

第二十三届电子设计大赛

赛题与规则策划案

1. 赛题简介

3021 年，世界大战后的核冬天，地表环境遭到毁灭性打击，各类废弃物漫山遍野，植被枯萎、动物灭绝，为了能够继续生存，人类也被迫转入地下。但由于地下的资源十分匮乏，人类生存与发展依然举步维艰。形势紧迫，人类急需从地表散布的废弃物中收集可用资源，同时清理地表，力求重建地球家园。为此，人类发明并制造了具有诸多专用功能的资源整理回收机器人，收集可用的废弃金属，并分类贮存。人类将其投放到地面上，希望它能够力挽狂澜，让人类重获新生。

“满目疮痍，唉……”，看到机器人实时回传的地面摄像，你不由得悲叹。

突然，你从画面中看到一颗陨石撞向地面，“bong!”……

周围一切都黑暗了，沉寂了。

……

你猛地坐起，发现这竟是一场梦，今天还在 2021 年。当你试图回想时，发现梦中的许多细节早已模糊，但有关回收机器人的神奇之处仍然深深烙印在你的脑海中：高效舒展的机械臂，可以利索的收集各类资源；高速快捷的勘探系统，能够敏锐的察觉各例深埋资源的强度；灵活智能的寻路中枢，使其无惧崎岖的地表、复杂的地貌和障碍物而快速直达目标点和仓库……宛如电影《机器人总动员》中的瓦力，却有着更高的灵活性与更强的动力。细节如潮水般涌现，仿若你就是它们的创造者，迫不及待地想为人类探索和搜寻可回收资源的希望。

在了解了如今的全球资源状况和回收现状后，你下定决心——复现这些机器人，实现高效精准的资源分类回收，保护地球家园，让人们永远不会面临枯竭的那一天！

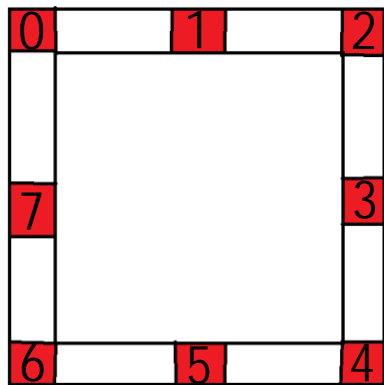
本次电子设计大赛以金属资源回收为赛题背景，参赛队伍的小车代表搜索金属资源的车辆，需要在限定时间内尽量多地完成收集金属资源、将金属资源运送到仓库的任务。

参赛选手需要在比赛规定的时间内自行组织任务，在规则允许的范围内完成任务，最终的任务完成情况直接影响选手的得分。每场比赛分为两个回合，比赛时间结束后，根据完成任务得分和犯规惩罚计算选手的总分，总分较高者胜出。若两参赛队伍总分相同，则加赛一场，直至两者分出胜负。

2. 场地说明

比赛场地是 $254cm \times 254cm$ 的正方形，分为宽度为 $30cm$ 的周边道路区域和边长为

194cm的中央区域。中央区域埋藏着 A、B、C、D 四种金属资源，周边道路区域分布着8个存放金属资源的仓库。四种金属资源对应着八个仓库，即每种金属资源可由两个仓库存放；其对应关系由上位机发送给小车。



3. 整体流程

每场比赛有两支队伍参加，分为两个回合，每个回合中两支队伍的小车分别先后上场运行，两个回合得分之和为选手的最终得分，两支队伍中得分高者获胜。如果平局，按第二回合的规则加赛一分钟，直到决出胜负。

比赛开始时，选手可将小车放置于周边道路区域。在裁判宣布比赛开始之后，小车方可运动。如果小车因突发故障无法继续运行，本回合比赛仍按照原有规则计分。若比赛中出现特殊情况，裁判可以宣布暂停比赛，处理突发情况。完成后，由裁判指定场地上各个装置以及小车的状态，并继续进行比赛。暂停与继续比赛的信号只能由裁判发出。小车启动后，不再允许参赛队员通过直接接触或其他各种可能的方式控制小车，每次违反这一原则将获得一个惩罚标记。当小车无法自主地行动时，参赛队员可在得到裁判的允许后将小车手动移回出发点，并获得一个惩罚标记。手动移动过程不能改变场地上其他设施的状态。比赛结束后，每有一个惩罚标记在最终得分上扣除50分。

4. 比赛细则

每场比赛有两支队伍的小车参与对抗，分为两个回合，每个回合中两支队伍的小车先后上场运行。

4.1. 第一回合

4.1.1. 场地配置

在第一回合，场地上会生成两个金属资源（第一回合金属资源不分种类；金属资源位置随机，但同一回合中两支队伍的金属资源位置相同）。

4.1.2. 小车获得的信息

小车会以 10Hz 的频率接收从上位机传来的“小车所在位置的绝对坐标”和“小车所在位置的金属强度值”。（这两个信息的细节见末尾附录。）

4.1.3. 回合任务

小车需要根据以上信息自行规划路径，收集场地上的两个金属资源（小车触碰到金属资源即视为收集到金属资源；“触碰”的判定见末尾附录），然后将这两个金属资源运送至任意一个仓库（第一回合仓库不分种类；小车触碰到仓库并停留 1s 即视为运送成功）。

除此之外，小车在第一回合还可以放置“信标”：让小车停在某个位置，点亮小车上的LED，即可在此处放置一个信标。小车在放置信标的同时，还可以指定该信标为存放某种金属资源的额外仓库（将被用于第二回合的任务）。每个队伍的小车在第一回合最多可以放置三个信标。信标在第二回合将被用于定位、障碍和仓库。

4.1.4. 计时规则

当小车将两个金属资源运送至仓库时，第一回合停止计时。第一回合限时 1min ，提前完成任务有额外加分。

4.1.5. 计分细则

- 1) 比赛开始时，令小车从任意一个仓库开进中央区域，得10分（车能动就得分）；
- 2) 每收集到一个金属资源，得20分；
- 3) 每放置一个信标，得5分；
- 4) 将两个金属资源运送至仓库，得20分；
- 5) 每提前完成任务1秒，额外加1分。

4.2. 第二回合

4.2.1. 场地配置

在第二回合，场地上会生成无上限的金属资源（第二回合金属资源区分种类；初始为两个金属资源，每收集一个就刷新一个；金属资源位置随机，但同一回合中两支队伍的金属资源依次生成的位置相同），场地上还会保留第一回合中两队放置的至多六个信标。

4.2.2. 小车获得的信息

第二回合开始时，上位机会把场上所有信标的放置方（己方或对方）和绝对坐标发送给小车。小车无论在何处，都会以 10Hz 的频率接收从上位机传来的“小车分别到场上各个信标的距离”和“小车所在位置的金属强度值”；仅当小车位于周边道路区域时，才会接收到“小车所在位置的绝对坐标”。（这些信息的细节见末尾附录。）

4.2.3. 回合任务

小车需要根据以上信息自行规划路径,在避开对方信标的同时收集金属资源(小车最多能同时装载10个金属资源),然后运送到对应的“周边道路区域上的仓库”或“己方信标充当的额外仓库”(触碰到仓库或信标并停留 1s 即视为运送成功),如此循环作业。注意,在一个仓库只能卸载其对应种类的金属资源,比如在 C 类仓库只能卸载 C 类金属资源,卸载后小车装载的 C 类金属资源清零,而 A、B、D 类金属资源数量不变。

4.2.4. 计时规则

第二回合限时2min。

4.2.5. 计分细则

- 1) 每收集到一个金属资源,得5分;
- 2) 每触碰对方信标一次,扣50分;
- 3) 每把一个金属资源运送到仓库,得10分。

5. 关于小车

5.1. 尺寸

小车尺寸要求控制在 20*25*20 的长方体内,推荐采用组委会提供的套件搭建。

5.2. 电源

小车整体电源电压不得高于 12V。

5.3. 控制器要求

主控模块需要使用官方提供的几种单片机/FPGA,即 STM32F103RC、STM32F407、Altera 10M08 或 Arduino Mega 等。选手自行使用的控制器需要向官方申请,审核通过方可使用。特别的,如果使用摄像头等需要大量计算资源的传感器,可以使用树莓派,但其使用仅限于处理这类传感器数据,不得用于小车的控制。

5.4. 自行设计内容

驱动芯片,官方鼓励选手自行设计电机驱动模块以及电源管理模块。选手可以将驱动芯片、电源稳压芯片和传感器接口等设计在一块 PCB 电路板上。

5.5. 其他禁止事项

禁止对地图造成破坏,包括锐器划伤,喷射水墨等。

6. 附录

6.1. “触碰”的判定

小车的碰撞半径为8cm,金属资源、仓库和信标视为一个点。金属资源、仓库或信标一

且进入小车的碰撞圆内，就视为触碰成功。

6.2. “金属强度值”的算法

金属资源埋藏在地下深 h cm处，小车到金属资源水平距离为 d cm，“金属强度值”与小车到金属资源距离的二次方成反比，即

$$\text{金属强度值} = \frac{A}{h^2 + d^2}$$

其中 $A = 1.0 \times 10^9$ ， $1 \leq h \leq 200$ 。不同金属资源的强度值不叠加，小车会接收到每个金属资源各自产生的强度值。

6.3. 其他

“小车所在位置的绝对坐标”以cm为单位。“小车所在位置的金属强度值”取整数。“小车分别到场上各个信标的距离”以cm为单位。

金属资源不会生成得十分密集。在场的金属资源之间的最小距离为20cm。