智能系统工程训练任务书

## 一、目的和要求

智能工程训练是智能科学与技术专业学生在完成人工智能、智能控制、模式识别等专业课程学习后的一个重要实践环节，其目的主要在于使学生掌握智能技术在实际工程中的一般应用方法，运用已学专业知识完成一项智能系统的综合性设计。在系统设计过程中能够学习一些工程伦理、了解自动化工程项目设计过程和行业规范或技术标准；能够根据给定的技术指标或者经济指标为所提的系统设计方案进行设备选型、数据处理以及实验。因此本工程训练课题模拟实际工程项目，要求学生要着重学会面对一个实际问题，收集资料（包括网上检索），学习新知识，利用所学知识及实验条件等制定解决问题的方案，通过方案论证和借助计算机仿真或模拟实验等手段，有效解决具体项目所涉及的关键技术问题以及非技术性问题，完成全部设计任务，并体现出创新意识，培养解决复杂工程问题的能力。

本课程训练要求学生按任务书规定并在任课老师指导下，完成所选或所分配项目的全部设计任务。课程训练结束时，要求每人按报告要求提交课程报告材料1份（详见报告要求栏），并进行汇报检查。

## 二、课题任务

## 课题一 基于二维栅格地图的机器人自主导航技术

1. **设计内容**

二维栅格地图作为一种简洁有效的环境表示方法，广泛应用于移动机器人的路径规划与导航中。现有的移动机器人或无人驾驶汽车均是基于已有地图进行导航，能在已有的地图情况下正确对环境中的移动机器人进行精准定位、实时完成全局路径规划及局部轨迹规划尤为重要。本任务旨在通过TurtleBot3移动机器人平台，研究并实现基于二维栅格地图的自主导航算法，使机器人能够在已知环境地图中自主规划路径、避开障碍物并准确到达目的地。

1. **材料准备**
2. 语言C++
3. Ubuntu 18.04 + ROS Melodic
4. ROS navigation工具包
5. Gazebo动态模拟器、Rviz三维可视化平台
6. https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3.git
7. Turtlebot3移动机器人
8. **设计要求**
9. 熟悉TurtleBot3移动机器人的硬件组成、软件架构及基本操作；
10. 输入输出描述：输入为ROS地图文件格式.pgm及其参数文件.yaml和目标点位置，输出为机器人的速度、角速度；
11. 显示功能：Rviz中添加相应消息进行显示，要求能在Rviz界面显示加载原始地图、全局代价地图（global costmap）、局部代价地图（local costmap）、机器人全局规划路径（gloabal path）、机器人局部路径（local path）、机器人模型，且与Turtlebot3机器人实时规划结果同步显示；
12. 仿真环境配置：启动gazebo动态模拟器，正确读取仿真环境发送信息；
13. Turtlebot3机器人配置：连接导航所需传感器，如激光雷达，以及控制器；
14. 键盘控制功能：编写键盘控制节点、实现键盘控制机器人运动功能，验证定位功能的准确性；
15. 点到点导航功能：配置ROS navigation工具包，利用Rviz 2D Nav Goal 插件设置目标位姿，实现机器人全局路径规划、局部路径规划，完成点到点的自主导航。
16. **数据格式建议**

键盘控制节点发送数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

geometry\_msgs/Twist :

{

geometry\_msgs/Vector3 linear:

{

float64 x

float64 y

float64 z

}

geometry\_msgs/Vector3 angular:

{

float64 x

float64 y

float64 z

}

}

1. **报告要求**

提交纸质版课程报告一份，包括内容有：方案论述，框架设计，程序设计，测试方案与测试结果等。

电子版材料：录制演示视频，在汇报中展示。

上交材料：(1)课程设计报告；(2)系统程序；(3)自己认为必要的辅助材料。

## 课题二 机器人全覆盖路径规划算法

1. **设计内容**

随着机器人技术的广泛应用，传统的考虑安全性和路径长度的点到点导航已经不满足特定环境的任务需求，如环境清洁、农业喷洒等领域，机器人的轨迹需要尽可能覆盖整片工作区域。因此，如何实现机器人在给定区域内的全覆盖路径规划成为了关键技术之一。全覆盖路径规划要求机器人能够高效、无遗漏地遍历整个工作区域，同时尽量减少重复路径和能耗。本任务旨在基于TurtleBot3移动机器人平台，深入研究机器人全覆盖路径规划算法，特别是探索并实践一种适用于不同环境的规划策略。

1. **材料准备**
2. 语言C++
3. Ubuntu 18.04 + ROS Melodic
4. ROS coverage\_Planning功能包
5. Rviz三维可视化平台
6. https://github.com/li-haojia/Clean-robot-turtlebot3.git
7. Turtlebot3移动机器人
8. **设计要求**

1) 仔细阅读、体会、理解任务书，明确设计任务和目标，培养独立查阅文献资料、设计/开发解决方案、团队合作、沟通、终身学习的能力。查阅相关教材、论文和文献资料，了调研机器人全局覆盖路径规划方法的研究现状，以及与本设计任务有关的国内外发展状况；

2) 深入了解常用的覆盖路径规划算法及其变种；了解和熟悉基于细胞分解法的覆盖路径规划方法；学习并能够熟练使用Ubuntu 18.04系统、ROS Melodic及Rviz进行仿真；

3） 熟悉TurtleBot3移动机器人的硬件组成、软件架构及基本操作；

4) 根据TurtleBot3平台的特点和实验需求，编写覆盖路径规划算法，用Rviz进行仿真，对比不同规划地图的实验结果，并给出对比路径和数据；

5) 输入输出描述：要求编写的程序能够根据给定输入输出类型、给定地图，使Turtlebot3机器人尽可能覆盖整个地图，同时在Rviz界面可视化路径；

1. 输入为给定起点和终点，起点消息类型为geometry\_msgs/PoseWithConvarianceStamped，终点消息类型为geometry\_msgs/PoseStamped；
2. 输出为规划路径及其路径节点、车辆模型可视化，规划路径消息类型为nav\_msgs/Path，路径节点和车辆模型消息类型均为visualization\_msgs/MarkerArray；
3. 栅格地图消息类型为nav\_msgs/OccupancyGrid。
4. **数据建议格式**

1）起点消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

geometry\_msgs/PoseWithConvarianceStamped

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/PoseWithConvariance pose

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

float64[36] convariance

2）终点消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

geometry\_msgs/PoseStamped

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

3）规划路径消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

nav\_msgs/Path

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/PoseStamped[] poses

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

1. **报告要求**

提交纸质版课程报告一份，包括内容有：方案论述，框架设计，程序设计，测试方案与测试结果等。

电子版材料：录制演示视频，在汇报中展示。

上交材料：(1)课程设计报告；(2)系统程序；(3)自己认为必要的辅助材料。

## 课题三 基于样条曲线的轨迹规划方法

1. **设计内容**

在路径规划中若采用A\*实现，其路径规划结果无疑不符合机器人运动学约束，因此，我们需要考虑机器人的动力学方程，对该路径进行平滑处理，以保证轨迹经过起点、终点的同时，其连接处曲线、曲率光滑。同时为了让平滑轨迹能够经过某些路径点，同样还需要满足航路点约束。为此，可将上述问题建模为一个约束优化问题进行求解，样条曲线由于其独特的凸包性质，简化了约束表达，常用于轨迹优化问题中。

1. **材料准备**
2. 语言C++
3. Ubuntu 18.04 + ROS Melodic
4. ROS Bezier curve功能包
5. Rviz三维可视化平台
6. https://github.com/hourenyu/--original--Trajectory-optimization-based-on-Bezier-polynomial-motion-planning-.git
7. **设计要求**

1) 仔细阅读、体会、理解任务书，明确设计任务和目标，培养独立查阅文献资料、设计/开发解决方案、团队合作、沟通、终身学习的能力。查阅相关教材、论文和文献资料，了解机器人常用轨迹规划方法及其国内外研究现状。

2) 深入了解样条曲线轨迹规划算法及其变种；了解和熟悉基于Bezier曲线的轨迹规划方法；学习并能够熟练使用Ubuntu 18.04系统、ROS Melodic及Rviz进行仿真。

3) 编写Bezier曲线规划优化算法，用Rviz进行仿真，并给出规划轨迹。

4) 输入输出描述：要求根据给定输入输出类型实现经过所有轨迹点的平滑轨迹，并在Rviz界面可视化路径。

1. 输入为给定航路点，航路点消息类型为geometry\_msgs/PoseStamped；
2. 输出为轨迹规划路径，规划路径消息类型为visualization\_msgs/MarkerArray。
3. **数据格式建议**

1）航路点消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

geometry\_msgs/PoseStamped

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

2）规划路径消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

visualization\_msgs/Marker

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

string ns

int32 id

int32 type

int32 action

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

geometry\_msgs/Vector3 scale

float64 x

float64 y

float64 z

std\_msgs/ColorRGBA color

float32 r

float32 g

float32 b

float32 a

duration lifetime

bool frame\_locked

geometry\_msgs/Point[] points

float64 x

float64 y

float64 z

std\_msgs/ColorRGBA[] colors

float32 r

float32 g

float32 b

float32 a

string text

string mesh\_resource

bool mesh\_use\_embedded\_materials

1. **报告要求**

提交纸质版课程报告一份，包括内容有：方案论述，框架设计，程序设计，测试方案与测试结果等。

电子版材料：录制演示视频，在汇报中展示。

上交材料：(1)课程设计报告；(2)系统程序；(3)自己认为必要的辅助材料。

## 课题四 基于分段高阶多项式的轨迹规划方法

1. **设计内容**

在路径规划中若采用A\*实现，则规划路径无疑是不符合机器人运动学约束的，因此，我们需要对规划路径进行平滑，以保证轨迹能够经过起点、终点，同时轨迹间连接处平滑。同时为了让平滑轨迹能够经过某些路径点，同样还需要满足航路点约束。为此，可将上述问题建模为一个约束优化问题进行求解，这就是著名的minimum snap轨迹规划方法。

1. **材料准备**
2. 语言C++
3. Ubuntu 18.04 + ROS Melodic
4. ROS Minimum snap功能包
5. Rviz三维可视化平台
6. https://github.com/zm0612/Minimum-Snap/tree/main
7. **设计要求**

1) 仔细阅读、体会、理解任务书，明确设计任务和目标，培养独立查阅文献资料、设计/开发解决方案、团队合作、沟通、终身学习的能力。查阅相关教材、论文和文献资料，了解机器人常用轨迹规划方法及其国内外研究现状。

2) 深入了解多项式轨迹规划算法及其变种；了解和熟悉基于minimum snap的轨迹规划方法，了解MINCO轨迹规划方法；学习并能够熟练使用Ubuntu 18.04系统、ROS Melodic及Rviz进行仿真。

3) 编写minimum snap规划算法，用Rviz进行仿真，并给出规划轨迹。

4) 输入输出描述：要求根据给定输入输出类型实现经过所有轨迹点的平滑轨迹，并在Rviz界面可视化路径。

1. 输入为给定航路点，航路点消息类型为geometry\_msgs/PoseStamped；
2. 输出为轨迹规划路径，规划路径消息类型为visualization\_msgs/MarkerArray。
3. **数据格式建议**

1）航路点消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

geometry\_msgs/PoseStamped

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

2）规划路径消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

visualization\_msgs/Marker

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

string ns

int32 id

int32 type

int32 action

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

geometry\_msgs/Vector3 scale

float64 x

float64 y

float64 z

std\_msgs/ColorRGBA color

float32 r

float32 g

float32 b

float32 a

duration lifetime

bool frame\_locked

geometry\_msgs/Point[] points

float64 x

float64 y

float64 z

std\_msgs/ColorRGBA[] colors

float32 r

float32 g

float32 b

float32 a

string text

string mesh\_resource

bool mesh\_use\_embedded\_materials

1. **报告要求**

提交纸质版课程报告一份，包括内容有：方案论述，框架设计，程序设计，测试方案与测试结果等。

电子版材料：录制演示视频，在汇报中展示。

上交材料：(1)课程设计报告；(2)系统程序；(3)自己认为必要的辅助材料。

## 课题五 基于混合A\*的机器人全局路径规划算法

1. **设计内容**

近年来，提出了许多面向二维栅格地图的全局路径规划算法，其中以A\*兼具效率和效果倍受业界和学界青睐。A\*算法结合了广度优先搜索和代价值优先搜索的优先，能够快速找到一条符合期望的路径。然而，随着环境尺寸的增长，其实时性将大打折扣，并且其规划路径平滑性不足，多需要进行后端优化才可以用于机器人跟踪形式。

为此，一个名为混合A\*的全局路径规划算法被提出，该算法致力于生成更符合机器人运动学约束的路径。相较于A\*算法而言，混合A\*在规划中考虑了航向角，同时改变了节点的扩展方式，加入了机器人运动学的考虑，引入Reeds-Shepp曲线，该曲线能够以符合机器人运动学约束的方式衔接节点，同时允许规划倒车路径，拓宽了解空间。除此之外，混合A\*在进行代价值计算时，会综合考虑规划曲线距目标点的理想距离和实际距离从而保证节点扩展朝向正确。因此，研究基于混合A\*的全局路径规划算法对于机器人后续跟踪控制具有重要意义。

1. **材料准备**
2. 语言C++
3. Ubuntu 18.04 + ROS Melodic
4. ROS hybrid-A\*功能包
5. Rviz三维可视化平台
6. https://github.com/karlkurzer/path\_planner
7. **设计要求**

1) 仔细阅读、体会、理解任务书，明确设计任务和目标，培养独立查阅文献资料、设计/开发解决方案、团队合作、沟通、终身学习的能力。查阅相关教材、论文和文献资料，了解机器人全局路径规划方法的研究现状，以及与本设计任务有关的国内外发展状况。

2) 深入了解常用的A\*全局路径规划算法及其变种；了解和熟悉基于混合A\*的全局路径规划方法；学习并能够熟练使用Ubuntu 18.04系统、ROS Melodic及Rviz进行仿真。

3) 编写A\*规划算法，用Rviz进行仿真，对比A\*和混合A\*，并给出对比路径和数据。

4) 输入输出描述：要求根据给定输入输出类型、给定地图能够实现从起点到终点的混合A\*规划，并在Rviz界面可视化路径。

1. 输入为给定起点和终点，起点消息类型为geometry\_msgs/PoseWithConvarianceStamped，终点消息类型为geometry\_msgs/PoseStamped；
2. 输出为规划路径及其路径节点、车辆模型可视化，规划路径消息类型为nav\_msgs/Path，路径节点和车辆模型消息类型均为visualization\_msgs/MarkerArray；
3. 栅格地图消息类型为nav\_msgs/OccupancyGrid。
4. **数据建议格式**

1）起点消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

geometry\_msgs/PoseWithConvarianceStamped

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/PoseWithConvariance pose

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

float64[36] convariance

2）终点消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

geometry\_msgs/PoseStamped

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

3）规划路径消息类型数据格式如下：

//ROS标准数据类型 正确配置头文件即可

nav\_msgs/Path

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/PoseStamped[] poses

std\_msgs/Header header

uint32 seq

time stamp

string frame\_id

geometry\_msgs/Pose pose

geometry\_msgs/Point position

float64 x

float64 y

float64 y

geometry\_msgs/Quaternion orientation

float64 x

float64 y

float64 z

float64 w

1. **报告要求**

提交纸质版课程报告一份，包括内容有：方案论述，框架设计，程序设计，测试方案与测试结果等。

电子版材料：录制演示视频，在汇报中展示。

上交材料：(1)课程设计报告；(2)系统程序；(3)自己认为必要的辅助材料。

**课题六 RGB-T目标跟踪**

1. **设计内容**

RGB-T目标跟踪是可见光目标跟踪的延伸，其目的是在给定第一对帧的初始状态情况下，利用可见光谱和热红外信息的互补优势来估计目标状态。RGB和热红外数据有很强的互补优势，可以克服单个来源的成像限制，提高追踪性能，并使追踪器在白天和晚上都能工作，因此具有重要的研究意义和应用价值。本课题的设计内容为设计RGB-T目标追踪网络模型，通过训练得到最优模型并测试性能。

**2. 材料准备**

1）python3语言开发

2）pytorch或tensorflow深度学习框架

3）RGB-T目标跟踪数据集。下载链接https://github.com/mmic-lcl/Datasets-and-benchmark-code

**3. 设计要求**

1）仔细阅读、体会、理解本任务书，明确设计任务和目标，培养独立查阅文献资料、设计/开发解决方案、团队合作、沟通、终身学习的能力。查阅相关教材、论文和文献资料，了解RGB-T目标跟踪现状，以及与本设计任务有关的国内外发展状况。

2）RGB-T数据集包括GTOT、RGBT234和LasHeR，可用其中两个做训练集，另一个做测试集，也可以只用RGBT234训练，测试GTOT，反之亦然。要求必须测试GTOT和RGBT234，LasHeR数据集可只用作训练。

3）测试时使用下载链接中的工具箱，生成Precision图和Success图

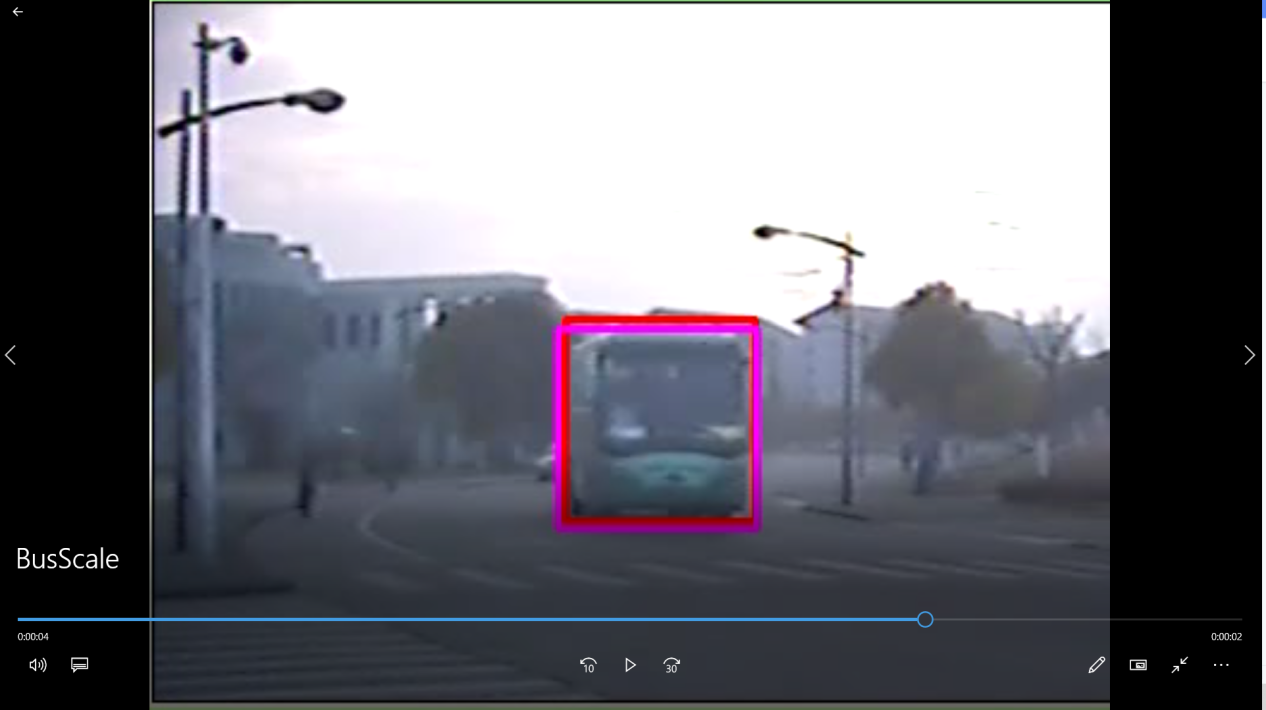
**4. 数据格式建议**

1）输入数据建议采用格式：JPG或PNG格式图片帧。

2）输出数据建议采用格式：JPG或PNG格式图片帧，并将输出的测试结果帧合并成视频，要求画上测试跟踪框和原始的标签框。

RGB帧 热红外帧



测试结果

**5. 报告要求**

提交纸质版课程报告一份，包括内容有：方案论述，框架设计，程序设计，测试方案与测试结果等。

电子版材料：录制演示视频，以及部分测试结果视频，在汇报中展示。

上交材料：(1)课程设计报告；(2)系统程序；(3)自己认为必要的辅助材料。

**课题七 语音情感识别方法与设计**

1. **设计内容**

近年来，随着信息技术的飞速发展，智能设备正在逐渐地融入到人们的日常生活当中，语音作为人机交互的最为便捷的方式之一，得到了广泛的应用。让机器听懂人类语言的同时 ，如何实现与人类有感情的自然交流 ，是无数科研工作者的目标。

目前对于情感的描述主要有两种方法。第一种是基于离散的情感划分，将人类日常生活中广泛使用的基本情感分为愤怒、开心、兴奋、悲伤、厌恶等；另一种是基于连续维度情感划分，主要通过不同的效价度和激活程度来对不同情感进行区分的。

语音情感识别是指通过计算机处理，以帧为单位对情感信号进行特征提取，模拟人类感知并理解人类的情感，进而推断出语音情感类型的一种技术。其任务是从说话人的语音中提取出与情感有关的相关特征，并找出这些特征与人类情感的映射关系，最终对情感进行分类。

语音情感识别的应用范围广泛，如可以结合驾驶员的语音、表情等信息检测其精神状态，提醒驾驶员控制情绪、安全驾驶；依据可穿戴设备采集病人的语音信号实时检测其异常情感状态，提高治疗效率；结合语音情感信息和自动翻译结果来帮助各方发言者顺畅交流等。

经典的语音情感识别模型包含两步:首先手动提取声学特征;然后将这些特征输入到分类模型中完成情感识别。声学特征主要包括了基频(F0)、能量(Energy)、梅尔频率倒谱系数(MFCC)等。这类特征的设计受到了人类感性知识的启发，可以统称为启发式特征。早期的语音情感识别研究都是基于启发式特征展开,其中传统的识别算法包括隐马尔可夫模型(Hidden Markov Model,HMM)、高斯混合模型(Gaussian Mixture Model,GMM)、支持向量机(Support Vector Machine,SVM)等。此外,还有一些基于决策树(Decision Trees,DT),K近邻(K-Nearest Neighbor,K-NN),K均值(K-means),朴素贝叶斯(Naive Bayes)的方法。近年来,随着深度学习的发展与进步,提出了一些基于深度学习的模型,如深度神经网络(Deep Neural Network,DNN) 、 循 环 神 经 网 络 (Recurrent Neural Network,RNN) 、 长 短 时 记 忆 网 络 (Long-Short Time Memory,LSTM)等。由于人对语音情感识别的认知毕竟是有局限性的,单纯利用人类的知识很难提取到丰富全面的特征,近几年基于振幅时频特征的语音情感识别研究发展迅速,并提出了一些经典模型。例如凭借局部连接和权值共享的优势,卷积神经网络(Convolutional Neural Network,CNN)在语音和图像领域得到广泛应用。目前, 利用 CNN 从振幅时频特征中提取深度声学特征也成为了语音情感识别领域最常用的方法之一。

**2.材料准备**

1）语言python

2）任意一款python编辑器如pycharm

3）pytorch框架或tensorflow框架，librosa库

4）CASIA情感语音数据集（下载地址：https://aistudio.baidu.com/datasetdetail/209512）

**3.设计要求**

1）查阅语音情感识别相关的资料文献，了解语音情感识别系统设计的基本要求，了解语音情感识别系统的组成部分及各部分的作用。

2）收集一种或多种常见的语音情感识别的数据集，如CASIA语音情感数据集、柏林语音情感数据集等。选择一种数据集，按一定比例将其划分为训练数据与测试数据，用于语音情感识别网络的训练及测试。

3）了解常见的几种用于语音情感识别的声学特征，如美尔倒谱频率（MFCC）、短时能量谱等，掌握其中一种特征提取的原理及方法，提取语音特征，用于语音情感识别网络的训练。

4）了解卷积神经网络的基本原理，学习pytorch框架的使用方法，搭建基于卷积神经网络的深度学习模型，利用语音数据集对模型进行训练。

5）利用训练完成的网络模型进行语音情感识别测试，计算网络的识别准确率，绘制识别准确率曲线与loss下降曲线，绘制语音情感识别分类的混淆矩阵，分析网络模型的优点与不足，寻找提升网络识别准确率的方法，对网络模型进行改进。

**4. 报告要求**

提交纸质版课程报告一份，包括内容有：方案论述，框架设计，程序设计，测试方案与测试结果等。

电子版材料：录制演示视频，在汇报中展示。

上交材料：(1)课程设计报告；(2)系统程序；(3)自己认为必要的辅助材料。

**课题八 流质化工产品罐车加注与回收口精确位姿估计**

1. **设计内容**

为了实现化工生产中各种工业产品的完全自动化加注，需要首先对流质化工产品（如酒精、乙二醇等醇类、苯类、甲烷、丙烷、LNG等天然气液体）的主要运输载体——运输化工液体槽罐车的加注与回收口的位姿进行精确估计，进而实现后续的机械臂路径规划等自动化加注流程。本课题以RGBD相机为主要传感器，设计内容为针对不同类型的罐车加注口与回收口布局类型，设计鲁棒性较强的程序实现加注口与回收口的精确位姿（包含圆面中心点3维坐标和圆面法向量）。

1. **材料准备**

1)语言：不限，推荐Python/C++

2)点云数据及其他文件。

下载链接1夸克网盘：<https://pan.quark.cn/s/7acc8c5888ea>

提取码1：iY9f

下载链接2百度网盘：<https://pan.baidu.com/s/1nWuF0s3lsikn_iInyD9ncg?pwd=2101>

提取码2：2101

3)开源点云编辑软件CloudCompare

4)设计方案可能用到的三方库和方法，供参考无硬性要求：

[开源三方库Point Cloud Library配置](https://blog.csdn.net/qq_42676511/article/details/126054136)

[Filters模块空间裁剪器类](https://blog.csdn.net/qq_41921826/article/details/130724221)

[PCL求解规则点云的拟合圆](https://blog.csdn.net/Candyerer/article/details/109538704?spm=1001.2014.3001.5506)

[点云配准方法SAC-IA、ICP](https://blog.csdn.net/peach_blossom/article/details/78506184)

[RANSAC拟合模型](https://pointclouds.org/documentation/classpcl_1_1_sample_consensus_model.html)

1. **设计要求**
2. 针对数据集中不同的场景，以各自点云文件或2D图像为输入，输出对应场景的加注口和回收口圆心坐标及法向量，要求圆心各轴坐标误差不超过20mm，法向量俯仰角、偏航角与实际偏差不超过5°；
3. 需要特别注意的是实车数据集的10个场景各自的加注口和回收口的接口部分规格完全一致，但其深浅和相对位置是不固定的，只能确定左右关系，因此需要在设计程序之初就考虑到整体流程的鲁棒性，进而使其能够适应更多不同的两口分布、处理更多种类的槽罐车数据。
4. 考虑到自动化加注的时效性，程序总处理时长不超过60s；
5. 学有余力可以考虑将圆心和法向量的结果进行可视化展示（如visual1.png、visual2.png所示）以及进一步提高坐标和法向量的精确度；
6. **数据格式说明**

任意选取特定场景，使用数据集中该场景下任何可利用的数据类型作为输入，输出格式不作要求，只需输出该场景下的相机点云坐标系下的加注口与回收口的圆心3维坐标和圆面法向量结果并截图验证（验证方法可参考val1.png、val2.png）结果的准确性。

数据集包含内容说明如下：

1. “实验箱2D图像及对应点云”文件夹包含9组由RGBD相机采集的实验箱不同角度的加注回收口二维图像和点云文件，可用于程序输入获取其两圆中心坐标及法向量；
2. “实车点云”文件夹包含ICP\_input0.pcd、ICP\_input1.pcd、……、ICP\_input9.pcd，为真实槽罐车实地采集的原始输入点云文件，不同于“2D图像及对应点云”文件夹，这10个pcd文件不包含对应的2D图像数据，如果选择的方案需要用到2D图像可不考虑该类数据作为输入；
3. source.pcd为可用于配准的加注回收口标准模板点云文件，sor\_pass\_ly.pcd和sor\_pass\_ry.pcd分别为回收口（左、小圆）和加注口（右、大圆）模板点云文件；
4. coordinates.txt为3）中模板文件加注回收口的相机点云坐标系下的3D坐标，第一行为回收口，第二行为加注口；
5. visual1.png、visual2.png为圆心和法向量估计结果的可视化展示示例；
6. val1.png、val2.png为结果验证方法，图中软件为CloudCompare，该验证方法仅供参考，非硬性要求，如有其他更好的验证方法也可以使用。
7. **报告要求**

提交纸质版课程报告一份，包括内容有：方案论述，框架设计，程序设计，测试方案与测试结果等。

电子版材料：录制演示视频，在汇报中展示。

上交材料：(1)课程设计报告；(2)系统程序及运行说明文件；(3)自己认为必要的辅助材料。

## 三 考核方式及成绩评定（暂定）

需针对实验模块的原理、意义及应用背景等撰写**工程训练调研报告**（体现在课程报告的第一章绪论里面，占20分）。分数分配如下：意义及应用背景占30%；拟采用方法技术占40%；涉及知识和课程10%；参考文献规范性占20%。意义及应用背景部分，需回答的问题（但不限于此）：（1）如何在此类实际工程项目设计环节考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素？（2）在类似项目实施过程中可能会出现哪些伦理问题？该如何处理？（3）你认为一个实际的此类工程项目的成本预算包括哪些部分？（4）谈谈你准备如何管理一个此类的实际工程项目。

* **工程训练报告的实验分析与演示占30分；**

方法原理性分析20%；实验参数分析与实验方法对比50%，系统实现与运行40%。

* **小组汇报占40分；**

ppt美观内容充实40%，实验演示视频30%，汇报时间把握10%，汇报讲解流畅性与组内合作20%。

* **组间互评占15分；**
* **组内互评占15分。**

## 四 说明：

1. 自由组合，分组进行，每组约3人，每组选1个题目。[备注：课题八：4人一组]。可自行命题（但要申请，任务书需通过老师们评估，方案可行即可）；
2. 2023年9月3日工程训练动员大会，请班长在当日22点前将每组成员名单和选题情况，发到邮箱42217809@qq.com；
3. 答疑时间安排：9月2日-9月13日；地点：升华后楼210或信息楼202（暂定）；
4. 答辩验收时间：10月19日周六上午9:00开始；地点：升华后楼210或信息楼202或203（暂定）；
5. 课题验收安排：本次工程训练验收，答辩阐述7分钟，回答问题8分钟。10月19日（暂定）按小组答辩验收，每名成员须根据自己的具体任务和所完成工作回答老师提问；
6. 工程训练报告上交时间及要求：10月23日前班长收集整理齐全纸质报告与程序，以及演示视频ppt等，用百度网盘提交给老师。

## 五．上机要求

1．自觉遵守实验室各项规章制度；

2．实验前应预习，实验过程中请自己爱惜计算机和其它设备；

3．实验离开时，请关好电源，并归还设备。

## 六．工程训练报告写作内容及格式与要求

**工程训练报告内容：**

报告重点阐述系统组成框图、原理设计和软件程序流程图。报告必须按照规定的格式要求（封面、目录、正文、图、表、公式、参考文献等）进行撰写，结束语部分要写出调试中遇到的具体问题和解决的办法，以及自己的收获、体会和建议。

**工程训练报告写作格式与要求：**

一、封面

二、内容提要

三、目录

四、正文

1、概述所作题目的目的和意义、系统的主要内容和功能；

2、设计流程及描述（包括各类实验的实验报告要求）；

4、源程序代码（要有注释）。

五、心得体会 六、参考文献



CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

《智能系统工程训练》报告

|  |  |
| --- | --- |
| 题 目 |  |
| 学生姓名 |  |
| 学 号 |  |
| 专业班级 |  |
| 完成时间 |  |