都没有详细规定，为此2019年由北京工业大学石照耀教授牵头开展《精密减速器回差测试与评价》的制定工作。

# 仿真平台

## 硬件设计与选型

- 产品概念→细化机械结构参数
- 关节速度力矩→指导电机选型
- 仿真运动范围→指导结构与外观设计
- 传动方案设计与验证
- 运动测试→整机质量分布与尺寸设计
- 算法初测→传感器选型与布局
- 运动工况→结构强度分析

缩短开发周期

## 算法设计与验证

- 产品概念→规划算法同步启动
- 简易模型→规划控制原理初步验证
- 初步模型→SLAM及视觉算法初步验证
- 完整模型→动力学建模与控制率设计
- 场景化→算法的快速验证
- 算法验证成本骤降与安全性提升
- 多模块算法并行开发
- 接口设计与在线验证

降低开发成本

## 场景化

- 场景化展示→快速场景搭建与流程制定
- 竞赛平台→玩法规则快速制定与验证
- 教研平台→课程开发与在线教育

减少设计风险

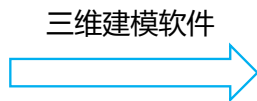
# 仿真平台

## 建模过程

关节分拆  
材料属性  
物理属性  
转动轴



外观拆分  
文件输出  
格式转换



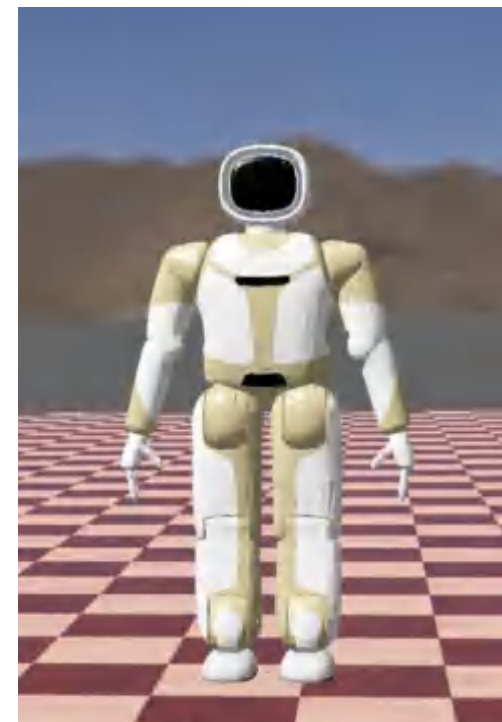
等效转动惯量  
伺服驱动器静摩擦  
伺服驱动器阻尼  
关节最大速度  
关节限位  
最大力矩



伺服驱动器相关参数  
实测与仿真对比



World环境  
Robot  
包络与接触

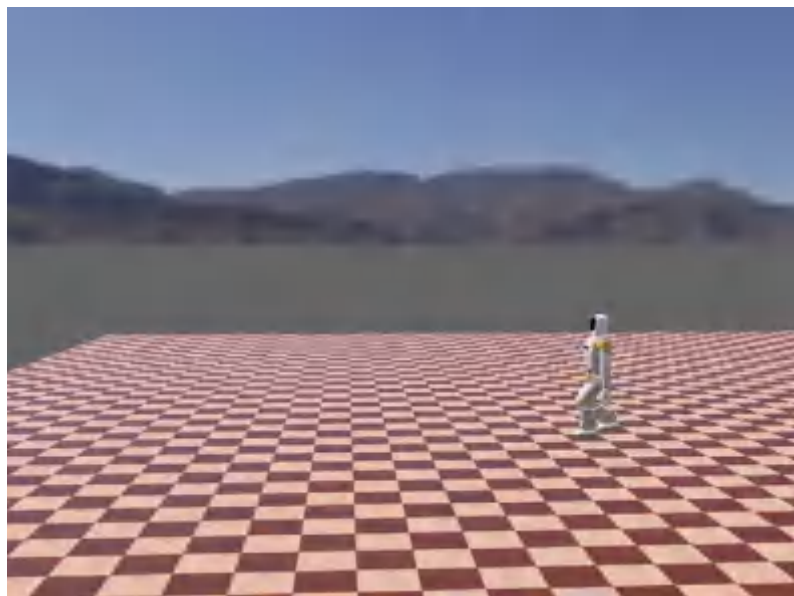


# 仿真平台

机器人机械系统优化



## 仿真平台



大型仿人服务机器人Walker仿真与测试



# 大型仿人机器人整机构型的未来发展趋势

## 大型仿人机器人整机构型未来发展趋势

伺服驱动器和整机构型的融合设计，机电和运动控制联合仿真，实现机器人最优化设计；

引入弹性元件，为电驱动伺服驱动器提供辅助力矩和缓冲地面冲击；

人或动物构型仿生学研究推动新的机械构型设计。

# 创泽智能机器人集团主要产品



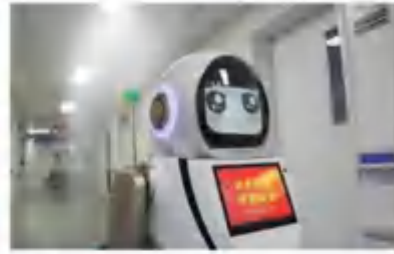
智能服务机器人



智能陪护机器人



安防巡检机器人



消毒机器人



智能党建机器人



智能教育机器人



智能导诊机器人



银行智能机器人



室外智能消毒机器人



智能大屏机器人



多功能消毒机器人



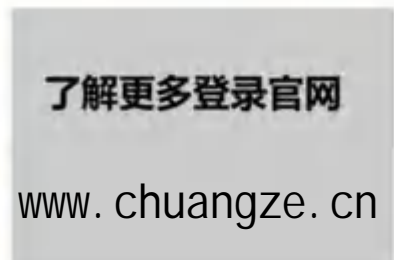
全自动智能消毒杀菌机器人



智能医用消毒机器人



智能配送机器人



了解更多登录官网

[www.chuangze.cn](http://www.chuangze.cn)

优 必 选

UBTECH

Dream with Robots



Dream  
with Robots

Dream  
with Robots

