**《嵌入式系统原理》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 英文课程名 | Principle of Embedded Systems | | 总 学 时 | | 64 | 学 分 | 4 |
| 课程编码 | G126060 | | 理论教学学时 | | 48 | 适用专业 | 软件工程 |
| 课程类别（请在课程所属类别栏注明选修或必修） | 通识课程 |  | 实践  教学  学时 | 实验学时 | 16 | 先修课程 | C++程序设计，操作系统原理，计算机组成原理，数字电路与数字逻辑 |
| 大类基础课程 |  | 上机学时 |  | 开课学院（部） | 计算机科学与技术学院 |
| 专业课程 | 选修 | 其它 |  | 基层教学组织 | 操作系统课程群教学团队 |

**一、课程简介**

本课程是软件工程专业的专业选修课；通过该课程的学习，使学生了解嵌入式计算机系统的概念、特点和应用领域；理解嵌入式硬件和软件的组成及开发；熟悉嵌入式技术的体系结构和技术特征，掌握嵌入式芯片主要功能及端口的使用方法；掌握各功能与端口的驱动程序的设计和应用程序的设计。本课程是程序设计课程、操作系统原理课程、计算机组成原理课程、数字电路与数字逻辑课程的延伸与应用。

**二、教学目标**

**2.1 课程教学目标**

1.通过本课程的学习，学生应掌握嵌入式系统的定义、特征、应用领域和发展趋势等基本概念，了解嵌入式处理器的内核和处理器芯片，理解嵌入式系统的硬件构成及软件组成；掌握嵌入式技术的体系结构和技术特征，初步掌握嵌入式芯片的使用方法，包括嵌入式芯片功能和端口的使用方法、驱动程序的设计，掌握嵌入式开发工具的使用，要求学生能够选择恰当的嵌入式芯片以及使用恰当的嵌入式芯片端口，选择恰当的编程语言、恰当的开发工具来解决实际的嵌入式系统软件工程问题。

2.通过本课程的学习，初步掌握嵌入式系统软件的设计与调试，并在软件设计与开发过程中，具备创新意识，能够在软件设计中发现创新点，并掌握基本的创新方法。

3.通过本课程的深入学习与思考，能够客观分析和评价嵌入式系统的开发和发展可能对外部环境以及社会可持续发展产生的影响。

**2.2 课程目标与毕业要求（指标点）对应关系**

本课程所支撑的毕业要求及其细分指标点如下：

【毕业要求3】设计/开发解决方案：能够设计针对复杂软件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，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

指标点3-5：具备创新意识，能够在软件设计中发现创新点，并掌握基本的创新方法。

【毕业要求5】使用现代工具：能够针对复杂软件工程问题，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，包括对复杂软件工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。

指标点5-2：能够开发或选择使用恰当的工具和技术用于解决实际软件工程问题。

【毕业要求7】环境和可持续发展：能够理解和评价针对复杂软件工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。

指标点7-2：能够客观分析和评价复杂软件工程实践可能对外部环境以及社会可持续发展产生的影响。

本课程目标与毕业要求（指标点）的对应关系如表1所示。

表1 课程目标与毕业要求（指标点）的对应关系

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程目标 | 毕业要求指标点 | 教学环节 | | | |
| 课堂授课 | 实验 | 作业 | 课堂讨论 |
| 目标1：通过本课程的学习，学生应掌握嵌入式系统的定义、特征、应用领域和发展趋势等基本概念，了解嵌入式处理器的内核和处理器芯片，理解嵌入式系统的硬件构成及软件组成；掌握嵌入式技术的体系结构和技术特征，初步掌握嵌入式芯片的使用方法，包括嵌入式芯片功能和端口的使用方法、驱动程序的设计，掌握嵌入式开发工具的使用，要求学生能够选择恰当的嵌入式芯片以及使用恰当的嵌入式芯片端口，选择恰当的编程语言、恰当的开发工具来解决实际的嵌入式系统软件工程问题。 | 指标点5-2：能够开发或选择使用恰当的工具和技术用于解决实际软件工程问题。 | √ | √ | √ | √ |
| 目标2：通过本课程的学习，初步掌握嵌入式系统软件的设计与调试，并在软件设计与开发过程中，具备创新意识，能够在软件设计中发现创新点，并掌握基本的创新方法。 | 指标点3-5：具备创新意识，能够在软件设计中发现创新点，并掌握基本的创新方法。 | √ | √ | √ | √ |
| 目标3：通过本课程的深入学习与思考，能够客观分析和评价嵌入式系统的开发和发展可能对外部环境以及社会可持续发展产生的影响。 | 指标点7-2：能够客观分析和评价复杂软件工程实践可能对外部环境以及社会可持续发展产生的影响。 | √ |  |  | √ |

**三、课程教学内容及学时分配**

**3.1 理论教学安排**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节或知识点(模块) | 教学内容 | 学时分配 | 教学要求  (应明确教学重点、难点和教学方法) | 学生任务 | |
| 作业要求 | 其他要求(自学/讨论） |
| 1 | 嵌入式系统的基本概念 | 1 嵌入式系统的定义、特点和应用范围  2 嵌入式系统的组成结构  3 嵌入式系统的硬件组成  4 嵌入式操作系统介绍  5 嵌入式系统软件组成及开发  6 嵌入式系统的开发流程  7 嵌入式系统的发展趋势 | 6学时 | 教学要求：掌握嵌入式系统的基本概念、特点及其组成，掌握嵌入式系统的硬件组成，掌握嵌入式系统的软件开发的基本流程和设计方法；理解嵌入式操作系统原理；了解嵌入式系统的分类、应用范围，及其发展趋势。  教学重点：嵌入式系统的硬件组成和软件组成。教学难点：嵌入式系统的开发流程。  教学方法：采用课堂讲解为主，结合课堂讨论。 | 1嵌入式系统的基本概念、特点、软硬件组成巩固  2 嵌入式操作系统的概念、特点巩固  3嵌入式系统开发环境的搭建巩固 | 自学: 查找资料，了解嵌入式系统的发展历史  讨论：什么是嵌入式系统？举例说明几个生活中常见的嵌入式系统。 |
| 2 | ARM技术概述 | 1 ARM体系结构和技术特征  2 ARM处理器工作状态及模式  3 ARM寄存器组成  4 ARM的异常中断  5 ARM典型流水线技术简介  6 ARM存储器接口及存储器层次  7 基于ARM核的芯片选择 | 6学时 | 教学要求：掌握ARM体系结构的技术特征、寄存器组成、流水线概念、ARM核以及芯片选择原则；理解ARM的异常中断响应过程；了解ARM体系结构的演变、Thumb的技术特点。  教学重点：ARM处理器工作状态和模式、寄存器组成和异常中断。  教学难点：异常中断。  教学方法：采用课堂讲解为主，结合课堂讨论。 | 1 ARM体系结构的特点以及内核种类和特性巩固  2流水线概念巩固  3 ARM处理器工作模式、寄存器巩固  4 ARM异常中断巩固 | 自学：查找相关技术资料，了解ARM的体系结构和相关技术要点  讨论：ARM架构和我们熟知的Intel架构有哪些不同之处? |
| 3 | ARM指令集 | 1 ARM指令集概述  2 ARM寻址方式  3 ARM指令详细介绍  4 Thumb指令集概述 | 10学时 | 教学要求：掌握ARM指令集编码原理、指令格式，以及立即寻址、寄存器寻址等寻址方式和基本指令；掌握指令分类及一般指令。掌握Thumb指令集编码原理、特点，以及基本指令。教学重点：ARM寻址方式和详细指令介绍。  教学难点：ARM寻址方式。  教学方法：采用课堂讲解为主，主要采用案例式教学方法，结合课堂讨论。 | 1 ARM寻址方式巩固  2 ARM指令的读写练习  3 ARM、THUMB状态的转换练习 | 自学：自学Thumb指令集一般指令  讨论：ARM指令和X86指令有哪些异同? |
| 4 | 基于ARM的嵌入式软件开发 | 1 ARM汇编语言的伪操作、宏指令与伪指令  2 ARM汇编语言程序设计  3 嵌入式C语言程序设计基础  4 嵌入式C语言程序设计技巧  5 C语言与汇编语言混合编程 | 8学时 | 教学要求：掌握ARM汇编语言程序设计方法和嵌入式C语言程序设计方法以及基本语言；理解ARM汇编语言的伪操作、宏指令与伪指令；了解ARM汇编中的文件格式、语句格式、函数库，掌握C语言和ARM汇编语言程序间相互调用。  教学重点：ARM汇编语言程序设计和嵌入式C语言程序设计。  教学难点：C语言和汇编语言混合编程。  教学方法：采用课堂讲解为主，主要采用案例式教学方法，结合课堂讨论。 | 1 ARM汇编语言编程练习  2 嵌入式C语言编程练习  3 C语言和汇编语言混合编程练习 | 自学：自学GNU编译环境下的伪操作和宏指令  讨论：ARM汇编语言和C语言的应用领域有哪些不同？各自的优缺点有什么？ |
| 5 | 嵌入式系统应用与开发 | 1 典型ARM处理器介绍  2 嵌入式系统应用开发实例概述  3存储控制器功能及应用开发  4 I/O端口功能及应用开发  5 UART接口功能及应用开发  6中断控制器功能及应用开发  7 A/D转换器功能及应用开发  8看门狗定时器功能及应用开发 | 14学时 | 教学要求：了解典型嵌入式芯片的特点、引脚信号描述，掌握嵌入式芯片存储器、I/O端口、UART、中断控制、A/D转换器、看门狗定时器等功能及其应用编程；理解基于ARM核的嵌入式系统的开发过程。  教学重点：各个端口功能的介绍及其应用编程。教学难点：综合各个端口功能的应用与开发。教学方法：采用课堂讲解为主，主要采用案例式教学方法，结合课堂讨论。 | 1 嵌入式最小系统概念和基本组成  2 嵌入式存储控制器的设置  3 I/O端口的应用编程  4 UART接口的应用编程  5 中断应用编程  6 看门狗应用编程  7 A/D转换器应用编程 | 自学： Bootloader和驱动程序的设计与开发  讨论：典型ARM芯片应用系统开发的一般流程？ |
| 6 | 嵌入式操作系统概述 | 1 μCLinux操作系统概述  2 μC/OS操作系统概述 | 4学时 | 教学要求：了解μCLinux嵌入式操作系统和μC/OS嵌入式操作系统的基本原理；理解μCLinux的结构和μC/OS的内核，及其它们的移植等。  教学重点：嵌入式操作系统的基本原理。  教学难点：嵌入式操作系统的移植。  教学方法：采用课堂讲解为主，结合课堂讨论。 | 1 μCLinux嵌入式操作系统基本原理  2 μC/OS嵌入式操作系统基本原理 | 自学：其他常用的嵌入式操作系统原理  讨论：嵌入式操作系统的发展趋势如何? |

3.2 实践教学安排

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 学时 | 类型 | 每组人数 | 教学要求  (应明确教学重点、难点和教学方法) | 学生任务 | |
| 作业要求 | 其他要求(自学/讨论） |
| 1 | ARM汇编指令实验 | 4 | 设计 | 1 | 教学要求：培养学生用汇编语言编程的能力，并培养学生的创新意识，并使其掌握基本的创新方法。教学重点：培养汇编语言编程能力。  教学难点：在软件设计中发现创新点，并掌握基本的创新方法。  教学方法：主要采用实践式的教学方法，结合课堂讲授和演示。 | 提交汇编语言编程源代码 | 自学：实验指导书和开发工具  讨论：汇编指令的优缺点 |
| 2 | C语言和汇编语言混合编程 | 4 | 设计 | 1 | 教学要求：培养学生用C语言和汇编语言混合编程的能力，并培养学生的创新意识，并使其掌握基本的创新方法。  教学重点：培养C语言和汇编语言混合编程的能力。  教学难点：在软件设计中发现创新点，并掌握基本的创新方法。  教学方法：主要采用实践式的教学方法，结合课堂讲授和演示。 | 提交C语言和汇编语言混合编程源代码 | 自学：实验指导书和开发工具  讨论：C语言和汇编语言混合编程的应用范围 |
| 3 | 基本接口实验 | 4 | 设计 | 1-2 | 教学要求：培养学生的嵌入式软件编程能力，并综合运用所学的软硬件知识，设计和实施实验，并能够对实验结果进行分析，从而得出有效结论。培养学生能够开发或选择使用恰当的工具和技术用于解决实际嵌入式系统中的软件工程问题。  教学重点：培养基本接口的嵌入式软件编程能力。  教学难点：培养学生能够开发或选择使用恰当的工具和技术用于解决实际嵌入式系统中的软件工程问题。  教学方法：主要采用实践式的教学方法，结合课堂讲授和演示。 | 提交基本接口编程源代码、撰写实验报告 | 自学：实验指导书和开发工具  讨论：如何实现接口基本功能 |
| 4 | 多端口综合应用实验 | 4 | 设计 | 1-2 | 教学要求：使学生能够根据具体应用需求，设计系统的解决方案，分析和总结解决复杂软件工程问题的可能途径，能够客观分析和评价嵌入式系统开发和发展可能对外部环境以及社会可持续发展产生的影响。培养学生的工程实践意识、动手能力和综合应用能力。  教学重点：培养多端口综合应用嵌入式软件编程能力。  教学难点：诱导学生深入思考嵌入式系统开发和发展可能对外部环境以及社会可持续发展产生的影响。  教学方法：主要采用实践式的教学方法，结合课堂讲授和演示。 | 提交多端口综合应用源代码、撰写实验报告 | 自学：实验指导书和开发工具  讨论：如何运用多类端口综合设计嵌入式系统功能 |

**四、考核方式及成绩评定方式**

该课程的考核强调过程性考核。其总成绩分为进程性成绩和期末考试成绩两大部分，而进程性成绩主要考核学生的作业、实验（包括实验动手能力和实验报告的撰写）和课堂讨论表现三个方面。各个环节所占比例如下：

（1）期末考试：占总成绩的50%。试卷难度适中，填空、选择、判断等客观性基础题目的比例不超过30%，加大综合性题目的比例，重在考查学生运用嵌入式系统知识分析和解决实际软件工程问题的能力。

（2）作业：占总成绩的20%。教师针对某些知识模块布置一定数量的课后作业或课外思考题，以巩固知识或拓展思维。

（3）实验：占总成绩的25%。课程共设置八次课内实验，要求学生通过课外自学、文献与资料查阅等环节，进行实验预习。重在培养学生对软件工程问题的分析能力、实验方案的构建能力以及系统子模块/子单元的实现能力。

（4）课堂讨论：占总成绩的5%。重点考察学生的自主学习能力、团队协作能力、语言表达与沟通能力。

期末考试采用“一页开卷”形式，对于一些难以记忆的概念以及大量寄存器位的功能等，学生可借助一页开卷纸进行记录，以便将学生从死记硬背中解脱出来，从而将更多的精力放在知识的理解和灵活运用上，同时也能更真实地考核学生的真实水平。

**五、教材、课程网址及参考书目**

教 材：《嵌入式系统开发与应用教程》（第2版），田泽编著，北京航空航天大学出版社，2010年7月。

课程在学校网络教学平台的地址(核心课程必填)：http://mooc1.chaoxing.com/course/200828640.html

参考书：【1】《嵌入式系统》，张军朝编著，机械工业出版社，2015年9月。

【2】《ARM嵌入式系统原理与应用教程》（第2版），赵常松、吴显义编著，北京航空航天大学出版社，2016年9月。

【3】《嵌入式系统原理及接口技术》（第2版），符意德编著，清华大学出版社，2013年8月。

【4】《ARM嵌入式系统基础教程》（第2版），周立功编著，北京航空航天大学出版社，2008年4月

【5】《嵌入式系统原理与应用》，魏权利、李丽萍编著，机械工业出版社，2014年11月

【6】《ARM7 嵌入式系统设计与仿真》，周润景，清华大学出版社，2012年1月。

**执笔者：宦若虹**

**审核者：田贤忠**

**课程教学团队成员：****陈波、宦若虹、任亚楠、郭行波、马建平**