**2024第四届智能无人系统应用挑战赛**

**算法赛道—无人车避障 竞赛规则（第一版）**

目录

[1.1 比赛背景 1](#_Toc161756715)

[1.2 名词解释 1](#_Toc161756716)

[1.3 比赛安排 2](#_Toc161756717)

[1.4 初赛比赛规则 2](#_Toc161756718)

[1.4.1 初赛赛道说明 2](#_Toc161756719)

[1.4.2 初赛仿真模型说明 4](#_Toc161756720)

[1.4.3 初赛评分细则 4](#_Toc161756721)

[1.5 复赛比赛规则 7](#_Toc161756722)

[1.5.1 复赛赛道说明 7](#_Toc161756723)

[1.5.2 复赛模型说明 8](#_Toc161756724)

[1.5.3 复赛赛制规则 9](#_Toc161756725)

[1.5.4 复赛评分细则 10](#_Toc161756726)

[1.6 选手指南 13](#_Toc161756727)

[1.6.1 准备阶段 13](#_Toc161756728)

[1.6.2 建模阶段 13](#_Toc161756729)

[1.7 赛程安排（拟定） 13](#_Toc161756730)

**修改日志**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **日期** | **版本** | **修改记录** |
| 2024.03.15 | 第一版 | 首次发布 |
|  |  |  |

## 比赛背景

无人车智能感知避障技术是自动驾驶技术的重要组成，相关技术设计数据融合、任务决策、轨迹规划等内容，是目前研究的热点之一。

本科目基于国产仿真建模软件MWORKS，开展感知避障算法的设计、验证与实现。其比赛任务是利用无人车自带的传感器等实现障碍识别与运动控制，在目标环境范围内运动，到达指定位置。要求行驶过程不超出路径边界，不与障碍物发生碰撞。

整个比赛分为虚拟初赛和实物复赛两个阶段。在初赛阶段，参赛队员基于MWORKS.Sysplorer 2024a搭建虚拟仿真环境中开展算法设计与仿真验证。参赛队员利用组委会提供的无人车模型和传感器模型等模型，在虚拟赛道中完成传感器数据融合、任务决策、路径规划、控制操作等算法设计，并在MWORKS虚拟环境中完成算法验证。提交参赛算法模型，组委会根据比赛规则，综合避障效果、通过时间等因素进行打分。

初赛通过后，组会委会向进入到复赛的选手邮寄比赛用车。参赛队伍收到小车后进行简单组装即可参加比赛。

在复赛阶段，参赛队员将MWORKS中设计的算法，通过代码生成工具模块，下载到组委会官方提供的无人车中，根据赛道路况进行传感器和执行机构的标定，最终在真实的模拟赛道中进行实物比赛。组委会根据比赛规则，综合避障效果和通过时间等因素进行打分。

本科目基于国产自主的多领域建模仿真软件，开展控制算法设计、仿真验证并驱动无人车完成虚拟竞速及实物比赛。通过比赛过程，让选手理解并掌握算法的仿真-验证-运行的完成流程，了解数字化设计与仿真验证的效果。通过本科目比赛，促进Modelica系统建模仿真相关工具链在无人系统领域的教学、试验与推广应用。

## 名词解释

MWORKS：MWORKS是同元软控基于国际知识统一表达与互联标准打造的系统智能设计与验证平台，是本次比赛指定的仿真建模软件

Modelica语言：可用于仿真模型二次开发的语言和技术

PID算法：一种可以在在闭环系统的控制中，自动对控制系统进行准确且迅速的校正的算法

TADynamics：同元软控开发的车辆动力学模型库

TYBase：同元基础模型库，TADynamics依赖该模型库

## 比赛安排

竞赛分为**初赛和复赛**两个阶段。

初赛阶段要求参赛队伍**提交仿真模型以及仿真报告**。专家评委组对模型仿真结果和仿真报告进行评分，并且按照初赛得分高低入围若干参赛队伍。

在复赛阶段，入围的参赛队伍受邀前往比赛场地（南京理工大学江阴校区）进行实物演示，演示前可结合实物进行简单联调，专家评委组对无人车实物行驶进行评分。按照总分高低以及奖项条件，评选出相应的获奖队伍。

## 初赛比赛规则

在初赛阶段，建议各参赛队伍安装最新版本的MWORKS.Sysplorer软件和相关的模型库，基于模型库所提供的参考工程进行运动控制算法等程序设计，并在截止日期之前按以下说明提交初赛作品到指定邮箱。

要求参试人员，安装最新版的MWORKS.Sysplorer 2024a加载无人车模型库，基于Modelica模型开展无人车控制算法设计，使用无人车自带的传感器等实现障碍识别与运动控制，在目标环境范围内运动，到达指定位置。

赛前发布比赛所用赛道信息，同时提供可运行的无人车模型库和操作指南，无人车模型库能够实现基本的运动控制和障碍躲避功能。提供MWORKS.Sysplorer 2024软件安装包、license、培训文档和教学视频。比赛正式开始后，为该赛道的所有参赛团队提供在线视频讲解与教学。

### 初赛赛道说明

下面给出初赛赛道的相关情况说明。

#### 初赛赛道形状

初赛中，选手比赛所用赛道的大致模型如图 1所示：



图 1 无人车避障-初赛赛道大致模型

1. 赛道设置为环形赛道。
2. 赛道规格包括赛道的尺寸、形状、间距等：

* 赛道宽度不小于5M。
* 赛道路沿高1.5m，为车辆提供引导。
* 赛道中可能存在直线、曲线、坡道、十字交叉路口、环形道路。

赛道起点与终点：赛道中设有起点，起点也为终点。

#### 初赛赛道规格

赛道规格包括赛道的尺寸、形状、间距等。赛道宽度不小于5M。赛道中存在直线、曲线、坡道、十字交叉路孔。当车辆行驶到十指交叉路口时应当直行，行驶至环形路口时需进入环形路行驶一周后驶出。

#### 初赛赛道计时规则

宣布比赛开始时，计时即刻启动。车辆需要绕圈完成赛道，并需要根据赛道路况调整车辆的速度和转向，以保持在赛道内合适的位置行驶，同时避免与赛道边缘发生擦边，并最终回到起始位置，出发点也被视为终点。当车辆通过终点区域后，计时结束。

### 初赛仿真模型说明

组委会提供的模型库其中包括车辆模型及其依赖组件、道路模型、控制策略模型demo。选手需自行搭建控制策略，如下图技术路线中黄色部分，车辆模型和道路模型统一使用组委会提供的指定模型，选手在规定时间内提交报告文件至组委会。为保证比赛公平性，裁判组对选手提交的仿真模型进行统一仿真，并现场打分，如有异议可在3个工作日内向组委会反映。



图 2 无人车避障-初赛模型组成框图

### 初赛评分细则

初赛评分包括仿真报告得分和算法模型运行得分。其中，报告得分为20分，算法模型运行得分为80分。

#### 仿真报告评分规则

仿真报告是专家评委组报告评分的重要文件。同时也会作为运行赛车模型的参考文件。仿真报告满分为 20 分。

仿真报告根据组委会提供的“参赛作品设计报告模板”进行编写。

表 2 初赛赛道仿真报告评分细节表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 评分范围 | 评分细节 |
| **控制策略得分** | 12 | 是否能在主办方规定时间内完成赛道全程，是否将运动控制问题表达清楚，速度、轨迹的规划和控制算法是否简易、有效、创新 |
| **报告内容得分** | 8 | 是否将仿真过程阐述完整，版面是否美观性，对算法描述是否清晰、准确 |

#### 算法模型运行评分规则

在初赛中，算法模型运行得分包括时间得分+能耗得分。组委会会提供 4条赛道，每个赛道总分为20分，4条赛道满分总分80分。

**（1）竞速得分**

竞速得分以此赛道完成时间最短的成绩为第一名，根据最短时间成绩与规定最长完成时间形成得分系数，按照得分系数给定各队伍得分值。单赛道时间得分满分为16分。超过规定最长时间值，该项不得分。

**（2）能耗得分**

仿真运行时会记录能量消耗情况。完成赛道后，以能量消耗最少者为满分4分，规定消耗最多值为0分，形成能耗得分系数，按照得分系数给定得分值。超过最多能量消耗值，则该项不计分。

#### 初赛赛道评分表

**2024第四届智能无人系统应用挑战赛**

算法赛道-无人车避障科目初赛评分表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 赛队名称 |  | | | 总分 |  | |
| **仿真报告评分** | | | | | | |
| 项目 | 运动控制模块得分 | | 报告内容得分 | 备注 | | 小计 |
| 得分 |  | |  |  | |  |
| **仿真模型评分** | | | | | | |
|  | 到达终点用时 | 能耗 | 竞速得分 | 能耗得分 | 小计 | |
| 赛道1 |  |  |  |  |  | |
| 赛道2 |  |  |  |  |  | |
| 赛道3 |  |  |  |  |  | |
| 赛道4 |  |  |  |  |  | |

## 复赛比赛规则

在复赛阶段，参赛队员将MWORKS中设计的算法，通过代码生成工具模块，下载到组委会官方提供的无人车中，根据赛道路况进行传感器和执行机构的标定，最终在真实的模拟赛道中进行实物比赛。组委会根据比赛规则，综合避障效果和通过时间等因素进行打分。

### 复赛赛道说明

下面给出复赛赛道的相关情况说明。

#### 复赛赛道形状

复赛中，每轮比赛一共两名选手参加，所用车辆将在一条赛道内进行比赛，赛道的大致模型如图 3所示：



图 3 无人车避障-复赛赛道大致模型

图 4-赛道大致模型

1. 赛道设置为不规则的环形赛道，分为内侧和外侧两圈轨道。
2. 在赛道的某些区域设置障碍物和坡度挑战，通过增加障碍物来增加难度，考验选手对比赛车辆的控制能力和车辆反应速度。
3. 赛道起点与终点在赛道的同一位置：

#### 赛道竞速规则

每场赛道比赛由两名选手同时参加，选手的车辆都在始发点上，按照相同方向同时出发。宣布比赛开始时，竞速即刻启动。车辆需要以逆时针方向绕圈完成赛道，并需要根据赛道的变化从而调整车辆的速度和转向，以保持在赛道内合适的位置行驶，同时需要避免与赛道边缘和障碍物发生碰撞，并最终回到起始位置，出发点也被视为终点。

比赛圈数根据参赛队伍和赛程安排进行设置，在1圈-3圈范围进行选择。

赛道竞速评分规则分为两部分评分：竞速评分、能耗评分。竞速评分以选手车辆在赛道上完成比赛所用的时间为主要评分标准；能耗评分则主要考虑选手车辆在比赛中所消耗的功耗。两个评分综合考虑，能够全面评估选手车辆的表现和能力，决定每场赛道竞速的优胜者。

### 复赛模型说明

组委会将为参赛选手提供了丰富的模型库，其中包括车辆模型及其相关依赖组件、道路模型以及控制策略模型的演示样例，除此之外，组委会还会提供参赛者小车，这些小车装载了驱动小车运行所需的相关硬件设备，包括传感器、处理器以及通讯模块等，从而为选手们提供一个理想的测试平台，使他们可以专注于开发和优化控制策略，而无需过多关注硬件配置和搭建。

选手需要自行搭建控制策略，如技术路线图中所示的黄色部分。在这个过程中，选手将使用由组委会提供的指定车辆模型和道路模型，并在规定的时间内完成控制策略模型的搭建，同时能仿真成功。最后，选手需要对模型进行代码生成，并将生成的代码下载进小车上装载的主控芯片，达到驱动实物小车运行的目的，并在比赛前将实物小车与比赛的相关报告文件提交给组委会。

组委会将搭建一条实物赛道，实物赛道将充分还原仿真环境中的道路特征和场景设置。在比赛过程中，选手需要使用实物小车在组委会搭建的专用比赛场地中进行实地竞赛。



图 5 无人车避障-复赛模型组成框图

### 复赛赛制规则

复赛将所有队伍分为两个小组，每个小组中的选手进行多轮对决。小组赛采用积分制，积分较多的前两名选手得到晋级淘汰赛的资格。淘汰赛中进行单淘汰制比赛，再最终决出胜利者。

#### 小组赛规则

复赛将所有选手分为两个小组，每个参赛队伍由抽签决定组别。每个小组中的选手依次进行对决。当所有选手完成比赛后，获取竞速分数基准时间，然后依次计算每个队伍在每场的得分，判断每场比赛的获胜队伍，并计算每个队伍的小组排名积分。

小组赛中，获胜的选手将得到1分，失败的选手得到0分。进行多轮对决后，小组赛结束，根据积分情况，取每个小组中积分最高的两名选手，共四名选手进入淘汰赛。淘汰赛将按照单淘汰制进行比赛，最终决出最终胜者。

#### 淘汰赛规则

在淘汰赛中，将会有两个小组的头两名选手进行交叉比赛。比赛的具体赛制安排如下所示：

1. 淘汰赛采用单淘汰制，即一场比赛确定胜者和败者；

2. 第一轮比赛，A组第一名对战B组第二名，B组第一名对战A组第二名；

3. 第二轮比赛，第一轮胜者进行对决；

4. 最终胜利者获得比赛的冠军称号。



图 7 复赛中淘汰赛规则

#### 排名赛规则

未进入淘汰赛的选手，需要根据比赛选手数目和奖项设置数目，进行若干场的排名赛，从而决定比赛中获奖选手的名次。

排名赛规则为A组的第三名与B组的第三名进行比赛，依次类推，从而决定获奖队伍排名。

### 复赛评分细则

复赛成绩为现场成绩（占比80%）+初赛成绩（占比20%）进行计算。其中，现场成绩由竞速评分（满分80分）、能耗得分（满分20分）来组成。每场比赛结束，均需要根据该场双方的比赛情况+初赛情况进行评分，从而判定获胜选手。

#### 竞速评分

1．在小组赛阶段，当所有队伍完成所有比赛之后，将小组赛所有选手在赛道上最短完成时间的选手设为第一名，其用时作为基准时间。

2．根据比赛规定，设定一个最长完成时间，超过这个时间则不得分。

3．计算每位选手的得分系数，公式为：

得分系数＝基准时间/该选手完成时间

根据得分系数，确定每个选手的得分值，得分为80×得分系数。

在淘汰赛阶段，如果有选手的计时小于基准时间，则其得分可以超过80分，即按照系数进行计算。

#### 能耗得分

根据比赛规定，设定一个完成比赛的最大功耗，若大于最大功耗则不得分。

根据比赛规定，设定一个完成比赛的最小功耗，若小于最小功耗则满分。

计算每位选手的得分系数，公式为：

得分系数＝1—[（该选手车辆功耗—最小功耗）/（最大功耗—最小功耗）]

根据得分系数，确定每个选手的得分值。如果得分系数大于等于1，则得分为满分（20分）；若得分系数小于1且大于0，则得分为20×得分系数。

#### 每场比赛评分

当所有选手的小组赛完成之后，得到基准时间，然后，逐一计算每场比赛每个队伍的竞速得分，从而确定每轮的获胜选手。

每场比赛结束后，均需要根据该场双方的比赛情况+初赛情况进行评分。

每个队伍本场得分＝（队伍本场竞速得分+队伍本场能耗能分）×0.8+队伍初赛成绩×0.2

#### 复赛赛道评分表

**2024第四届智能无人系统应用挑战赛**

算法赛道-无人车避障科目复赛评分表

小组赛/淘汰赛/排名赛

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 选手A评分表 | | | | | |
| 赛队名称 |  | | 总分 | |  |
| 初赛仿真报告评分 | | | | | |
| 项目 | 竞速得分 | 能耗得分 | | 小计 | |
| 数据 |  |  | |  | |
| 得分 |  |  | |  | |
| 本场选手最终得分 | | | |  | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 选手B评分表 | | | | | |
| 赛队名称 |  | | 总分 | |  |
| 初赛仿真报告评分 | | | | | |
| 项目 | 竞速得分 | 能耗得分 | | 小计 | |
| 数据 |  |  | |  | |
| 得分 |  |  | |  | |
| 本场选手最终得分 | | | |  | |

## 选手指南

参赛选手需根据以下指导完成MWORKS仿真建模，并在仿真环境中测试仿真模型。

### 准备阶段

首先在同元官网https://www.tongyuan.cc/下载并安装最新版本的MWORKS.Sysplorer，之后在https://www.tongyuan.cc/license中申请许可，申请到许可后进入软件，在导航栏中选择工具—>使用许可，将获得的许可导入到单机版中，如图所示：

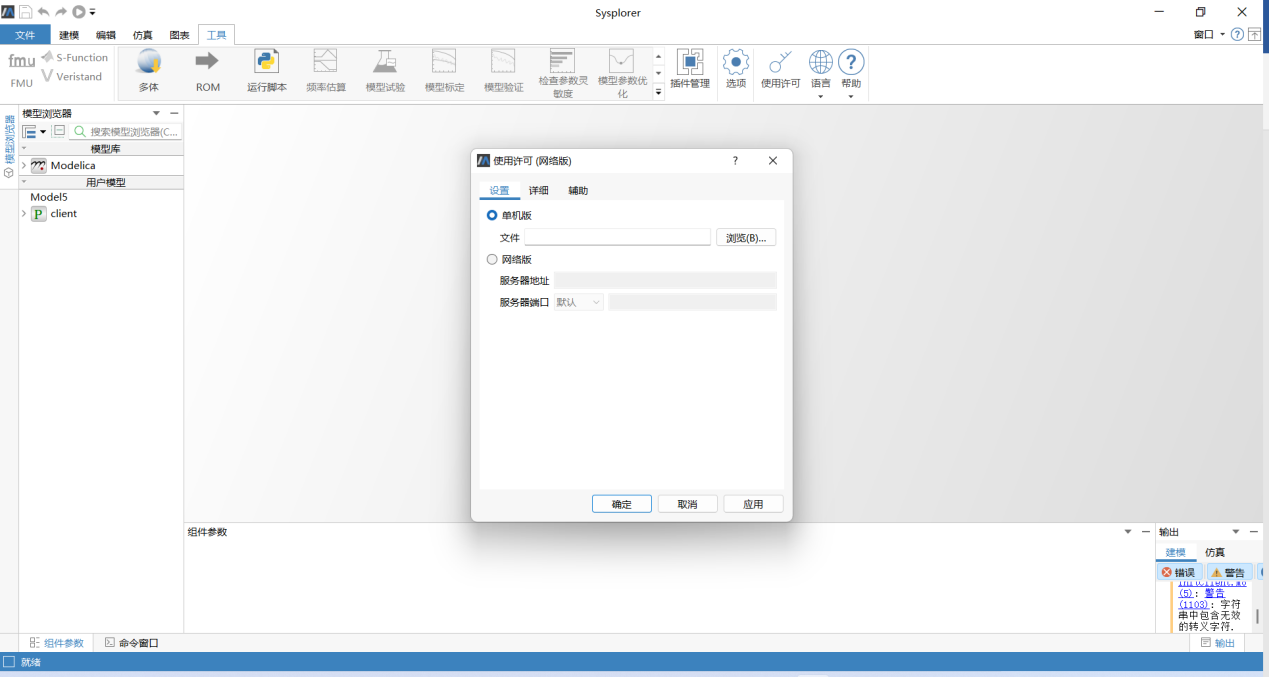


图1 导入license文件

### 建模阶段

MWORKS的相关操作以及Modelica语言的教学请参见比赛官网发布的相关教学资料。

学生需自行准备电脑，并尝试跑通官方demo。

## 赛程安排（拟定）

**算法赛道—无人车避障科目的赛程安排如下：**

**6.10——报名截止**

**6.25——提交初赛作品截止**

**7.5——公布初赛分数、进入复赛队伍，给复赛队伍邮寄模型车**

**7.10——公布复赛材料，组织线上培训，讲解复赛规则及操作流程**

**7月下旬——复赛**