

嵌入式软件开发

Embedded Software Development

一、基本信息

课程代码:【2050291】

课程学分:【3】

面向专业:【计算机科学与技术】

课程性质:【专业限选课】

开课院系:【信息技术学院计算机科学与技术系】

使用教材:

教材【刘火良等编著, uC/OS-III 内核实现与应用开发实战指南(第一版), 北京: 机械工业出版社, 2020.】

教材【何小庆等译. 嵌入式实时操作系统 UCOS-III 应用开发: 基于 STM32 微控制器(第一版), 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012.】

参考书目【程文娟. 嵌入式实时操作系统 UCOS-II 教程(第二版), 西安: 西安电子科技大学出版社, 2017.】

二、课程简介

本课程主要讲述基于 STM32F40x 芯片和实时操作系统 UCOS-III 的嵌入式软件开发, 其中包含嵌入式系统的开发方法、嵌入式系统的外设模块、嵌入式操作系统的原理及其在 ARM 平台上的移植应用。通过课程理论教学及配套相关实验的学习, 使学生掌握嵌入式系统软硬件设计方法, 熟悉嵌入式软件开发的流程, 建立嵌入式程序设计的思想。

学生通过学习该课程, 了解实时操作系统的相关概念, 如任务管理、多任务调度、进程上下文切换、任务间的同步和通信等, 掌握将实时操作系统 UCOS-III 移植到 ARM 平台的方法, 熟悉 UCOS-III 操作系统的部分实现及其应用程序开发, 为学习后续课程和从事实际工作打下坚实的理论和实践基础。

三、选课建议

本课程是适用于计算机类专业的专业限选课, 本课程的基础是 C 语言程序设计、嵌入式硬件设计等课程, 要求具有一定的嵌入式基础知识和 C 程序设计的能力。

四、课程与专业毕业要求的关联性

专业毕业要求	关联
LO1: 工程知识: 能够将数学、自然科学、工程基础和专业用于解决复杂工程问题	
LO2: 问题分析: 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理, 识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题, 以获得有效结论	●
LO3: 设计/开发解决方案: 能够设计针对复杂工程问题的解决方案, 设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程, 并能够在设计环节中体现创新意识	●

LO4: 研究: 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究, 包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论	
LO5: 使用现代工具: 能够针对复杂工程问题, 开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具, 包括对复杂工程问题的预测与模拟, 并能够理解其局限性	●
LO6: 工程与社会: 能够基于工程相关背景知识进行合理分析, 评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响, 并理解应承担的责任	
LO7: 环境和可持续发展: 能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响	
LO8: 职业规范: 具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范, 履行责任	●
LO9: 个人和团队: 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色	
LO10: 沟通: 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野, 能够在跨文化背景下进行沟通和交流	
LO11: 项目管理: 理解并掌握工程管理原理与经济决策方法, 并能在多学科环境中应用	
LO12: 终身学习: 具有自主学习和终身学习的意识, 有不断学习和适应发展的能力	

五、课程目标/课程预期学习成果

序号	课程预期学习成果	课程目标 (细化的预期学习成果)	教与学方式	评价方式
1	LO211 具备对系统设计、软件开发等涉及到的复杂工程问题进行识别与判断, 并结合专业知识进行有效分解的能力	1. 了解嵌入式操作系统UCOS-III源码的结构	讲课	作业
		2. 掌握UCOS-III中任务的创建过程与任务的启动实现	讲课、实验	作业、小测验、实验报告
2	LO311 对嵌入式系统设计遇到的问题能进行调研并明确相关约束条件, 针对系统设计完成需求分析	1. 熟悉嵌入式系统硬件设计的流程	讲课	作业
		2. 掌握嵌入式系统软件的结构设计	讲课、实验	作业、小测验、实验报告
3	LO511 能熟练运用绘图工具, 表达和解决计	能熟练运用绘图工具画嵌入式系统硬件结构图	讲课	作业、小测验

	计算机系统工程的设计问题			
4	LO512 能根据具体项目的特点和需求, 选择合适的技术工具进行设计开发	能熟练运用 KEIL 软件对嵌入式系统进行软件开发	讲课、实验	作业、小测验、实验报告
5	LO812 具备责任心和社会责任感, 懂法守法; 注重职业道德修养	遵守嵌入式操作系统移植的规范	讲课、实验	作业、小测验、实验报告

六、课程内容

第 1 讲 实时操作系统概述

教学要求:

了解: 实时操作系统的相关概念, 如 UCOS 的任务管理、多任务调度、进程上下文切换、任务间的同步和通信、以及嵌入式系统设计方法等;

熟悉: 实时操作系统的基本架构;

教学要点:

- (1) 嵌入式操作系统架构;
- (2) 嵌入式操作系统设计方法;
- (3) 实时操作系统特点;
- (4) 存储器消耗需求分析;
- (5) Unix 和 Linux 操作系统;

理论课时数 2, 实践课时数 0。

第 2 讲 UCOS 操作系统概述

教学要求:

了解: UCOS 操作系统的历史;

掌握: UCOS 操作系统的移植和体系结构;

教学要点:

- (1) UCOS 操作系统的历史;
- (2) UCOS 操作系统的移植要点;
- (3) UCOS-II 和 UCOS-III 的体系结构;

理论课时数 2, 实践课时数 0。

第 3 讲 任务管理

教学要求:

了解: 操作系统的任务概念;

掌握: 操作系统的任务调度和同步;

教学要点:

- (1) 任务的概念 (进程和线程区别);
- (2) 可重入性概念;
- (3) 多线程安全概念;

理论课时数 2, 实践课时数 0。

第 4 讲 新建工程与调试技术

教学要求:

了解: 基于 Keil-uVison5 创建 UCOS 工程;

掌握: 在 Keil 中建立 UCOS 工程模板的方法;

教学要点:

- (1) 创建 UCOS 操作系统的目录结构
- (2) 创建 Keil-uVison5 工程;
- (3) 在 Keil 工程中添加分组;
- (4) 在 Keil 工程中添加文件;
- (5) 调试和包含路径相关配置;

理论课时数 2, 实践课时数 2。

第 5 讲 任务定义与任务切换的实现

教学要求:

了解: UCOS 操作系统的任务概念;

掌握: UCOS 操作系统的任务定义与任务切换;

应用: 基于 STM32F4xx 芯片实现 UCOS 的任务管理;

教学要点:

- (1) STM32F4xx 中 Cortex-M4 内核的基础知识点;
- (2) 创建任务 (任务栈、任务函数、任务控制块 TCB);
- (3) 操作系统系统初始化代码实现;
- (4) 操作系统启动代码;
- (5) 任务切换的实现;

理论课时数 6, 实践课时数 2。

第 6 讲 任务时间片运行

教学要求:

了解: 操作系统时钟节拍的概念;

掌握: UCOS 操作系统时钟节拍的实现;

应用: 基于 STM32F4xx 芯片实现 UCOS 的系统时钟;

教学要点:

- (1) STM32F4xx 中 Cortex-M4 内核中的 SysTick 外设;
- (2) 初始化 SysTick;
- (3) 编写 SysTick 中断服务程序;
- (4) 主函数 main 的实现;
- (5) 观察实验现象;

理论课时数 2, 实践课时数 0。

第7讲 阻塞延时与空闲任务

教学要求：

了解：操作系统阻塞延时和空闲任务的概念；

掌握：UCOS 操作系统空闲任务和阻塞延时的实现；

应用：基于 STM32F4xx 芯片实现空闲任务和阻塞延时；

教学要点：

(1) 空闲任务的原理和实现；

(2) 阻塞延时的原理和实现；

(3) 任务阻塞和任务调度；

(4) 主函数 main 的实现；

(5) 观察实验现象；

理论课时数 2，实践课时数 2。

第8讲 时间戳

教学要求：

了解：操作系统中时间戳的概念；

掌握：UCOS 操作系统中时间戳的实现；

应用：基于 STM32F4xx 芯片实现时间戳；

教学要点：

(1) STM32F4xx 芯片中的 DWT 外设；

(2) 时间戳的概念；

(3) 时间戳的实现；

理论课时数 2，实践课时数 0。

第9讲 临界段

教学要求：

了解：操作系统临界段的概念；

掌握：UCOS 操作系统中临界段的实现；

应用：基于 STM32F4xx 芯片实现临界段；

教学要点：

(1) 临界段的概念；

(2) Cortex-M 内核快速关中断指令；

(3) 开关中断指令；

(4) 临界段代码的应用；

(5) 测量临界段的时间；

理论课时数 2，实践课时数 2。

第10讲 就绪列表

教学要求：

了解：操作系统就绪任务列表的概念；

掌握：UCOS 操作系统就绪任务列表的实现；

应用：基于 STM32F4xx 芯片实现就绪任务列表；

教学要点：

(1) 优先级表的概念；

- (2) 就绪列表的概念;
 - (3) 优先级操作函数的实现;
 - (4) 就绪列表操作函数的实现;
- 理论课时数 4, 实践课时数 0。

第 11 讲 支持多优先级

教学要求:

- 了解: 操作系统优先级的支持;
- 掌握: UCOS 操作系统中优先级的实现;
- 应用: 基于 STM32F4xx 芯片实现任务优先级;

教学要点:

- (1) 多优先级的概念;
- (2) 操作系统初始化函数 OSInit;
- (3) 操作系统启动函数 OSStart;
- (4) 任务创建函数 OSTaskCreate;
- (5) 系统时钟处理函数 OSTimeTick;

理论课时数 2, 实践课时数 2。

第 12 讲 实现时基列表

教学要求:

- 了解: 操作系统时基列表的概念;
- 掌握: UCOS 操作系统中时基列表的实现;
- 应用: 基于 STM32F4xx 芯片实现时基列表;

教学要点:

- (1) 时基列表的概念;
- (2) 时基列表的实现;
- (3) 延时函数 OSTimeDly;
- (4) 系统时钟处理函数 OSTimeTick;

理论课时数 2, 实践课时数 2。

第 13 讲 实现时间片

教学要求:

- 了解: 操作系统时间片的概念;
- 掌握: UCOS 操作系统中时间片的实现;
- 应用: 基于 STM32F4xx 芯片实现时间片;

教学要点:

- (1) 时间片的概念;
- (2) 系统时钟处理函数 OSTimeTick;
- (3) 任务创建函数 OSTaskCreate;
- (4) 主函数 main 的实现;

理论课时数 2, 实践课时数 2。

第 14 讲 任务的挂起和恢复

教学要求:

了解：操作系统中任务挂起和恢复的概念；
 掌握：UCOS 操作系统中任务挂起和恢复的实现；
 应用：基于 STM32F4xx 芯片实现任务的挂起和恢复；
 教学要点：

- (1) 任务挂起和恢复的概念；
- (2) 实现任务的挂起和恢复；
- (3) 主函数 main 的实现；
- (4) 观察实验现象；

理论课时数 2，实践课时数 2。

第 15 讲 任务的删除

教学要求：

了解：操作系统中任务删除的概念；
 掌握：UCOS 操作系统中任务删除的实现；
 应用：基于 STM32F4xx 芯片实现任务的删除；
 教学要点：

- (1) 实现任务删除；
- (2) 就绪列表、时基列表、等待列表的概念；
- (3) 任务处于删除态的理解；

理论课时数 2，实践课时数 0。

七、课内实验名称及基本要求

实验序号	实验名称	主要内容	实验时数	实验类型	备注
1	UCOS 编译环境的建立和移植	(1) Keil 的安装和建立开发模板； (2) 建立无 UCOS-II 的 STM32 的工程模板； (3) 建立带有 UCOS-II 的工程模板；	4	验证型	
2	UCOS 任务定义与切换的实现	(1) 掌握 UCOS 任务定义的实现； (2) 在 UCOSII 里面创建 3 个任务测试。	4	设计型	
3	UCOS 阻塞（睡眠）延时的实现	(1) 掌握 UCOS 阻塞延时的实现； (2) 编写 main 函数测试阻塞延时。	4	设计型	
4	UCOS 任务优先级和时间片的实现	(1) 掌握 UCOS 任务多优先级的实现； (2) 掌握 UCOS 任务时间片的实现； (3) 编写 main 函数测试。	4	设计型	

八、评价方式与成绩

总评构成 (1+X)	评价方式	占比
1	课程大作业	40%
X1	实验报告	20%
X2	平时作业	20%
X3	上机测试	20%

撰写人：孙锦中

系主任审核签名：戴智明

审核时间：2023.9.1