

第十二届“中国软件杯”大学生软件设计大赛

智能四足机器人电力巡检系统开发赛

一、比赛主题

电力系统安全对经济的发展起着无可替代的作用，任何一个环节发生事故，都可能带来连锁反应，会造成大面积的停电、人身伤亡、主设备损坏甚至造成全网崩溃的灾难性事故。变电站作为连接主干网和配电网的关键节点，如何保证它的正常运行直接关系整个电力系统的稳定安全。因此为了保证对变电站内主变、母线、开关等主要一次设备运行状态的实时监控，需要对变电站进行检查和维护。传统变电站监控和巡视采取人工方式，通过人的感官对设备进行简单定性判断，会存在着很多不足。如劳动强度大、工作效率低、检测质量分散、手段单一等不足，人工检测的数据也无法准确、及时地接入管理信息系统。并且，随着无人值守模式的推广，巡视工作量越来越大，巡检到位率、及时性无法保证。

为了满足对供电质量日益提高的要求，更灵活实用的变电站四足机器人巡视系统得以应用。相比于传统的轮式机器人，四足机器人面对复杂地形更加有优势，而利用深度学习技术来进行复杂环境的感知，为电力系统巡视工作提供实时智能分析与决策支持，也逐渐成为了重要趋势。

二、场地说明

场地大小：比赛场地尺寸为 450cm×550cm（图 1），材质为 PU 布或喷绘布，牵引赛道宽度约为 10cm。



图 1 比赛场地三维图

三、线下比赛任务

智能四足机器狗电力巡检系统开发赛任务是对一些现实巡检场景的模拟，切勿将它们与真实世界相比

3.1 线下赛总体流程

每支参赛队开始比赛后，首先启动“飞桨小汪”，并将“飞桨小汪”放置在牵引赛道标示起点前（即箭头指示方向红框启动区域）；“飞桨小汪”沿牵引赛道做路径规划，当到达任务区时，开始观察任务标志图，识别到任务标志物时，此时“飞桨小汪”需要对应动作，或者“飞桨小汪”发出警示（利用头部灯条发红色警示灯或者喇叭发出警示音 3 下）后继续前进，躲避障碍，越过台阶，行走至终点，完成比赛，每支队伍比赛时间为 15 分钟，最多有两轮比赛机会，取最好成绩记录得分，两次机会要求使用同一台智能巡检机器狗。

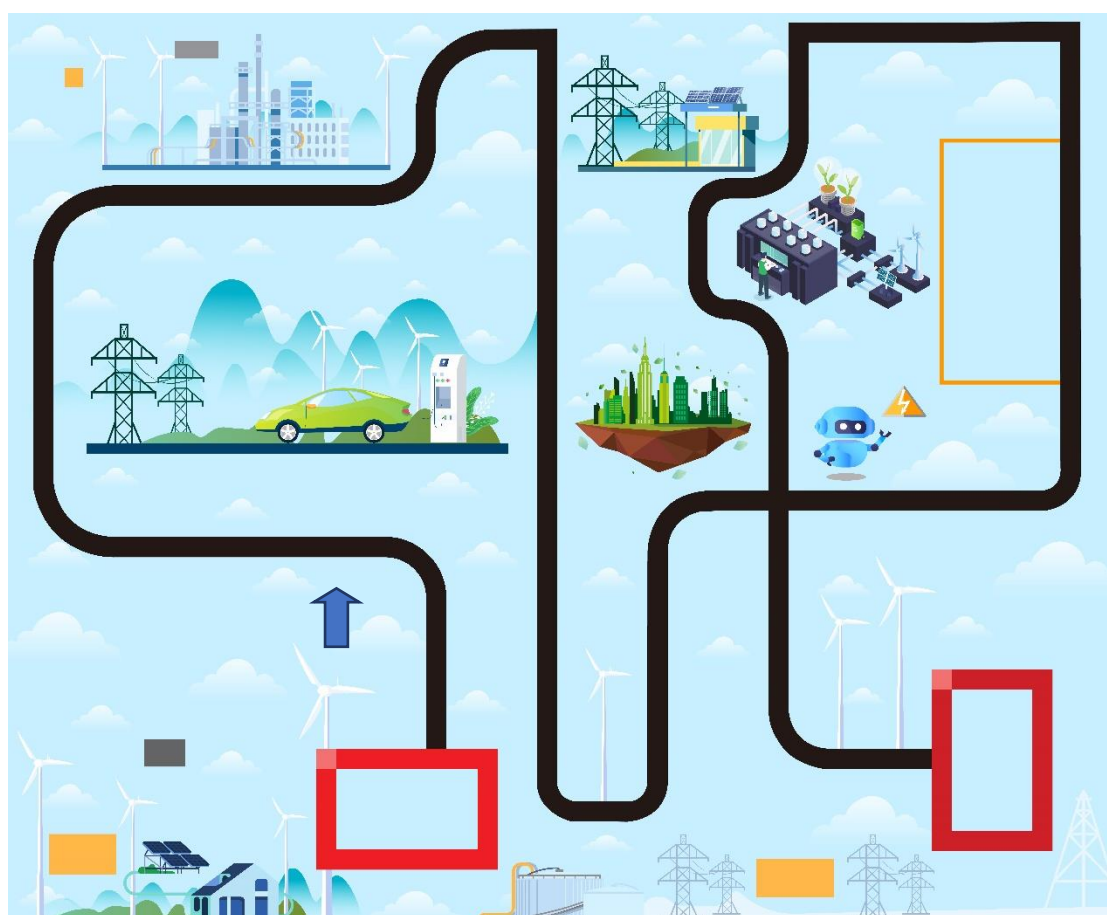


图 1 比赛场地二维图

3.2 具体任务划分

3.2.1 路径规划

“飞桨小汪”沿着牵引赛道进行自主行走，也可以做自主路径规划但是必须完成所有任务区。“飞桨小汪”在分岔路口，由自身的决策去决定路线。

3.2.2 巡检任务点

本次比赛巡检任务点会有火点检测，仪器仪表检测以及安全帽检测三项任务，大地图中有多条小的任务区域标记线，限定了任务区域一般位置（注意只在区域赛固定位置），图2中任务区域标志区会有四个小的任务道具区域，比赛时会随机放置一个积木墙，离地面约15cm处会随机有火点检测，仪器仪表检测以及安全帽检测三项任务图片行识别检测，图片大小为25cm×25cm。



图3 任务图片二维示意图

仪器仪表检测：当在积木墙上检测到仪器仪表时，需要做出一个抬头动作，并停留2-3s。

火点检测：当在积木墙上检测到火焰时，需要控制头部灯带发出红色报警光。

安全帽检测：当在积木墙上检测到没有佩戴安全帽的人时，需要控制头部灯带发出红色报警光，同时蹲下起立。当在积木墙上检测到已经佩戴安全帽的人时，需要控制头部灯带发出绿光，同时转一圈。

需要注意的是：区域赛是只有火点检测，仪器仪表检测两个任务，总决赛会在火点检测，仪器仪表检测以及安全帽检测任务中随机抽取两种待识别图样。

3.2.3 避障

“飞桨小汪”在路径规划过程中，会有一个障碍物（可由三个绿色泡沫砖叠成），需要自主完成避障任务。为了便于大家避障，在障碍物的中心可贴有型号为4×4，大小为60mm×60mm，ID编号为1的ArucoTag，大家可以利用场景信息实现巧妙的避障。

3.2.4 越障

“飞桨小汪”在路径规划过程中，会有一个台阶障碍，切换攀爬步态，完成越障，“为了便于大家越障，在楼梯正对赛道的一面可贴有型号为 4×4 ，大小为 $60\text{mm}\times 60\text{mm}$ ，ID 编号为 2 的 ArucoTag，大家可以利用场景信息实现巧妙的越障。

3.2.5 定位

“飞桨小汪”在最后需要停留在起点红框的范围内。为便于大家定位，可在停留区的中心贴有型号为 4×4 ，大小为 $60\text{mm}\times 60\text{mm}$ ，ID 编号为 3 的 ArucoTag。

四、线下赛比赛流程

4.1 赛具要求

宇树科技 Go1 Edu 版本，参赛时，当机器狗前方等摄像头意外无法正常工作以及本体 AI 感知推理板无法正常工作情况下可自行外挂 1 个摄像头+1 个百度 EdgeBoard 平台。除此之外，如果头部灯带无法正常工作，需要自行设计以及准备报警灯。

4.2 赛前布置与场地测试

4.2.1 场地布置

承办方会按照场地要求提前准备好场地，对应的模型尺寸符合规则，符合尺寸大小。

4.2.2 场地描述

任务区在比赛时会随机选一个小区域位置放置一个泡沫墙（由三个尺寸约为 15cm 高的灰色泡沫砖叠成），任务图片大小为 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ ，在泡沫墙上时离地面 15cm 。

4.3 赛前调试

4.3.1 赛前调试

比赛开始之前都会留出足够的时长进行调试，适应具体的任务做法，调试

时学生需要在裁判的监考下进行调试。

4.3.2 机器封存

调试时间结束，准备比赛。此时需要将机器狗统一放到一个固定区域进行等待，直至轮到该队伍进行比赛，，然后按照顺序进行比赛。

4.4 正式比赛

每支队伍都有两轮比赛机会，赛前会根据参赛队伍进行随机抽签获取各自比赛序号。

比赛流程：

4.4.1 喊到对应序号队伍时，选手进入比赛场地，拿出自己的机器，放到场地开始位置，并检测是否符合机器要求。

4.4.2 准备工作完成后，选手举手示意，裁判准备好全程计时后，示意选手开始进行比赛，机器狗开始运动后，裁判同时开始计时

4.4.3 选手进行比赛，并进行评分，如要结束比赛，选手举手示意比赛结束后，计时停止，比赛结束，或者比赛时间到，裁判喊出比赛结束，后续再完成任务无效。

4.4.4 比赛结束后，裁判会根据比赛过程中记录的成绩和参赛选手核对竞赛成绩，同时选手确认成绩后，需要在自己准备计分表上记录核对后的成绩，并最终确认签字。

比赛过程中：

4.4.5 不得随意干扰机器狗，选手需先向裁判人员提出人工干预申请，在裁判人员许可下，进行人工干预。

五、 比赛评分规则：

比赛为任务赛，其中得分最多者获胜，如果没能全部完成任务即未能完赛，将按任务得分与所用时间进行综合排名，得分相同情况下所花费时间越少队伍获胜。注意，机器狗无法回到终点均按照未能完赛评分。

各得分项如下：

- 路径规划得分：10 分
- 巡检任务一得分：30 分
- 巡检任务二得分：30 分
- 避障得分：10 分
- 越障碍得分：10 分
- 开始与终点得分：10 分

干预扣分：

若机器人无法正常行走，可申请人工干预，裁判允许后可以干预，但每次干预限时 10 秒，扣 10 分，且不允许沿赛道方向移动机器人，跨越赛道或沿赛道方向移动机器人导致赛程有效距离被人为缩短，取消本次成绩。限三次

巡检任务扣分：

“飞桨小汪” 做仪器仪表检测时，需要做出一个抬头动作，无抬头动作则未完成该项任务，得分为 0。

做火点检测时当在积木墙上检测到火焰时，需要控制头部灯带发出红色报警光，无红色报警光则未完成该项任务，得分为 0。

做安全帽检测时当在积木墙上检测到人没有佩戴安全帽时，需要控制头部灯带发出红色报警光，同时蹲下起立。发出红色报警光，无蹲下起立扣 10 分；蹲下起立，但无发出红色报警光扣 10 分，两者都无，得分为 0。当在积木墙上检测到人已经佩戴安全帽时，需要控制头部灯带发出绿光，同时转一圈。绿光，无转一圈扣 10 分；转一圈，但无发出绿光扣 10 分，两者都无，得分为 0。

超出避障区扣分：

“飞桨小汪” 在进行避障规划时，应始终处于黄色避障区中，如果机器人至少有一个腿超出黄色障碍区域，视为机器人超出避障区，扣 3 分

越障碍扣分:

“飞桨小汪”在进行越障碍规划时，四个足端应该全部在台阶上，如有足端落到地上，每个足端扣 2 分，没有越障则得分为 0.

定位不准扣分:

“飞桨小汪”最终的停止，机器人最终需要停留在起点红框范围内，若最终没有准确停留在终点区域内，将分以下几种情况进行罚时（如图 4 所示）：若机器人最终停留位置的投影有部分在终点区域的外，扣 3 分；若机器人最终停留位置的投影全部位于开始区域外，扣五分。

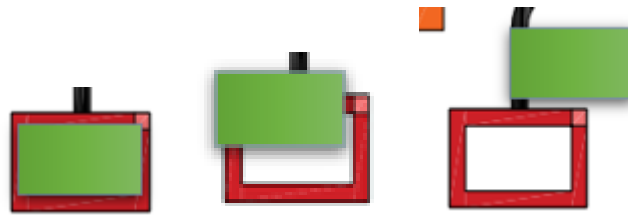


图 4 终点停留位置示意

六、 注意事项:

1. “飞桨小汪”无法正常行动时，选手需先向裁判人员提出人工干预申请，在裁判人员许可下，进行人工干预。比赛有 3 次人工干预机会，每次人工干预时间不得多于 10 秒钟，第 4 次人工干预则比赛结束。人工干预时只允许沿垂直于赛道的方向移动或转动机器人，不允许改变机器人与终点间所剩赛道的有效距离，人工干预时不允许通过点击机器人上的按钮或通过其他电气控制方式控制机器人，不允许重启机器人。

2. 机器人无法正常行动情况为无法有效移动，机器人在地图上无法有效移动 3 秒以内不视为无法正常行动，不接受干预申请。

3. 选手示意完成比赛之后，若四足机器人最终的停留位置投影落在终点区域内的面积为零，视为未能完赛。

4. 比赛场地环境为冷光源、低照度、无磁场干扰。但由于一般赛场环境的不确定因素较多，例如，场地 表面可能有纹路和不平整，边框上有裂缝，光照条件有变化等等。参赛队应考虑各种应对措施