

服务机器人竞技 D 竞赛规则

2025 中国智能机器人格斗及竞技大赛

服务机器人竞技 D 竞赛规则

目录

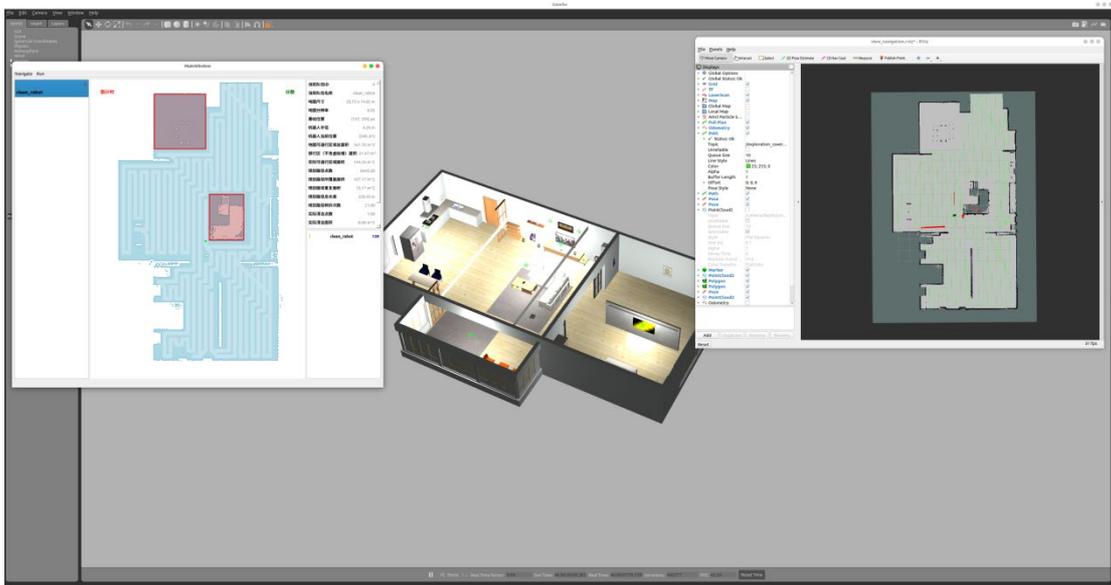
一、竞赛介绍.....	3
二、仿真场景说明.....	3
三、仿真平台要求.....	4
四、线下赛规则.....	4
4.1 任务目标.....	4
4.2 比赛过程.....	5
4.3 评分标准.....	5
4.4 赛程赛制.....	8
4.5 附加说明.....	8

一、竞赛介绍

服务机器人竞技 D 赛项模拟清洁机器人在复杂环境中的工作场景，考察路径规划算法的效率和适用性。参赛者需在给定的仿真环境中，通过自定义服务生成全覆盖路径规划，综合考虑机器人宽度、地图数据和禁行区等因素，完成清洁任务。

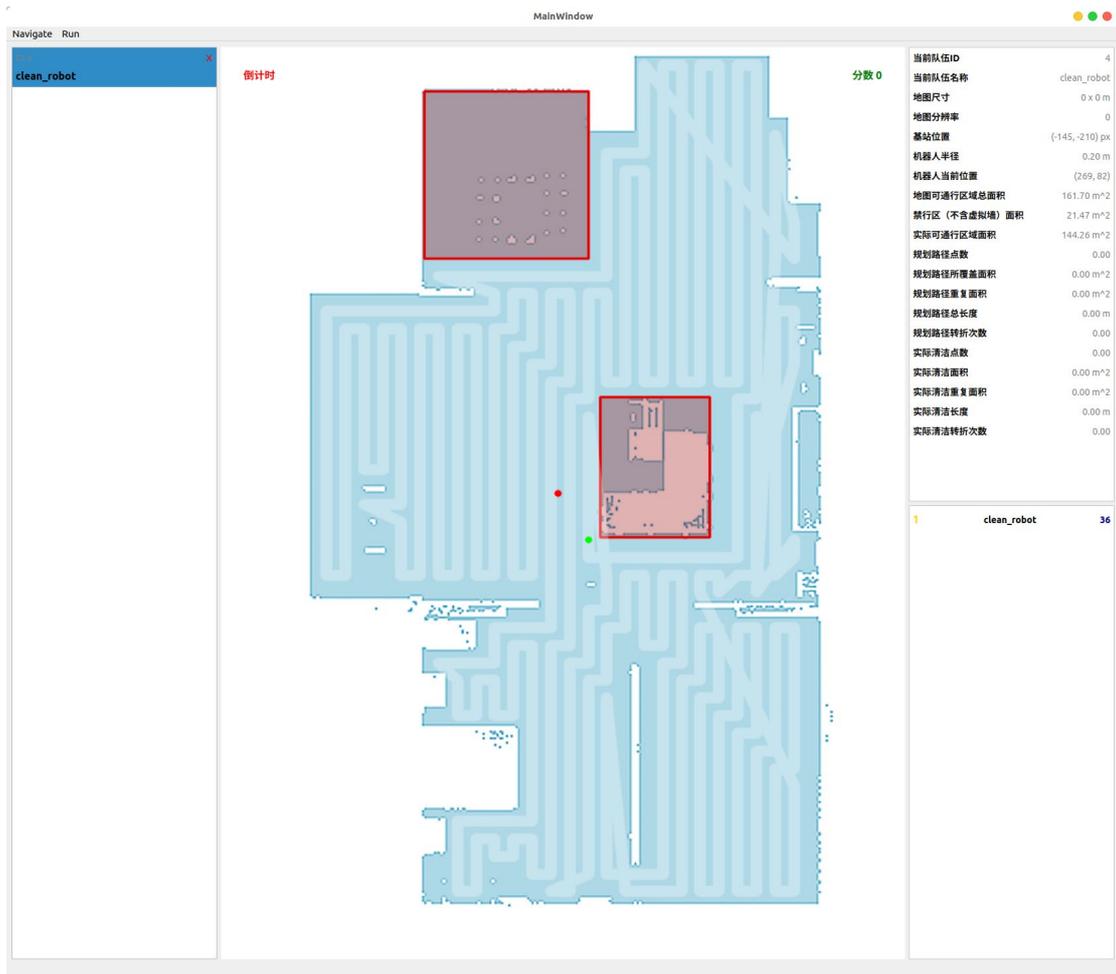
二、仿真场景说明

比赛在仿真的室内环境中进行，场景地图可通行总面积 161.70 平方米，禁行区面积 21.47 平方米，实际可通行区域面积 144.26 平方米。仿真场景如下图：



裁判系统如下图所示，左侧是队伍编辑区域，中间是机器人实时位置更新与路径展示，右侧上方是机器人当前竞赛运行数据，右侧下方是得分排行榜实时更新。

服务机器人竞技 D 竞赛规则



三、仿真平台要求

参赛队伍采用统一的仿真软件平台-智幻。2025 年比赛现场提供的比赛主机参数如下：

- CPU：四核，主频 2.7Ghz-4.5Ghz，睿频加速技术。
- GPU：48 核心、300 兆赫基本频率。

四、线下赛规则

4.1 任务目标

参赛者需开发一个名为 `generate_planning_path` 的 ROS 服务。该服务需根据

仿真环境中的地图数据、禁行区信息以及固定的机器人半径宽度，由参赛者自定起点和终点，生成覆盖所有可通行区域的规划路径。路径输出需符合 `nav_msgs.msg.Path` 格式，具备高覆盖率、低冗余率，并为机器人提供高效的导航。

4.2 比赛过程

参赛者将开发的功能包提交至智幻仿真软件平台。裁判系统会运行服务，调用参赛队提供的功能包，并通过一定时间内的实际执行模拟任务的过程，对路径规划的表现进行详细记录与分析。裁判系统将基于路径执行的实际覆盖率、冗余率、清洁效率为指标，为参赛者的方案进行评分。

- 覆盖率评分基于路径覆盖面积与可通行区域面积的比例进行计算，得分按基准分值进行调整。路径覆盖面积越接近可通行区域面积，评分越高，覆盖不足会显著降低得分。
- 冗余率评分根据路径重复覆盖面积与可通行区域面积的比例计算。重复覆盖面积越小，评分越高，冗余过多会导致得分降低。最终得分按基准分值进行调整，体现路径规划的精确性。
- 清洁效率评分综合路径总长度和转弯次数的偏离程度进行评估。路径长度和转弯次数越接近理想值，评分越高。当偏离程度较小时，得分下降幅度较小。当偏离程度较大时，得分下降更快，表现出对效率的严格要求。

上述指标，由裁判系统进行判罚，裁判系统会不断获取仿真场景中机器人在地图中的实际位置，并记录机器人行走过的路径，输出覆盖率，冗余率与情节效率评分。

4.3 评分标准

1) 得分计算方法

覆盖率计算公式：

$$\text{coverage_score} = \text{base_coverage_score} \times \left(\frac{\text{cover_area}}{\text{real_passable_area}} \right)$$

路径实际覆盖面积对应场景总面积的比率的百分比再乘以覆盖率基本系数，覆盖率是评价路径的最重要指标，基本系数（上面公式的 `base_coverage_score`）为 100。

`base_coverage_score`: 基准分值，设为 100。

`cover_area`: 路径覆盖的总面积（可以是规划路径或实际路径的面积）。

`real_passable_area`: 可通行的总面积。

冗余率计算公式：

$$\text{redundancy_score} = \text{base_redundancy_score} \times \left(1.0 - \frac{\text{cover_repetition_area}}{\text{real_passable_area}} \right)$$

裁判系统将场地地图分割成 5cm*5cm 大小的栅格，裁判系统自动监控机器人行走的重复路径，即地图上某个栅格机器人重复踏入多次（每踏入一次都计算一次面积），踏入超过 1 次的面积计算到重复路径面积中。冗余率为重复路径的面积与可通行面积的比例乘以基本系数（50）。

`base_redundancy_score`: 基准分值，设为 50。

`cover_repetition_area`: 路径重复覆盖的面积。

`real_passable_area`: 可通行的总面积。

效率计算公式：

综合评分公式：

$$\text{efficiency_score} = \text{base_efficiency_score} \times \text{length_factor} \times \text{turn_factor}$$

路径长度评分因子：

$$\text{length_factor} = \begin{cases} 1.0, & \text{if } \text{cover_distance} \leq \text{ideal_path_length} \\ \exp\left(-k \times \frac{\text{cover_distance} - \text{ideal_path_length}}{\text{ideal_path_length}}\right), & \text{if } \text{cover_distance} > \text{ideal_path_length} \end{cases}$$

转弯次数评分因子：

$$\text{turn_factor} = \begin{cases} 1.0, & \text{if } \text{cover_turn_count} \leq \text{ideal_turn_count} \\ \exp\left(-k \times \frac{\text{cover_turn_count} - \text{ideal_turn_count}}{\text{ideal_turn_count}}\right), & \text{if } \text{cover_turn_count} > \text{ideal_turn_count} \end{cases}$$

规划效率与路径期望长度与转弯个数相关，一般来讲，同样的覆盖率，必然转弯越少效率越高。计算公式如上图所示。

`base_efficiency_score`: 基准分值, 设为 20。

`cover_distance`: 规划出路径总长度。

`cover_turn_count`: 规划出路径转弯次数。

`ideal_path_length`: 理想路径总长度。

`ideal_turn_count`: 理想路径转弯次数。

`k`: 衰减因子: 偏离越大, 衰减系数越高。

理想路径总长度是指在最佳规划条件下, 机器人覆盖整个可通行区域所需要的最短蛇形路径长度。

理想转弯次数是指机器人在清扫过程中蛇形路径所需的最少转弯次数。

2) 仿真软件平台和裁判系统的接口说明

本赛项专注于路径规划系统的设计, 参赛队按照指定格式设计路径规划程序, 发布方式为 ROS 服务, 裁判系统请求该服务, 参赛程序接收到请求后反馈路径, 该路径为一系列目标点的合集, 仿真系统内的机器人将按照顺序执行路径, 并开始计算得分, 接口如下所示:

服务名称: `/generate_planning_path`

服务类型: `nav_msgs/GetPlan`

请求类型: `nav_msgs/GetPlanRequest`

响应类型: `nav_msgs/GetPlanResponse`

如何调用该接口, 请参考仿真软件平台内的模板程序 `ccpp_plan_template`, `src/ccpp_plan_template.cpp` 为 c++ 示例, `scripts/ccpp_template.py` 为 Python 示例。

3) 评分标准

1) 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。参赛队进入场地后, 裁判进行 10 分钟准备时间计时。

2) 仿真软件平台内有一个固定的 ROS 工作空间, 参赛队在 10 分钟准备时间内部署 ROS 功能包代码到本工作空间内, 并登陆裁判系统, 行为包含安装依赖项、编译代码、测试运行、设置队伍名称等, 在准备时间内参赛队可以举手示意准备完成,

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，准备时间 10 分钟到后，直接开始比赛。裁判发出比赛开始倒计时，吹哨后开始计时，每场比赛时间为 5 分钟。

3) 本赛项的评分以裁判系统评分为准。

4) **结束比赛的判定:** 在比赛时间内完成比赛任务或 5 分钟计时时间到比赛结束，若提交的功能包无法正常比赛，经过参赛队伍与裁判双方确认后可提前结束比赛。

5) 仿真软件平台内的服务机器人平台与可配备的传感器的模型，都是统一规定的，任何参赛队不得改变模型参数及场地参数。

4.4 赛程赛制

比赛只进行一轮，参赛队伍在比赛前通过抽签决定比赛顺序，按比赛成绩进行整体排名，得分高的排名靠前，如果得分相同则用时少的排名靠前。

4.5 附加说明

1) 各参赛队自备电脑、参赛用的各种器材和常用工具。

2) 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。

3) 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。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。

4) 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。

5) 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。

6) 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。

7) 规则未尽事宜，由技术委员会负责解释。