

2023 中国机器人大赛暨 RoboCup 中国赛

竞赛规则

机器人先进视觉

工业测量赛项

机器人先进视觉赛项技术委员会

2023 年 7 月

一、技术委员会组成

技术委员会负责制定和解释比赛规则、评定技术认证分值、监督比赛过程等工作，组成如下：

负责人： 朱笑笑，上海交通大学， ttl@sjtu.edu.cn， 15921155665

成 员： 王景川，上海交通大学
高大志，东北大学

二、组织委员会组成

组织委员会成员负责比赛时赛程制定、裁判选拔培训、成绩汇总上报等工作，由先进视觉赛的技术委员会负责人、不参加先进视觉赛的技术委员会成员和经培训的大赛志愿者组成。

负责人： 朱笑笑，上海交通大学
成 员： 罗扉，洛阳理工学院

三、竞赛规则细则

1. 项目简介

视觉传感器的多样化及高性能是提升机器人性能乃至提升机器人比赛技术含量的关键所在。本项赛事旨在激发大学生科学研究的热情，提高技术攻关能力，进而研制出低成本、高性能的智能视觉处理模块。

工业测量赛项主要聚焦于面向工业场景的智能视觉测量算法的性能考察，参赛队须创新设计并优化实现机器人视觉中具有挑战性的各项任务。本赛项将使用统一的视觉传感器及处理平台，不仅考察算法精度，同时也对算法的运行效率进行考察。

2. 技术与竞赛组织讨论群

为方便赛前赛后的信息沟通，使用先进视觉赛技术交流 QQ 群：1027375571。在群内将会由技术委员会与组织委员会对感兴趣的参赛队解答疑问及发布通知。

3. 参赛资格要求

3.1 参赛队伍要求

每一学校参赛队伍限制参考大赛统一规定，参赛队员应为全日制在校学生。

3.2 参赛软硬件要求

(1) 硬件要求：

- 比赛使用组织委员会提供的 3D 摄像头，型号为奥比中光（ORBEC）的 Astra+（0.6-8m）摄像头。
- 计算平台使用英伟达 Jetson Nano（内存 4G，4*USB3.0）。比赛时各参赛队使用各自的计算平台。原装版本和国产版本都可参赛，由于国产版本较原装版本性能略高，将在后续补充说明中对“6.评分表”中的参数 *MinTime*、*MaxTime* 进行相应的差异设置。



(2) 软件要求：

- 操作系统：不限；
- 软件环境：视觉测量软件开发环境不限；
- 软件不允许在裁判开始比赛前提前进行识别。在点击开始按钮前，裁判将遮住相机镜头；
- 通讯功能：能通过网络实现与裁判盒的数据通讯，包括接收裁判盒开始识别信号，发送识别结束信号，发送识别结果文本等等。具体的通讯协议后续将与新版的裁判盒软件一起发布；
- 软件打开后，在比赛过程中不允许任何的人工操作；
- 软件界面：软件推荐有可视化的人机界面，输出目标物体的相关信息，直观展示结果。界面至少应该包含一个开始识别按钮，程序状态显示（就绪、识别中、识别结束等）以备在通讯功能失效时使用；包含图像显示框，便于显示对目标物的识别结果。
- 自动结束功能：软件需能自动结束运行，并在界面中的识别状态处提示。



若参赛软件无法在规定时间内自动停止，又不能提交识别结果，则该轮不得分。

- 识别结果输出：软件除了在通讯功能中上传结果文本外，必须同时支持将识别结果按格式保存到文本文件，文件名为：报名单位缩写-队伍名缩写-Rx.txt，请将 R 之后的“x”替换为具体轮次（1、2），txt 为后缀名，保存的内容格式如图 2 所示，第一行为 START，之后的每一行显示各个识别物体的检测结果，与位置、距离相关的结果单位为毫米，值保留一位小数，角度的单位为度，值保留一位小数，每个识别目标用换行隔开，各目标物中的每一分项结果用英文分号(;)隔开，行与行之间通过回车键分隔，最后一行为字符 END。

```
START
Goal_ID=1;Goal_A=3.3;Goal_B=14.5; Goal_C=1
Goal_ID=1;Goal_A=5.5;Goal_B=17.2; Goal_C=2
Goal_ID=2;Goal_A=6.5;Goal_B=3.2; Goal_C=2
END
```

图 1 识别结果文本保存格式示例

- 需在桌面放置一个“测量.sh”脚本能够一键启动参赛程序。软件开启后不允许做任何参数修改。
- 结果文件输出目录为桌面下 result_m 文件夹。

3.3 技术认证文档要求

特别注意：每支报名的参赛队伍必须在报名的同时提交资格认证材料到指定邮箱（403993844@qq.com），不提交资格认证材料的队伍不具备比赛资格；资格认证材料内容包括三个部分（着重声明：资格认证材料中必须包含第一部分，如果提交的材料没有第一部分，不能获得比赛资格）：

第一部分：必须提交材料

①队伍介绍，主要包括成员介绍，以前的参赛介绍等等，既可以提交一个 word 文档也可以提交团队主页的网页链接，如果提交文档，正文字体为宋体小四，1.5 倍行距，应尽量保证排版美观且不少于 4 页。

②机器人功能展示视频，时长应在 2 分钟到 3 分钟之间，主要内容为：

- 静态目标台上目标物品的尺寸测量
- 动态目标台上目标物品的尺寸测量
- 不同堆叠程度下的测量
- 不同颜色背景纸下的测量

③参赛软硬件系统介绍相关材料，特别强调，技术委员会关注各参赛队队员

的自我创新，不能抄袭，不能与他队雷同，否则有可能被取消比赛资格。主要内容为视觉软件界面及功能说明；参赛视觉软件的处理流程、主要算法、测试结果等相关软件技术，最终提交一个不少于 6 页的 pdf 文件（正文字体为宋体小四，1.5 倍行距），应尽量保证排版美观。

第二部分： 过往参赛证明

近 3 年（即 2020，2021，2022 年）参加中国自动化学会组织的中国机器人大赛先进视觉项目的获奖情况说明文档，同时需提供相应证明材料（例如：获奖证书图片（jpg 格式））。

注 1：每个参赛队需提交一份获奖证书的目录，TXT 文件格式

第三部分： 贡献证明材料

近 3 年来团队或团队成员公开发表的与此机器人涉及技术相关的论文、申请的专利与软件著作权等情况说明文档（需提供相应证明材料，如证书复印件等）。

3.4 技术认证文档评分

技术认证文档评分由技术委员会评定，在赛项讨论群中公布结果。

资格认证材料中必须包含第一部分，如果无法提供其他两部分材料，需提交一份说明文档，对情况予以说明；资格认证材料由先进视觉赛机器人技术委员会进行评分并排序；在比赛成绩出现相同情况下，由资格认证评分来决定队伍排名，资格认证排名靠前的最终比赛排名靠前。

资格认证材料评分依据如下：

（1）对于必须提交材料：此项材料不计分，如果不提交此项材料，直接取消比赛资格；如果提交的材料不合要求，从资格认证总分中扣除相应分数，队伍介绍（扣 10 分），机器人功能展示视频（扣 10 分），参赛软硬件系统介绍相关材料（扣 10 分）。

（2）对于过往参赛证明材料：一项一等奖 20 分，一项二等奖 15 分，一项三等奖 10 分。

（3）对于贡献证明材料：与机器人视觉抓取、物体位姿定位等相关的 1 篇论文、1 项发明专利授权得 10 分，1 项发明专利申请受理、1 项软件著作权、

1 项实用新型专利授权得 3 分。

注 2：材料在提交时压缩包统一命名为：XX 单位_资格认证材料；压缩包内包括三个文件夹，分别命名为第一部分，第二部分和第三部分，里面存放对应材料，如果没有某部分材料，对应文件夹内放置一份情况说明文档。

注 3：每队上传的资格认证材料严格控制在 30M 以内，若大于 30M 的扣 20 分。

注 4：参赛队在提交资格认证时指出上一年度比赛的贡献，由技术委员会决定是否给予 20 加分。

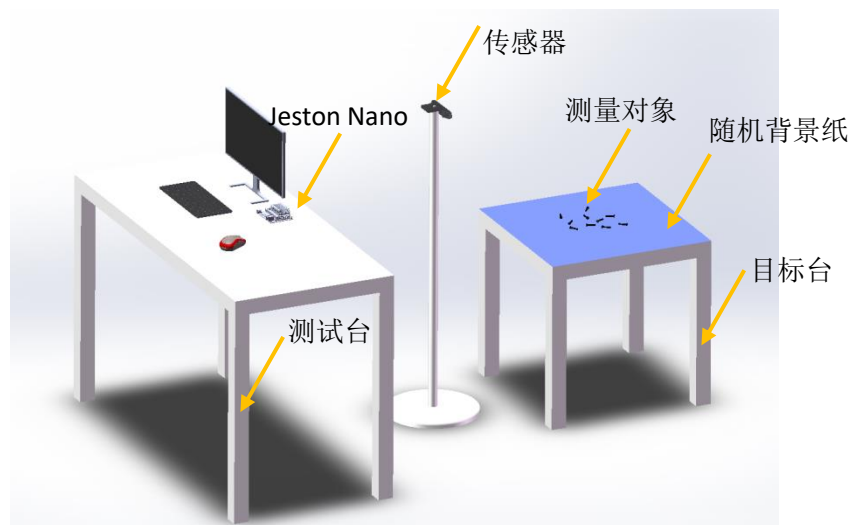
注 5：如果某队伍参加中国机器人大赛先进视觉赛项的多个子项目，资格认证材料只需要提交一份即可，不要重复提交。如有参加不同赛项（技术委员会相同的为同一赛项，不同技术委员会的为不同赛项）的，则需分别提交。

4.比赛场地及器材

4.1 比赛场地

场地地面及周围环境不做特别的改动，技术委员会在获得场地信息后即时公布。比赛过程中使用比赛场地原始光源。

比赛场地包括测试台和目标台，均由大赛组委会提供。根据目标台是否静止，分为静态比赛场景和动态比赛场景，示意图如下：



(a) 静态测量比赛场景



(b) 动态测量比赛场景

图 2 工业测量项目场景示意图

4.2 目标台

目标台用于放置目标物体，分为静态目标台和动态目标台两种，其中静态目标台为宜家 LACK 拉克方桌，边长为 0.55m，如下图所示，购买链接为：

<https://www.ikea.cn/cn/zh/p/lack-la-ke-bian-zhuo-bai-se-10449909/>;

注：比赛时目标台的桌腿颜色根据现场情况决定，可能与下面图片有颜色差别。

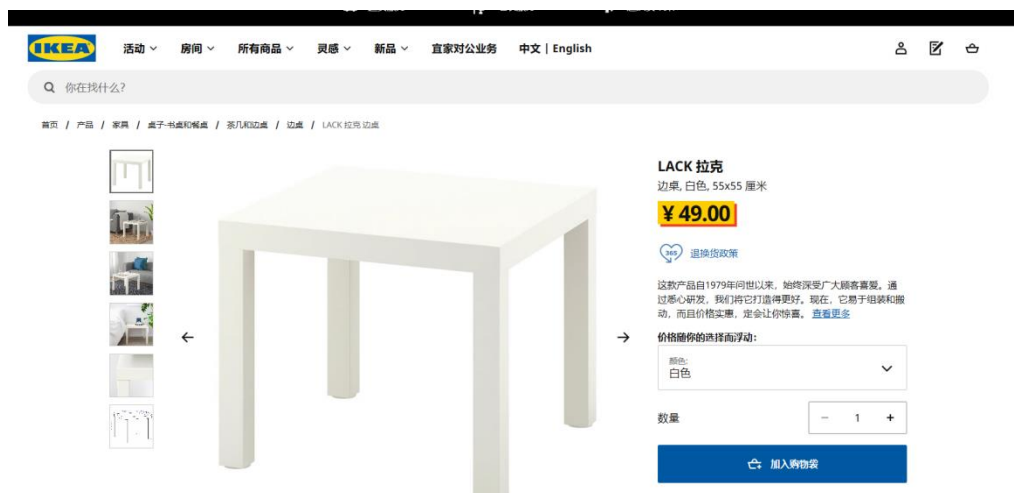


图 3 方形目标台

动态目标台具有自动旋转的功能，其转速为 5 秒/圈~30 秒/圈，直径 26cm，白色，最大承重 25kg，如下图所示，购买链接为：

<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.231.4c287906DVn2KQ&id=574536139077&ns=1&abucket=4#detail>



图 4 圆形转动装置

圆形转台上放置一块半径 30cm，厚度为 5mm 圆形亚克力板。整个转动装置放置于一个支架上，圆形平板放置在转动装置上，平板的中心与转动装置的中心重合，背景纸贴在平板上表面，物品放置在背景纸上。在摄像头视野中，目标台整体覆盖住支架上表面和转动装置：

目标台背景颜色：目标台面将贴上纯色背景纸，具体颜色由现场裁判随机确定。

4.3 目标物

目标物包含两类工业领域常见物品，一类为标准外六角螺栓，另一类为圆形垫片。

正式比赛时，使用组织委员会采购的目标物（也可能会从参赛队自带的目标物中随机挑选一些用来比赛）。

1，外六角标准螺栓

包含各种长度，各种颜色，及各种规格（全牙或半牙），如下图所示。



2，圆形垫片



4.4 尺寸及位置：

- 目标台中心到传感器中心距离为 0.8 米-1.3 米之间，具体距离赛前确定，裁判在各不同阶段可再行调整；

- 根据每轮比赛回合要求，在目标台上放置 N 个目标物；
- 目标台有多个目标物时，各个目标物间允许存在视角上的相互遮挡。

5. 竞赛要求与评分标准

5.1 竞赛过程

- a) 每轮比赛前，各参赛队上交参赛计算设备，不允许再调试代码。
- b) 所有参赛队抽签决定比赛顺序。
- c) 裁判根据第 4 节的要求放置目标台与测试台，并固定其位置；目标台边角相对相机的朝向姿态任意，具体由裁判临场决定；摄像头与目标台之间距离由裁判根据轮次临场决定；裁判会保证摄像头能完整拍摄到整个目标台及所有目标物。
- d) 物品的选取和摆放。根据每轮比赛对物品的要求，由裁判或志愿者通过抓阄等方式随机选择目标物和背景纸；物品由裁判放置在目标台上合适的位置，目标台的角和线都有可能被遮挡，遮挡程度由裁判临场决定；物品摆放的位置、姿态、旋转角度、遮挡程度均由裁判根据比赛轮次临场决定。
- e) GroundTruth 设置。裁判及志愿者记录目标物真值之后输入到裁判盒软件。
- f) 动态测量轮次还需转台初始位置和速度设置：具体由裁判临场决定，其中决赛的转速要比预赛快。
- g) 参赛队员打开参赛软件，志愿者在裁判盒软件中“开始识别”按钮，参赛软件接收到指令后，启动识别功能，在最大测量时间 $MaxTime$ 内必须自动结束程序，并上传结果及生成结果文件，同时显示程序结束标志，具体格式见 3.2 小节， $MaxTime$ 的取值见第 6 小节。裁判盒软件完成自动计时。
- h) 得分计算：在每轮比赛后，裁判盒软件根据识别结果和测量时间自动评分，志愿者打印比赛成绩，裁判和参赛队员一起签字确认。

5.2 竞赛注意事项

- a) 比赛过程中禁止手动设置相机参数，可以利用相机 SDK 进行修改。
- b) 比赛过程中，软件第一次成功不再给与重试机会，第一次失败给予一次重开机会。最多两次机会，裁判盒软件出了（通过通讯或者生成了结果文件）成绩就不允许重试了。
- c) 物品不再提前公布，在赛前调试时，将会拿出部分的比赛物品供大家测试，另一部分在比赛时才公开。
- d) 在规定时间内（ $MaxTime$ ）内不能自动结束的，由裁判强行关闭软件。若没

有上传结果至裁判盒则使用结果文件进行算分，具体计分规则见第 6 小节；若没有结果文件则不得分。

5.3 评分方法

每个目标物包含 3 个测量属性。

- 1) Goal_ID。表示目标物的类别，外六角螺栓为 1，垫片为 2
- 2) Goal_A。表示目标物第 1 个测量数据。对于螺栓为螺纹部分外径，对于垫片为外径。
- 3) Goal_B。表示目标物第 2 个测量数据。对于螺栓为螺栓总长，对于垫片为内径。
- 4) Goal_C。表示目标物第 3 个测量数据。代表目标物垂直投影中心在桌面的区域编号，具体区域编号见下一小节。

对于单个目标物，仅在 Goal_ID 正确的情况下才会有得分。具体得分根据三个测量数据计算得到，**计算细节最终以比赛交流群中发布的补充说明为准。**

一轮比赛中一般具有多个目标物也可会有多类目标物。裁判盒软件会计算一个最优得分。计算以区域为单位，假设在一个区域 i 中，一个参赛队测量结果中有 n 个目标物，真值为 m 个目标物，则具体如下：

1) 依次对每一个测量目标物结果做如下操作（若 $n > m$ 则仅对前 m 个测量结果进行处理，超出数量会进行扣分处理，具体惩罚方式以比赛交流群中发布的补充说明为准）：

- a) 在真值目标物中找到 Goal_ID 一致且最接近得分最高的真值目标物。
- b) 记录测量目标物的得分，并在真值清单中删除对应记录。

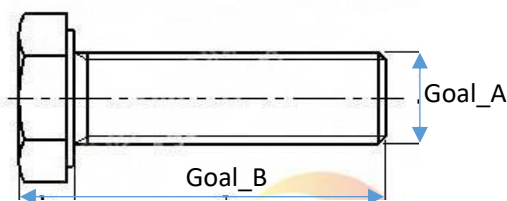
2) 计算所有区域测量物得分之和为 Sig，此轮目标物个数为 M，此轮比赛、此支队伍得分为 (Sig/M) 。**界面必须显示识别框，若无有效识别框，则裁判有权决定不计成绩。**

3) 时间分计算见第 6 节的评分表说明。

5.4 GroundTruth 说明

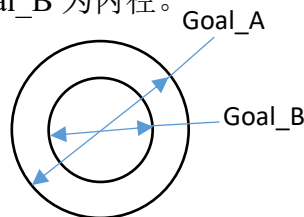
(1) 外六角螺栓

Goal_ID = 1。Goal_A 为**螺纹部分**的外径。Goal_B 为螺栓总长度。



(2) 圆形垫片

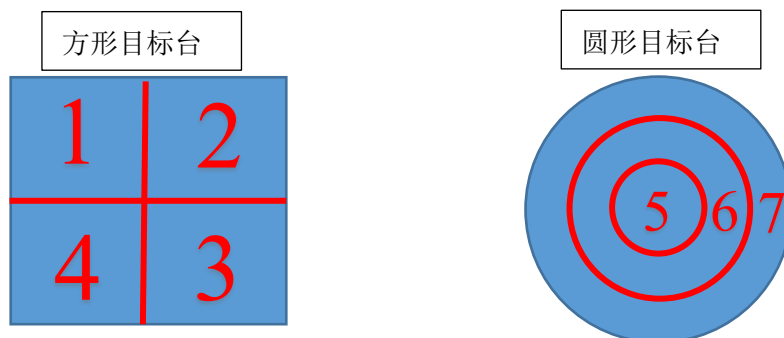
Goal_ID = 2。Goal_A 为外径。Goal_B 为内径。



(3) 目标台桌面区域编号

方形桌面平分为四个区域，编号为 1~4，其中 3，4 靠近摄像头一侧。

圆形桌面分为三个区域，编号 5~7，其中区域 5 外圆直径 20cm，区域 6 外圆直径 40cm。



(4) 参数取值说明

Goal_A、Goal_B 单位均为 mm，保留 1 位小数。

6. 评分表

在每轮比赛中，实物真值表由裁判测量后输入到裁判盒软件，打印后由裁判签字确认，如表 1 所示；每支队伍的得分表由裁判盒软件计算生成，打印后由队员和裁判签字确认，如表 2 所示。

表 1 测量真值表

比赛轮次:				
裁判签字:				
物品名称	物品真值			
	Goal_ID	Goal_A	Goal_B	Goal_C
目标物 1				
目标物 2				
目标物 3				
目标物 4				
目标物 5				
目标物 6				
目标物 7				
目标物 8				

表 2 实物测量单轮队伍得分表

结果文件名:					
队员签字:			裁判签字:		
物品 名称	实测值				物品 总分
	Goal_ID	Goal_A	Goal_B	Goal_C	
实物 1					
实物 2					
实物 3					
实物 4					
实物 5					
实物 6					
实物 7					
实物 8					
测量平均分					
测量时间分					
本轮总分					

注 1: 本轮总分为表中测量平均分与测量时间分 $TimeScore$ 之和, $TimeScore$ 按下式计算:

$$TimeScore = \begin{cases} MaxAvg \times TimeWeight, & \text{if } TotalTime \leq MinTime \\ 0, & \text{if } TotalTime \geq MaxTime \\ \frac{MaxTime - TotalTime}{MaxTime - MinTime} \times MaxAvg \times TimeWeight & \text{others} \end{cases}$$

$$TimeWeight = \begin{cases} \frac{MeasureScore}{FullScore}, & \text{if } \frac{MeasureScore}{FullScore} \geq MinProp \\ 0, & \text{others} \end{cases}$$

式中 $MaxAvg$ 为最大测量平均分, 即测量总得分满分情况下的平均分; $MeasureScore$ 为测量总得分; $FullScore$ 为测量满分值; $TimeWeight$ 为时间分权重; $TotalTime$ 为实际测量总时间; $MaxTime$ 为最大允许测量时间, $MinTime$ 为最快测量时间, 当 $TotalTime$ 小于等于该值, 则测量时间分设为 $MaxAvg \times TimeWeight$ 。

注 2: 暂定 $MinTime=20s$ 和 $MaxTime=50s$, 但最终的取值和时间分计算方案以技术交流群中发布的补充说明为准。

注 3: 测量结果文件必须通过网络通讯发送给裁判盒软件进行自动计分, 若通过结果文件手动输入到裁判盒软件计分, 则该轮总分扣除 10%。

7.赛程赛制

7.1 调试时间

正式比赛之前组织委员会安排各参赛队进行目标标定及测试，具体调试时间发布见赛场消息栏或技术交流群。

7.2 比赛轮次

正常比赛共有两轮，总成绩=第一轮平均得分*40%+第二轮平均得分*60%，总成绩相同则根据第二轮的成绩进行排名，若还是相同，则根据技术认证的分数进行排名。每轮的比赛说明如下：

- 第一轮，静态测量：使用一张静态目标台，目标台上平铺 15~30 个螺栓及垫片，存在目标物的叠放及相互遮挡，以及在地面上放置干扰物，要求软件进行实物测量，得到每个实物的 ID 以及其三个测量属性值。
- 第二轮，动态测量：使使用一张动态目标台，目标台上平铺 15~30 螺栓及垫片，存在目标物的叠放及相互遮挡，以及在地面上放置干扰物，要求软件进行实物测量，得到每个实物的 ID 以及其三个测量属性值。