

《嵌入式系统设计与应用》教学大纲

课程名称：嵌入式系统设计与应用

课程英文名称：Embedded System: Programming and Applications

课程编码：1601ZY006

课程类别/性质：专业/必修

学 分：4.5

总学时/理论/实验：72/58/14

开课单位：计算机科学学院

适用专业：计算机科学与技术

先修课程：C 语言程序设计、汇编语言与微型计算机技术

制 定 人：王剑

审 核 人：徐丞

一、课程简介

《嵌入式系统设计与应用》是一门计算机科学与技术专业的专业必修课程。课程内容包括四部分：嵌入式系统基础知识、嵌入式硬件、嵌入式软件和嵌入式系统设计方法。

本课程的主要任务是学习嵌入式系统基本理论及其应用，学习嵌入式系统的组成及应用的知识；培养学生分析与设计嵌入式系统的基本能力；培养学生自学、分析和解决嵌入式系统设计中出现的问题的能力，以及培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。树立正确的价值观、人生观和世界观。保证学生达成专业的相应毕业要求。

二、课程教学目标

通过本课程的学习使学生掌握嵌入式系统的基本原理、方法、过程和设计技术，培养针对具体应用问题开展嵌入式系统开发的能力，树立正确的价值观、人生观和世界观。

1. 价值目标：

- (1) 树立正确的世界观、价值观和人生观；
- (2) 培养学生的爱国精神。

2. 知识和能力目标：

- (1) 掌握嵌入式系统的基本概念以及 ARM 微处理器体系结构的基础知识（毕业要求 1.5）；
- (2) 掌握嵌入式系统的基本分析与设计方法，能进行典型嵌入式系统的分析（毕业要求 3.2）；
- (3) 掌握嵌入式编程技术，能进行典型嵌入式系统环境下程序设计（毕业要求 3.2）；
- (4) 了解先进嵌入式系统的原理与方法（毕业要求 1.5）。

三、课程教学内容及学时分配

课程教学包括课堂教学、课堂研讨、课堂及课后习题、实验四部分，包括 9 章的理论教学和 7 次实验。课内理论教学 58 学时、实验 14 学时。课堂理论教学内容、要求及学时分配如下：

课程教学内容及学习要求

章节内容		思政融入点	要 求			学时	支撑毕 业要求 指标点
			理 解	掌 握	分析与 应用		
第一章 嵌入 式系统概述	第一节 嵌入式系统简介	科技强军，大国重 器，培养爱国精神	高	中	低	4	1.5
	第二节 嵌入式微处理器		中	高	低		
	第三节 嵌入式操作系统		中	高	低		
	第四节 嵌入式系统的应用领域和发展趋势		高	中	低		
第二章 ARM 处理器体系 结构	第一节 ARM 处理器	国产芯片不断崛 起，激发使命担 当，家国情怀	中	高	中	6	1.5
	第二节 Cortex-A8 处理器架构		中	高	中		
	第三节 Cortex-A8 存储器管理		中	高	中		
	第四节 Cortex-A8 异常处理		中	高	中		
第三章 ARM 指令集	第一节 ARM 指令集基础	严谨求实的科学 精神	中	高	高	8	1.5
	第二节 ARM 指令的寻址方式		中	中	高		
	第三节 Thumb 指令		中	高	高		
第四章 嵌入 式系统硬件 平台与接口 设计	第一节 嵌入式硬件平台体系结构	做好国产替代，解 决“卡脖子”问题	高	中	中	6	1.5、3.2
	第二节 存储系统设计		中	中	高		
	第三节 串行接口设计		中	中	高		
	第四节 AD 接口设计		中	中	高		
第五章 ARM-Linux 内 核	第一节 ARM-Linux 基础	国产嵌入式操作 系统的进步，中国 IT 做大做强的必 经之路	中	中	中	8	1.5、3.2
	第二节 ARM-Linux 进程管理		中	高	中		
	第三节 ARM-Linux 内存管理		中	高	中		
	第四节 ARM-Linux 模块		中	高	中		
	第五节 ARM-Linux 中断管理		中	高	中		
	第六节 ARM-Linux 系统调用		高	中	中		
第六章 Linux 文件系 统	第一节 Linux 文件系统概述	科学精神：客观评 估模型有效性	高	中	中	4	1.5、3.2
	第二节 EXT2 文件系统		中	高	中		
	第三节 嵌入式文件系统 JFFS2		中	高	中		
	第四节 根文件系统		中	中	高		
第七章 Linux 系统移 植及调试	第一节 Boot Loader 基本概念与典型结构	国产 Boot Loader 的发展，国产开源 OS 的革新	高	中	中	8	1.5、3.2
	第二节 U-boot		中	高	高		
	第三节 Linux 系统移植过程		中	高	高		
	第四节 交叉编译工具链		中	高	高		
	第五节 gdb 调试器		中	高	高		
	第六节 远程调试与内核调试		中	高	高		
第八章 设备 驱动程序设 计	第一节 设备驱动程序开发概述	工业 5.0 的必需 部分，嵌入式系统 开发的核心部分 之一	中	高	中	8	1.5、3.2
	第二节 内核设备模型		中	高	高		
	第三节 字符设备驱动设计框架		中	高	高		
	第四节 GPIO 驱动		中	高	高		

	第五节 I2C 总线驱动设计		中	高	高		
	第六节 块设备驱动程序设计		中	高	高		
	第七节 网络设备驱动程序设计		中	高	高		
	第八节 DM9000 网卡驱动分析		中	高	高		
第九章 嵌入式系统的开发设计案例	第一节 嵌入式系统设计方法	向华为学习艰苦奋斗自力更生的精神	中	高	高	6	3.2
	第二节 嵌入式系统设计案例		中	高	高		

四、实验内容与学时分配

实验为课内设置的一个实践教学环节，由 7 个实验内容组成。

实验项目与类型

序号	实验项目	实验类型				学时	支撑毕业要求指标点
		演示	验证	综合	设计		
1	Linux 开发环境使用与 Linux 常用命令		√			2	3.2
2	“hello world!” 嵌入式 linux 程序				√	2	3.2
3	LED 灯的控制			√		2	3.2
4	蜂鸣器的控制			√		2	3.2
5	数码管实验			√		2	3.2
6	键盘驱动实验			√		2	3.2
7	步进电机实验			√		2	3.2

实验一 Linux 开发环境使用与 Linux 常用命令

2 学时

(1) 目的要求

熟悉 ARM 处理器 Linux 系统下应用程序开发环境和开发模式，了解嵌入式开发的基本思想和过程。

(2) 方法原理

系统上电后，Boot 程序引导操作系统导入，建立 Linux 开发环境。

(3) 主要实验仪器及材料

硬件： 嵌入式系统开发平台、微型计算机及电源。

软件： PC 机操作系统 Windows XP 及以上、UltraEdit 或其它编辑器

(4) 掌握要点

嵌入式 Linux 开发环境的建立和常用命令。

(5) 实验内容：

实验使用的操作系统环境。新建一个目录，编写几个源文件，使用 makefile 管理项目。学习在 Linux 下的编程和编译过程，在 Linux 上运行。

实验二 “hello world!” 嵌入式 Linux 程序

2 学时

(1) 目的要求

进行最简单的嵌入式 Linux 程序开发，熟悉 Linux 下嵌入式开发模式以及在板上运行的嵌入式程序的方法。

(2) 方法原理

使用编辑器在嵌入式 Linux 环境下进行源码编辑，通过 ARM-LINUX-GCC 实现交叉编译并将生成的可执行程序在目标机运行。

(3) 主要实验仪器及材料

硬件：嵌入式系统开发平台、微型计算机及电源。

软件：PC 机操作系统 Windows XP 及以上、UltraEdit 或其它编辑器

(4) 掌握要点

嵌入式 Linux 程序的开发过程。

(5) 实验内容：

本次实验使用 UltraEdit 或者其它编辑环境编辑最通用简单的“hello world!”程序，然后使用交叉编译器（arm-linux-gcc）编译生成可以在实验箱的嵌入式环境中运行的可执行文件，熟悉使用交叉编译器编译程序的方法，为后面编译复杂程序做准备。

实验三 LED 灯的控制

2 学时

(1) 目的要求

了解 LED 灯的控制方法，掌握 I/O 编程方法

(2) 方法原理

系统通过使用 GPIO 控制 LED 灯这样的外设。

(3) 主要实验仪器及材料

硬件：嵌入式系统开发平台、微型计算机及电源。

软件：PC 机操作系统 Windows XP 及以上、UltraEdit 或其它编辑器

(4) 掌握要点

GPIO 控制方法的实现。

(5) 实验内容：

通过 I/O 控制发光二极管的亮灭。使用 UltraEdit C 代码文本编辑器，编写一段程序控制 LED 灯。利用 uboot 与 tftp 将程序下载到 ARM 板。。

实验四 蜂鸣器的控制

2 学时

(1) 目的要求

了解嵌入式系统中的蜂鸣器，掌握 I/O 编程方法。

(2) 方法原理

ARM 处理器通过配置相关寄存器实现蜂鸣器的控制。

(3) 主要实验仪器及材料

硬件：嵌入式系统开发平台、微型计算机及电源。

软件：PC 机操作系统 Windows XP 及以上、UltraEdit 或其它编辑器

(4) 掌握要点

ARM 处理器寄存器配置方法。

(5) 实验内容：

使用 UltraEdit C 代码文本编辑器，编写一段程序控制蜂鸣器。利用 tftp 将程序下载到 ARM 板。

实验五 数码管实验

2 学时

(1) 目的要求

使用 UltraEdit C 代码文本编辑器；了解数码管动态显示的原理；了解 74LS164 扩展端口的方法。

(2) 方法原理

ARM 处理器通过串口实现数据通信。

(3) 主要实验仪器及材料

硬件：嵌入式系统开发平台、微型计算机及电源。

软件：PC 机操作系统 Windows XP 及以上、UltraEdit 或其它编辑器

(4) 掌握要点

ARM 处理器串口驱动程序的特点。

(5) 实验内容：

使用 UltraEdit 文本编辑器，编写一段程序，控制八个数码管的显示。利用 tftp 将程序下载到 ARM 板。编写程序并编译、下载、调试及结果分析。

实验六 键盘驱动实验

2 学时

(1) 目的要求

了解键盘驱动原理，掌握通过 CPU 的 I/O 扩展键盘的方法。

(2) 方法原理

ARM 处理器通过配置寄存器实现键盘控制。

(3) 主要实验仪器及材料

硬件：嵌入式系统开发平台、微型计算机及电源。

软件：PC 机操作系统 Windows XP 及以上、UltraEdit 或其它编辑器

(4) 掌握要点

ARM 处理器的寄存器设置实现对外设的管理控制。

(5) 实验内容：

通过 ARM 的 rPDATC（低四位）和 EINT4567 四个中断口扩展 4×4 的键盘，编程实现键盘的驱动，通过按键可以在超级终端上显示相应的键值。

实验七 步进电机

2 学时

(1) 目的要求

了解步进电机的应用原理，掌握嵌入式系统 GPIO 的控制方法，PWM 模拟脉冲信号产生方

法

（2）方法原理

ARM 处理器通过 GPIO 口使用 PWM 模拟脉冲信号驱动步进电机。

（3）主要实验仪器及材料

硬件：嵌入式系统开发平台、微型计算机及电源。

软件：PC 机操作系统 Windows XP 及以上、UltraEdit 或其它编辑器

（4）掌握要点

ARM 处理器产生 PWM 模拟脉冲信号的方法。

（5）实验内容：

分析步进电机工作原理及控制方式，PWM 模拟脉冲信号产生方法。分析实验平台步进电机电路，相关寄存器使用与配置。设计步进电机控制程序并编译、下载、调试及结果分析。

五、教学方法

线下课堂以讲授为主，可辅以互动式课堂练习、案例分析等教学方法；实验实践可采用小组讨论、文献查阅等教学方法；课前/课后自学，课前练习内容可以预习下次课的基础知识为主，课后练习可以重要知识点、拓展知识为主。

六、考核及成绩评定方式

课程考核包括课堂表现、期末考试两个部分。

课堂表现：30%，包括课内实验 7 次占比 50%（毕业要求 3.2），课堂练习、提问、作业及考勤占比 50%。

期末考试：70%，可采用闭卷考试等形式，内容涵盖本课程的基本概念、基本理论、基本方法，考试题型包括：选择题、问答题、填空题、程序题等。考核指标包括：嵌入式系统基础知识（20 分）（毕业要求 1.5）、嵌入式硬件（20 分）（毕业要求 1.5, 3.2）、嵌入式软件（50 分）（毕业要求 1.5, 3.2）和嵌入式系统设计方法（10 分）（毕业要求 3.2）。

七、参考教学资源

- [1] 王剑. 嵌入式系统设计与应用（第二版）（微课视频版）[M]. 清华大学出版社, 2020.
- [2] 金伟正. 嵌入式 Linux 系统开发及应用教程 [M]. 清华大学出版社, 2017.
- [3] 冯新宇. 嵌入式 Linux 系统开发[M]. 清华大学出版社, 2017.