



首届北京市大学生“人工智能+”创新大赛
THE 1ST BEIJING COLLEGE STUDENTS' AI+INNOVATION COMPETITION

创享青春 智启未来

首届北京市大学生“人工智能+”创新大赛

北京市大学生“人工智能+”创新大赛 赛题规则

赛道 智核突破挑战赛

赛题 立体净界 立体空间清洁挑战

立体净界 立体空间清洁挑战赛题技术委员会

一、项目背景

智能清洁机器人是一种专门设计用于执行清洁任务的自动化机器人，又被称为环境提升机器人，它们被广泛应用于各类社区服务环境中，如商场、办公楼、酒店等，旨在减轻人力负担，提高清洁效率，并提升场景的卫生状况。智能清洁机器人通过搭载激光雷达，立体视觉相机、超声/TOF 模块等感知传感器、搭配机载自主定位系统，路径规划系统和智能算法来自主感知周围环境和自主导航完成清洁任务。它们能够识别障碍物、避免碰撞，并规划有效的清洁路径。

目前，清洁机器人我们较为熟知的主要有家用扫地机器人，家用扫地机器人在相对简单且封闭的家庭场景中可以有效提升地面整洁度，减轻打扫负担，而在复杂的商业社区场景的清洁，则是对于智能清洁机器人真正的挑战。相对于家用扫地机器人来说，商用清洁机器人由于其面临环境更加复杂，安全要求也更加苛刻，需要应对复杂的光照变化、各种类型的退化环境、跨楼层等多种挑战，更要克服自身重量较大、通行各类滚梯扶梯、避让川流不息的行人等多种困难，为了应对上述挑战，国内清洁机器人公司依托于逐渐成熟的低速自动驾驶技术的赋能商用清洁机器人产品，可自主完成扫地、洗地、尘推等作业，但在智能导航路径识别、地图构建和相关算法等方面尚有一定差距，多数处于正在研发、试制、并逐步开始量产的阶段，技术尚未完全成熟，因此尚不能完全满足客户的需求，市场渗透率尚不足 1%，对于行业公司来讲，如何突破技术壁垒，实现真正的智能化无人清洁，还有很长一段路要走。

北京正全力打造具有全球影响力的人工智能创新策源地和产业高地，尤其重视智能服务机器人在商用场景中的技术突破与产业应用。本赛题以“餐厅立体清洁”为切入点，瞄准商用清洁机器人尚未成熟的市场痛点，推动多模态感知、SLAM、机械臂控制等 AI 关键技术在实际场景中的集成与验证，符合北京推动 AI 从实验室走向产业应用的战略方向，通过沉浸式的竞赛实践过程，参赛队伍得以深刻洞察自身掌握的前沿技术如何巧妙赋能现实商用清洁场景。

二、技术委员会

负责人：刘旭东 北京工业大学

成 员：梁建宏 北京航空航天大学

李宏才 北京理工大学

李海源 北京邮电大学

三、比赛内容及形式

参赛队伍需线下参赛，在赛场完成如下任务：

- 1) 机器人从出发区出发，规划出最优工作路线穿越大厅自主导航到餐桌旁。
- 2) 机器人将餐具内的剩余食物倒入车载泔水容器内，并将空的餐具放置在随车携带的餐具收纳装置中。
- 3) 机器人将桌面的餐余垃圾清理到垃圾桶内。
- 4) 机器人完成清洁任务后，穿越大厅返回出发区。
- 5) 在完成常规任务后，另设有挑战任务。

四、参赛人员要求

采用团队形式参赛，每支参赛队伍由 3-5 名队员组成，每支队伍须有 1-2 名指导教师。

五、赛事规则要求与评分标准

（一）任务目标

本赛项设定的场景为餐厅立体清洁，深度挖掘并融入该场景下诸多特有的复杂挑战因素，以此设计竞赛任务。参赛队需调动所学专业知知识，凭借自身的技术能力，通过创新性思维攻克行业应用中的棘手难题。为完成竞赛项目，参赛队需要进行清洁机器人的系统设计，编写清洁机器人的程序，完成立体清洁任务，根据机器人完成任务的时间、清洁的准确性、避障效果等，综合评定各参赛队的成绩。

（二）评分标准

1. 评分表：

得分项	分值	得分描述
开启清扫任务	10 分	机器人本体自主驶离出发区得 10 分。
进入大厅	10 分	机器人本体完全进入大厅得 10 分。
餐具清理及收纳	40 分	餐具内均放置有 5 个圆柱销钉模拟残余食物，机器人通过机械臂将餐具内圆柱销钉倾倒至车载泔水容器内，之后将餐具放入餐具收纳装置内。比赛结束后根据车载泔

		水容器内的圆柱销钉数量进行计分，每个 4 分，共计 20 分，餐具收纳盒中存在餐具得 20 分。
餐余垃圾清扫	20 分	机器人将餐桌上的餐余垃圾清扫到垃圾桶中，得 20 分。
成功返回出发区	20 分	机器人本体完全返回出发区得 20 分； 机器人本体未完全返回出发区得 10 分； 机器人本体没有进入出发区不得分。
随机障碍物	-10 分	比赛过程中如机器人碰撞随机障碍物造成随机障碍物倾倒，扣 10 分。
挑战任务	30 分	参赛队完成常规任务后，可选择挑战任务，挑战任务计时 60s，机器人需将指定桌面的三个不规则物品，放置在车载收纳装置中，物品外形大小不超过 5*5*5cm，成功放置在车载收纳装置中，每个 10 分，共 30 分。
比赛结束后，参赛队对本场成绩进行确认，如有疑问立即提出，成绩确认后不再接受对本场成绩的申诉请求。		

2. 评分细则：

1) 每支参赛队的提前调试时间为 10 分钟。所有队伍调试后，进行抽签，决定出场顺序。

2) 比赛开始前，如果轮到某参赛队比赛，而该参赛队 5 分钟内未能到达比赛场地，则视为本轮比赛弃权，按无成绩处理。

3) 参赛队进入场地后，裁判进行 3 分钟准备时间计时。同时，裁判放置随机障碍物。

4) 在 3 分钟准备时间内参赛队可以举手示意准备完成，立即开始比赛，一旦举手示意后即视为放弃剩余准备时间。如不主动举手示意，3 分钟准备时间结束后，直接开始比赛。裁判吹哨后开始计时，每场比赛时间为 5 分钟。

5) 在参赛队举手示意准备完成或准备时间结束后，机器人必须保持静止状态，提前启动受到第一次警告，第二次警告后成绩为 0。比赛开始时，机器人本体（本规则中的“机器人本体”描述，按照机器人垂直投影计算，包含机械臂及机器外挂部分，以下要求相同）必须全部位于出发区内，如果机器人没有准备好，需向裁判申请继续调试机器人，裁判正常开始比赛计时，机器人本体不能离开出发区（即机器人任何部位垂直投影覆盖到出发区外的地面，以下要求相同）。机器人本体离开出发区后，参赛人员不能再接触机器人或通过外部线缆连接机器人，如出现违规，按无成绩处理。

6) 开启清扫任务：机器人本体完全离开出发区得 10 分。

7) 进入就餐区域：机器人本体完全进入大厅得 10 分。

8) 餐具清理及收纳：餐具内均放置有 5 个圆柱销钉模拟残余食物，机器人通过机械臂将餐具内圆柱销钉倾倒至车载泔水容器内，之后将餐具放入餐具收纳装置内。比赛结束后根据车载泔水容器内的圆柱销钉进行计分，每个 4 分，共计 20 分，餐具收纳盒中存在餐具得 20 分。

9) 餐余垃圾清扫：机器人通过机械臂将餐余垃圾放置到垃圾桶内，比赛结束后根据垃圾桶存在垃圾得 20 分。

10) 成功返回出发区：机器人必须成功完成一次“餐具清理及收纳”或“餐余垃圾清扫”清洁任务，才可返回出发区，机器人本体完全进入出发区得 20 分，压边缘线进入得 10 分，未进入不得分，记录完成时间。没有成功完成一次清洁任务，此项不得分。

11) 结束比赛的判定：机器人完全返回出发区并停止运动，参赛队主动申请比赛结束，裁判停止计时；机器人压边返回出发前并停止运动，参赛队主动申请比赛结束，裁判停止计时；参赛队不主动申请，机器人静止超过 20s 比赛结束，裁判停止计时；若机器人无法正常比赛，经过参赛队伍与裁判双方确认后可提前结束比赛。

12) 挑战任务：参赛队完成常规任务后，可选择挑战任务，挑战任务计时 60s，机器人需将指定桌面的三个不规则物品，放置在车载收纳装置中，物品外形大小不超过 5*5*5cm，成功放置在车载收纳装置中，每个 10 分，共 30 分。进行挑战任务时，机器人本体必须位于出发区，餐桌尺寸为长 40cm、宽 30cm、高 30cm，桌子长边距离出发区 50cm，居中放置在走廊中。桌子外侧中间及两侧放置不规则物品。

13) 机器人必须自主运动，比赛中不允许任何人触碰机器人或通过无线、有线等方式控制机器人，如出现违规，按无成绩处理。

14) 比赛过程中，机器人的所有部件及装置均视为机器人的一部分。比赛过程中如果部件掉落，在比赛结束前任何人不得进行干预。

六、赛程赛制

比赛共进行两轮，每轮比赛只有一次挑战机会。参赛队伍在比赛前通过抽签决定比赛顺序，在所有队伍完成第一轮比赛后，再开始下一轮的比赛，第二轮比赛采用逆序的方式进行。取两轮比赛中最好成绩进行整体排名，得分高的排名靠

前，如果得分相同则用时少的排名靠前，如果用时也相同，作品资格认证排名高的靠前。

七、资格认证要求

参赛队在比赛前指定时间内，按照本赛项资格认证要求提交参赛资格认证材料，通过资格审核的队伍才能参加现场赛。

资格认证资料提交要求如下：

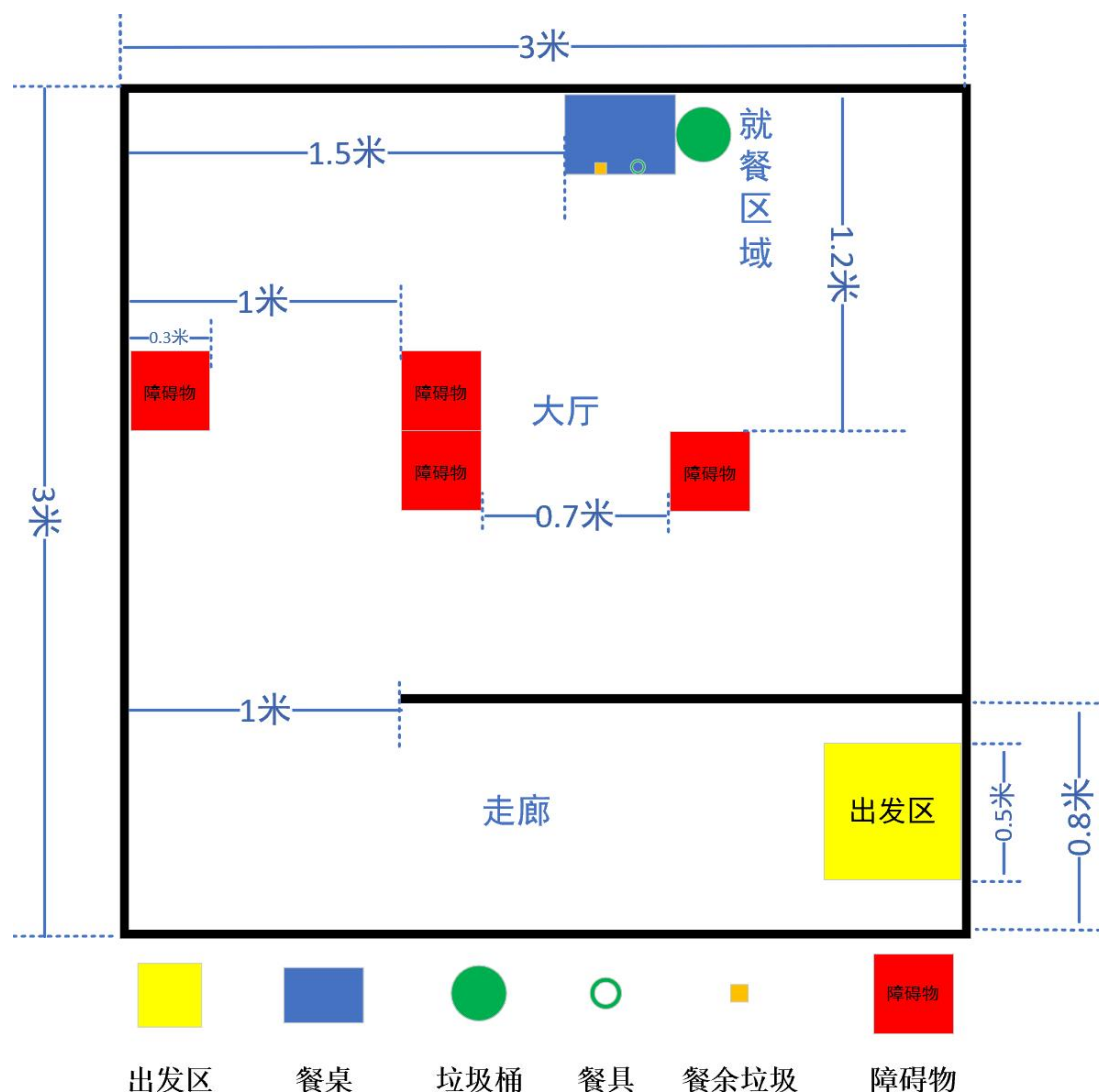
1) 根据竞赛规则要求，完成竞赛任务一镜到底的视频（可倍速），视频长度在 5 分钟以内，文件大小不超过 150M，视频格式为 MP4。（视频其余环节由参赛队自行设计，如竞赛任务准备过程、自行设计高难度任务展示、任务策略讲解、独特的程序算法讲解等）。

2) 作品技术报告（word 版，篇幅一般控制在 30 页 A4 内，模板后附）。文档内容建议：机器人介绍相关材料，概述参赛机器人相关的软件策略、硬件介绍，详细描述参赛队的参赛方案如独特的算法、程序框架、数据结构、或者硬件改进等，简述存在的问题和改进的途径。

3) 资格认证材料提交：请于 2025 年 12 月 21 日前提交资格认证材料（视频、技术报告）至报名系统。

八、比赛场地及器材

(一) 比赛场地说明



1) 比赛场地尺寸长和宽均为 3m，赛场四周及内部使用隔离板隔离，隔离板高度为 0.5m。出发区的尺寸为 0.5*0.5m。

2) 场地分为走廊、大厅和就餐区域，下方过道为走廊，宽度为 80cm。上方为大厅和就餐区域，就餐区域内放置一张餐桌，位置固定。餐桌上放置一处餐具（其中包含残余食物）、一处餐余垃圾，餐具和餐余垃圾的位置与排列方式均呈固定状态。此外，餐桌右侧放置一个垃圾桶，其位置同样固定不变。

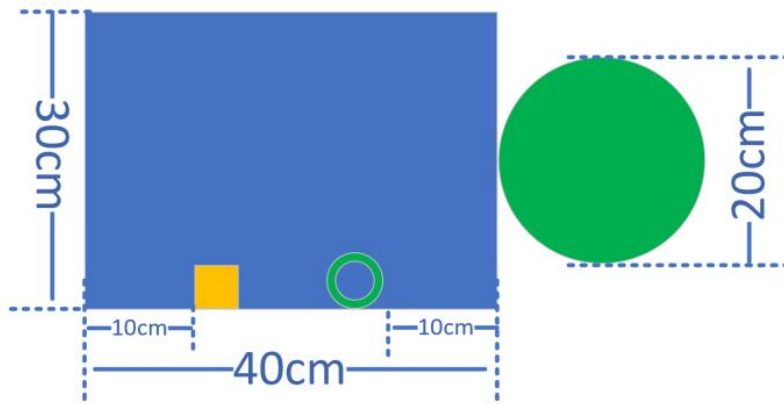
3) 比赛场地内布置 4 个固定障碍物，1 个随机障碍物。固定障碍物放置位置固定，固定障碍物尺寸为长 30cm、宽 30cm、高 30cm。随机障碍物由裁判随机放置，放置后预留机器人可通行通道大于 60cm，随机障碍物尺寸为长 15cm、

宽 10cm、高 35cm。

4) 比赛承办单位因客观条件限制, 提供的正式比赛场地的颜色、材质、光照度等细节, 可能与规则规定的标准场地略有差异。比赛队伍应认识到这一点, 机器人需要对外界条件有一定的适应能力。

(二) 比赛器材说明

1) 场地内的餐桌尺寸为长 40cm、宽 30cm、高 30cm。垃圾桶的尺寸为直径 20cm、高 15cm, 居中放置在餐桌的右侧。



2) 餐余垃圾与餐具放置位置如上图所示, 餐余垃圾下方贴有 AprilTag 二维码, 分辨率为 Tag36h11, 尺寸为 5*5cm, 信息为 2, 二维码底部距离地面 15cm。餐具下方贴有 AprilTag 二维码, 分辨率为 Tag36h11, 尺寸为 5*5cm, 信息为 1, 二维码底部距离地面 15cm。

3) 餐余垃圾为泡沫方块, 重量不超过 50g, 直径或边长不大于 4cm。餐具为 7 盎司一次性纸杯, 底部直径不大于 5.5cm, 高度不大于 8cm, 纸杯内放有 5 个圆柱销钉, 尺寸规格为 D5*10mm, 参考图如下:



九、机器人要求

- 1) 参赛队自行携带机器人设备参加线下比赛。
- 2) 机器人软件平台使用 Ubuntu 系统、ROS-Noetic 机器人操作系统。下位机使用国产 32 位单片机，上位机使用国产 ARM 架构芯片。
- 3) 机器人必须使用到以下环境感知传感器：单线激光雷达、RGB 相机、深度相机、IMU、超声波、TOF 测距等，通过多传感器信息融合处理实现场景任务。
- 4) 机器人底盘采用两轮驱动，长和宽不小于 25cm（不含机械臂等清洁机构及收纳装置），机器人整体重量不大于 10 千克。
- 5) 机器人使用不少于五自由度串联的机械臂作为清洁执行机构，机械臂末端使用柔性机械爪，机械爪可实现 0-90° 开关闭合，机械臂含机械爪总长度不大于 45 cm。
- 6) 车载泔水容器、餐具收纳装置必须位于机器人两侧，以机器人车头方向，左侧为泔水容器，右侧为餐具收纳装置。
- 7) 每场比赛前根据以上要求对各参赛队的机器人进行资格认证，该场比赛结束后可充电调试。

十、附加说明

（一）安全声明

1. 机器人的设计和制作不应对比赛现场的任何人构成任何危险。
2. 不得使用带有“发射”或者爆炸性质的装置，例如火焰、水、干冰、BB 弹、钢珠、可能导致缠绕或短路的线缆、爆炸性的鞭炮等装置。
3. 不得使用可能对人类有危险的装置，例如刀刃、旋转刀片、尖锐的金属针等。
4. 机器人不得采用其他手段可能对观众、参赛队员或者裁判员有人身伤害的危险。
5. 各参赛队应该对本队的机器人的安全性负责。

（二）比赛注意事项

- 1) 每个参赛队必须命名为：**队，并将队名标签贴于机器人显著位置，以

便于区分。

2) 各参赛队自备电脑、参赛用的各种器材和常用工具。

3) 每场比赛前进行资格认证, 包括重量、尺寸及规则条款的细则要求。

4) 比赛过程中只允许参赛选手(每支队伍不大于2人)、裁判员和工作人员进入比赛区域, 其他人员不得进入。

5) 参赛队如对判罚有异议, 必须出具有效的证据, 向现场裁判提出复议申请, 复议申请必须在下一轮比赛之前提出, 否则将不予受理。对于签字确认后的竞赛结果, 不再受理相关申诉。关于参赛资格的申诉需在赛前书面提出。当值裁判无法判断的申诉与技术委员会商议并集体作出最终裁决。

6) 比赛期间, 禁止使用各种设备控制或干扰他人的机器人, 一经发现, 将情况上报大赛组委会处理。

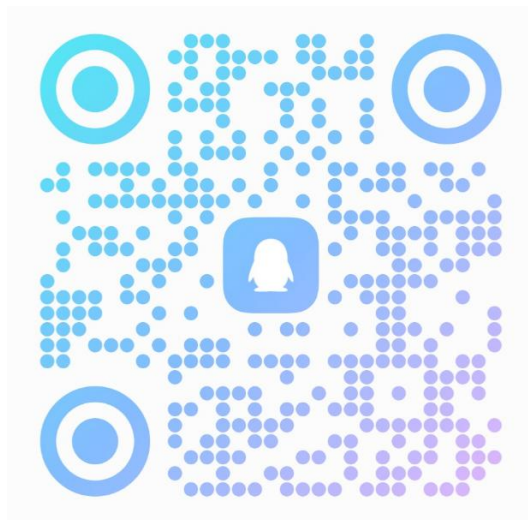
7) 有下列行为将被认定取消该场比赛资格, 即该队在这一场比赛判负: 使用任何手段, 包括但不限于使用粘接剂或者吸盘吸附、粘贴场地或者对方机器人。机器人故意导致或试图故意导致比赛场地、设施或道具的损坏。

8) 比赛过程中滋事扰乱比赛正常秩序无视裁判员的指令或警告, 围攻谩骂裁判员, 取消比赛资格并上报大赛组委会处理。

9) 对于本规则没有规定的行为, 当值裁判有权根据安全、公平的原则做出独立裁决。

10) 本赛项规则如有修改更新, 以比赛开始前最新发布版本为准。

11) 规则未尽事宜, 由技术委员会负责解释。



扫一扫二维码 加入答疑群

附件-技术报告模板

立体净界 餐厅立体清洁挑战

技术报告

队伍名称：_____

学校名称：_____

指导老师：_____

参赛学生：_____

提交日期：_____

一、项目概述

正文字体为宋体小四，1.5 倍行距。

二、机器人结构及硬件介绍

三、软件系统设计

四、核心算法与创新点

五、测试与优化

六、比赛表现与总结

七、附录