|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 学生学号 |  | 实验课成绩 |  |



**学 生 实 验 报 告 书**

实验课程名称

开 课 学 院

指导教师姓名

学 生 姓 名

学生专业班级

20 — 20 学年 第 学期

实验教学管理基本规范

实验是培养学生动手能力，分析解决问题能力的重要环节：实验报告是反映实验教学水平与质量的依据。为加强实验过程管理，改革实验成绩考核方法，改善实验教学效果，提高学习质量，特制定实验教学管理基本规范。

1.本规范适用于理工科类专业实验课程，文、经、管、计算机类实验课程可根据具体情况参照执行或暂不执行。

2.每门实验课程一般会包括许多实验项目，除非常简单的验证演示性实验项目可以不写实验报告外，其他实验项目均应按本格式完成实验报告。

3.实验报告应由实验预习、实验过程、结果分析三大部分组成。每部分均在实验成绩中占一定比例。各部分成绩的观测点、考核目标、所占比例可参考附表执行。各专业也可以根据具体情况，调整考核内容和评分标准。

4.学生必须在完成实验预习内容的前提下进行实验。老师要在实验过程中抽查学生预习情况，在学生离开实验室前，检查学生实验操作和记录情况，并在实验报告第二部分教师签字栏签名，以确保实验记录的真实性。

5.教师应及时评阅学生的实验报告并给出各实验项目成绩，完整保存实验报告。在完成所有实验项目后，教师应按学生姓名将批改好的各实验项目实验报告装订成册，构成该实验课程总报告，按班级交课程承担单位（实验中心或实验室）保管存档。

6.实验课程成绩按其类型采取百分制或优、良、中、及格和不及格五级评定。

**附表：实验考核参考内容及标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 观测点 | 考核目标 | 成绩组成 |
| 实验预习 | 1.预习报告  2.提问  3.对于设计型实验，着重考查设计方案 的科学性、可行性和创新性 | 对实验目的和基本原理的认识程度，对实验方案的设计能力 | 20% |
| 实验过程 | 1.是否按时参加实验  2.对实验过程的熟悉程度  3.对基本操作的规范程度   1. 对突发事件的应急处理能力 2. 实验原始记录的完整程度 3. 同学之间的团结协作精神 | 着重考查学生的实验态度、基本操作技能；严谨的治学态度、团结协作精神 | 30% |
| 结果分析 | 1.所分析结果是否用原始记录数据  2.计算结果是否正确  3.实验结果分析是否合理  4.对于综合实验，各项内容之间是否有分析、比较与判断等 | 考查学生对实验数据处理和现象分析的能力；对专业知识的综合应用能力；实事求是的精神 | 50% |

实验课程名称： 工业机器人编程与实践

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验项目名称 | 基于离线编程软件的轨迹规划操作 | | | 实验成绩 |  |
| 实 验 者 | 吴家豪 | 专业班级 | 机器人2202 | 组 别 |  |
| 同 组 者 |  | | | 实验日期 | 6月 7 日 |
| 第一部分：实验预习报告  **一、实验目的与意义**  掌握RobotStudio软件基本操作，能建立工作站、导入模型并进行路径规划；  熟悉ABB工业机器人模型IRB2400的基本参数与结构；  了解焊枪模型安装、TCP设定、路径点创建与仿真等基本流程；  为后续机器人控制与编程打下基础。  **二、实验原理与方法**  本实验利用ABB RobotStudio软件平台，通过数字孪生建模方式构建虚拟机器人工作站，完成焊枪模型的安装、工具中心点（TCP）的定义、工作目标点（Target）的创建和路径设置，最终进行轨迹仿真，实现机器人自动化运动过程的可视化和验证。  **三、主要仪器设备及耗材**  计算机（安装RobotStudio及RobotWare）  RobotStudio软件  虚拟机器人模型：ABB IRB2400-16/1.5  焊枪模型：AW\_GUN\_PSF\_25（系统内置库）  虚拟工作对象：立方体模型  **四、实验方案与技术路线**  在RobotStudio中新建工作站，选择IRB2400机器人；  导入焊枪模型，并通过旋转与放置操作，将其安装至机器人末端；  使用attach功能绑定焊枪至机器人六轴；  创建TCP（工具中心点）并进行姿态校准；  构建工作对象立方体，并选取若干目标点；  创建路径并插入移动指令（MoveL）；  设置路径配置、同步至虚拟控制器，运行仿真，验证路径合理性。 | | | | | |

|  |
| --- |
| 第二部分：实验过程记录  **一、实验步骤**   1. 新建工作站   打开 RobotStudio，创建带控制器的解决方案：    选择机器人型号：IRB2600，点击 Create 创建工作站；   1. 调节机器人姿态   右键选择 Mechanism Joint Jog；    将第五轴的角度从 30° 调整为 0°，便于安装焊枪。   1. 导入焊枪模型   点击 Home -> Import Library -> Equipment；    选择 aw\_gun\_psf\_25 并导入，焊枪默认出现在世界坐标原点。   1. 调整焊枪姿态   右键焊枪模型 aw\_gun\_psf\_25，选择 Rotate；    在弹窗中选择 Y轴方向，输入角度 90°，点击 Apply 使枪旋转。   1. 使用 Place 工具放置焊枪   转到枪底部，右键选择 Place -> One Point；  先点击 Primary point from 后的输入框，再点击上方 Snap Center；  在枪底面选中圆心点作为原点，确认。  然后点击 Primary point to 输入框，选择机器人末端法兰盘的中心；      点击 Apply，焊枪被正确安装至机器人末端。   1. 绑定焊枪至机器人   右键 aw\_gun\_psf\_25 -> Attach to -> irb2600；    弹出窗口选择“是”，完成附加动作。   1. 设置工具中心点 TCP   在 Home -> Other -> Create Tooldata 中创建工具中心点；  点击 Tool Frame 下 Position 的下拉箭头；  点击图形中焊枪末端的 TCP 坐标点，自动获取位置；  点击 Accept -> Create，生成 Tooldata\_1；    右键 Tooldata\_1 -> Rotate，选择 Local，Y轴旋转 54°，使TCP方向与喷枪一致。     1. 创建立方体对象   Modeling -> Solid -> Box；  设置尺寸：600 × 600 × 600 mm，点击 Create；    创建立方体模型，用作示教路径目标。   1. 设置路径目标点   点击 Home -> Target -> Create Target；  在立方体上点击四个角点，依次生成 target\_10 至 target\_40；  选中所有 Target，右键 Modify Target -> Align Target Orientation；  选择 TCP 坐标系为参考，取消勾选 Lock Axis；      设置 Align Axis 依次为 Y 和 Z，点击 Apply，方向对齐。   1. 创建路径 Path   Home -> Path -> Empty Path，自动创建路径 Path\_10；  将所有 Target 拖动至 Path\_10 下；    全选 MoveL target\_10 至 MoveL target\_40，右键 Modify Instruction，设置参数后点击 Apply。   1. 配置路径姿态   右键 Path\_10 -> Configurations -> Auto Configuration；  选择 Cfg1，点击 Apply。   1. 仿真设置与运行   右键 Path\_10 -> Synchronize to VC，勾选两项，点击 OK；    点击 Simulation Setup，将 Path\_10 加入 Main Sequence；    点击 Play 运行仿真动画。      教师签字    第三部分：结果与讨论  **一、实验结果**  这次实验是初步使用软件自带的轨迹规划功能实现目标点的路径规划，经过添加喷枪，设置目标点，规划路径等，将一条完整路径规划了出来；  我这里呈现一个之字形，是由于设置的目标点的先后顺序的原因，当然可以修改顺序使之成为方形等其他形状；  所有配置完成后，设置进入点，开启TCP Trace，启动仿真，能够看到机械臂成功画出了规划的路径：    **二、实验心得**  作为第一次实验，老师给出了完整实验步骤及操作方法、图片，完成起来还是相当顺利的，基本没有遇到什么太大的问题；  单就第一次实验来说，我简单了解了RobotStudio的基本操作，包括创建工作站，配置工件，设置目标点、路径等，成功完成了第一次实验，为以后偏难的实验打好了较好的基础，也将我个人的知识面拓宽，让我进入了工业机器人的世界。 |

实验课程名称： 工业机器人编程与实践

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验项目名称 | 机器人示教器的rapid编程方法 | | | 实验成绩 |  |
| 实 验 者 | 吴家豪 | 专业班级 | 机器人2202 | 组 别 |  |
| 同 组 者 |  | | | 实验日期 | 6月 7 日 |
| 第一部分：实验预习报告  **一、实验目的与意义**  掌握ABB Rapid语言编程的基础语法和模块化结构；  能独立编写并调试包含主程序和子程序的基本机器人程序；  理解运动指令（MoveJ、MoveL）、流程控制语句（While）等；  强化虚拟示教器（FlexPendant）的使用与程序调试能力。  **二、实验原理与方法**  本实验采用ABB Rapid语言在虚拟控制器环境中实现对机器人的路径控制，重点掌握程序模块（Module）、例行程序（Routine）及指令的嵌套调用方式。通过程序编辑器添加运动路径、工具点设置、循环逻辑及初始化内容，实现机器人自动化运动控制。  **三、主要仪器设备及耗材**  计算机（安装RobotStudio）  RobotStudio内虚拟示教器Virtual FlexPendant  ABB IRB2400机器人模型  AW\_GUN\_PSF\_25焊枪模型  虚拟物体：立方体、圆柱体等几何体模型  **四、实验方案与技术路线**  新建工作站，导入IRB2400机器人与焊枪；  定义焊枪工具TCP，并设置重量参数；  建立示教器程序模块Module1；  编写例行程序：  rInitAll()：初始化设置；  rHome()：机器人回原点等待；  rMoveRoutine()：路径控制；  设置主程序main，循环调用路径例程；  使用FlexPendant添加指令、定义目标点（pHome、p10、p20）；  启动虚拟电机，检查程序，仿真运行调试。 | | | | | |

|  |
| --- |
| 第二部分：实验过程记录  **一、实验步骤**   1. 导入机器人与焊枪   与实验一相同，导入机械臂和 aw\_gun\_psf\_25；    这里直接用鼠标拖动喷枪至机器人上，快速方便地完成绑定。   1. 定义工具坐标 TCP   使用 三点法定义喷枪末端工具坐标（toolcc1）；    在 Jogging 菜单中将当前工具切换为 toolcc1；  编辑该工具，设置 Mass = 1，Center of gravity z = 1，点击 OK。       1. 创建虚拟工作对象   Modeling -> Solid -> Box，创建一个立方体；  Modeling -> Solid -> Cylinder，创建圆柱体；  设置尺寸参数，点击 Create，作为路径参考模型。     1. 编写 RAPID 程序   打开 Controller -> FlexPendant -> Virtual FlexPendant；  点击 Program Editor -> File -> New Module，命名为 Module1；  创建例行程序：  main()、rHome()、rInitAll()、rMoveRoutine()     1. 添加位置点与运动指令   在 rHome() 中添加 MoveJ 指令，创建位置点 pHome，点击 Modify Position 保存当前机器人位置；  在 rInitAll() 中添加速度设定、夹具初始化、调用 rHome()；    在 rMoveRoutine() 中添加：  MoveJ -> p10（将TCP移动至立方体角点1）      MoveL -> p20（移动至另一角点），点击 Modify Position 保存。     1. 编写主程序 main   在 main() 中调用 rInitAll()；    使用 While TRUE 循环调用 rMoveRoutine() 实现路径重复执行。   1. 调试与运行   点击 Debug -> Check Prog. 检查语法错误；  控制器确保为 Motors On 状态；  点击 Debug -> PP to main 设置程序指针；    点击运行，观察机器人按程序运行仿真路径。    教师签字  第三部分：结果与讨论  **一、实验结果**    点击运行后，可以看到机器人先回到起始位置，然后再沿着设定的两点之间的路径运动，并且运动完后还会再次回到初始位置，形成一个闭合的图形，类似绳带，接着再开始下一次运动，以此往复。  **二、实验心得**  这次实验是简单的开始使用虚拟示教器以及使用示教器进行rapid编程，操作机器人的方法变得更加专业和更加实用，从仿真更加迈向现实使用；  初次使用这个虚拟示教器还感觉非常先进，能将现实中那么贵重的东西用软件免费的实现，是很造福人民的东西；这次实验真的操作后，也发现这个示教器非常的重要，在实际的工业环境中，这个示教器是与机器人通讯的第一工具，使用好它能事半功倍，不仅能进行rapid编程，还能对出现的问题进行快速调试，简直是神器；同时这次实验还简单操作了rapid语言，这是一种脚本语言，使用起来其实并不复杂，能使用几条指令就能完成机器人复杂的动作，也真的很是神奇。 |

实验课程名称： 工业机器人编程与实践

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验项目名称 | 根据三维信息进行轨迹规划 | | | 实验成绩 |  |
| 实 验 者 | 吴家豪 | 专业班级 | 机器人2202 | 组 别 |  |
| 同 组 者 |  | | | 实验日期 | 6月 8 日 |
| 第一部分：实验预习报告  **一、实验目的与意义**  掌握使用 RAPID 程序控制机器人绘制图案的基本方法；  理解图案轮廓提取与离散点生成原理；  学习根据曲率变化自适应地简化路径点，提高路径执行效率；  实现机器人在三维空间中精确绘图的路径规划思维训练。  **二、实验原理与方法**  该实验以矢量图案为输入，提取其边界轮廓并生成离散路径点集。先通过等曲线距离在轮廓上提取密集点，再根据局部曲率变化控制点数密度，采用误差控制方法删减冗余点，最终形成最优的运动路径。利用 RAPID 语言编程，调用 MoveL 指令控制机器人沿规划路径移动完成图案绘制。  **三、主要仪器设备及耗材**  RobotStudio 软件及控制器虚拟仿真系统  ABB IRB2400 机器人模型（16kg, 1.5m）  工具模型：模拟画笔 tPen（替代焊枪工具）  输入图案（矢量图片如 SVG、DXF 等）  **四、实验方案与技术路线**  选择图案，利用图像处理方法提取边界轮廓；  按等曲率距离生成密集离散点；  设定误差参数，根据曲率变化删减点集；  编写 RAPID 程序控制机器人绘制：  使用变量 p10 为起始点；  调用 draw\_square()、draw\_triangle() 等绘图例程；  设置 TCP、速度等运动参数；  加入 user\_selection、change\_paper、sharpen\_pencil 等功能模块；  运行程序，观察仿真绘图路径是否符合预期。 | | | | | |

|  |
| --- |
| 第二部分：实验过程记录  **一、实验步骤**    教师签字    第三部分：结果与讨论（可加页）  一、实验结果分析（包括数据处理、实验现象分析、影响因素讨论、综合分析和绪论等）  二、小结、建议及体会  三、思考题 |

实验课程名称： 工业机器人编程与实践

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验项目名称 |  | | | 实验成绩 |  |
| 实 验 者 |  | 专业班级 |  | 组 别 |  |
| 同 组 者 |  | | | 实验日期 | 年 月 日 |
| 第一部分：实验预习报告（包括实验目的、意义、实验基本原理与方法，主要仪器设备及耗材，实验方案与技术路线等） | | | | | |

|  |
| --- |
| 第二部分：实验过程记录（可加页）（包括实验原始数据记录，实验现象记录，实验过程发现的问题等）    教师签字    第三部分：结果与讨论（可加页）  一、实验结果分析（包括数据处理、实验现象分析、影响因素讨论、综合分析和绪论等）  二、小结、建议及体会  三、思考题 |