

智能移动机器人应用与开发赛项

1 比赛主题

工业和信息化部、国家发改委、财政部等三部委联合印发了《机器人产业发展规划(2016-2020年)》，指出机器人产业发展要推进重大标志性产品率先突破。其中，“在工业机器人领域，聚焦智能物流、智能工厂，攻克智能机器人关键技术，提升可操作性和可维护性。智能机器人的日益普及和高速发展，必将引爆一场仓储物流智能化的变革，甚至是整个物流行业、制造业、生产和生活方方面面的智能化大革命。

本次比赛主题为“智慧物流”，比赛中，各参赛队要在规定的时间内设计和制作机器人以完成安检巡逻、货品分拣、产品配送等任务。本比赛项目旨在引导机器人参赛队研究、设计并制作具备优秀硬件与软件系统的一类智能机器人移动平台，逐步提高机器人多方面的运动控制能力与智能识别技术，提高学生的人工智能应用水平。

2 比赛场地

比赛场地是一个大小 2400mm×2100mm 的场地，由单个拼接式赛台、地图和任务模型组成，用于积分赛中单只队伍进行积分任务使用，图 1 是一个积分赛场地的实例，实际场地以现场公布为准。

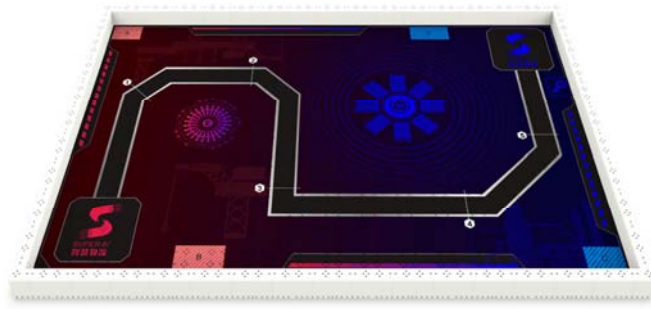


图 1 积分赛场地

2.1 拼接式赛台

2.1.1 赛台长 2400mm 宽 2100mm，是用可拼装的塑料部件拼接而成的。这些部件有边长 150mm 的方形小底板、边长 300mm 的方形大底板、150mm×70mm×50mm 的挡板及外边长 75mm 的转角等四种，如图 2 所示。

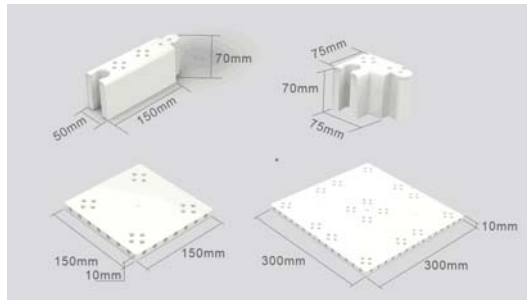


图 2 可拼装的塑料部件

2.2 地图

彩色喷绘的地图铺设在赛台的底板上。地图上有一个启动区和一个控制中心，由一条不规则黑色带状巡检道路连接，如图 4 示。

2.2.1 启动区是一个边长为 250mm 的红色方形区域，包括周围白色方框。它是自动任务机器人启动的区域。比赛开始后该机器人由此处出发前往任务区域。

2.2.2 控制中心是一个边长为 250mm 的蓝色方形区域，它是另一台机器人启动的区域，且一侧设置有一个放置密钥模型卡槽。

2.2.3 巡检道路是连接启动区与控制中心的黑色“道路”，道路两侧印有 15mm~25mm 宽的银白色边线，其内设置有五段标记线。

2.2.4 位置 A、B、C、D、E、F 分别代表六个任务模型放置的区域。

2.2.5 配送中心指场地四周围板中未放置任务道具的区域，是快递的放置位置。

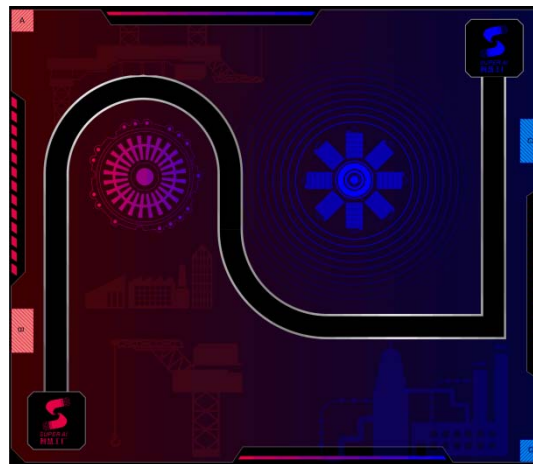


图 3 地图

2.3 赛场环境

2.3.1 比赛现场提供当地市电标准接口。如果参赛队需要任何电压或者频率的转换器，请自行准备。距离参赛队最近的电源接口可能与参赛队的指定调试桌有一定距离，请自备足够长的电源延长线，同时在现场使用延长线时请注意固定和安全。

2.3.2 比赛现场为日常照明。大赛组委会不保证现场光照绝对不变。现场可能有随时间而变的阳光，可能会有照相机或摄像机的闪光灯、补光灯或其它赛事未知光线的影响。

2.3.3 地图铺在赛台底板上，组委会尽力保证场地的平整度，但不排除场地有褶皱或不大于 5mm 的高差。赛台放在地面，也有可能架高。

3 机器人

3.1 每支参赛队必须设计、制作 2 台机器人。

3.2 机器人在启动区内的最大尺寸为 300mm 长、300mm 宽、300mm 高。离开启动区/控制中心后，机器人可以自由伸展，尺寸不限。

3.3 每台机器人只允许使用 1 个控制器，至多只允许使用七个电机（含舵机）。

3.4 当电机用于驱动轮时，只允许单个电机独立驱动单个着地的轮子。

3.5 每台机器人允许使用的传感器种类、数量、安装位置不限。

3.6 每台机器人必须自备独立电源，不得连接外部电源，自备电源电压不超过 9V。

4 比赛

4.1 机器人的任务

4.1.1 机器人在预编程序的控制下要分别从它们的启动区出发，完成一系列任务，最后进入终点结束比赛。按照任务完成的情况获得分数。

4.1.2 本届比赛中机器人的任务包括“自动任务”和“遥控任务”。“自动任务”须由启动区出发的机器人按照预编程序全自动运行并完成任务，“遥控任务”可由选手通过手柄等无线设备控制场上的两台机器人运动以完成相应任务。

4.1.3 除可移动的任务道具，场地内的任务模型以积木销、双面胶等方式固定在赛台及地图上，若机器人暴力推撞任务模型产生明显位移或损坏，则该任务将不得分。

4.2 自动任务

4.2.1 自动出发

4.2.1.1 比赛开始前，两台机器人分别放置于启动区和控制中心内待命。

4.2.1.2 比赛开始后，由启动区内的机器人携带一个密钥模型启动，并自动驶离启动区。

4.2.1.3 启动区的机器人在地面的正投影完全在启动区外即表示完成了出发任务，记 10 分。

4.2.1.4 每场比赛中，只有一次出发任务。

4.2.2 安检巡逻

4.2.2.1 场地图内设置有一条连接启动区和控制中心的巡检道路，该道路均匀分布有五条标记线。

4.2.2.2 比赛开始后，一台机器人从启动区出发，在机器人的地面正投影不脱离巡检道路的情况下，沿着巡检道路行驶至控制中心。

4.2.2.3 机器人的垂直投影接触到一条标记线即表示成功巡逻了一个路段，记 4 分。成功巡逻全部路段，可获得 25 分。本任务只能完成一次。

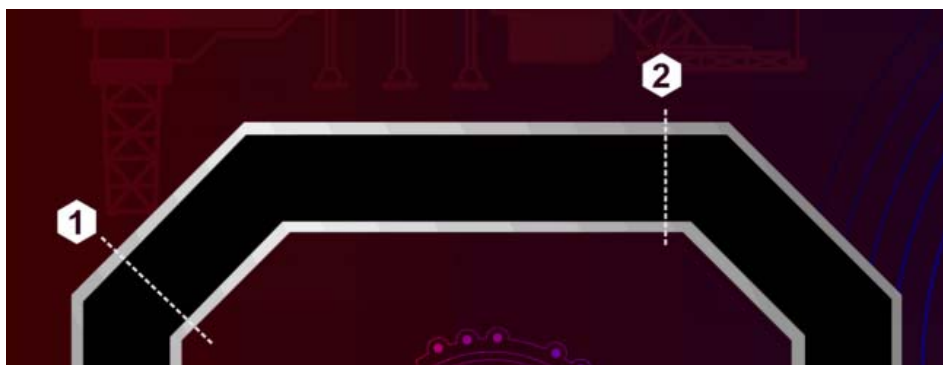


图 4 安检巡逻标记线

4.2.3 开启密钥

4.2.3.1 控制中心外设置有一个卡槽模型，如下图。

4.2.3.2 启动区出发的机器人携带密钥模型，沿着巡检道路自动行驶至控制中心。

4.2.3.3 机器人需将携带的密钥模型准确投入控制中心的卡槽内。

4.2.3.4 密钥模型的垂直投影完全进入控制中心的卡槽内，即表示完成开启密钥任务，记 30 分。本任务只能完成一次。

4.2.3.5 完成开启密钥任务后，选手可即刻拿起无线设备遥控场上的两台机器人完成后续的“遥控任务”；若未能完成开启密钥任务，则需等待比赛计时到达 40 秒后，方可拿起无线设备遥控机器人进行“遥控任务”。



图 5 密钥、卡槽的初始状态及开启密钥的完成状态

4.3 遥控任务

“遥控任务”在场地上设置有多处任务模型，可由选手使用无线设备场地内的机器人进行任务。

4.3.1 货架整理

4.3.1.1 场地内的位置 F 设置有一个货架。

4.3.1.2 货架放置有八个货物，分别为红、黄、蓝、绿四种颜色货物各两个。

4.3.1.3 机器人需将货架上的货物取下，并使货物与货架无接触，每整理一个货物记 1 分，该任务满分 8 分。



图 6 货架整理的初始状态及完成状态

4.3.2 货品分拣

4.3.2.1 场地内的位置 E 设置有一个分拣处。

4.3.2.2 分拣处内分别设置有红、黄、蓝、绿四个储物框。

4.3.2.3 机器人需将货架上的货物分类搬送至相同颜色的储物框内。每放置一个货物且正确放入颜色对应的分拣框内（货物的垂直投影完全进入该分拣框），记 4 分，该任务满分 32 分。

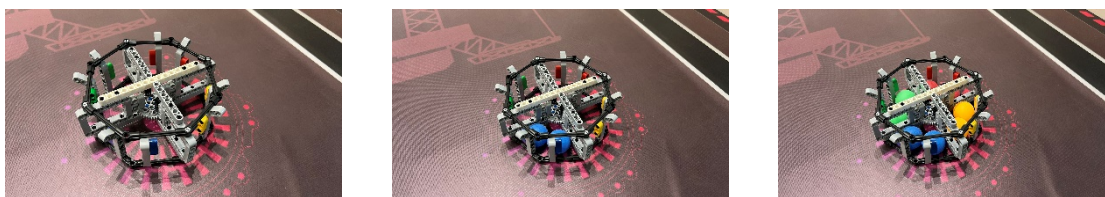


图7 货品分拣初始状态及货物分拣的完成状态

4.3.3 货物卸载

4.3.3.1 位置 C 设置有一个卸载货箱模型，货箱内装有 5 个紫色货物。

4.3.3.2 首先机器人需推动货箱向前倾倒，使货箱内的紫色货物离开货箱。

4.3.3.3 一个紫色货物与货箱不接触记 1 分，全部完成紫色货物卸出记满分 5 分。

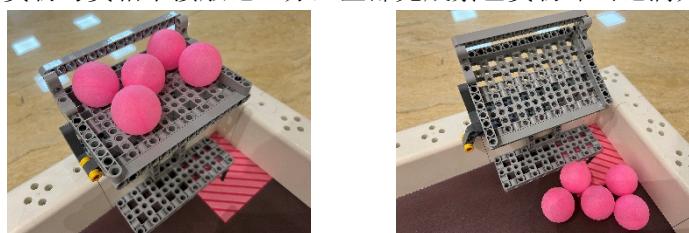


图8 货箱卸载的初始状态及完成状态

4.3.4 高效转运

4.3.4.1 位置 D 设置有一个转运货箱模型。

4.3.4.2 机器人需收集卸载货箱内倾倒入的紫色货物，将这些货物运送至转运货箱内。

4.3.4.3 一个紫色货物的垂直投影完全进入转运中心记 4 分，全部完成转运记满分 20 分。



图9 高效转运的初始状态及任务完成状态

4.3.5 精准配送

4.3.5.1 配送中心上设置有 20-30 个快递模型，分为蓝色、红色两种。快递模型由裁判在比赛开始前随机放置在配送中心的赛台围板上，并使两两间隔保持大致相同。

4.3.5.2 位置 E、F 分别设置乡村模型、城市模型。

4.3.5.3 机器人需从配送中心获取快递，并将其运送至对应位置，其蓝色快递模型需运送至乡村模型内，红色快递需运送至城市模型内。

4.3.5.4 快递的垂直投影与对应的乡村/城市模型保持接触直至比赛结束，则每成功配送 1 个快递记 2 分。

4.3.5.5 成功配送至乡村模型的蓝色快递，堆叠高度越高将获得更高的分值奖励，位于第 2、3 层的快递模型，每个加记 1 分，即每个记 3 分。位于第 4 层以上的每个加记 2 分。

4.3.5.6 成功配送至城市模型的红色快递，位于第二层隔板的快递，每个加记 2 分；位于第三层隔板的快递每个加记 3 分。同时上一层快递数量必须少于或等于下一层快递数量。

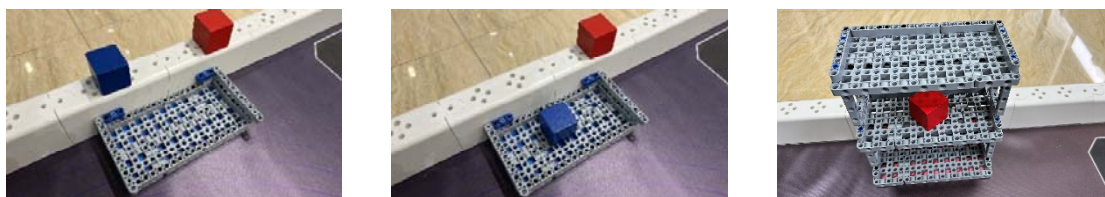


图 10 配送中心、乡村、城市模型的初始状态及完成状态

4.3.6 安全返航

4.3.6.1 在计时结束前，参赛队的两台机器人应返回启动区或控制中心。各参赛队可任意选择机器人返回的终点区域。

4.3.6.2 机器人在地面的正投影完全纳入终点区域即完成了安全返航任务。完成任务的每台机器人记 10 分。

4.3.6.3 每台机器人只能完成一次抵达终点任务。

4.5 赛制

4.5.1 参赛队按中职（高中）、高职两个组别进行比赛。

4.5.2 比赛以积分赛进行。

4.5.3 积分赛进行 2 轮，各组别选手按抽签确定的顺序轮流上场，并以积分赛总得分作为排名依据。

4.5.4 单场比赛时间为 180 秒。

4.6 参赛队

4.6.1 每支参赛队应由 2-6 名学生和 1-2 名教练员组成。

4.6.2 参赛队员应以积极的心态面对和自主地处理在比赛中遇到的所有问题，自尊、自重，友善地对待裁判员和所有为比赛付出辛劳的人，努力把自己培养成为有健全人格和健康心理的人。

4.5 比赛流程

4.5.1 机器人的编程与调试

4.5.1.1 搭建机器人与编程只能在准备区进行。

4.5.1.2 参赛队的学生队员经检录后方能进入准备区。裁判员对参赛队携带的器材进行检查，所有器材必须符合组委会相关要求，检查通过后参赛队员可以携带已搭建的机器人进入准备区准备。所有参赛学生在准备区就座后，裁判员将各个比赛场地布置完成。

4.5.1.3 参赛队员在准备区不得上网和下载任何程序，不得使用相机等设备拍摄比赛场地，不得以任何方式与教练员或家长联系。

4.5.1.4 参赛队员在准备区有 2 小时的调试和编制程序的时间。结束后，各参赛队把机器人排列在准备区的指定位置，封场，上场前不得修改程序和硬件设备。

4.5.1.5 参赛队在每轮比赛结束后，允许在准备区简单地维修机器人和修改控制程序，但不能打乱下一轮出场次序。

4.5.2 赛前准备

4.5.2.1 准备上场时，队员领取自己的机器人，在引导员带领下进入比赛区。在规定时间内未到场的参赛队将被视为弃权。

4.5.2.2 上场的队员，在裁判的允许下，将自己机器人分别放入启动区和控制中心内。机器人的任何部分及其在地面的投影不能超出启动区或控制中心。无线遥控设备需放置于裁判指定的赛台区域。

4.5.2.3 参赛队员应抓紧时间（不超过 1 分钟）做好启动前的准备工作，准备期间不得启动机器人，不能修改程序和硬件设备。完成准备工作后，队员应向裁判员示意。

4.5.3 开始比赛

4.5.3.1 裁判员确认参赛队已准备好后，将发出“5, 4, 3, 2, 1, 开始”的倒计时启动口令。随着倒计时的开始，队员可以用一只手慢慢靠近启动区内的机器人，听到“开始”命令的第一个字，队员可以触碰一个按钮或给传感器一个信号去启动该机器人，控制中心内的机器人等待启动区出发的机器人完成“开启密钥”任务或计时到达 30 秒方可启动。

4.5.3.2 在“开始”命令前启动机器人将被视为“误启动”。第 1 次误启动将受到裁判员的警告，机器人回到启动区再次启动，计时重新开始。

4.5.3.3 机器人一旦启动，就只能受自带的控制器中的程序控制。队员不得接触机器人。

4.5.3.4 启动后的机器人如因速度过快或程序错误将所携带的物品抛出场地，该物品不得再回到场上。

4.5.3.5 机器人应首先进行“自动任务”，并在完成“开启密钥”任务后，方可拿起无线遥控设备控制场地内的全部机器人进行“遥控任务”，否则需等待比赛计时到达 40 秒。

4.5.4 结束比赛

4.5.4.1 如出现下列三种情况之一，比赛即结束：

- (1) 两台机器人完成安全返航任务；
- (2) 180 秒倒计时到 0；
- (3) 参赛队员向裁判示意要结束比赛；

4.5.4.2 裁判以哨声结束比赛并停止计时、记录剩余时间。

4.5.4.3 如果两台机器人到达终点有先后之分，以最后一台机器人到达终点为准结束比赛

4.5.5 计分

4.5.5.1 每场比赛结束后要计算参赛队的得分。单场比赛的得分为基本任务分、备选任务分、附加任务分、剩余时间分之和。任务分以比赛结束后模型的最终状态，依据任务完成标准计分，详见 4.1 节。

4.5.5.2 剩余时间分为该场比赛结束时剩余秒数的一半，只有全部自动任务和遥控任务满分才可获得剩余时间分。

4.5.5.3 积分赛各轮比赛全部结束后，以各单场得分之和作为参赛队的总得分。

4.5.6 积分赛排名

某一组别的全部积分赛结束后，按参赛队的总分进行排名。如果出现局部持平，按以下顺序破平：

- (1) 某一单场得分高者在先；
- (2) 单轮剩余时间分高者在先；
- (3) 两轮总用时较少者在先。

5 犯规和取消比赛资格

5.1 未准时到场的参赛队，每迟到1分钟则判罚该队10分。如果2分钟后仍未到场，该队将被取消比赛资格。

5.2 第2次误启动将被取消比赛资格。

5.3 机器人在启动区外分离部件是犯规行为，扣除得分10分。情节严重时，可能会被取消比赛资格。

5.4 机器人以高速冲撞任务模型导致损坏将受到裁判员的警告，该场比赛的得分为0。第2次损坏任务模型将被取消比赛资格。

5.5 自动任务中机器人完全脱离巡检道路运动，为技术性犯规，扣除得分10分。

5.6 不听从裁判员的指示将被取消比赛资格。

5.7 参赛队员在未经裁判长允许的情况下私自与教练员或家长联系，将被取消比赛资格。

6 其它

6.1 本规则是实施裁判工作的依据。在比赛中，裁判长有最终裁定权，他的裁决是最终裁决。处理争议时不会复查重放的比赛录像。组委会不接受教练员或家长的投诉。

6.2 比赛期间，凡是规则中没有说明的事项由裁判委员会决定和解释。竞赛组委会委托裁判委员会对此规则进行解释与修改。在大多数参赛队伍同意的前提下，针对特殊情况（例如一些无法预料的问题和/或机器人的性能问题等），规则可作特殊修改。

附录 1

智慧物流记分表

参赛队： _____

组别： _____

自动任务			
任务	分值	第一轮	第二轮
自动出发	10 分		
安检巡逻	4 分/个，满分 20 分		
开启密钥	30 分、		
自动任务得分			
遥控任务			
货架整理	1 分/个，满分 8 分		
货品分拣	4 分/个，满分 32 分		
货物卸载	1 分/个，满分 5 分		
高效转运	4 分/个，满分 20 分		
精准配送	红色快递 1 层 2 分/个、2-3 层 3 分/个、4 层以上 4 分/个； 蓝色快递 1 层 2 分/个、2 层 4 分/个、3 层 5 分/个， (高层快递数量少于等于低层快递数量)。		
安全返航	10 分/台，满分 20 分		
遥控任务得分			
犯规扣分 10 分/次，最高 30 分			
剩余时间分 (180-完成时间) (0.5 分/秒)			
单场总分 (基本任务分+备选任务分+附加任务分+剩余时间分-犯规扣分)			
总分			

裁判员： _____

参赛队员： _____