# 《DSP技术》课程教学大纲

|  |  |
| --- | --- |
| 课程名称：DSP技术 | 课程代码：TELE3014 |
| 英文名称：DSP Technology and Application | |
| 课程性质：大类专业教学课程 | 学分/学时：2.5/（30课时+18实验） |
| 开课学期：第 6 学期 |  |
| 适用专业：电子信息类专业 | |
| 先修课程：数字信号处理、数字系统与逻辑设计、C语言程序设计 | |
| 后续课程：毕业设计 | |
| 开课单位：电子信息学院 | 课程负责人：胡剑凌 |
| 大纲执笔人：曹洪龙 | 大纲审核人：胡剑凌 |

## 课程性质和教学目标（在人才培养中的地位与性质及主要内容，指明学生需掌握知识与能力及其应达到的水平）

**课程性质**：DSP技术是通信工程专业、信息工程专业、电子信息工程专业、微电子专业和电子科学与技术专业一门重要的专业课程，是深化通信工程专业主干核心课“数字信号处理”课程知识理解和运用的重要后续课程。本课程是一门实践性很强的课程，主要课程以理论教学为基础以实验教学为辅的配置方式，培养学生DSP技术方面的软硬件设计能力，并通过该课程的学习扩大学生知识面，为今后的研究和技术工作打下坚实的基础。

**教学目标**：DSP技术是讲授利用TI TMS320C66x DSP实现实时数字信号处理的软硬件设计技术的课程，主要通过理论学习、实验、综合设计等环节，使学生了解DSP芯片的发展状况和应用领域，掌握DSP技术的硬件设计、软件设计和系统综合设计能力，培养学生利用DSP分析和解决实时数字信号处理的能力，为今后从事数字信号处理方面的应用与研究打下基础。本课程的具体教学目标如下：

1. 掌握DSP技术的基础知识，掌握数字信号处理系统框架，学习TI TMS320C66x DSP的CPU架构和指令、片上设备与应用，学习DSP系统硬件平台的分析和设计方法。【1-2】
2. 学习TI TMS320C66x DSP的软件开发技术，掌握利用C语言设计DSP程序的方法和优化技术以及基于SYS/BIOS的DSP软件开发技术。【1-2】
3. 学习CCS集成开发环境使用方法，学习实验开发平台的配置方法，掌握利用CCS和实验开发平台设计、调试和分析DSP程序的方法，并进行设计优化。【5-2】
4. 学习DSP硬件平台设计技术，掌握DSP最小系统硬件和外设电路设计，并能够综合运用DSP软件和硬件设计技术解决实时数字信号处理的工程问题，并能够根据需求设计基于DSP的嵌入式系统的解决方案。【3-1】

## 课程目标与毕业要求的对应关系（明确本课程知识与能力重点符合标准哪几条毕业要求指标点）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 指标点 | 课程目标 |
| 1、工程知识 | 1-2掌握计算机软硬件基础知识，具备对工程问题进行软硬件分析与设计的基本能力； | 教学目标1，2 |
| 3、设计/开发解决方案 | 3-1能利用专业知识，根据给定的设计指标，设计电子、通信相关领域的单元或过程； | 教学目标4 |
| 5、使用现代工具 | 5-2能针对复杂工程问题，选择并合理使用软硬件设计与仿真平台，并理解其局限性； | 教学目标3 |

## 课程教学内容及学时分配（含课程教学、自学、作业、讨论等内容和要求，指明重点内容和难点内容）（重点内容：★；难点内容：Δ）

1. **绪论（2学时）（支撑课程目标1）**
   1. 数字信号处理系统的构成
   2. DSP芯片的特点
   3. DSP的发展历程
   4. DSP的应用

* **目标及要求：**

1. 通过绪论的介绍，使得学生掌握DSP的概念、主要特点、发展历程★；
2. 了解数字信号处理系统的构成和典型DSP嵌入式应用系统；

* **作业内容：**

强化数字信号处理系统的基本框架包括的模块以及各个模块的作用

* **讨论内容：**

以典型视频处理为实例，讨论现在数字信号处理技术对信号处理平台提出了哪些要求。

* **自学拓展：**

回顾学过的数字信号处理理论和数字电路相关知识，复习C语言程序设计方法。查阅定点算法相关知识，理解数据的定标意义和方法。

1. **C66x CPU架构和指令（4学时）（支撑课程目标1）**
   1. TMS320C66x DSP介绍
   2. TMS320C66x CorePac
   3. CPU数据通道和控制
   4. 指令集系统
   5. 流水线结构
   6. 中断与异常管理
   7. 软件流水循环缓存与CPU权限

* **目标及要求：**

1. 通过TMS320C66x CPU架构与工作原理的介绍，使得学生掌握TMS320C66x CPU架构和指令，包括CPU CorePac、数据通道和控制、指令集系统和流水线结构等相关知识★；
2. 掌握TMS320C66x DSP中断与异常管理Δ；
3. 了解TMS320C66x DSP 软件流水循环缓存与CPU权限；

* **作业内容：**

强化TMS320C66x DSP的特点，并分析其计算能力以及其计算能力的提升因素；强化TMS320C66x CorePac和控制寄存器

* **讨论内容：**

引入中断和异常相关知识，讨论TMS320C66x DSP处理系统事件与CPU中断和异常输入之间的关系，突出TMS320C66x CPU如何实现中断服务程序的重定位、CPU如何使能各类中断、检测各类中断以及CPU如何响应中断。

* **自学拓展：**

回顾学过的数字电路相关知识，查阅TMS320VC6655 DSP的数据手册。

1. **基于CCS的软件开发初步（3学时）（支撑课程目标2，3）**
   1. CCS 7.2.0介绍
   2. CCS软件开发流程
   3. CCS调试初步
   4. 简单应用程序开发实例

* **目标及要求：**

1. 通过CCS集成开发环境的学习掌握DSP程序设计的方法★；
2. 通过典型DSP程序实例学习DSP程序调试分析方法★；
3. 掌握利用时钟剖析工具分析DSP程序的时间复杂度Δ；
4. 掌握UART通信DSP应用程序设计方法

* **作业内容：**

结合基于CCS的DSP程序设计与调试技术相关知识，强化利用C语言实现数字信号处理算法的DSP程序设计与应用。

* **讨论内容：**

引入DSP程序设计与调试概念，讨论如何充分利用CCS提供的调试工具进行数字信号处理算法的调试与分析，并继续讨论如何实现基于TMS320C6555 DSP的UART通信程序设计。

* **自学拓展：**

回顾学过的C语言程序设计相关知识，查阅TI公司提供的利用C语言开发TMS320VC66x DSP程序的相关文档。

1. **C66x DSP程序优化技术（3学时）（支撑课程目标2，3）**
   1. DSP程序优化技术的关键概念
   2. DSP程序优化流程
   3. 编译选项
   4. 基于编译器反馈信息的优化
   5. 循环优化

* **目标及要求：**

1. 通过FIR滤波DSP程序实例学习DSP程序优化方法★；
2. 掌握利用CCS编译器优化DSP程序的方法★；
3. 结合基于C语言的FIR滤波DSP程序设计，深化掌握基于C语言的DSP程序优化方法；

* **作业内容：**

结合FIR滤波的知识，强化DSP程序优化方法的应用。

* **讨论内容：**

引入DSP程序优化的概念，学习DSP程序优化的关键技术并讨论如何充分CCS对DSP程序进行优化，并继续讨论利用DSP程序优化方法如何基于C语言设计高效的数字信号处理算法程序。

* **自学拓展：**

回顾学过的C语言程序设计的相关知识，复习C语言程序设计中的循环优化方法。

1. **C66x DSP片上设备与应用（6学时）（支撑课程目标1，4）**
   1. 时钟产生逻辑
   2. 外部存储器接口
   3. 低速片上设备
   4. 千兆以太网接口
   5. 高速片上设备
   6. 增强的DMA控制器
   7. DSP代码引导接口

* **目标及要求：**

1. 掌握KeyStone架构DSP的主要片上外设及其应用方法★；
2. 掌握KeyStone设备的代码引导方法★；
3. 结合中断处理知识，深化掌握定时器等片上外设相关中断的处理方法Δ；

* **作业内容：**

结合KeyStone架构DSP的主要片上外设的知识，强化利用C语言进行基于C66x DSP片上外设的DSP程序设计，编写数据通信程序，在TMS320VC665实现系统上实现基于低速片上设备和高速片上设备的数据通信。

* **讨论内容：**

引入片上设备配置方法，讨论对于AD采样、与其它处理器等实际应用问题如何进行C66x DSP的片上设备配置方法和程序设计方法。

* **自学拓展：**

回顾学过的C66x DSP的硬件和软件设计方法，复习基于C语言的C66x DSP的片上设备程序设计、调试和优化方法。

1. **C66x DSP系统硬件平台设计（6学时）（支撑课程目标4）**
   1. C6655 DSP系统硬件平台设计概述
   2. 电源设计
   3. 时钟设计
   4. 外设电路设计
   5. 电路布局布线实现

* **目标及要求：**

1. 掌握基于TMS320C66x DSP的电源设计和时钟设计★；
2. 掌握TMS320C66x DSP外设电路设计方法★Δ；
3. 学习基于C66x DSP系统的电路布局布线；

* **作业内容：**

结合C66x DSP系统硬件平台设计的知识，强化电源设计、时钟设计和外围电路设计的相关知识，学习TMS320VC66x DSP实验系统的硬件设计原理图，并在TMS320VC66x DSP实验系统上实现音频数据采集和回放。

* **讨论内容：**

引入DSP最小系统硬件设计理念，讨论如何设计基于DSP的信号采集与分析系统的硬件系统，如何实现DSP程序的自举。

* **自学拓展：**

回顾DSP软件和硬件设计的相关知识，回顾学过的数字电路相关知识，如何基于DSP系统实现数字信号处理等处理。

1. **基于SYS/BIOS的DSP软件开发（6学时）（支撑课程目标2，3）**
   1. SYS/BIOS基础
   2. SYS/BIOS工程的配置与构建
   3. SYS/BIOS的线程模块
   4. SYS/BIOS的线程间同步
   5. 基于SYS/BIOS的应用系统设计

* **目标及要求：**

1. 掌握SYS/BIOS工程的配置方法★；
2. 掌握SYS/BIOS的多线程模块配置和应用方法；
3. 学习基于SYS/BIOS的多线程应用系统设计★；

* **作业内容：**

结合SYS/BIOS应用的知识，强化学习SYS/BIOS多线程系统工作的DSP程序设计方法。

* **讨论内容：**

引入基于SYS/BIOS软件系统框架设计理念，讨论SYS/BIOS中Hwi、Swi和Task的合理使用以及多线程间的同步机制、缓冲区设计。

* **自学拓展：**

回顾多线程同步的相关知识，复习乒乓缓冲区等处理方法。

1. **实验（18学时）（支撑课程目标1，2，3，4）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 实验项目名称 | 目的要求 | 学时分配 | 实验类型 | 每组人数 | 必修/选修 |
| 1 | DSP程序的调试和分析 | 利用C语言编写DSP程序，实现DFT或FIR滤波，并利用FILE I/O、图形分析工具、Watch窗口、Profiler等工具对DSP程序进行调试和分析，分析DFT或FIR滤波程序的有效性、空间和时间占用情况。 | 3 | 验证性 | 1 | 必修 |
| 2 | 基于DSPLib的DSP程序设计 | 利用DSPLib编写FFT频谱分析、FIR或IIR滤波实验； | 3 | 设计性 | 1 | 必修 |
| 3 | LED实验 | 控制LED进行亮灭效果处理；进而控制LED实现跑马灯等显示效果。 | 3 | 设计性 | 1 | 选修 |
| 4 | 时钟中断实验 | 利用时钟中断实现LED的亮灭控制，并进一步控制亮灭的时间间隔、占空比等。 | 3 | 设计性 | 1 | 选修 |
| 5 | UART实验 | 以C6655和PC进行UART通信为例，掌握波特率设计和传输格式设置方法 | 3 | 设计性 | 1 | 选修 |
| 6 | FLASH读写实验 | 利用SPI接口实现NOR FLASH读写，或者利用EMIF16实现NAND FLASH读写 | 3 | 验证性 | 1 | 选修 |
| 7 | DDR3访问实验 | 编写DSP程序，实现DDR3的访问 | 3 | 验证性 | 1 | 选修 |
| 8 | 音频信号采集与处理实验 | 学习利用I2C配置音频Codec，并通过McBSP接口实现音频信号的采集、处理和回放 | 3 | 综合性 | 1 | 必修 |
| 9 | 网络通信实验 | 编写DSP程序实现网络数据的发送与接收。 | 3 | 设计性 | 1 | 选修 |
| 10 | 基于SYS/BIOS应用实验 | 基于SYS/BIOS设计DSP程序，实现多线程同步。 | 3 | 综合性 | 1 | 必修 |
|  |  |  |  |  |  |  |

## 教学方法

授课方式：a.理论课（采用多媒体课件讲授DSP系统软硬件设计原理等核心内容，合理安排课外拓展学习，主要采用案例教学方式理论联系实际，培养学生创新能力）；b.实验环节（结合理论课教学内容，利用微视频开展翻转课堂式DSP实验教学，培养学生DSP技术方面的工程实践能力）；c.答疑（每周安排固定的办公室时间，学生无需预约，可来教师办公室就课程内容进行讨论，答疑内容包括讲授内容、实验等）；d.期末开卷考试。

课程要求：a.理论课：在理论课讲授环节中，注重概念解析，并以实际案例理论联系实际开展DSP技术的软件和硬件设计技术，培养学生逻辑思维能力、工程观点和分析与解决问题能力。根据本课程的特点，要求学生自主开展课程相关辅助材料自学；b.实验环节：要求学生遵守实验室的规章制度，建立良好的实验习惯，能够应用CCS和DSP实验平台实践DSP软件和硬件设计方法，能够应用DSP技术设计DSP嵌入式系统进行信号分析和信号处理，培养学生独立进行设计和分析复杂工程问题的能力，培养学生正确地撰写记录和处理实验数据、撰写实验报告的能力和对实验结果进行分析和解释的能力，并启发学生的创新思维自主开展创新性实验活动。

## 考核及成绩评定方式

1. **考核方式和成绩评定**

**考核方式**： 开卷笔试，平时测验及作业，课程实验考核和报告

**成绩评定方式**：期末考试成绩占40%，平时成绩占30%，课程实验考核和报告占30%

课程目标达成情况及考试成绩评定占比（%）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 课程教学目标 | 支撑毕业要求 | 考试和评价方式成绩占比（%） | | | 成绩比例（%） |
| 平时成绩 | 实验成绩 | 期末考试 |  |
| 教学目标1 | 支撑毕业要求1-2 | 5.1 | 5 | 5~9之间 | 约17 |
| 教学目标2 | 支撑毕业要求1-2 | 5.1 | 5 | 5~9之间 | 约17 |
| 教学目标3 | 支撑毕业要求5-2 | 9.9 | 10 | 10~15之间 | 约33 |
| 教学目标4 | 支撑毕业要求3-1 | 9.9 | 10 | 10~15之间 | 约33 |
| 合计 | | 30 | 30 | 40 | 100 |

1. **考核与评价标准**

**实验成绩评价标准：**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 基本要求 | 评价标准 | | | | 成绩比例（%） |
| 优秀  (90分以上) | 良好  （80到90之间） | 合格  （60~80之间） | 不合格  （60分以下） |
| 实验 | 掌握DSP技术基本知识；掌握C66x DSP程序设计方法和优化方法；掌握利用CCS和实验系统设计、调试DSP程序方法；参考实验系统学习并掌握DSP最小系统硬件和外设电路设计，能够综合运用DSP软件和硬件设计技术解决实时数字信号处理的工程问题，并能够根据需求设计基于DSP的嵌入式系统的解决方案;通过实验，使学生掌握DSP实验步骤、检查故障、分析和综合实验结果以及撰写实验报告的能力。 | 能根据实验要求分析DSP硬件系统设计，并完成DSP实验中提高部分的实验达到提高目标；对获得的结果能进行有效分析；认真完成实验预习题，实验报告撰写规范，内容完整，条理清晰；报告中对实验过程叙述清晰，逻辑性强，自己努力完成，没有抄袭。实验数据记录正确、充分、完整，对实验结果有分析，有结论。 | 能根据实验要求分析DSP硬件系统设计，并完成部分DSP实验中提高部分内容；认真完成实验预习题，实验报告撰写较规范，内容较完整，条理清晰； 报告中对实验过程叙述较清晰，逻辑性较强，自己努力完成，没有抄袭。实验数据记录正确且比较完整，对实验结果有分析，对结论说明不够。 | 能根据实验要求分析DSP硬件系统设计，并完成DSP实验必修内容；基本完成实验预习题，实验报告撰写尚规范，内容基本完整； 报告中对实验过程叙述尚清晰，自己完成，没有抄袭。实验数据记录基本正确完整，对实验结果有一定分析，没有结论。 | 不能根据实验要求分析DSP硬件系统设计，不能完成DSP实验必修内容；实验报告撰写不规范或为提交实验报告；不独立完成，有抄袭现象。 | 20 |

注：该表格中比例为实验成绩的比例。

**期末考试考核评价标准**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 基本要求 | 达成情况评价标准 | | | | 成绩比例（%） |
| 优秀 | 良好 | 合格 | 不合格 |
| 教学目标1 | 掌握DSP技术的基础知识，学习TI TMS320C66x DSP的CPU架构和指令、片上设备与应用，学习DSP系统硬件平台的分析和设计方法。【1-2】 | 概念清晰，能准确地掌握和应用DSP技术的基础知识，包括DSP的CPU架构和指令、片上设备与应用，能够准确地表达DSP系统硬件平台的分析和设计方法。 | 概念比较清晰，能较好地掌握和应用DSP技术的基础知识，掌握DSP的CPU架构和指令、片上设备与应用，能够比较熟练地表达DSP系统硬件平台的分析和设计方法。 | 基本掌握概念，基本能应用DSP技术的基础知识，基本掌握DSP的CPU架构和指令、片上设备与应用，基本能够表达DSP系统硬件平台的分析和设计方法。 | 概念不清楚，未掌握DSP技术的基础知识，对DSP系统硬件平台的分析和设计方法不能进行描述和表达。 | 约17 |
| 教学目标2 | 学习TI TMS320C66x DSP的软件开发技术，掌握利用C语言设计DSP程序的方法和优化技术以及基于SYS/BIOS的DSP软件开发技术。【1-2】 | 能够熟练掌握DSP的软件开发技术，熟练掌握利用C语言设计DSP程序的方法和优化技术以及基于SYS/BIOS的DSP软件开发技术。 | 较好地掌握DSP的软件开发技术，较好地掌握利用C语言设计DSP程序的方法和优化技术以及基于SYS/BIOS的DSP软件开发技术。 | 了解DSP的软件开发技术，但不够熟练，基本掌握利用C语言设计DSP程序的方法和优化技术以及基于SYS/BIOS的DSP软件开发技术。 | 不清楚DSP的软件开发技术，未掌握利用C语言设计DSP程序的相关方法 | 约17 |
| 教学目标3 | 学习CCS集成开发环境使用方法，学习实验开发平台的配置方法，掌握利用CCS和实验开发平台设计、调试和分析DSP程序的方法，并进行设计优化。【5-2】 | 能很好掌握CCS集成开发环境使用方法，掌握实验开发平台的配置方法，掌握利用CCS和实验开发平台设计、调试、分析和优化DSP程序的方法。 | 较好地掌握CCS集成开发环境使用方法、实验开发平台的配置方法和利用CCS和实验开发平台设计、调试、分析和优化DSP程序的方法。 | 基本掌握CCS集成开发环境使用方法、实验开发平台的配置方法和利用CCS和实验开发平台设计、调试、分析和优化DSP程序的方法。 | 未掌握CCS集成开发环境使用方法、实验开发平台的配置方法和设计、调试、分析和优化DSP程序的方法。 | 约33 |
| 教学目标4 | 学习DSP硬件平台设计技术，掌握DSP最小系统硬件和外设电路设计，并能够综合运用DSP软件和硬件设计技术解决实时数字信号处理的工程问题，并能够根据需求设计基于DSP的嵌入式系统的解决方案。【3-1】 | 掌握DSP最小系统硬件和外设电路设计，能够熟练运用DSP软件和硬件设计技术解决实时数字信号处理的工程问题，能够熟练地根据需求设计基于DSP的嵌入式系统的解决方案。 | 较好地掌握DSP最小系统硬件和外设电路设计，能够运用DSP软件和硬件设计技术解决实时数字信号处理的工程问题，能够根据需求设计基于DSP的嵌入式系统的解决方案。 | 基本掌握DSP最小系统硬件和外设电路设计，基本能够运用DSP软件和硬件设计技术解决实时数字信号处理的工程问题，基本能够根据需求设计基于DSP的嵌入式系统的解决方案。 | 未掌握DSP最小系统硬件和外设电路设计，不能用DSP软件和硬件设计技术解决实时数字信号处理的工程问题。 | 约33 |

注：该表格中比例为期末考试卷各教学目标所占成绩比例。

## 教材及参考书目

**教材：**

1. 胡剑凌、曹洪龙、邵雷、耿相铭. DSP技术原理与应用系统设计[M].科学出版社.2018.08
2. 自编实验讲义

**参考文献：**

1. 胡剑凌，徐盛. 数字信号处理系统的应用和设计[M] . 上海：上海交通大学出版社，2004
2. TMS320C66x DSP CPU and Instruction Set Reference Guide (Literature Number: SPRUGH7). Texas Instruments Inc., Nov. 2010
3. TMS320C66x DSP CorePac User's Guide (Literature Number: SPRUGW0C). Texas Instruments Inc., Jul. 2013
4. 彭启琮，李玉柏，管庆.DSP技术的发展与应用[M]. 北京：高等教育出版社，2002
5. 牛金海. TMS320C66x KeyStone架构多核DSP入门与实例精解(第二版). 上海: 上海交通大学出版社, 2017
6. 俞一彪，孙兵.数字信号处理――理论与应用[M]. 南京：东南大学出版社，2005
7. 俞一彪，曹洪龙，邵雷. DSP技术与应用基础（第2版）[M]. 北京：北京大学出版社，2014