



北京交通大学
BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY



嵌入式系统开发

赵翔

电子信息工程学院

电工电子国家级实验教学示范中心





北京交通大学
BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY



课程简介





教学目标

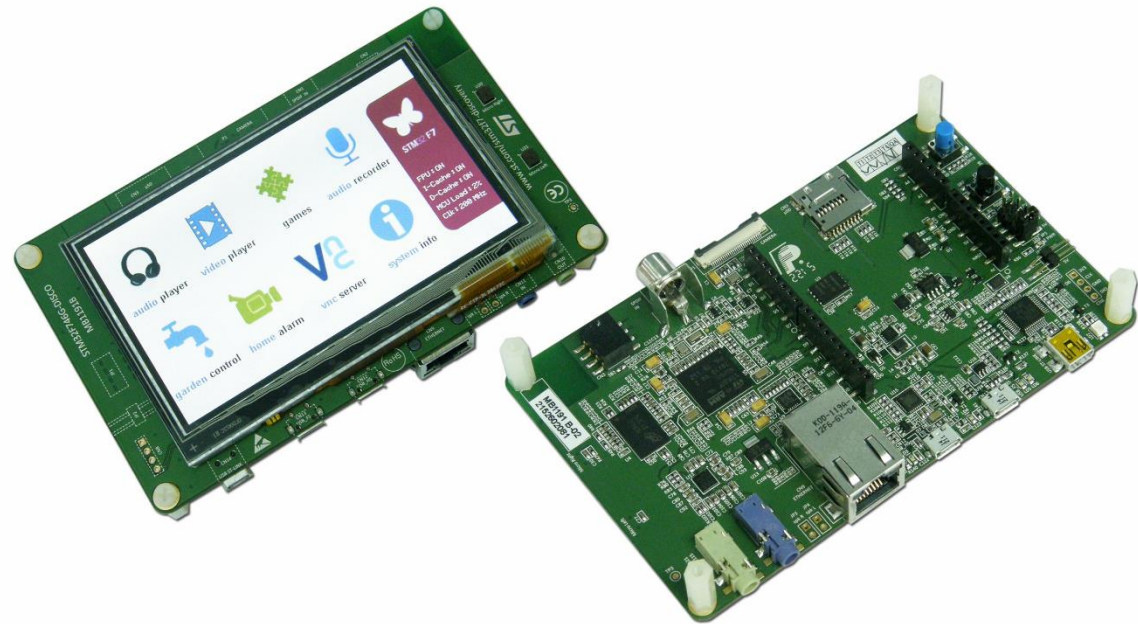
本课程是面向软件工程专业本科生开设的**实践性课程**

- 了解**嵌入式系统**的基本概念，了解嵌入式系统的**组成和应用开发过程**。
- 了解**ARM处理器**的基本原理、基本概念、特点及应用。
- 了解基于**ARM处理器**的**嵌入式系统硬件结构和接口设计方案**。
- 熟悉**嵌入式软件开发环境**，学会基本的**程序设计和调试方法**。
- 熟悉**嵌入式实时操作系统**的**原理和开发方法**。
- 通过完成**综合作业**，掌握在给定**功能需求**和**硬件条件**下进行软件设计的方法，学会**整合软、硬件资源**，完成一个简单嵌入式应用的设计和调试。
- 培养学生通过**团队协作**方式完成**系统设计开发工作**的能力。





1. 嵌入式系统的基本概念
2. ARM嵌入式处理器和系统硬件组成
3. 嵌入式软件开发与集成开发环境
4. ARM嵌入式处理器外设模块原理及应用
5. 嵌入式图形用户界面开发方法
6. 实时操作系统原理及其应用





- 课程编号: M410011B
- 课程体系/类别: 选修课
- 课程性质: 选修
- 学时/学分: 32学时/1学分
- 先修课程: C语言程序设计、数字电子技术、微机原理与接口技术、嵌入式系统
- 适用专业: 软件工程
- 课程负责人: 赵翔 (xiangzh@bjtu.edu.cn)



■ 线下教学

- 听老师讲，看老师做，跟老师学

■ 线上教学

- 观看MOOC课程，边听边做，完成演示实验和课后任务

■ 随堂小实验

- 必须参加，根据线上教学进度随机抽查，现场布置实验题目，随堂验收

■ 综合设计性实验

- 2人一组，4周时间，完成设计题目、撰写设计报告

■ 作品验收

- 展示你的成果

■ 面试答辩

- 现场讲，现场问，现场答



教学安排

北京交通大学

教 学 日 历

2022 — 2023 学年 第 1 学期

课程名称: 嵌入式系统开发 任课教师: 赵翔 教师所在单位: 电信学院

授课对象: 软件学院 授课人数: 64 人 上课日期: 自 8.30 至 12.20

总学时: 32 学时 课堂教学学时: 32 学时 周学时: 2 共 16 周 授课地点: YF313

| | |
|-------------------|---|
| 教材及 主要参 考资料 | [1] Joseph Yiu 著, 吴常玉, 曹孟娟, 王丽红 译. ARM Cortex-M3 与 Cortex-M4 权威指南. 清华大学出版社 2015 |
| | [2] 王维波, 郑志丹, 王钊著. STM32Cube 高效开发教程 (基础篇). 人民邮电出版社. 2022 年 |

| 上课时间 | | 计划 教 学 内 容 | | | 备 注 |
|-------|----------------------|---|---------------|-----------------------|-----|
| | | 授 课 内 容 | 授 课 方 式 | 作 业 (实 验) | |
| 第 1 周 | 周二 第 2 节 8.30 | 1. 嵌入式系统的基本概念 2. 讲解设计任务 3. 安装 Keil 开发环境 | 课堂授课、 课堂实验 | 阅读参考资 料、安装开 发环境 | |
| 第 2 周 | 周二 第 2 节 9.6 | 1. Keil 开发环境基础 2. CubeMX 实验 | 课堂授课、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 3 周 | 周二 第 2 节 9.13 | 1. 课堂答疑指导 2. GPIO 实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 4 周 | 周二 第 2 节 9.20 | 1. 课堂答疑指导 2. 外部中断实验、定时器基础实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 5 周 | 周二 第 2 节 9.27 | 1. 课堂答疑指导 2. 定时器输出比较实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 6 周 | 周二 第 2 节 10.11 | 1. 课堂答疑指导 2. 定时器输入捕获实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |

| | | | | | |
|--------|----------------------|---------------------------------|---------------|----------------|--|
| 第 7 周 | 周二 第 2 节 10.18 | 1. 课堂答疑指导 2. AD 实验、DMA 实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 8 周 | 周二 第 2 节 10.25 | 1. 课堂答疑指导 2. 异步串口实验、I2C 接口实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 9 周 | 周二 第 2 节 11.1 | 1. 课堂答疑指导 2. 液晶屏实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 10 周 | 周二 第 2 节 11.8 | 1. 课堂答疑指导 2. 图形界面实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 11 周 | 周二 第 2 节 11.15 | 1. 课堂答疑指导 2. 文件系统实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 12 周 | 周二 第 2 节 11.22 | 1. 课堂答疑指导 2. USB 接口实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 13 周 | 周二 第 2 节 11.29 | 1. 课堂答疑指导 2. 以太网接口实验 | 课堂答疑、 课堂实验 | 完成慕课平 台实验任务 | |
| 第 14 周 | 周二 第 2 节 12.6 | 1. 课堂答疑指导 | 课堂答疑、 课堂实验 | 项目设计任 务 | |
| 第 15 周 | 周二 第 2 节 12.13 | 测试验收、答辩 | 测试验收、 答辩 | 项目设计任 务 | |
| 第 16 周 | 周二 第 2 节 12.20 | 测试验收、答辩 | 测试验收、 答辩 | 项目设计任 务 | |

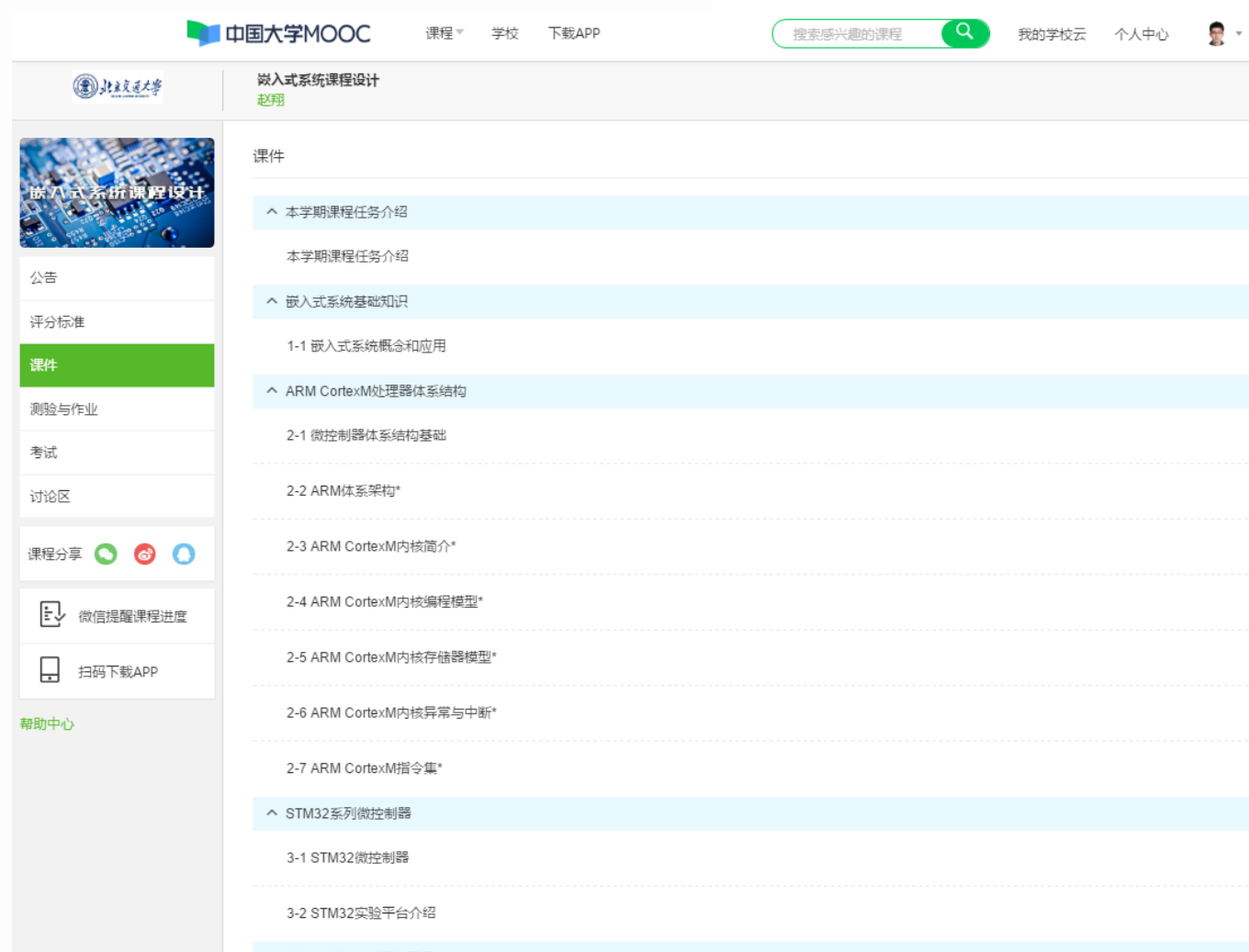
本人签字: _____





中国大学MOOC

- <http://www.icourse163.org/>
- 注册账号并选课，课上登记用户名
- 在线学习视频课程
- 提供实验平台资料
- 线上答疑讨论平台
- 对课程教学意见、建议随时反馈
- 提交最终作品程序、设计报告





第一周

课程大纲

01 嵌入式系统基础知识

课时

- 1-1 嵌入式系统的概念和应用
- 1-2 嵌入式系统的组成和分类

02 ARM CortexM处理器体系结构

课时

- 2-1 微控制器体系结构基础
- 2-2 ARM体系架构*
- 2-3 ARM CortexM内核简介*
- 2-4 ARM CortexM内核编程模型*
- 2-5 ARM CortexM内核存储器模型*
- 2-6 ARM CortexM内核异常与中断*

03 STM32系列微控制器

课时

- 3-1 STM32微控制器
- 3-2 STM32实验平台介绍

04 嵌入式系统软件开发工具

课时

- 4-1 嵌入式系统的C语言
- 4-2 软件生成过程
- 4-4 Keil集成开发环境
- 4-5 实验-Keil集成开发环境
- 4-6 STM32的驱动函数库
- 4-8 实验-STM32CubeMX图形化开发工具
- 4-7 STM32CubeMX图形化开发工具

05 通用输入输出接口(GPIO)

课时

- 5-1 通用输入输出接口(GPIO)

第二周

06 中断控制器

课时

- 6-1 中断控制器NVIC
- 6-2 实验-EXTI外部中断

07 定时器(Timer)

课时

- 7-1 定时器基础
- 7-2 实验-STM32定时器的基础定时功能
- 7-3 实验-STM32定时器的输出比较功能
- 7-4 实验-STM32定时器的输入捕获功能*

08 串行接口

课时

- 8-1 串行接口基础
- 8-2 实验-STM32的异步串行接口(UART)
- 8-3 实验-STM32的同步串行总线(I2C)

第三周

10 液晶屏控制器与图形界面

课时

- 10-1 实验-STM32的液晶屏控制器(LTDC)
- 10-2 实验-图形界面
- 10-3 实验-图形界面常用控件
- 10-4 实验-触摸屏输入

11 文件系统

课时

- 11-1 实验-SDIO接口与TF卡读写
- 11-2 实验-FAT文件系统的使用

12 USB接口

课时

- 12-1 实验-USB大容量存储设备驱动

13 以太网

课时

4-8周会根据题目完成情况和答疑情况不定期发布
线上视频课程





嵌入式系统开发

[首页](#)[课程学习](#)[课程资源](#)[基本信息](#)[单元学习](#)[课程活动](#)

教师信息

- 教师姓名: 赵翔
- 所属院系: 其他部处
- 个人简介: 办公室: 九教南402

课程信息

- 课程所属院系: 电子信息工程学院
- 选课学生数: 64
- 课程访问数: 23
- 访客访问数: 0

课程介绍

嵌入式系统开发 1学分, 32学时; 选修; 适用专业: 软件工程; 先修课: C语言程序设计, 数字电子技术、微机原理与接口技术 本课程是面向软件工程专业学生的实践性课程, 课程介绍嵌入式系统的基本概念和应用开发方法。课程教学包括理论讲解、实例分析与演示、实验室操作练习和综合设计项目。学生通过这些环节获得嵌入式系统开发的入门知识和基本训练。课程的主要内容包括: 嵌入式系统的基本概念、嵌入式实时操作系统原理、ARM处理器体系结构, 嵌入式系统硬件结构与接口、软件编程方法。

[\[阅读全文\]](#)

最新动态

课程通知

[>>更多](#)

参考手册、设计源等文件发布平台

设计报告、设计源文件提交入口



考核与成绩

线上教学完成情况 (10%) —— 单人考核

课堂基础实验 (20% = 10%/次 × 2次) —— 单人考核

- 从第二周开始根据线上课程进度，随堂抽查，随堂布置实验题目，以人为单位独立完成，每次实验视完成情况评定成绩（满分10分），共2次。

综合设计实验 (40% = 作品30% + 报告10%) —— 小组考核

- 2人一组课下较长时间完成，根据作品实现的功能和技术指标，设计报告中设计方案的科学性、合理性，小组分工合作情况，以及报告写作质量，以小组为单位评定成绩。

面试答辩 (30%) —— 单人考核

- 展示设计源文件、设计报告，报告中必须包含软件结构框图，小组每名成员对照报告和框图分别陈述本人完成的设计工作，讲解程序设计思路 and 具体代码并回答问题，按老师要求现场修改程序。
- 根据学生回答问题和现场完成作品修改调试的情况以个人为单位评定成绩。
- 如发现小组以外人员代做、程序抄袭、报告抄袭、本人实际设计工作量严重不足等严重违纪行为，课程成绩将记为不及格，情节严重的将通报学院，按学校有关纪律处分条例处理。

最终成绩按五级制 (A、A-、B+、B、B-、C+、C、C-、D+、D、F) 给出。



线上考核注意事项

注意作业截止时间

基础知识部分

- 单项/多项选择题，判断题。

实验部分

- 实验题
- 要求提交时间截止后进行作业互评
- 每人每题需完成5个互评
- 没完成将扣除题目成绩

1.作业互评最少个数为 个

提交作业人数要大于最少个数互评功能才能启动

2.互评完成度的奖惩计分规则为

未参与互评的学生将给与所得分数的 %

未完成互评的学生将给与所得分数的 %

全部完成互评的学生将给与所得分数的100%

备注：学生作业成绩为作业各计分项去掉最小和最大值后的平均值之和。

集成开发环境软件仿真实验 [查看帮助](#)

提交作业 (剩余54 天)

完成并提交作业 ☐

作业 批改

互评作业 ☐

自评作业 ☐

成绩公布

查看成绩

完成视频中的SIMD指令仿真实验，并提交运行结果截图。

☒ 依照学术诚信条款，我保证此回答为本人原创，所有回答中引用的外部材料已经做了出处标记。

1 (5分)

在IAR中新建CortexM7软件仿真工程，编译运行以下代码并同普通C语言程序对比，提交两种方式循环所用时钟周期，并在下方答案栏中提交结果分析和仿真结果截屏图片，图片使用上传图片功能提交，不要提交附件。

提交时段结束后需进行题目互评，根据运行结果对其他同学打分。



验收时间

- 暂定于第15、16周随堂结题验收、答辩。

程序和报告提交

- 在MOOC平台“考试”项目中提交。
- 提交设计源文件的提交部分（不包含公用库）和设计报告。
- 提交的设计源程序以“学号1_姓名1_学号2_姓名2_设计题目_源代码.zip”命名后上传
- 提交的设计报告以“学号1_姓名1_学号2_姓名2_设计题目_设计报告.pdf”命名后上传。
- 提交的代码包将录入查重系统。
- 未能按时提交的，将按缺考处理。



公告

评分标准

课件

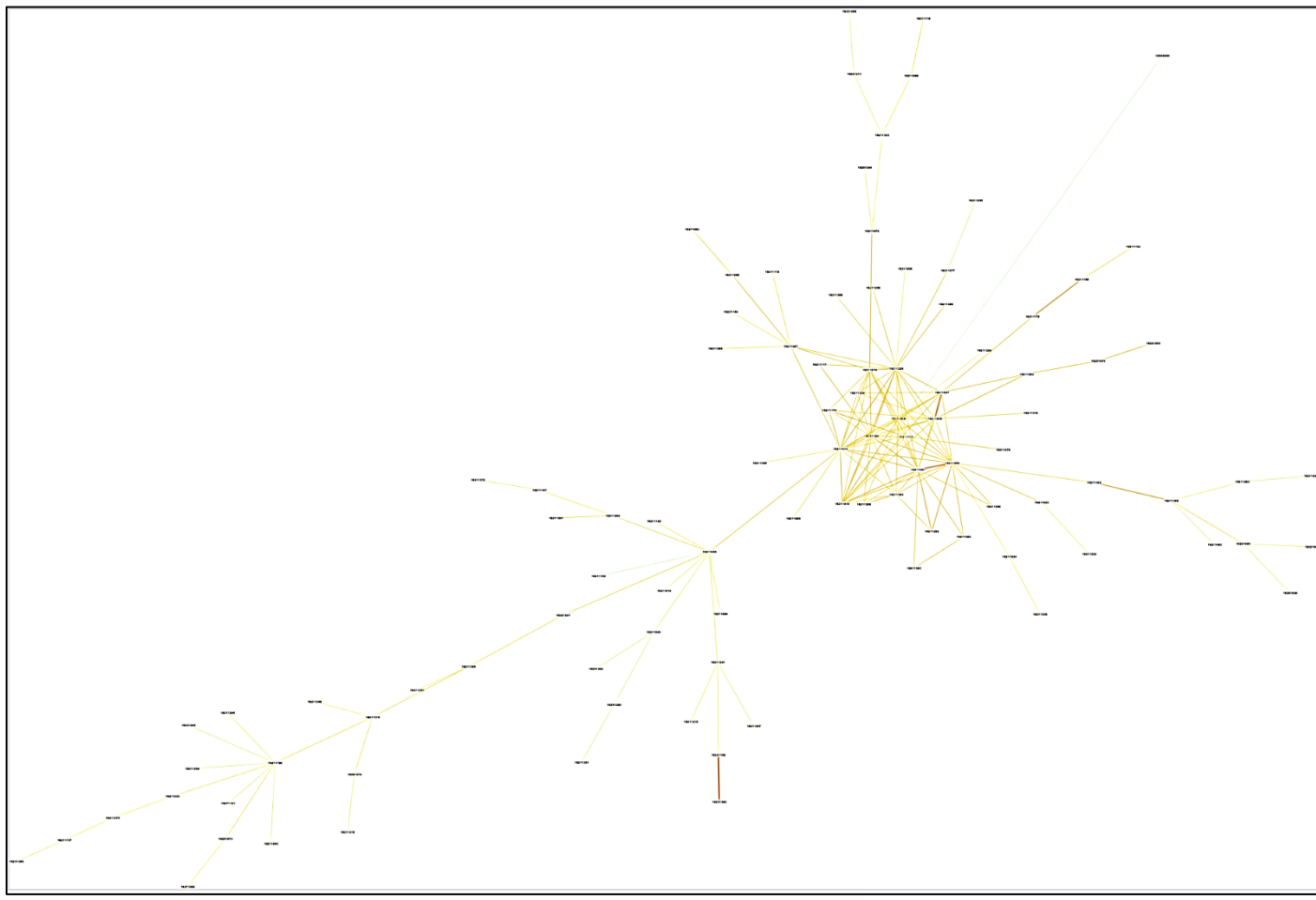
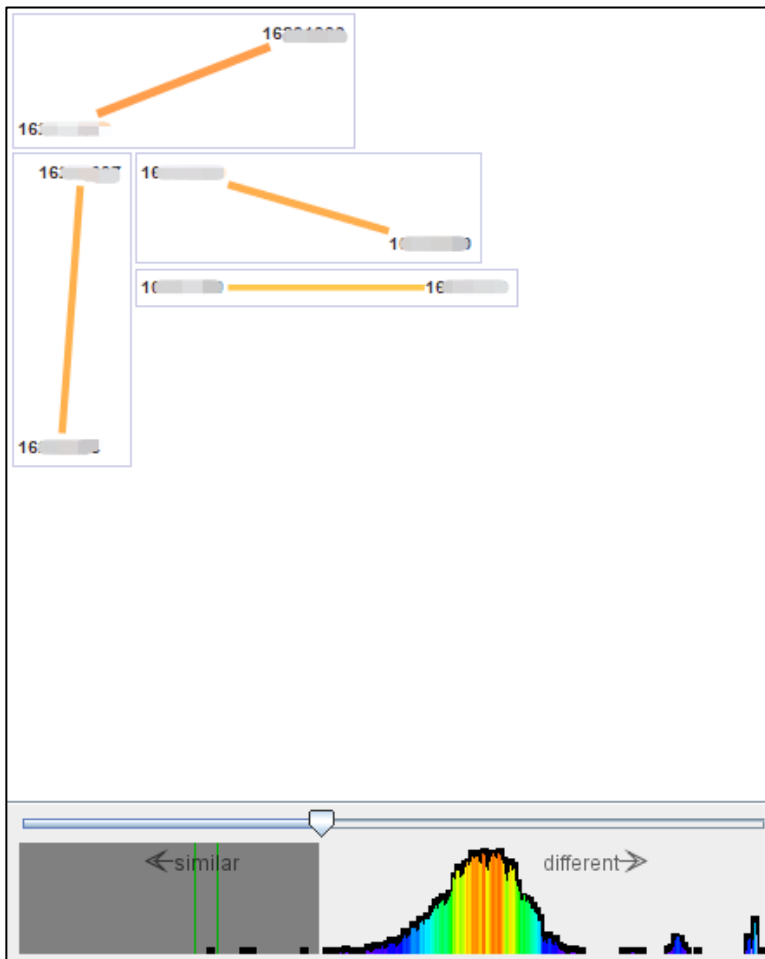
测验与作业

考试

讨论区



设计源文件的提交部分将进行查重





作品验收

- 实物验收前，任课教师会统一将各组提交的设计源文件下载到验收用计算机上。
- 实物验收时，学生现场将计算机中存储的**设计源文件**和**公用库文件**“Libs.zip”解压缩到同一目录下、恢复工程结构、打开并重新编译工程、将**重新编译后的工程**下载到实验板中。
- 任课教师对照任务要求逐一验收作品功能及效果并打分。

特别提醒：

如发现小组以外人员代做、程序抄袭、报告抄袭、本人实际设计工作量严重不足等违纪行为，课程成绩将记为不及格，情节严重的将通报学院，按学校有关纪律处分条例处理。

2020年1月2日 13:45



马庆龙

【情况通报】在2019年12月29日嵌入式系统课程设计结课验收考核过程中，发现有2组学生涉嫌抄袭其他小组程序，经课程组调查核实，确认为该组同学趁其他同学不在宿舍之际，私自打开对方电脑，窃取其作品程序代码，经简单修改掩饰后作为本组作品提交验收。经课程组讨论决定，涉事的3名同学课程成绩记为“F”（不及格），同时依据《北京交通大学本科生考试工作条例（试行）》第八章第六十一条“学生在平时作业及实验、课程设计、实习、毕业设计（论文）等实践环节或其他教学环节中有剽窃、抄袭或伪造数据行为的，或以其他欺骗手段获取平时成绩或结课考核成绩的，经调查核实，认定为违反学术诚信或严重违反学术诚信，视情节轻重给予相应的纪律处分”，报学校教务处和学生处予以相应的纪律处分。望各位同学引以为戒，切勿以身试法。同时提醒各位同学注意保护自己的设计成果，避免被他人剽窃。如不能证明自己对被剽窃情况完全不知情，课程成绩同样将记为不及格。



面试答辩

- 面试答辩**单人**进行，一位同学进行答辩时另一位同学应在门外等候。
- 面试答辩时需展示**设计源文件、纸质版设计报告**。
- 报告中必须包含**软件结构框图**，小组每名成员对照报告和框图分别陈述本人完成的设计工作，讲解程序设计思路和具体代码并回答问题，按老师要求**现场修改程序**。
- 作品验收答辩完成后，将所借的**实验套件及所有配件**恢复原状，**现场归还**。

特别提醒：

如发现小组以外人员代做、程序抄袭、报告抄袭、本人实际设计工作量严重不足等违纪行为，课程成绩将记为不及格，情节严重的将通报学院，按学校有关纪律处分条例处理。



实验分组与实验平台

分组实验**2人一组**，同一课堂内**自由组队**

上课前完成组队，课间登记

每次上课时同一组的同学**相邻就座**

实验平台

- STM32F746 Discovery 实验平台
- 每组借用**1套**，**随时随地做实验**，课程结束后归还
- 仔细阅读《借用协议》，**丢失、人为损坏须赔偿**
- 每次上课**必须携带**





教师联系方式

赵翔

- 办公地点：第九教学楼南402
- E-mail: xiangzh@bjtu.edu.cn



赵翔2022嵌入式系统开发



该二维码7天内(9月3日前)有效，重新进入将更新

所有上课同学**必加**，入群**立即修改群昵称**

群昵称格式：“**组号-姓名-学号-班级**”，例如：

“1-张三-19211000-通信1901”