

第十五届国际先进机器人及仿真技术大赛 第十五届国际水中机器人大赛

人工智能创新组
比赛说明及裁判规则

国际先进机器人及仿真技术大赛组委会

2022 年 3 月

1 科目一：人工智能电脑鼠走迷宫比赛

1.1 竞赛介绍

所谓“电脑鼠”，英文名叫做 MicroMouse，是使用嵌入式微控制器、传感器和机电运动部件构成的一种智能行走装置的俗称。它可以在迷宫中自动搜索迷宫，记忆迷宫地图，智能分析选择路径，最终以最快时间完成比赛。迷宫的地图是在竞赛开始前几分钟随机设置的，所以竞赛难度较大。国际电工和电子工程学会（IEEE）每年都要举办一次国际性的电脑鼠走迷宫竞赛，自举办以来参加国踊跃。

电脑鼠可看作是一个集多项工程学科知识于一体的小型系统。成功的设计者通常都是合作团体，他们必须考虑电子、电气、机械以及计算机各方面的问题。当然电脑鼠自身重量、速度、功耗、传感技术、重心以及程序各方面因素都是设计中需要决定和综合考虑的问题。电脑鼠竞赛除了考验参赛者在人工智能编程方面的能力以外，还要考验参赛者对嵌入式系统应用、传感器应用、控制技术应用等多方面的经验和实践能力。

1.2 竞赛规则

1.2.1 电脑鼠的基本功能是从起点开始走到终点，这个过程称为一次“运行”，所花费的时间称为“运行时间”。从终点回到起点所花费的时间不计算在运行时间内。从电脑鼠的第一次激活到每次运行开始，这段期间所花费的时间称为“迷宫时间”。如果电脑鼠在比赛时需要手动辅助，这个动作称为“碰触”。竞赛使用这三个参数，速度、求解迷宫的效率和电脑鼠的可靠性三个方面来进行评分。

1.2.2 电脑鼠的得分是通过计算每次运行的“排障时间”来衡量的，排障时间越短越好。排障时间是这样计算的：将迷宫时间乘以 $1/30$ ，再加上运行时间，如果这次运行结束以后电脑鼠没有被碰触过，那么还要再减去 10 秒的奖励时间，这样得到的就是排障时间。每个电脑鼠允许运行多次，取其中最短的排障时间即作为参赛的计分成绩。例子：一个电脑鼠在迷宫中迷宫时间为 4 分钟（240 秒）没有碰触过，运行时间使用了 20 秒，这次运行的排障时间就是： $20 \text{ 秒} + (240 \text{ 秒} \times 1/30) - 10 \text{ 秒} = 18 \text{ 秒}$ 。

1.2.3 竞赛中电脑鼠在迷宫中的总时间不可超过 8 分钟，在该限时内，电脑鼠最多可以运行碰触 4 次，4 次后比赛强制结束。

1.2.4 电脑鼠到达迷宫中心的目的地后，可以使用手动放回起点，或让电脑

鼠自动回到起点，前者被视为碰触，因此在以后的运行中，将失去减 10 秒的奖励。

1.2.5 从电脑鼠离开起点到进入终点的这段时间为运行时间。迷宫时间是从电脑鼠第一次激活开始计算的，电脑鼠第一次激活后不需要马上就开始运动，但必须在迷宫起点处整装待命。

1.2.6 穿越迷宫的时间由竞赛工作人员人工测量或由装在起点和终点处的计分系统自动测量。使用计分系统测量时，起点模块应放置在起点单元和下一个单元之间的边界上；终点模块应放置在终点单元的入口处。传感器沿水平方向发射红外线，高出地面约 1cm。

1.2.7 电脑鼠在启动过程中，操作员不可再选择策略。

1.2.8 一旦竞赛迷宫的布局揭晓，操作员不能将任何有关迷宫布局的信息再传输给电脑鼠。

1.2.9 迷宫所在房间的亮度、温度和湿度与周围环境相同。改变亮度的要求是否被接受须由竞赛组织者决定。

1.2.10 如果电脑鼠出现故障，操作员可以在裁判的许可下放弃该次运行，并放回到起点重新开始。但不能仅因为转错弯就要求重新开始。

1.2.11 如果参赛因为技术原因决定停止当前运行，裁判可以允许该队重新运行，但要增加 3 分钟的迷宫时间作为惩罚。例如，一个电脑鼠在比赛开始以后 4 分钟停止，重开运行后，用去的迷宫时间将变更为 7 分钟（增加 3 分钟惩罚时间），该电脑鼠在迷宫中剩余的运行时间就只有 1 分钟了。

1.2.12 电脑鼠在比赛中禁止更换任何硬件结构。细微的调节，例如擦拭轮胎、更换电池，可以在裁判的许可下进行，无须清除内存，但会增加一次碰触次数。

1.2.13 一个电脑鼠的任意部分（除电池外）都不能用到其它的电脑鼠上。

1.2.14 当比赛官方认为某电脑鼠的运行将破坏或损毁迷宫时，有权停止其运行或取消其参赛资格。

1.3 迷宫规范

1.3.1 迷宫由 16×16 个、 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 大小的正方形单元所组成。

1.3.2 迷宫的隔墙高 5cm，厚 1.2cm，因此两个隔墙所构成的通道的实际距

离为 16.8cm。隔墙将整个迷宫封闭。

1.3.3 迷宫隔墙的侧面为白色，顶部为红色。迷宫的地面为木质，使用油漆漆成黑色。隔墙侧面和顶部的涂料能够反射红外线，地板的涂料则能够吸收红外线。

1.3.4 迷宫的起始单元可选设在迷宫四个角落之中的任何一个。起始单元必须三面有隔墙，只留一个出口。例如，如果没有隔墙的出口端为“北”时，那么迷宫的外墙就构成位于“西”和“南”的隔墙。电脑鼠竞赛的终点设在迷宫中央，由四个的正方形单元构成，且终点必须位于起点出发方向的右侧。

1.3.5 在每个单元的四角可以插上一个小立柱，其截面为正方形。立柱长 1.2cm，宽 1.2cm，高 5cm。小立柱所处的位置称为“格点”。除了终点区域的格点外，每个格点至少要与一面隔墙相接触。

1.3.6 迷宫制作的尺寸精度误差应不大于 5%，或小于 2cm。迷宫地板的接缝不能大于 0.5mm，接合点的坡度变化不超过 4 度。隔墙和之间的空隙不大于 1mm。

1.4 电脑鼠规范

1.4.1 电脑鼠必须自成独立系统，不能使用可燃物为能源。

1.4.2 电脑鼠的长和宽限定在 15cm×15cm。每次运行中电脑鼠几何尺寸的变化不能超过 15cm×15cm。对电脑鼠的高度没有限制。

1.4.3 电脑鼠穿越迷宫时不能在其身后留下任何东西。

1.4.4 电脑鼠不能跳越、攀爬、钻挖和损毁迷宫隔墙。

2 科目二：全地形机器人自主创新设计比赛

2.1 竞赛介绍

开设全地形机器人自主创新设计比赛，是为了鼓励和推动在校大学生开展机器人项目的自主创新设计活动，实现先进机器人的原型设计、装配、调试、运作等，从而推动机器人应用技术的不断发展。

2.2 竞赛规则

2.2.1 关于全地形机器人的设计和制作要求

参赛队应根据大赛组委会提供的比赛要求，采用模块化机器人组件设备设计制作全地形机器人。

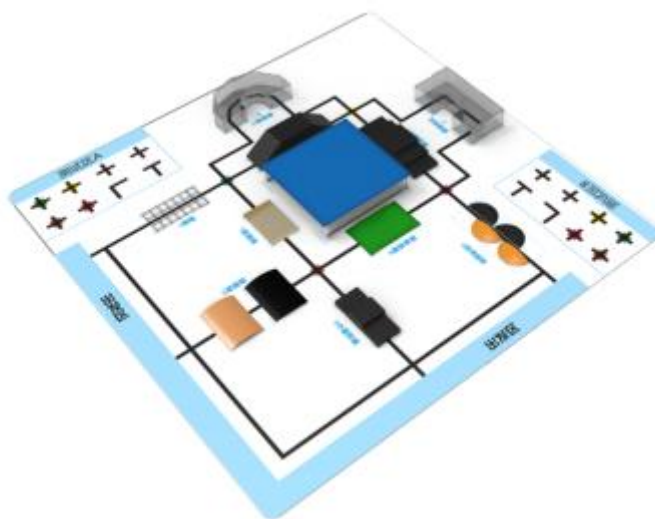
2.2.2 关于全地形机器人比赛障碍场地的设定

场地中设定 11 个不同特点、不同难度的障碍物，每种障碍物有不同的分值，参赛队根据比赛规则自主设计制作机器人，挑战穿越各个障碍物。

场地设有宝丽布地面，地面上铺设有辅助线，并设置比赛起始区。障碍物分别为栅格地形、减速带、小型阶梯、石块地形、U 型隧道，方形隧道，防滑带、柔软草地、大楼梯、窄桥、高台，比赛场地由组委会统一布置。

2.3 比赛场地说明（参数详见“附件：场地制作说明”）

比赛场地及障碍物尺寸标记（含引导黑线），如下图所示：



场地整体效果图

2.4 比赛流程

2.4.1 参赛队伍在完成签到后，由大赛组委会组织统一抽签，参赛队按照抽签顺序进行比赛。

2.4.2 每支队伍仅允许拥有 1 台机器人作品，比赛开始前将作品按抽签编号放到指定的位置。

2.4.3 上场前须对作品称重，并记录重量。

2.4.4 参赛作品应自主控制，不允许任何形式的远程控制干预。

2.4.5 每个作品现场运行总时间限定在 5 分钟内，从作品首次启动开始计时。裁判席放置计时器公开倒计时，比赛过程中除非发生极端情况，否则不暂停计时。

2.4.6 每次运行时，作品必须从出发区起跑，根据选手自己设计的路线，尽

可能多的挑战障碍。

2.4.7 如果挑战某个障碍失败，选手可以选择重新运行。参赛选手不得进入场地，由内场裁判将作品交与选手。每个作品重新运行的次数不限。

2.4.8 作品运行过程中选手不得接触作品。每次运行的间隙，选手可以在场边对作品进行调整，调整过程中不得改变作品结构设计方案，且不得将作品带离裁判指定的范围。

2.4.9 发生以下情况之一时比赛终止：

- ① 5 分钟时间耗尽，比赛终止；
- ② 选手向裁判申请结束挑战，裁判判定比赛终止。
- ③ 现场发生裁判认为必须终止比赛的情况，比赛终止。

2.5 评分规则：

比赛作品综合得分 C，满分 200 分，由：障碍完成分（185 分）、计时分（5 分），创新得分（10 分）构成。组委会根据各队得分高低评出一、二、三等奖（各奖项数量由大赛组委会决定）。

2.5.1 障碍完成分：单次运行完成障碍的最高得分

此项成绩记为 I，评分依据为障碍完成情况，按照完成障碍的分值计分。

① 外围障碍 6 个，每个 10 分，包括：1. 栅格；2. 减速带；3. 小型阶梯；4. 石块地形；5. 方形隧道；6. U 形隧道。内围障碍 4 个，每个 20 分，包括：7. 防滑带；8. 柔软草地；9. 大型阶梯；10. 窄桥。核心障碍 1 个，45 分，包括：11. 高台。

② 对于 1~10 号障碍，作品沿黑线延伸方向进入障碍和离开障碍即可得分。发生以下情况不得分：

- 未能从前端进入障碍，如从侧边进入等；
- 未能从末端离开障碍，如从侧边驶出等；
- 行动机构的执行部分未充分进入障碍范围等；
- 重复通过同一障碍不重复得分；
- 其他裁判专家组认为不应得分的情况。

③ 11 号障碍“高台”不需通过，只要登上并充分进入即可得分。

④ 重新运行时，之前的得分继续有效，但以单次完成的最高得分为最终

的障碍完成分，不累积得分。

2.5.2 计时分

此项成绩记为 II，各队成绩按比赛终止时的剩余时间转换，精确至秒。例：假设某队比赛终止时剩余时间为 3 分 25 秒，则得到 3.25 分。5 分钟时间耗尽的得 0 分；

2.5.3 创新得分

此项成绩记为 III，由大赛组委会组织评委组依据下列评分标准对参赛作品综合打分（满分 10 分）。

IIIA 设计评价（创新性、结构合理性、先进理论和技术应用）：5 分。

IIIB 制作评价（组装规整，新颖美观，系统稳定）：5 分。

$III=IIIA+IIIB$

最终，按以下公式计算比赛作品综合得分：

$$C=I+II+III$$

根据总成绩 C 排名。若总分 C 相同，则根据作品跑完全程的耗时决定排名，耗时少的排名靠前，若总分 C 仍相同，则根据作品重量决定排名，重量轻的排名靠前。

2.6 不获奖原则

各参赛队在比赛过程中如“未能完成比赛”，则不参与评奖，即不获奖。视为“未能完成比赛”的情况包括：

- 2.6.1 损坏比赛场地，引发安全事故；
- 2.6.2 不遵守赛场纪律，干扰他人参赛；
- 2.6.3 参赛队员不符合参赛资格；
- 2.6.4 制作材料不符合比赛要求；
- 2.6.5 裁判专家组判定的其他情况。

*本规则最终解释权归大赛组委会所有。

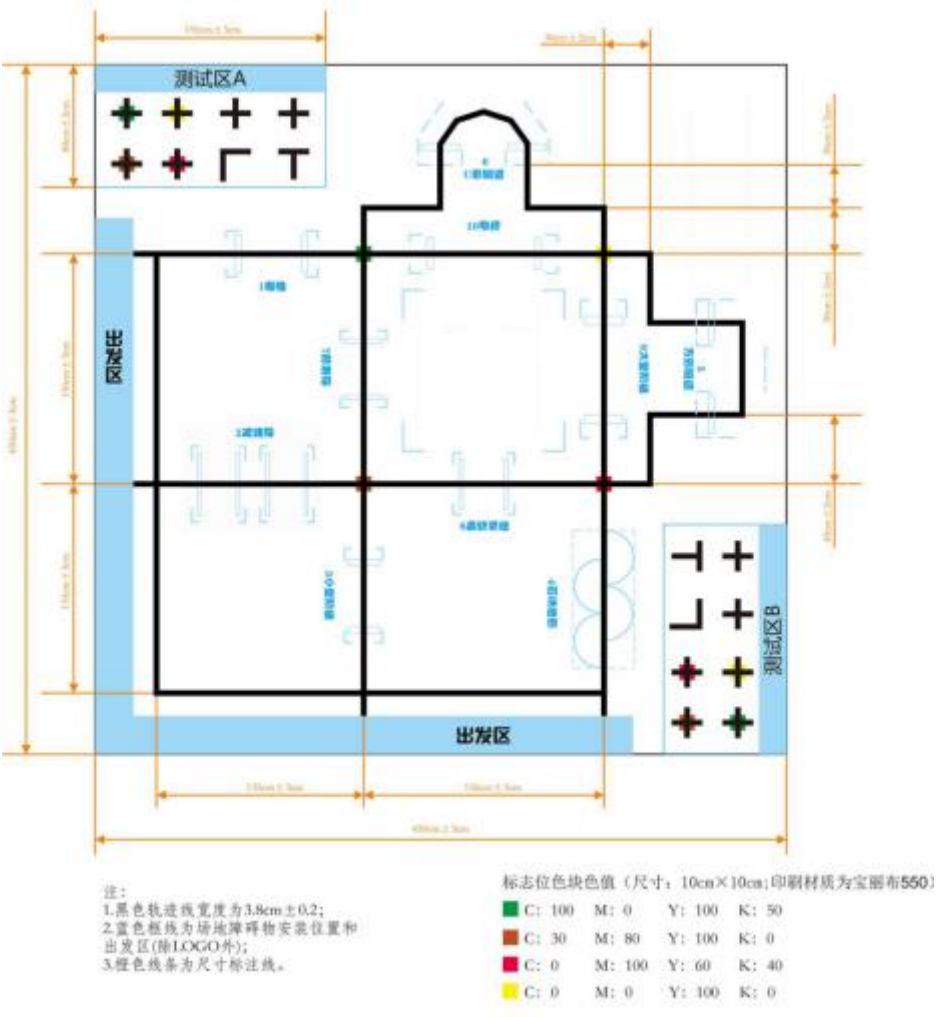
2.7 附件：场地制作说明

2.7.1 场地地面详细说明

尺寸：450cm×450cm

材料：550 宝丽布

工艺：户外大喷



场地地面俯视图（尺寸说明）

2.7.2 障碍详细说明

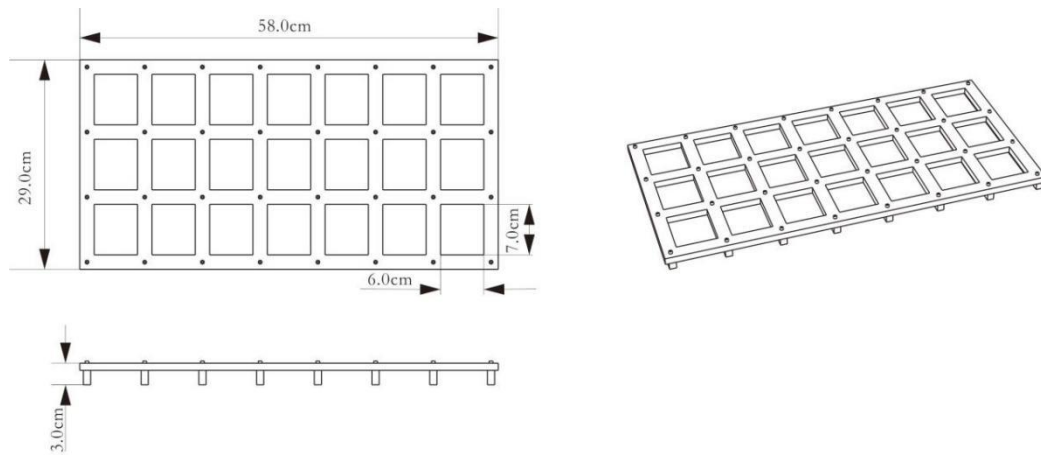
以下障碍均使用双面胶固定于场地地面。

(1) 栅格

材料：10mm 厚度亚克力

颜色：透明

尺寸示意图：



备注：
1.单位：cm；
2.尺寸公差±5mm。

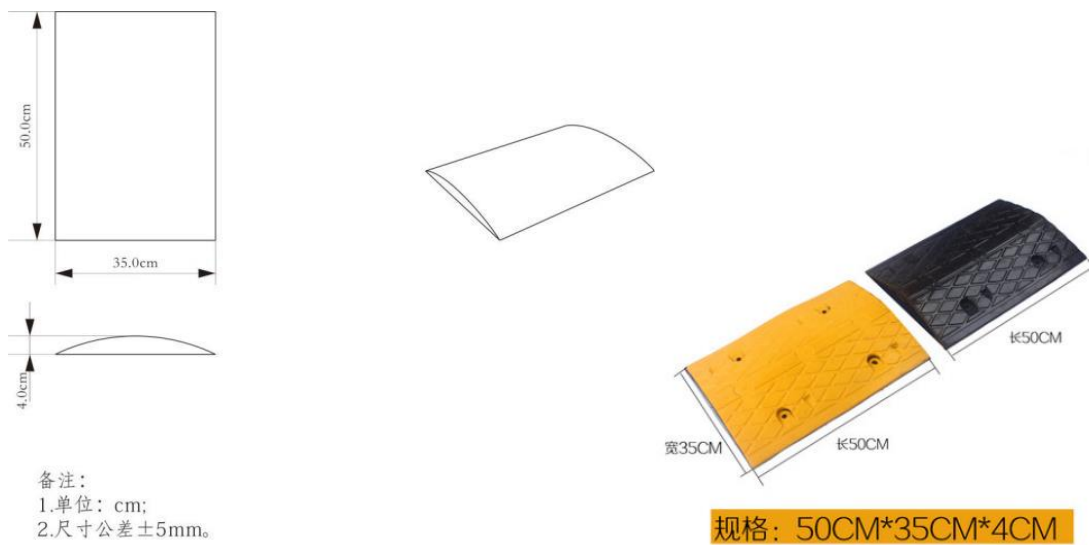
(2) 减速带

材料：普通汽车用方块形 4cm 橡胶减速带

颜色：黄色、黑色

尺寸示意图：

(注：需要两片组合成减速带地形)



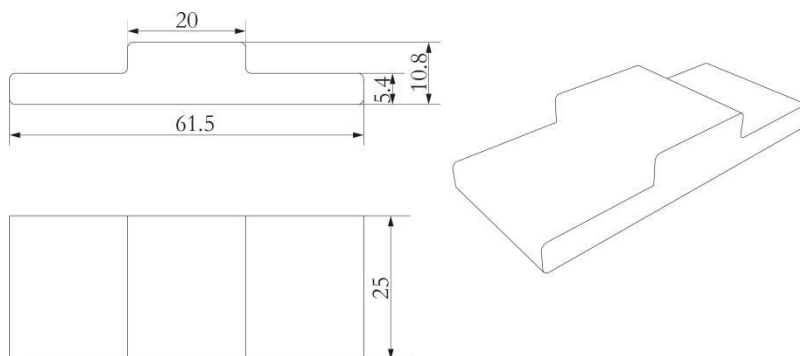
备注：
1.单位：cm；
2.尺寸公差±5mm。

(3) 小型阶梯

材料：发泡 EVA，上表面粘贴砂面黑色防滑胶带

颜色：黑色

尺寸示意图：



备注
 1.单位cm;
 2.未标注倒圆角半径: R=10mm;
 3.所有尺寸公差1cm。

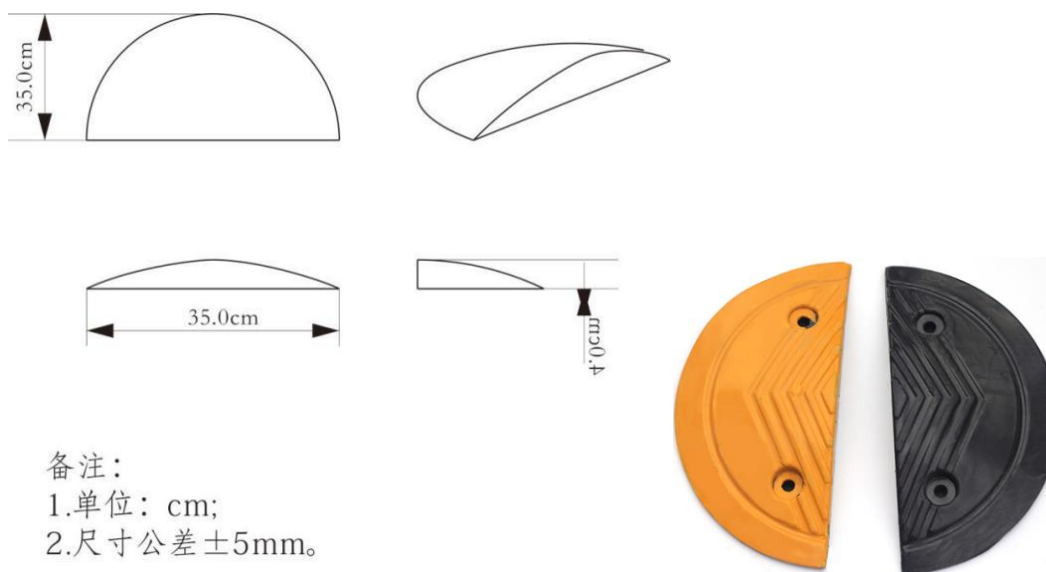
(4) 石块地形

单位: cm

材料: 普通汽车用橡胶减速带 3~4cm 圆头

颜色: 黄色、黑色

尺寸示意图: (注: 需要黄色、黑色各两片组合成石块地形)

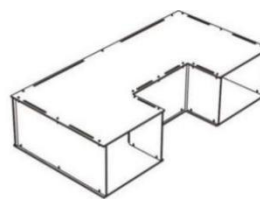
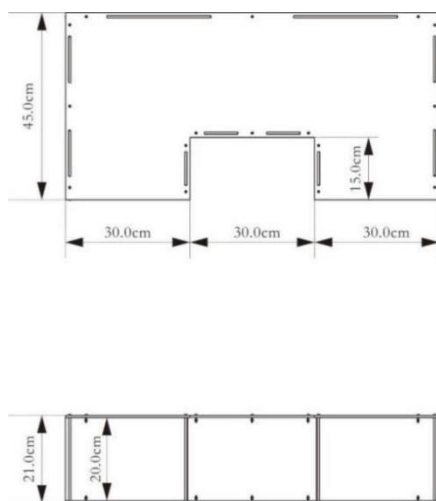


备注:
 1.单位: cm;
 2.尺寸公差±5mm。

(5) 方形隧道

材料: 5mm 厚度亚克力

颜色: 透明

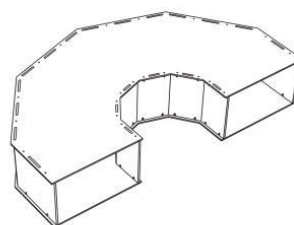
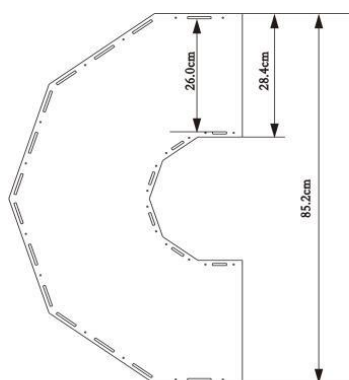


备注：
1.单位：cm；
2.尺寸公差±5mm。

(6) U形隧道

材料：5mm 厚度亚克力

颜色：透明

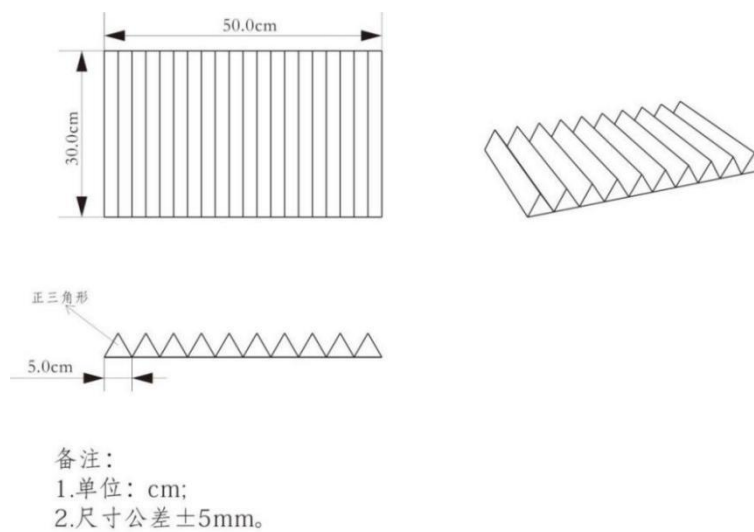


备注：
1.单位:cm;
2.尺寸公差±5mm。

(7) 防滑带

材料：10 根三角木条

颜色：浅黄色

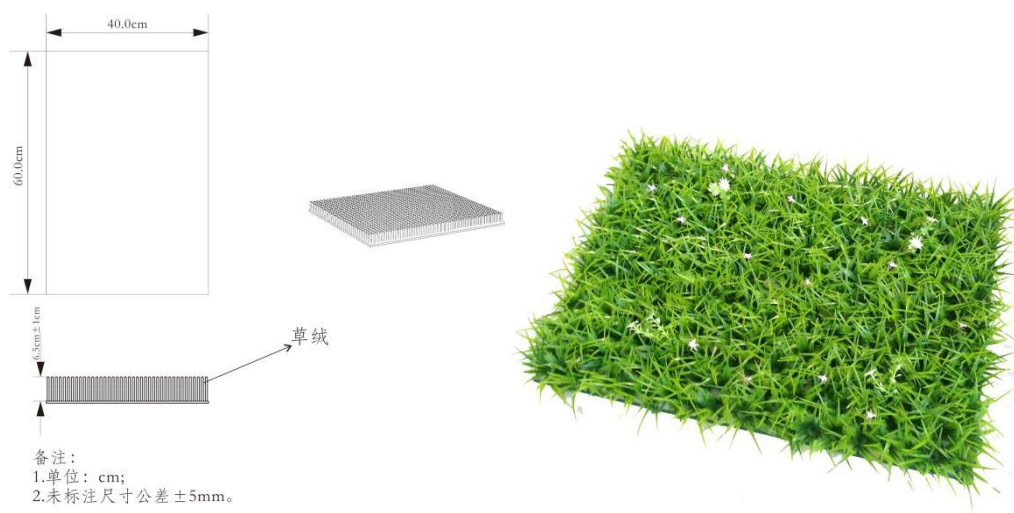


(8) 柔软草地

尺寸：40cm×60cm

材料：塑料仿真草坪，40cm×60cm 带花带星星

颜色：绿色

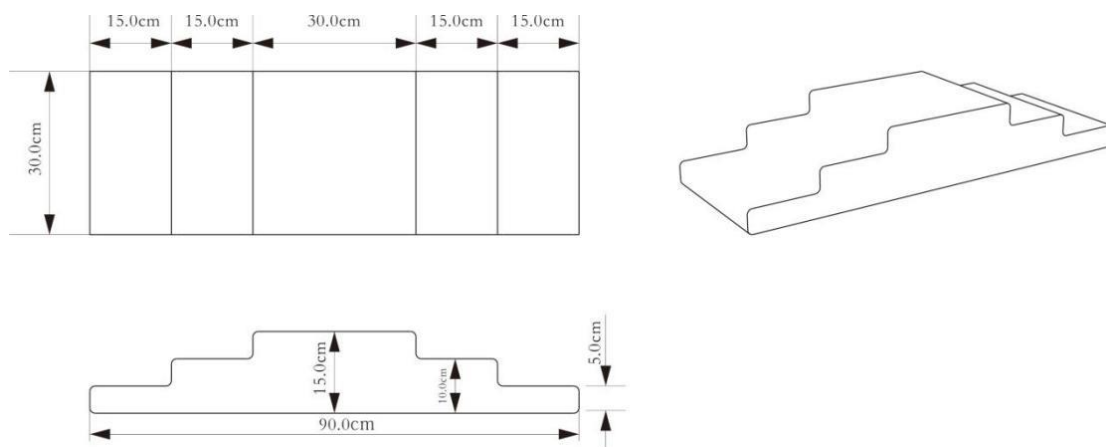


(9) 大型阶梯

材料：发泡 EVA，上表面粘贴砂面黑色防滑胶带

颜色：黑色

尺寸示意图：

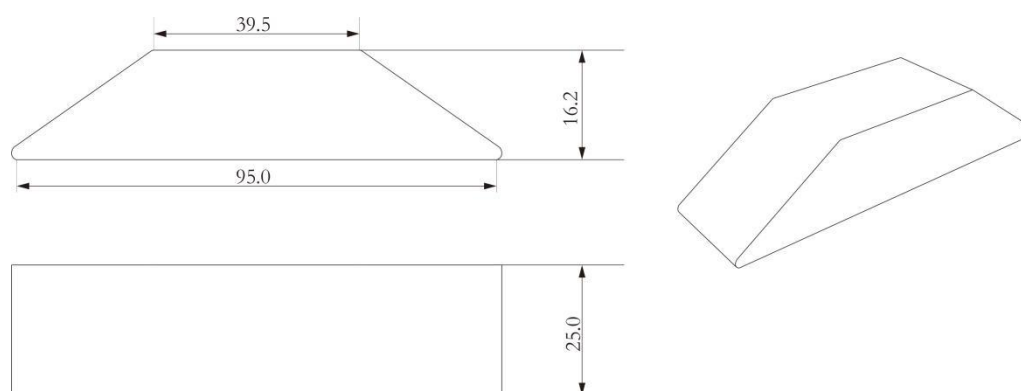


备注：
 1.单位：cm；
 2.尺寸公差±5mm；
 3.未注明倒圆角：R=10mm。

(10) 窄桥

材料：发泡 EVA，上表面粘贴砂面黑色防滑胶带

颜色：黑色

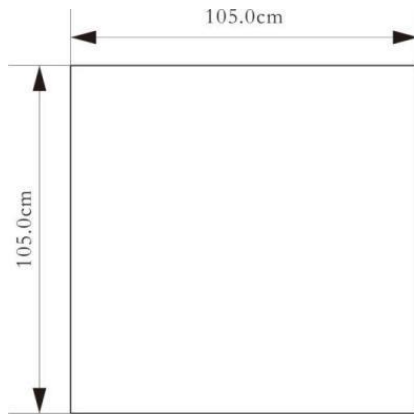


备注
 1.单位cm；
 2.未标注倒圆角半径：R=10mm；
 3.所有尺寸公差5mm。

(11) 高台

材料：支架使用 2020 铝型材（96cm 的 5 根，19cm 的 4 根，角码及螺丝螺母若干），顶板使用 1.6cm 厚木制板材。

颜色：顶板蓝色。



备注：

- 1.单位：cm;
- 2.尺寸公差 $\pm 10\text{mm}$ 。

3 科目三：BCI 脑机接口机器人比赛

3.1 竞赛介绍

科学无边界，但工业 4.0 升级为各国发展战略的背景下，我们需要培养具有创新精神和实践能力的高科学素养人才，为实现中华民族伟大复兴的中国梦而奋斗。本赛项的设立能够场景化的复现基于 BCI 脑机接口技术在实际领域中的应用。通过赛项项目，可以锻炼参赛者根据任务灵活选择与综合运用脑机接口方案的能力、机器人控制技术和 AI 等各类技术的综合运用和掌握能力、个人优势与团队协作交互能力等。同时期望通过大赛，达到以赛促教，深化产学研融合，拓宽高校脑机接口研究的教学内容，提升高校脑机接口科技创新能力和人才培养能力，加快培养脑机接口方向急需的高层次技术研发、管理、操作、调试等各级人才的目的。

3.2 赛项规则概要

BCI 脑控机器人挑战赛模拟智能生活场景，通过 BCI 程序控制智能无人驾驶小车及智能家居电器完成模拟场景下的特定任务。

竞赛任务包含 BCI 脑电控制系统（基于 SSVEP）、智能小车（配置车灯和喇叭）、迷宫式小车行驶赛道（完成光线传感器和声音传感器触发任务）、模拟家居

智能电器开关控制，通过 BCI 脑控系统完成整个竞赛任务。

3.3 竞赛方式

每支参赛队伍由 1-2 名指导教师和 1-3 名选手组成，每个选手只能参加一支队伍，不能重复报名。参赛所使用 BCI 脑电控制设备由参赛队伍自行准备或使用主办方提供的标准 BCI 脑电系统和控制程序 Demo。

3.4 竞赛任务

竞赛分为模拟智能驾驶场景和模拟智能家居场景两部分，由 BCI 脑电控制系统、智能小车、迷宫赛道、智能家居背景墙共同组成，参赛队伍需要通过 BCI 脑控系统（ssvep）实时控制智能小车完成迷宫赛道各传感器触发任务，并到达指定出口，再控制智能家居场景的全部电器开启。在规定的时间内以完成全部任务，并计算最少用时为最终判定胜负。

比赛场地：场地长宽为 5000mm*5000mm，场地主体为迷宫式赛道，由隔断分隔，赛道设置 1 个入口、1 个出口、4 个任务触发点（2 个光线传感器和 2 个声音传感器）。赛道出口设置智能家居背景板，其上设置 6 个 LED 灯，提示对应智能电器开关状态。

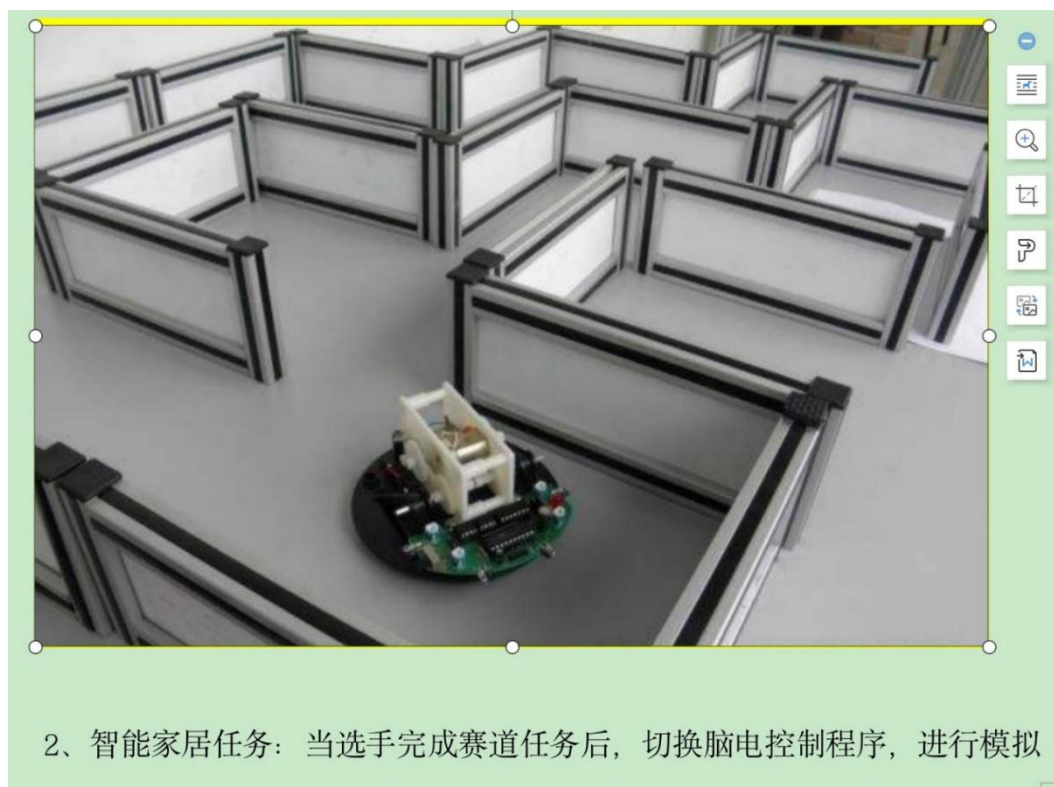
参赛选手需要完成以下任务：

3.4.1 赛道任务：

使用 BCI 脑电控制系统，控制智能小车分别行驶到迷宫赛道中的 4 个指定位置，触发传感器完成任务。任务位置的 4 个传感器，2 个为光线传感器，通过智能车前端车灯光线照射触发，2 个为声音传感器，通过智能车喇叭发出声音触发。

参赛选手至少完成 2 个触发传感器任务（传感器类别不限），之后继续控制小车行驶到迷宫出口位置，完成模拟智能驾驶场景竞赛任务，随后进行下一项竞赛任务。

除基本任务要求外，选手每多触发 1 个传感器，比赛总用时减少 3 分钟。



3.4.2 智能家居任务：

当选手完成赛道任务后，切换脑电控制程序，进行模拟智能家居场景任务。本项目以家居环境控制为背景，设置包括吊灯、电视、空调、DVD、窗帘及台灯的六个控制目标。其中，每个被控制目标都具有 ON/OFF 两种状态（对应 LED 小灯亮/灭），选中后状态发生改变（即由 ON 变 OFF 或由 OFF 变 ON）。



每组比赛将提供随机的三个操作组合，每个组合中有若干个开关量需要操作，根据背景板上 LED 灯状态确定操作指令，LED 灯灭代表家居设备关闭状态，需要参赛者使用 BCI 脑电控制系统发出对应该设备的操作指令，使目标状态立即发生变化（体现在 LED 灯亮/灭变化），所有家居设备均为开启状态，即 LED 灯全部点亮，为本组操作完成，进行下一组操作。本项目环节需要参赛选手完成三组操作。

3.5 竞赛规则

3.5.1 调试

每场比赛前，参赛选手可进行 BCI 脑电控制系统调制，包括脑电设备穿戴，信号测试，指令调试等，调试准备时间为 30 分钟，时间到比赛正式开始，并开始计时。

3.5.2 比赛

比赛时间为 20 分钟。比赛开始计时后，原则上任何人不得人为干涉智能小车或采取脑电控制以外的其他任何方式控制小车行驶，违者将取消比赛资格。当比赛过程中小车出现特殊原因，出现无法控制情况，参赛者可要求裁判进场将小车复位放置赛道入口，继续进行比赛，但比赛用时增加 3 分钟。每队参赛选手最多可以将小车复位两次，若两次复位后，仍无法完成赛道任务并行驶到赛道出口，则比赛自动结束，无法进行之后的模拟智能家居场景比赛。

3.5.3 排名

比赛成绩以选手完成模拟智能驾驶场景和模拟智能家居场景的所有竞赛任务的总用时为标准，比赛时间越短，排名越靠前。

3.6 评分表

模拟智能驾驶场景						
项目	光线传感器		声音传感器		小车复位次数	
触发数量(个)						
实际用时	额外奖励时间		复位惩罚时间		总用时	
模拟智能家居场景						
控制目标	1(吊灯)	2(电视)	3(空调)	4(DVD)	5(窗帘)	6(台灯)
组合操作 1	✓		✓			✓
组合操作 2	✓	✓		✓		
组合操作 3		✓			✓	✓
1 组用时	2 组用时		3 组用时		总用时	
比赛总用时						
<p>赛前给选手补充说明以下规则：</p> <ol style="list-style-type: none"> 除基本任务要求触发 2 个传感器外，选手每多触发 1 个传感，比赛总用时减少 3 分钟。 当比赛过程中小车出现特殊原因，出现无法控制情况，参赛者可要求裁判将小车复位，放置赛道入口，继续进行比赛，比赛用时增加 3 分钟，最多可复位 2 次； 现场比赛时以裁判判罚为准； 总用时相同，触发传感器数量多者成绩优先。 						
选手代表签名：			裁判签名：			

4 科目四：交通指示灯自动识别挑战赛

4.1 比赛规则：

4.1.1 组委会提供实际应用场景的图片库，用于交通指示灯识别的自学习。

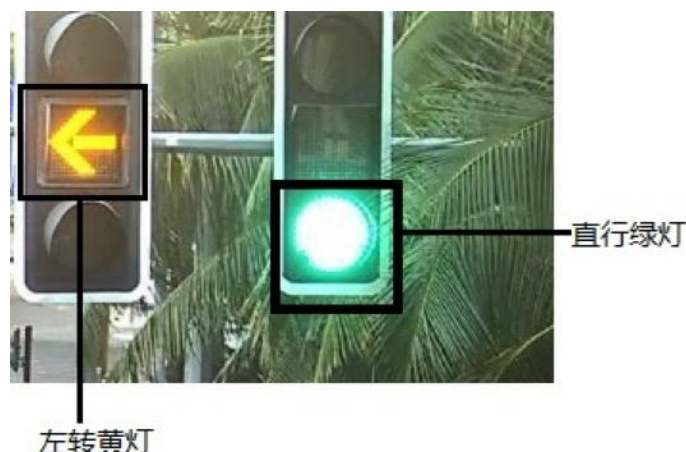
4.1.2 参赛队自行携带笔记本、摄像头参与竞赛，携带的设备应具有以下能力：

- (1) 能够通过摄像头获取待识别的图片
- (2) 能检测并识别出图像中相关的交通指示灯信息
- (3) 能将识别出的信息标注在图片上，并将识别结果以图片格式输出。

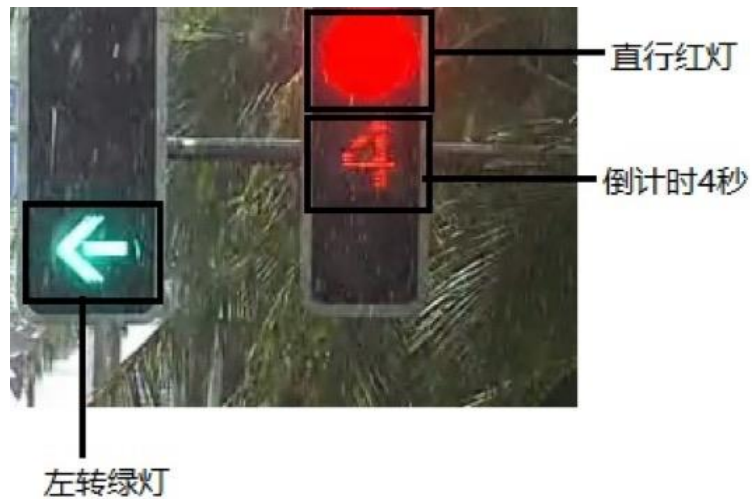
4.1.3 比赛开始前，组委会提供难度相当的多组比赛图片，并进行编号。参赛队伍随机抽取编号，参赛的识别内容就是所抽取编号对应的图片集。每组参赛队结束比赛后，比赛图片的编号会随机调整。

4.1.4 比赛开始后，组委会服务人员会通过笔记本或 PC 显示屏逐张播放交通指示灯信息；每张图片检测或识别完成后，参赛队员在图片上自动标注检测对象、识别的结果（例如，信号灯模式、颜色、倒计时信息、指向等），文件的格式可以是 bmp、jpg 等常见图片文件，识别报告示例见下图。文件命名格式为：抽签序号—学校—队名.xxx，例如：33—XXXX 大学—XX 队.jpg。

4.1.5 比赛过程中可以提前提交识别报告；但是比赛时间不应超过 10 分钟，如果延期提交识别报告，比赛成绩按 0 分计入。



（识别报告示意图 一）



(识别报告示意图 二)

4.2 评分标准

- 4.2.1 正确框选待识别的交通指示灯信息——每个指示信息 2 分；
- 4.2.2 正确识别指示灯信息的颜色、方向、大小等信息——3 分；
- 4.2.3 框选错（非交通指示灯）每个指示信息扣 2 分；
- 4.2.4 各队基础分 100 分；
- 4.2.5 如果出现多队同分现象，并且无法区分比赛等级的情况，则进行加时赛。