

2023 中国机器人大赛暨 RoboCup 中国赛

竞赛规则

机器人先进视觉

3D 识别赛项

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。

3D 识别赛项主要聚焦于面向实际场景的智能视觉识别算法的性能考察，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。较往年，**更换了摄像头型号**，比赛在识别对象数量、场景复杂性等方面有一定提高。此外，比赛将继续使用裁判盒软件统计和打印比赛结果，简化比赛流程。

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。

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，发送相机转动信息，发送识别结束信号，发送识别结果文本等等。具体的通讯协议将在后续与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，参考界面效果如下图 1；需要转动相机时，在界面右下角显示如下图像（150*150 像素），5 秒后隐藏该图像。



⚠ 在点击开始按钮前界面上不得出现变化的数字信息、变化的图像标记，仅允许出现原始的图像、深度图像等，或是一些固定不变的标记点。

必须显示程序运行状态的信息（如空闲/识别中/结束/转动中 等）。软件不允许在代码层或界面层人为输入目标台的边、角、面，物品总数等信息。

- 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；

⚠ 本届比赛程序运行时间计入总分，裁判将通过界面上的状态提示来进行计时。比赛时裁判不再按停止按钮，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。

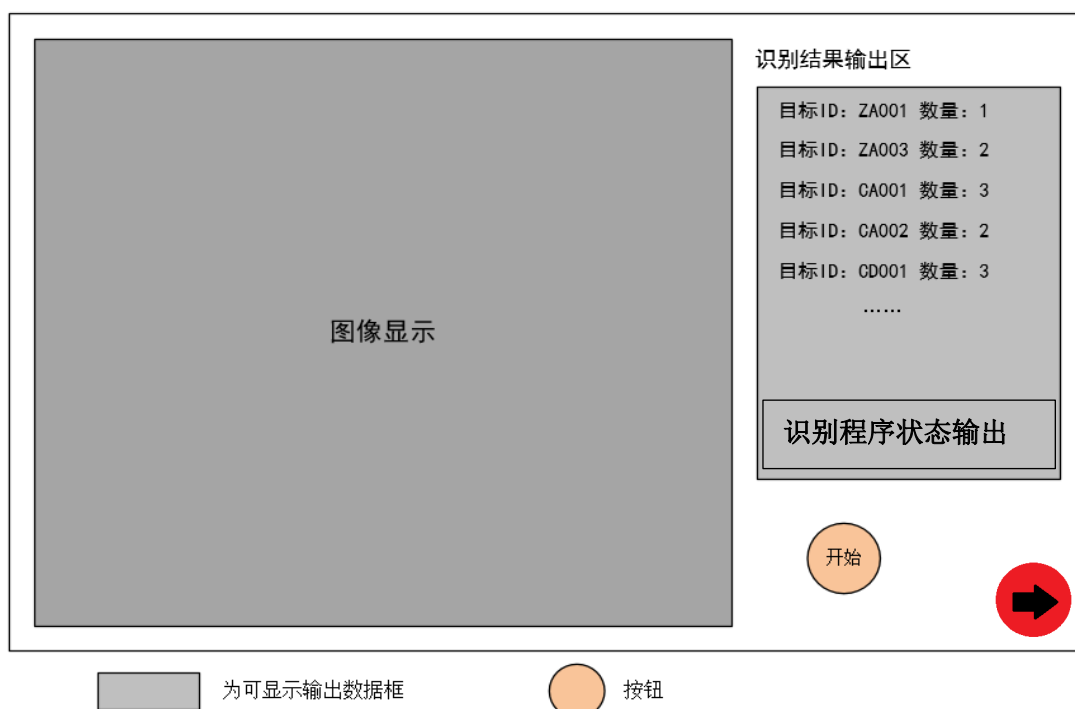


图 1 软件参考界面效果图

- 识别结果输出：

除通过通讯方式发送识别结果外，软件还需将识别结果按格式以文本文件形式保存，文件名为：报名单位英文缩写-队伍名英文缩写-Rx.txt，请将 R 之后的“x”替换为具体轮次（1 和 2），txt 为后缀名，保存的内容格式如图 2 所示，第一行为字符 START，之后的每一行显示各个识别物体的检测结果，

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。该结果文本文件在正常通讯失败时用于裁判盒软件快速计算比赛得分。

```
START
Goal_ID=CA002;Num=2
Goal_ID=CA005;Num=1
Goal_ID=ZE003;Num=2
Goal_ID=ZE005;Num=1
Goal_ID=ZB007;Num=3
Goal_ID=CD001;Num=2
Goal_ID=CD003;Num=1
Goal_ID=ZA002;Num=1
Goal_ID=ZC002;Num=1
Goal_ID=ZC012;Num=2
END
```

图 2 识别结果文本保存格式

- 需在桌面放置一个“识别.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_r 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：

- 目标台不同随机背景下的识别
- 目标台与相机不同距离下的识别
- 实物与贴纸的辨识
- 运动中物品的识别

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。主要内容为测试用笔记本电脑软硬件配置说明；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、物体识别等相关的 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项子项目，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，不同技术委员会的则算不同赛项）的，则需分别提交。

4. 比赛场地及器材

4.1 比赛场地

场地地面保留原样，不做特别的改动，技术委员会在得到场地信息后及时公布。

比赛场地包括测试台和目标台，均由大赛组委会提供。示意图如下：

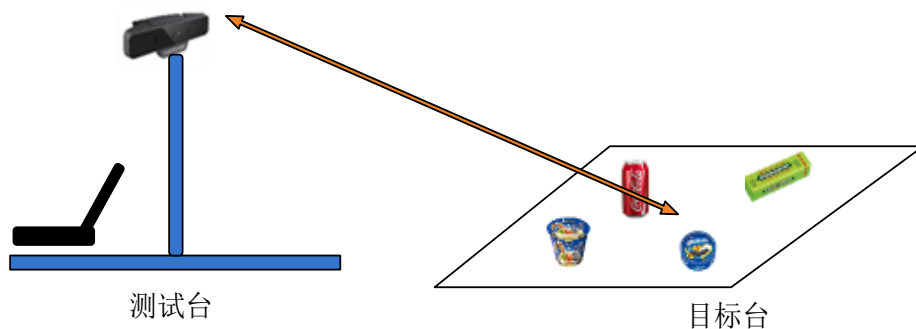


图 3 3D 识别比赛示意图

4.2 目标台

用于放置目标物体，分为方形和圆形两种，其中方形目标台为宜家 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。

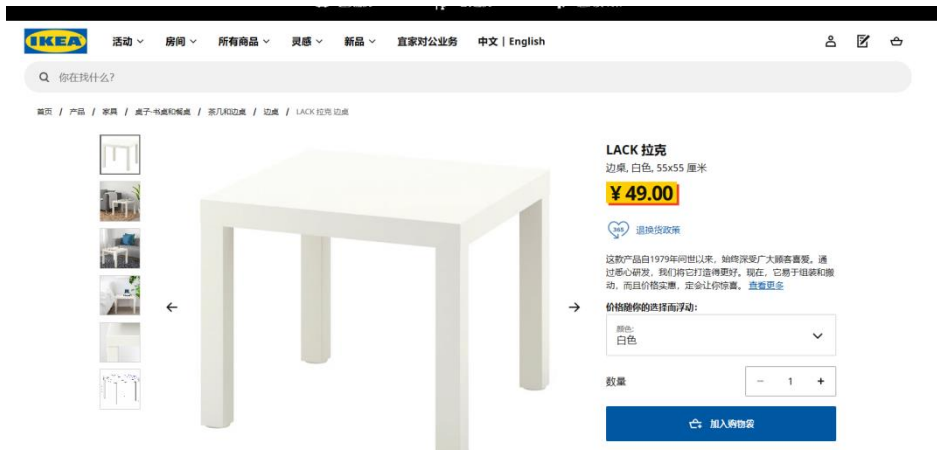


图 4 方形目标台

圆形目标台具有自动旋转的功能，其转动装置的转速为 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&abbucket=4#detail>



图 5 圆形转动装置

比赛时，圆形转台上放置一块半径 30cm，厚度为 5mm，双面磨砂的亚克力板。整个转动装置放置于一个支架上，亚克力板放置在转动装置上，亚克力板的中心与转动装置的中心重合，背景纸贴在亚克力板上，物品放置在背景纸上，实物图如下所示，目标台整体覆盖住支架上表面和转动装置：



图 6 圆形目标台实物图

目标台背景颜色不限定（可能为混合色），由裁判或志愿者现场决定。

4.3 干扰

(1) 干扰贴图：赛前不再发布指定的贴纸。比赛时由志愿者拍摄实物图片、或从网上查找与实物相近的图片，并进行彩色打印，随机贴于目标台背景纸上作为干扰项。

(2) 干扰物：比赛时裁判将随机选择一些不局限于比赛指定的目标物，放置于目标台周围地面上作为干扰物，干扰物摆放高度和位姿由裁判决定。

4.4 光源

(1) 比赛过程中未说明使用特定光源，则皆使用比赛场地自带光源。

(2) 特定光源：采用常见的夹式台灯，光源颜色为黄色和白色，功率为 7 瓦，示意图如图 7 所示。



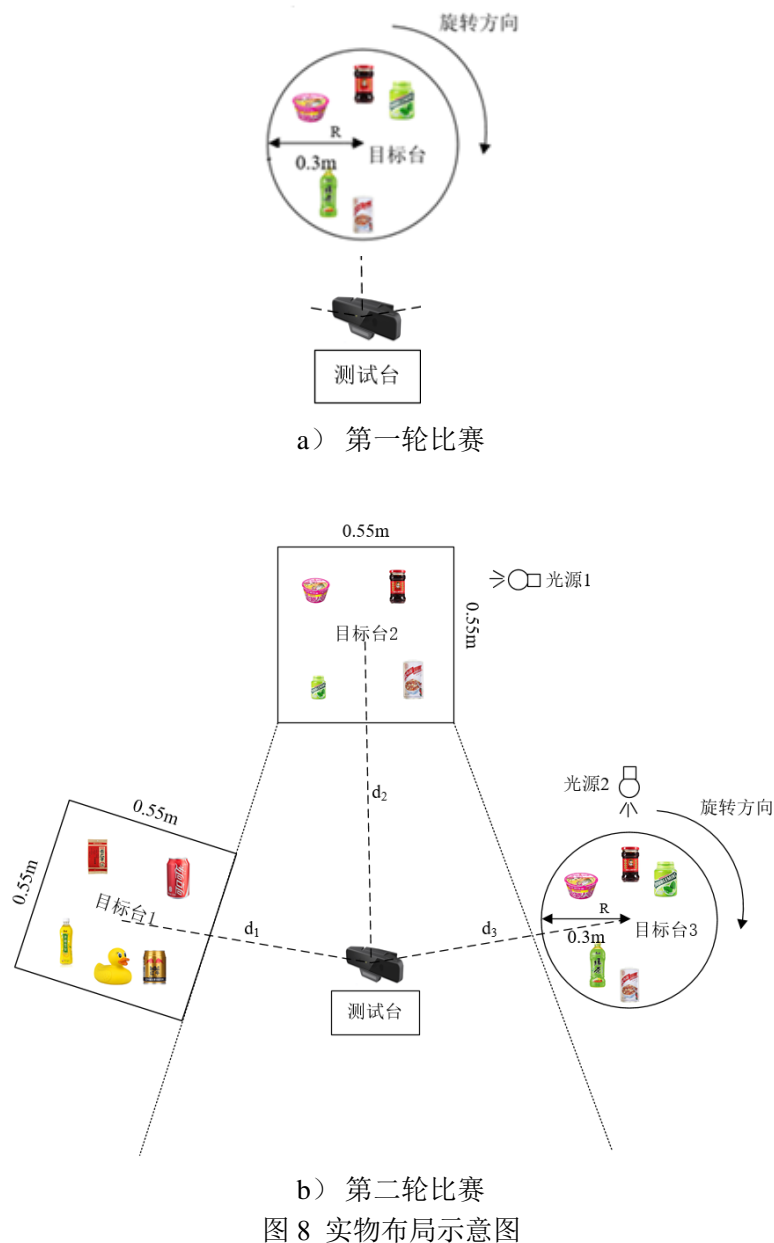
图 7 夹式台灯（左：黄光，右：白光）

4.5 赛场布局

比赛场地包括测试台和目标台，均由大赛组委会提供，布局情况如图 8 所示。

(1) 第一轮比赛时，仅有 1 张圆形转动目标台。

(2) 第二轮比赛时，3 张目标台呈三角形分布，其中 2 张为方形，1 张为圆形，方形目标台边长为 55cm，圆形目标台半径为 30cm，摄像头放在目标台所围成的区域内；3 张目标台中心到摄像头中心的距离分别为 d_1 、 d_2 、 d_3 ，都在 1.0 米-1.8 米之间，并且 $d_1 \neq d_2 \neq d_3$ ；光源 1 和光源 2 的颜色不相同，图中位置只是示例，具体选择哪张目标台、照射角度和光源颜色由裁判临场决定。摄像头由可电动旋转的支架进行固定，使其可以进行刚性的旋转以调节视角，参赛软件向裁判盒发送转动指令，再由裁判盒软件控制相机旋转到相应位置（本部分具体通讯协议将与裁判盒软件一起发布）。圆形目标台的旋转方向为顺时针，转速由裁判临场决定。3 张目标台上均覆盖随机的背景纸。



4.6 目标物

目标物为常见日用品、副食品、饮料和水果及未知物品，所有物品由组织委员会负责在比赛现场随机采购并在赛前调试当天公布部分物品，比赛时从所有物品中随机挑选。所有目标物的编号说明如表 1 所示：采用字母与后三位数字结合的编码方式。其中大类物品为两个字母，例如 CA001，首字母 C 代表为常见大类；第二字母表示大类中的具体细类，A 代表日用品、B 代表副食品、C 代表饮料、D 代表水果；未知物品首字母 W，未知物品在比赛现场由志愿者随机购买，并在赛前调试当天公布。后三位数字为物体在该类中的具体编号（未知物品编号在比赛现场公布）。常见大类物品见表 2 至表 5。其中常见大类物品，每类物品都有许多实际形式，图片仅为示意参考，组委会采购的物品的品牌及外观均

可与表中图片有差异，但所属类别不会改变。另外，比赛过程中，所有物品实际摆放的姿态任意（只要物品相对台面静止即可），由裁判临场决定。


 比赛中为了减轻转台负载，一些目标物有可能是空瓶或者有部分水。

表 1 目标编号说明

| 编号 | 物类 |
|-------|-------|
| CAxxx | 大类日用品 |
| CBxxx | 大类副食品 |
| CCxxx | 大类饮料 |
| CDxxx | 大类水果 |
| Wxxx | 未知物品 |

表 2 大类日用品列表（4 种）

| | |
|--|---|
| <p>编号：CA001 名称：抽纸</p>  | <p>编号：CA002 名称：卷纸</p>  |
| <p>编号：CA003 名称：香皂（去包装）</p>  | <p>编号：CA004 名称：瓶装洗手液</p>  |

2023 中国机器人大赛暨 RoboCup 中国赛竞赛规则

表 3 大类副食品列表（4 种）

| | |
|---|---|
| <p>编号：CB001 名称：罐装粥</p>  | <p>编号：CB002 名称：口香糖</p>  |
| <p>编号：CB003 名称：方便面</p>  | <p>编号：CB004 名称：薯片</p>  |

表 4 大类饮料列表（4 种）

| | |
|---|--|
| <p>编号：CC001 名称：罐装饮料</p>  | <p>编号：CC002 名称：瓶装饮料</p>  |
|---|--|

2023 中国机器人大赛暨 RoboCup 中国赛竞赛规则

编号：CC003

名称：盒装牛奶



编号：CC004

名称：瓶装饮用水



表 5 大类水果列表（4 种）

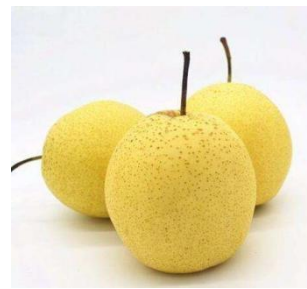
编号：CD001

名称：苹果



编号：CD002

名称：水晶梨



编号：CD003

名称：香蕉



编号：CD004

名称：猕猴桃



物体摆放姿态不限，并可能出现物体间叠放的可能。

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) 抽签决定比赛顺序。
- c) 由裁判随机决定每张目标台的背景纸类型。
- d) 裁判根据第 4 小节的比赛场地要求放置目标台、测试台和摄像头；摄像头与目标台的距离和视角由裁判根据摆放后的物品临场决定，确保摄像头能完整拍摄到整个桌面及所有物品。
- e) 裁判临场决定比赛中具体哪张目标台进行光源投射以及投射的角度。
- f) 物品的选取和摆放：每轮比赛的物品种类及其数量由裁判通过抓阄等方式随机决定，同类物品最多为 5 个；物品的具体摆放位置和姿态由裁判临场决定；用于干扰的物品图片的种类、数量及在桌面上的位置由裁判临场决定；场地干扰物放置由裁判临场决定。
- g) 在摆放好所有物品之后，裁判或志愿者将物品真值录入裁判盒软件。
- h) 由裁判临场决定转台速度设置。
- i) 识别过程：

第一轮：相机固定不动，由裁判点击开始按钮。点击开始按钮后在规定时间内，识别程序须自动停止，并上传结果，裁判盒软件自动计分。

第二轮：相机初始朝向方形台 1，识别软件就绪之后，由裁判点击开始按钮进行识别，识别过程中，参赛队编写的识别软件自动向裁判盒软件发送旋转指令，由裁判盒软件控制相机旋转朝向至下一个目标台（相机仅向一个方向转动，转至目标台 3 后不再转动）。在规定时间内，识别程序需要自动停止，并上传结果，裁判盒软件自动计分。

- j) 裁判打印得分明细表，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，软件第一次识别成功则不再给与重试机会，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) 3D 识别干扰物包括图片干扰物和桌子之外的实物干扰物；图片干扰物，现场随机打印，摆放不限个数；桌子之外的实物干扰物，随机选择，调试时不提前公布，摆放方式不限（可能堆叠）。
- d) 物品不再提前公布，直到在赛前调试时，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。

- e) 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生成的结果文件进行算分, 具体计分规则见第 6 小节; 若没有结果文件则不得分。

5.3 评分标准

总分=识别准度分+识别时间分。识别准度分按下表计算。

表 6 评分标准

| 分项标识 | 分项解释 | 得分说明 |
|---------------|----------------|--|
| Goal_ID 及 Num | 目标物品的 ID 号及其数量 | 识别到的物品 ID 和 Num 都与真值相同, 则得 3 分; 物品 ID 不在真值列表中, 则扣 3 分; 如果物品 ID 正确, Num<真实值, 则得分=(Num/真实值)*3; 如果物品 ID 正确, Num>真实值, 则该物品不得分; 其余情况均不得分也不扣分。 |

注: 识别时间分见第 6 节。

6.评分表

在每轮比赛中, 实物真值由裁判输入到裁判盒软件, 按表 7 样式生成表格, 打印后由裁判签字确认; 每支队伍的得分表由裁判盒软件生成, 打印后由队员签字确认, 如表 8 所示。

表 7 单轮实物真值表

| 比赛轮次: | | |
|-------|------|-----|
| 裁判签字: | | |
| 物品名称 | 物品真值 | |
| | ID | Num |
| 实物 1 | | |
| 实物 2 | | |
| 实物 3 | | |
| 实物 4 | | |
| 实物 5 | | |
| 实物 6 | | |
| 实物 7 | | |
| 实物 8 | | |

表 8 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 | | 得分 |
| | ID | Num | |
| 实物 1 | | | |

| | | | |
|---------|--|--|--|
| 实物 2 | | | |
| 实物 3 | | | |
| 实物 4 | | | |
| 实物 5 | | | |
| 实物 6 | | | |
| 实物 7 | | | |
| 实物 8 | | | |
| 本轮识别总得分 | | | |
| 本轮识别平均分 | | | |
| 本轮识别总时间 | | | |
| 本轮识别时间分 | | | |
| 本轮总分 | | | |

注 1： 本轮识别平均分由本轮识别总得分除以实物种类得到。

注 2： 本轮总分为表中识别平均分与识别时间分 $TimeScore$ 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 $MaxAvg$ 为最大识别平均分，即识别总得分满分情况下的平均分； $MeasureScore$ 为识别总得分； $FullScore$ 为识别满分值； $TimeWeight$ 为时间分权重，当识别总得分占到识别满分的比值到达 $MinProp$ 时，才具有时间得分，否则得分为 0； $MaxTime$ 为最大允许识别时间， $MinTime$ 为最快识别时间，当 $TotalTime$ 小于等于该值，则识别时间分设为 $MaxAvg \times TimeWeight$ 。

注 3： 第一轮比赛 $MinTime=20s$ 、 $MaxTime=50s$ ，第二轮比赛 $MinTime=70s$ 、 $MaxTime=150s$ ， $MinProp=0.3$ 。具体比赛轮次内容见下节。

注 4： 识别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，具体调试时间发布请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*40%+第二轮*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：待识别物品为表 2 至表 5 中的物品以及未知物品，按照图 8(a)所示的布局，该目标台上共有 7~15 个物品，物品间可能存在遮挡；存在若干张物品贴图的干扰，存在场地干扰物，存在物体间的叠放，无特定光源照射。
- 第二轮：待识别物品为表 2 至表 5 中的物品以及未知物品，按照图 8(b)所示的布局，将物品放置在三张目标台上，每张目标台上共有 7~15 个物品，物品间可能存在遮挡；存在若干张物品贴图的干扰，存在场地干扰物，存在物体间的叠放；三张目标台中，有两张目标台分别要求在不同特定光源的照射下进行识别。