

2019 世界机器人大赛—共融机器人挑战赛 第二阶段

参赛说明

(一) 双臂协作机器人组

(二) 康复机器人组



中国·北京（2019.08.20-2019.08.25）

“共融机器人基础理论与关键技术研究”重大研究计划指导专家组
2019年“世界机器人大赛—共融机器人挑战赛”组织委员会
2019年3月

目录

一、	赛事介绍.....	3
二、	赛事组织架构.....	3
三、	赛事时间地点.....	4
四、	赛事内容.....	4
	（一）双臂协作机器人组.....	4
	1. 比赛目的.....	4
	2. 比赛任务说明.....	5
	3. 比赛流程.....	8
	4. 总成绩.....	9
	5. 参赛要求.....	9
	6. 统一平台.....	9
	（二）康复机器人组.....	9
	1. 比赛目的.....	9
	2. 比赛任务说明.....	10
	3. 比赛流程.....	13
	4. 参赛要求.....	13
	5. 总成绩.....	15
五、	报名要求.....	15
六、	参赛要求.....	16
七、	奖项说明.....	16
八、	报名方式.....	17
	附件 1: 双臂协作机器人组比赛统一平台介绍.....	18

一、 赛事介绍

机器人已被日趋广泛的应用于智能制造、助残康复、特种救援等方面。大力发展机器人技术及其产业，对打造中国智能制造业的国际竞争新优势具有重要意义。在国家自然科学基金委员会“共融机器人基础理论与关键技术研究”重大研究计划支持下，共融机器人挑战赛于2018年开始举办，按照“聚合、创新、创造”三步走理念，第一届比赛以“人-机-环境共融”为主题，用前沿技术仿真赛、先进机器人场地赛、创新技术路演赛、实际应用挑战赛等多种比赛方式，考察从事共融机器人技术研究的科研机构、高校、企事业单位及个人的科研成果，并为该领域的科研技术人员打造了一个同场竞技、共同交流及展示的全新平台。2019年第二届比赛继续以“人-机-环境共融”为主题，强调共融机器人技术在工业制造及康复方面的实际应用，汇聚“共融机器人基础理论与关键技术研究”重大研究计划的创新成果，继续为我国机器人技术和产业发展提供源头创新思路与科学支撑，以促进我国机器人基础理论、技术和产业的研发能力与人才培养。

本次比赛分为两个组别，分别为双臂协作机器人组及康复机器人组。

二、 赛事组织架构

- 1、 指导单位：国家自然科学基金委员会
- 2、 主办单位：国家自然科学基金委员会工程与材料科学部、国

国家自然科学基金委员会信息科学部、中国电子学会、中国机械工程学会

3、 协办单位：武汉库柏特科技有限公司

4、 专家组：

组长：丁汉

成员：高峰，侯增广，胡卫建，樊瑜波，刘辛军，李贻斌，苏波，陶波，熊蔡华，谢叻，熊蓉，王启宁，赵杰，朱向阳。（按姓氏顺序排名）

三、 赛事时间地点

本次比赛拟于 2019 年 08 月 20 日-08 月 25 日在 2019 年世界机器人大会现场同期举办。

地点：北京·亦创国际会展中心

四、 赛事内容

（一）双臂协作机器人组

1. 比赛目的

本届比赛重点考察科研团队对于双臂协作机器人装配作业过程中的柔性控制、双臂协同、安全作业等技术的算法优化水平。当前，大多数工业机器人只适应于特定的产品和单一重复的工作环境，而且不能完全实现人机互动协同。双臂协作机器人在生产线上能够比单臂机器人更加灵活的作业，在没有安全防护措施的条件下

与人类共同工作，并可以代替人类岗位独立作业，双臂协作机器人的创新和研发将给人类带来革命性的改变。

2. 比赛任务说明

比赛机器人在一个指定的工作区开展，以双臂协作完成复杂任务作为背景，模拟机器人进行零部件组装及搬运等应用场景。比赛中，要求参赛机器人以双臂协同作业的模式按照赛事规则针对零部件在规定时间内完成相应任务。此次比赛共分3个基础任务：自主抓取摆放、双臂协同装配、双臂协同搭建；1个挑战任务：双臂水平协同搬运。比赛使用统一平台作为比赛用机器人。参赛机器人根据参赛项目依次进行规定的任务，自主识别并做出反应以减少不必要的失误和时间消耗，获取尽可能高的分数。

任务 A—自主抓取摆放：参赛机器人对摆放区域内打乱位置的物体进行自主识别、抓取并摆放至规定位置，区域内物体共8件，包括长方体、三角棱柱、圆柱、球形、立方体等大小尺寸不一的物体。根据完成任务的程度、位置的准确性及速度进行计分。

任务规则说明：

✓ 工作台两边的摆放区内打乱位置共摆放有8个不同物件，其中圆柱、三棱柱、长方体等形状物体尺寸约为直径/边长3cm*高6cm，球形及立方体尺寸约为直径/边长10cm-15cm；物件示例如下：



✓ 物件由裁判在比赛开始前随意摆放，每个机器人面对的初始物件位置不一定相同；各赛队的最终摆放位置相同，摆放位置于赛前公布；

✓ 机器人完成任务过程中有3次机会重新开始任务，时间进行累积；重新开始任务即裁判重新开始随意设置8个物件位置后进行比赛；

任务B—双臂协同装配：参赛机器人依次完成4对零部件组装。机器人根据装配要求，采用双臂协同完成组装，装配产品为形状不同的积木块及带孔底座。根据完成物件组装的对数、准确性及速度进行计分。

任务规则说明：

✓ 工作区共随意摆放有4对不同形状积木块及对应形状底座，不同形状积木块尺寸与任务A相同（约3cm*6cm），底座尺寸为边长约为6cm的立方体；各物件位置由裁判在比赛开始前随意摆放，每个机器人面对的初始物件位置不一定相同，且积木块的摆放形态包括但不限于两两堆叠、倾斜、放倒等；

✓ 机器人进行任务过程中，可自行选择组装积木块及底座组合的顺序；

- ✓ 机器人进行任务过程中，遇到重叠物件，需直接抓取，不能打散物件变成非堆叠物件后进行抓取。若打散物件变为非堆叠物件后进行抓取，则扣分；
- ✓ 机器人进行任务过程中，需双臂分别握持积木块及带孔底座协同完成装配；未通过双臂始终握持物件进行装配的机器人，则机器人该对装配任务失败，进行扣分；
- ✓ 物件的最终摆放位置没有规定，在工作台上即可；
- ✓ 机器人完成任务过程中有3次机会重新开始任务，时间进行累积；重新开始任务即裁判重新开始随意设置4对积木块及带孔底座位置后进行比赛；

任务 C—双臂协同搭建： 参赛机器人根据图纸要求搭积木。根据完成图纸要求的速度进行计分。

任务规则说明：

✓ 工作区共随意摆放有任务所需不同形状积木块，机器人根据图纸要求双臂协同作业将积木搭建成指定形态；

✓ 机器人完成任务过程中有3次机会重新开始任务，时间进行累积；重新开始任务即裁判重新开始随意设置积木块初始位置后进行比赛；

挑战任务 D—双臂协同搬运： 机器人在工作台区域内，越过工作台上设置的高低不平的障碍，并将将装有圆球的盘子平稳地从 A 点搬运到 B 点。根据完成任务的速度及圆球偏离情况进行计分。

任务规则说明：

✓ 托盘尺寸为直径30cm的高脚托盘，如下图所示。盘子中心区域画有圆圈区域，区域中心放置轻质圆球，搬运过程中圆球可轻微移动，但不可超出所画圆形区域；否则裁判根据偏离情况进行扣分；



✓ 机器人平稳将盘子从A点搬运到B点，A/B点位置由裁判随机指定；

✓ 搬运过程中，机器人需双臂持有托盘越过上下起伏的障碍，按照轨迹平稳地从A点移动至B点；圆球掉落盘子或未按照要求位置搬运，则任务失败，该任务不得分；

3. 比赛流程

比赛流程分为两部分，分别为：关键技术要点讲解及任务赛。关键技术要点时间为5-10分钟，由赛队技术人员讲解其在算法开发过程中对于关键技术的突破、设计要点、创新点等；如有自主研发的双臂协作机器人，也可进行关键技术的讲解；专家裁判根据现场讲解并结合初选阶段所提交的设计摘要对其技术进行打分，作为总分的40%。讲解后完成任务，由专家裁判根据任务完成情况进行打分，作为总分的60%。两部分内容相加作为总分。

4. 总成绩

总成绩=技术设计分*40%+任务分*60%。

5. 参赛要求

本次比赛机器人为统一平台，即参赛团队均使用同一平台的双臂协作机器人作为参赛机器人，基于该机器人进行开发及进行基础任务比拼；挑战任务时，参赛团队可选择使用自主研发的双臂协作机器人或统一平台双臂协作机器人进行任务比拼。

赛事组委会鼓励科研团队进行双臂协作机器人整体的自主研发。参赛团队可在提交设计摘要时另附自主研发的机器人相关信息，并且在现场讲解时对自主研发机器人的技术特点进行讲解，赛事专家组会考虑酌情加分。

6. 统一平台

参赛机器人的统一平台由武汉库柏特科技有限公司提供。机器人有6自由度，配备视觉及力觉感知系统；同时配备虚平台以供调试。

该机器人基本技术参数及介绍请参考附件1。

(二) 康复机器人组

1、 比赛目的

目前，随着社会老龄化的情况日趋严重，人们所面临的中风等其他疾病的几率也逐渐变高，康复机器人在帮助中风、截肢、瘫痪等病人进行康复治疗中的应用需求也日益增长。通过康复机器人的帮助，使得有行动障碍的残障人士也可以独立完成日常生

活中的简单动作。本组别比赛通过残障人士 实际穿戴康复机器人设备完成一系列日常生活中常见动作，重点考察参赛团队的康复机器人在实际应用中的有效性、实用性及适应性。

2、 比赛任务说明

比赛在一个指定的任务区域开展，以日常生活中的实际应用场景为背景，参赛队员穿戴康复机器人设备完成一系列与日常生活有关的任务。此次比赛共分为2个小组，分别为整体组和单项技术组。

➤ 整体组

整体组分为3个小项，分别为动力上肢、动力下肢和动力外骨骼，其中动力上肢、动力下肢各设置4个任务节点，动力外骨骼为挑战邀请赛。动力上肢比赛4个任务节点分别为：晾挂衣物，障碍端盘子，搭积木和穿越火线。动力下肢比赛共4个任务节点分别为：基本动作，穿越石子障碍，跨栏和爬楼梯。参赛队员需穿戴设备从起点至终点依次完成任务，并在任务过程中尽量减少时间消耗。比赛以任务的完成情况及完成任务的速度计分。动力外骨骼比赛为挑战邀请赛，参赛团队可在现场进行行走、爬楼梯、越障等展示。

1) 动力上肢

动力上肢项目4个任务节点具体如下：

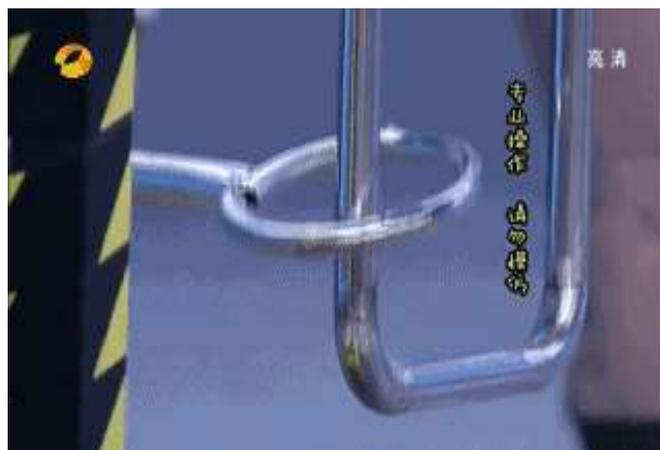
任务A-晾挂衣物：比赛区域设置一处高桌一处衣架。参赛队员将高桌上放置的3件衣服晾晒到衣架上，同时将衣架上由两个

夹子夹住的纺织物（例如床单）由原位A点移动至B点并用夹子夹好。

任务B-障碍端盘子：比赛区域内起点设置一个高桌，距离起点2m左右处设置一个可开门。参赛队员在高桌前将高桌上的指定物体装到盘子内，并从起点端至终点，途中需手持物体并用假肢把门打开，穿过打开的门走到终点，途中尽量保持盘中物体不要下落。

任务C-搭积木：比赛区域内设置工作台，工作台上放置一个容器，其中装有一些积木块。参赛队员用假肢手将积木块从容器内拿出并按照图纸要求搭建成指定图形。

任务D-穿越火线：比赛区域内设置工作台，工作台上设置一个弯曲的铁丝障碍。参赛队员用握持前端为圆环的铁丝棒，将圆环从起点穿过弯曲的铁丝，沿铁丝从起点移动到终点。任务示意如图所示：



2) 动力下肢

动力下肢项目4个任务节点具体如下：

任务A-基本动作：比赛区域中间设置一个椅子，参赛队员从

指定起点走到椅子所在位置，在椅子上完成指定次数（2-3次）的坐下并起立动作，并走到指定终点。

任务B-石子障碍：比赛区域设置一片宽2m*长4m的石子路面，由参赛队员穿戴动力下假肢设备进行行走。

任务C-障碍跨栏：比赛障碍区域内设置高度约为0.3-0.5m，长为1.5m的栏杆3个，两个栏杆间间隔为1m左右，比赛地面为平地。参赛队员从起点至终点依次跨过栏杆障碍。栏杆示意图如下：



任务D-爬楼梯：比赛障碍区域内设置两侧为4级台阶中间为平台的台阶障碍，台阶宽1.5m*深0.5m*高0.1m，平台为宽1.5m*长2m。参赛队员从一侧走上4级台阶，走过中间平台，并从另一侧走过4级台阶下楼到达终点。台阶示意图如下：



3) 动力外骨骼

动力外骨骼组别的比赛为挑战邀请赛。参赛团队将于现场展示行走、爬楼梯等简单任务，并对于动力外骨骼设备设计特点进

行讲解展示。

➤ 单项技术组

单项技术组在康复机器人研究领域根据技术要点设置3个专项技术考察点，分别为：机械结构，人机接口和驱动系统。该组别评选范围为北京总决赛现场参加动力上肢、动力下肢及动力外骨骼三个小项比赛的所有团队。裁判组根据参赛团队提交的技术摘要中有关该三项技术特点所做的说明并结合赛队现场讲解和任务完成情况进行评选，得出每个技术考察点的优秀团队。

3、 比赛流程

比赛流程分为两部分，分别为：关键技术要点讲解及任务赛。关键技术要点时间为5-10分钟，由赛队技术人员讲解针对其参赛机器人在研究过程中对于关键技术的突破、设计要点、创新点等，专家裁判根据讲解现场针对技术进行打分，作为总分的40%。讲解后，由参赛残障人士穿戴机器人设备依次完成任务，由专家裁判根据任务完成情况进行打分，作为总分的60%。两部分内容相加作为总分。

4、 参赛要求

(1) 参赛机器人

整体组比赛要求参赛机器人可以辅助失去部分行为能力的人群完成日常生活中的简单动作。参赛机器人必须为动力驱动，任务进行过程中，参赛机器人的所有组件（包括电池、连接线、控制单元等）需由参赛队员持有，不得由本赛队内其他人员握持。

(2) 参赛人员

参赛队由参赛队员（即符合穿戴该康复机器人的残障人士）及技术支持人员共同组成。各赛队自行邀请符合要求的残障人士参赛并进行设备配适、调试，征得残障人士参赛的同意，签订知情同意书并负责参赛人员的安全。

在动力下肢的比赛及动力外骨骼展示过程中，大赛组委会秘书处会提供悬挂保护。在每个任务进行过程中，除参赛队员外，赛队内支持和技术人员须在规定范围内等候、跟随参赛队员，在不干预协助参赛队员比赛的情况下，及时支持、保护参赛人员的安全；但任务进行中，赛队内支持和技术人员不可以任何形式控制参赛队员的设备或对参赛队员进行指导；每个任务结束后，支持和技术人员可在规定时间内对参赛机器人进行维护和调整，以及对参赛队员进行帮助指导。

(3) 隐私保护

比赛前各参赛团队需在知情同意书中书面告知参赛残障人士本次比赛可能会被录音/录像。为了鼓励残障人士积极向上的参与本次比赛，大会组委会秘书处会提供面具或其他形式的隐私保护，具体形式可与参赛团队协商确定。若参赛残障人士有所犹豫，本着自愿原则，允许参赛人员进行佩戴面具等遮挡进行任务。

(4) 知情同意书

参赛团队需在赛前与参赛残障人士签订知情同意书，征得其参赛的同意，并告知其有关录音/录像事宜。知情同意书需随其他

报名材料一起提交。

5、 总成绩

总成绩=技术设计分*40%+任务分*60%

五、 报名要求

报名“2019世界机器人大赛——共融机器人挑战赛”需提交报名信息表及设计摘要,并根据要求将报名资料和辅助材料发送至指定邮箱(ciewuqinlei@163.com)。相关要求如下:

双臂协作机器人组报名资料:

- 1、 报名信息表
- 2、 设计摘要

所有参赛团队需要在报名截止日期前(初拟2019年5月15日前)提交不超过两页的参赛机器人设计摘要。摘要中,参赛团队需针对任务要求简要说明其算法设计理念、技术要点、难点突破等内容。若有自主研发的双臂协作机器人,可在设计摘要中针对其自主研发的双臂协作机器人的技术特点进行说明。

康复机器人组报名资料:

- 1、 报名信息表
- 2、 设计摘要

所有参赛团队需要在报名截止日期前(初拟2019年5月15日前)提交不超过两页的参赛机器人设计摘要。摘要中,参赛团队需说明其参赛设备的设计理念、技术要点、难点突破等内容,同

时针对其参赛设备的机械结构、人机接口、驱动系统做重点说明。

3、 讲解视频

参加康复机器人组的参赛队需同时提供在研究过程中残障人士穿戴参赛机器人进行动态展示的讲解视频，总大小不超过50M，以辅助说明其设备的真实性、技术性及实用性。

4、 知情同意书

六、 参赛要求

报名截止后，经专家裁判组根据各参赛队提交的报名资料进行筛选，后由赛事组委会秘书处为符合参赛条件的参赛机器人团队下发参赛通知，符合要求的团队即可进入挑战赛总决赛现场进行比赛。未符合要求的参赛机器人及其团队则无缘本次竞赛。

七、 奖项说明

1、 获奖团队在未来申请国家自然科学基金委员会“共融机器人基础理论与关键技术研究”重大研究计划项目时，同等情况下予以优先考虑。

2、 双臂协作机器人组、康复机器人组的动力上肢及动力下肢比赛各设置一等奖1名、二等奖2名、三等奖3名。康复机器人组动力外骨骼比赛设置优秀展示奖1个；康复机器人组单项技术奖各单项技术点设置1个获奖团队。同时给予各获奖团队赛事奖金奖励。

3、比赛遵循公开、公平、公正的原则，对比赛获胜及优秀团队颁发荣誉证书。康复机器人组比赛的获奖团队及参赛残障人士将同时获得获奖证书。

八、 报名方式

1、 赛事咨询

联系人：吴沁蕾

联系电话：18811067454

联系邮箱：wuqinlei@cie-info.org.cn
ciewuqinlei@163.com

2、 双臂协作机器人组统一平台技术支持

武汉库柏特科技有限公司

联系人：明棚

联系电话：17354300842

联系邮箱：mingpeng@cobotsys.com

3、 官方平台

为方便各参赛队了解比赛程序，组委会秘书处将会在官方平台发布相关赛事信息。

共融机器人重大研究计划：<http://trico-robot.hust.edu.cn/>

官方网站：<http://www.worldrobotconference.com/>

官方微信公众号：世界机器人大会



附件 1: 双臂协作机器人组比赛统一平台介绍

双臂协作机器人组比赛统一平台由武汉库柏特科技有限公司提供。该机器人顶端配备 3D 运动视觉系统，可用于视觉标定及图像感知等应用，同时末端配备 2D 视觉识别，辅助 3D 视觉，增大适应应用范围。其拥有 6 关节机械臂，可针对其做运动规划、柔性操作、碰撞检测、双臂协作任务等开发。其开发环境兼容 Linux 和 Windows，并深度融合 ROS 系统。

该机器人示意图如下：



主要参数如下表所示：

统一平台配置参数			
物理特性			
名称	特性	特性描述	备注
机器人	自由度	12 自由度，单臂 6 自由度	可附加选配库柏特 2D 工业相机、六维力传感器
	臂展	832mm	
	负载	单臂负载 3KG，不包含末端设备	
	定位精度	$\pm 0.03\text{mm}$	
	末端速度	$\leq 1.9\text{m/s}$	
	3D 视觉	1920*1080 彩色图，512x424 深度图，最快	

		30fps	
	末端执行器	1.5KG 夹持力二指电爪, 最大行程 70mm	
	扩展型	兼容库柏特工业相机、末端电爪、力传感器等	
	尺寸	高度:1630mm;肩宽:580mm;厚度:190mm.	
	重量	120KG	
控制器	电压等级	220VAC	
	整机功率	550W	
	扩展接口	以太网、HDMI、USB、IO	
	示教器	外挂 12 寸双示教器	
	尺寸	宽高深分别为 500mm*600mm*700mm	
	重量	80KG	
软件特性			
系统	操作系统	Ubuntu 14.04	
	机器人操作系统	CobotSYS V1.0.0	
	仿真软件	CobotStudio V1.0.0	
	系统功能	详见 CobotSYS、CobotStudio 手册	
	开发方式	内置式开发, 无需任何外部设备	

开发包接口介绍:

双臂机器人接口头文件为

cobotsys_abstract_dual_arm_robot_link.hpp。文件内容包含以下部分：宏定义、公共结构体以及类。

宏定义：定义了机器人各主要部件的设备编号

1、控制用设备编号

```
#define NoneDevice          0x0000//无设备
#define LeftArm             0x0001//左手臂
#define RightArm            0x0002//右手臂
#define LeftHand            0x0004//左手抓
#define RightHand           0x0008//右手抓
```

```

#define LeftCamera          0x0010//左臂 2D 相机
#define RightCamera        0x0020//右臂 2D 相机
#define HeadCamera         0x0040//头部 3D 相机
#define LeftFTSensor       0x0080//左臂力传感器
#define RightFTSensor      0x0100//右臂力传感器
#define AllDevice          0xffff//所有设备

```

2、获取状态用设备编号

```

#define DEVICE_HEAD_CAMERA 2//头部 3D 相机
#define DEVICE_LEFT_ARM    0//左手臂
#define DEVICE_RIGHT_ARM   1//右手臂
#define DEVICE_LEFT_HAND   7//左手抓
#define DEVICE_RIGHT_HAND  8//右手抓
#define DEVICE_LEFT_CAMERA 3//左臂 2D 相机
#define DEVICE_RIGHT_CAMERA 4//右臂 2D 相机
#define DEVICE_LEFT_FTSENSOR 5//左臂力传感器
#define DEVICE_RIGHT_FTSENSOR 6//右臂力传感器

```

公共结构体：定义了双臂机器人操作的一般参数类型

```

/*错误信息
 * 一般作为返回状态，返回当前操作结果是否存在错误，
 * 错误信息来源至初始化定义
 */

```

```

struct ErrorInfo{

    int _ErrIndex;

    int _SubErrIndex;

    std::string _ErrStr;

};

/*双臂设备操作状态

* 直接作为机器人操作以及状态返回的参数

*/

struct DeviceStatus{

    uint16_t _ID;

    std::vector<int> _TimeMS;

    std::vector<double> _Joints;

    std::vector<double> _Pos;

    std::vector<double> _Tcp;

    std::vector<double> _Vel;

    std::vector<double> _Acc;

    std::vector<double> _Torq;

    std::vector<double> _Wrench;

    std::map<int, int> _IOStatus;

    std::vector<int> _Status;

//         std::vector<cobotsys::CameraFrame> _CameraFrame;

};

```

详细见具体类成员函数的使用。

3、类

本部分重点介绍类的成员函数：

```
virtual void Init(int _Arge, char **_Argv, ErrorInfo  
&_Err, int _Flag = 0)
```

类的初始化成员函数，各参数暂无具体要求，需要在实例化类之后调用；

```
virtual void Start(ErrorInfo &_Err)
```

双臂机器人启动函数，参数为错误编号，若 ErrorInfo 中 _ErrIndex 为 0 则无错误，否则启动失败；

```
virtual void Stop(ErrorInfo &_Err)
```

双臂机器人停止函数，参数同启动函数；

```
virtual void GetRobotStatus(DeviceStatus &_Status,  
ErrorInfo &_Err)
```

获取机器人状态函数，该函数获取的状态包括左右手臂、手抓、相机、力传感器以及头部相机状态，同时还可获取的内容包括：左右手臂关节角，力传感器数据，详细参数如下：

DeviceStatus::_Joints: 获取的左右手臂关节角，前 6 个数据代表左臂，后 6 个数据代表右臂；

DeviceStatus::_Torq: 获取的左右力传感器数据，前 6 个数据为左力传感器数据，后 6 个为右力传感器数据，6 个数据分别为：

Fx、Fy、Fz、Tx、Ty、Tz;

DeviceStatus::_Status: 获取的机器人各个设备的状态, 如
_Status[DEVICE_HEAD_CAMERA] 代表头部相机状态, 如果 _Status
大小为 0 则获取失败;

```
virtual CameraFrame CaptureImage(ErrorInfo &_Err,  
uint16_t _Dev, int _WaitTime)
```

获取相机图像数据, _Dev 为选择的相机编号, 如
_Dev=DEVICE_HEAD_CAMERA 则返回的是头部相机的图像, _WaitTime
为等待图像返回的时间, 如果 _WaitTime<=0, 则本函数与 GetImage
函数配合使用, 且返回图像数据为空;

```
virtual void MoveL(const DeviceStatus _Controller,  
ErrorInfo &_Err)
```

控制手臂运动函数, 运动方式为直线运动, DeviceStatus::_Pos
前 6 个数据为左臂 TCP 坐标值, 后 6 个数据为右臂 TCP 坐标值,
DeviceStatus::_ID 为左臂右臂运动控制编号, 如
_ID=LeftArm|RightArm, 则同时控制左右臂, DeviceStatus::_Vel
为手臂运动速度, DeviceStatus::_Acc 运动加速度, 注意速度和加
速度左臂为 0, 右臂为 1, 如: _Vel[0] 代表左臂, _Vel[1] 代表右
臂;

```
virtual void MoveJ(const DeviceStatus _Controller,  
ErrorInfo &_Err)
```

同上，运动方式为关节运动， DeviceStatus::_Joints 前 6 个数据为左臂关节值，后 6 个数据为右臂关节值；

```
virtual void MovePath(const std::vector<DeviceStatus>  
_Controllor, ErrorInfo &_Err)
```

多点运动函数，运动方式为 MoveL 与 MoveJ 两种，注意一次调用中请使用同种类运动方式；

```
virtual void Move(const DeviceStatus _Controllor,  
ErrorInfo &_Err)
```

实时运动函数，运动方式及参数同 MoveJ，当前未实现，不可使用；

```
virtual void GraspB(const DeviceStatus _Controllor,  
ErrorInfo &_Err)
```

手抓运动函数， DeviceStatus::_Vel 为手抓运动速度，_Acc 为抓取力矩，注意速度和加速度左手抓为 0，右手抓为 1，如：

_Vel[0]代表左手抓，_Vel[1]代表右手抓， DeviceStatus::_ID 为左右手抓运动控制编号，如_ID=LeftHand|RightHand，则同时控制左右手抓；

```
virtual void GraspI(const DeviceStatus _Controllor,  
ErrorInfo &_Err)
```

同 GraspB；

```
virtual void CartToJoint(DeviceStatus &_Status, ErrorInfo
```

`&_Err)`

将 TCP 坐标转换到关节角； `DeviceStatus::_Joints` 为当前关节角，调用完成后为目标关节角， `DeviceStatus::_Pos` 为目标 TCP；

```
virtual void JointToCart(DeviceStatus &_Status, ErrorInfo  
&_Err)
```

将关节角转换成 TCP； `DeviceStatus::_Joints` 为输入的关节角， `DeviceStatus::_Pos` 求解后的 TCP；

有关该比赛平台的详细参数、操作方法及开发所需的其他详细资料，请联系赛事联系人或技术支持联系人了解详情。