

## 云南大学本科教学

### 《信息理论与编码》 课程教学大纲

#### 一、课程基本信息

课程名称	信息理论与编码						
	Information Theory and Coding						
课程代码	INFO0047			课程性质	必修		
开课院部	信息学院			课程负责人	陈建华		
课程团队	陈建华, 李海燕, 余映, 李波						
授课学期	第 5 学期			学分/学时	3/63		
课内学时	63	理论学时	36	实验学时	27	实训(含上机)	
		实习		其他			
课外学时							
适用专业	电子信息工程						
授课语言	中英双语						
先修课程	C 语言; 线性代数; 概率论; 信号与系统						
后续课程	信源信道编码设计						
课程简介	<p>信息论是在长期的通信工程实践中, 与概率论、随机过程和数理统计这些数学学科相结合而逐步发展起来的一门新兴科学。它研究通信系统传输信息时如何提高效率以及如何保证可靠性, 因此在通信、计算机网络、数字影像等工程实践中都得到了广泛的应用。甚至在日常生活娱乐中的数字影碟机、家庭数字音像系统等都普遍采用了信息论中介绍的纠错编码和数据压缩技术。课程主要介绍信息的概念和度量信息的各种测度; 信源编码的基本思想及常用的无失真编码方法; 信道、信道容量及信道编码的基本概念; 常用的信道编码方法如分组码、循环码、BCH 码以及相应的数学分析工具。课程还包含程序设计实践环节, 通过编程实现对信源数据的压缩或仿真信息在有噪信道中传输时, 用信道编码来保证通信的可靠性。既能加深对所学理论的理解, 又能培养程序设计能力</p>						

## 二、课程目标

通过本课程的学习，同学应能对如何提高信息系统的可靠性、有效性，以使信息系统最优化有基本的认识。应理解并能运用信息论的基本概念和分析方法，理解常用信源和信道编码方法的基本原理，能运用相应的设计方法，能根据通信系统的原理和编解码算法设计程序实现压缩、纠错和仿真。

课程教学对学生能力培养的目标如下：

**课程目标 1**、能理解并运用信息论中信源与信道相关的基本概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。

**课程目标 2**、能理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。

**课程目标 3**、能运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。

**课程目标 4**、能理解并运用信道模型以及信道编码，分析通信系统的性能。能运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。

**课程目标 5**、能针对问题选择开发平台、设计程序，对包括信源、信道在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析的异同。

## 二、课程目标对毕业要求指标点的支撑

毕业要求	支撑毕业要求指标点	课程目标
1：具有运用与本专业相关的数理基础、专门理论知识与实践知识（包括电路、信号处理、可编程器件、嵌入式系统等）解决电子信息工程领域复杂工程问题的能力。	1.3 能针对电子信息系统中的信号或信息进行分析，正确表述系统输入与输出间的关系。	课程目标 1,2
	1.5 能运用专业知识，通过数学模型的比较与综合，优选技术方案，分析解决电子信息工程中的复杂问题。	课程目标 3,4
5：使用现代工具：能够针对电子信息工程中的问题，选择与使用常用信息资源、检测仪器、硬件和软件工具以及电子信息系统开发平台，实现对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。	5.3 能够针对具体的对象，使用满足特定需求的现代仿真设计工具，模拟和预测专业问题，并能够理解其局限性。	课程目标 5

### 三、教学内容及进度安排

序号	教学内容	学生学习预期成果	课时	教学方式	支撑课程目标
1	内容：主要介绍信息的定义，信源的数学模型和各种信息测度。重点：自信息、互信息、熵、平均互信息、差分熵及相应的性质。难点：互信息，平均互信息，差分熵	理解自信息、互信息、熵、平均互信息等概念及计算，理解信息论中基本公式的推导和证明方法并能实际运用。	3/0	讲授	目标 1、能理解并运用信息论中信源与信道相关的基本概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。 目标 3、能运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。
2	内容：主要介绍信源编码的基本概念与相关理论、常用信源编码算法。重点：信源编码定理， Huffman 编码， Lampel-Ziv 编码，游程长度编码。难点：信源编码定理， Lampel-Ziv 编码	理解等长码、变长码、克拉夫特不等式等基本概念，理解信源编码定理，理解 Huffman 码、Lampel-Ziv 码、游程长度编码算法原理并能运用于实际程序中。	5/0	讲授	目标 2、能理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。 目标 3、能运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。
3	内容：介绍信道的数学模型、信道容量的概念与如何通过信道编码来减少传输错误的基本原理，然后对信息容量定理和 Shannon 限进行讨论。重点：信道模型与容量，信道编码定理，信息容量定理，香农限。难点：信道容量，信息容量定理，香农限。	理解信道数学模型、信道编码的基本原理，理解信道编码定理和香农限的意义。理解信道容量的计算方法和信息容量定理并能运用到给定条件的实际计算中。	5/0	讲授	目标 1、能理解并运用信息论中信源与信道相关的基本概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。 目标 3、能运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。

4	<p>内容：介绍纠错码的基本概念，引入线性分组码的定义及其矩阵描述，介绍如何有效地对线性分组码进行译码，最后引入完备码和最优线性码的概念。重点：线性分组码的性质，有限域，矩阵描述，奇偶校验矩阵，译码与最小汉明距离，陪集，伴随式译码，错误概率，完备码。难点：有限域，奇偶校验矩阵，陪集，伴随式译码，错误概率，完备码</p>	<p>理解线性码、分组码、最小汉明距离、最小汉明重量、有限域、陪集等基本概念，理解线性分组码的生成矩阵与编码方法，奇偶校验矩阵与判错方法，理解标准阵列译码和伴随式译码，错误概率的计算等重要方法。理解完备码与汉明码的概念。</p>	9/0	讲授	<p>目标 1、能理解并运用信息论中信源与信道相关的基本概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。</p> <p>目标 4、能理解并运用信道模型以及信道编码，分析通信系统的性能。能运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。</p>
5	<p>内容：介绍线性分组码的一个子类：循环码。首先研究多项式的一些基本概念，然后利用这些数学工具来构造和分析循环码并对循环码的矩阵描述进行介绍，最后讨论 CRC 循环码。重点：多项式及其除法运算，循环码的生成与矩阵描述，CRC 码。难点：多项式的除法，生成多项式，校验多项式，CRC 码。</p>	<p>理解有限域上多项式及其与循环码的关系。掌握有限域上多项式的基本性质与运算。理解循环码的生成多项式、奇偶校验多项式的概念，掌握循环码的编码与判错的方法。理解循环码的矩阵描述方式。了解 CRC 码</p>	6/0	讲授	<p>目标 1、能理解并运用信息论中信源与信道相关的基本概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。</p> <p>目标 4、能理解并运用信道模型以及信道编码，分析通信系统的性能。能运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。</p>
6	<p>内容：建立必要的数学工具，介绍 BCH 码生成多项式的构造方法。介绍 Reed-Solomon 码。重点：本原元，本原多项式，多项式 <math>x^{q^m} - 1</math> 在扩域与基域的分解，极小多项式，BCH 码的构造，Reed-Solomon 码。难点：本原元，本原多项式，多项式 <math>x^{q^m} - 1</math> 在扩域与基域的分解，极小多项式。</p>	<p>理解本原元、本原多项式的基本概念，理解 <math>x^{q^m} - 1</math> 在扩域与基域分解的特点，理解共轭集与极小多项式的构造，理解 BCH 和 RS 码的构造方法，设计满足给定条件的 BCH 码。</p>	6/0	讲授	<p>目标 1、能理解并运用信息论中信源与信道相关的基本概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。</p> <p>目标 4、能理解并运用信道模型以及信道编码，分析通信系统的性能。能运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。</p>
7	期中考试		2/0		

8	实验一：编写程序实现联合熵，条件熵，平均互信息的计算	能设计程序实现规定的信息测度的计算，加深对相关信息测度的理解	0/4	实验	<p>目标 1、能理解并运用信息论中信源与信道相关的基本概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。</p> <p>目标 5、能针对问题选择开发平台、设计程序，对包括信源、信道在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析</p>
9	实验二：理解游程长度编码原理，设计程序实现 PCX 无失真图像压缩算法	能设计程序实现规定的信源方法；能在程序中实现二进制数据的输入与输出，理解文本文件与二进制文件的差别	0/8	实验	<p>目标 2、能理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。</p> <p>目标 5、能针对问题选择开发平台、设计程序，对包括信源、信道在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析的异同。</p>
10	实验三：设计程序仿真满足一定概率分布的二进制信源和二进制对称信道，并在信道输入和输出端实现重复码的编译码，计算通信过程的错误概率。	能设计程序利用随机数发生器，对满足一定概率分布的二进制信源和二进制对称信道进行仿真，并在在实现规定的信道编码情况下，模拟二进制通信过程。	0/7	实验	<p>目标 4、能理解并运用信道模型以及信道编码，分析通信系统的性能。能运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。</p> <p>目标 5、能针对问题选择开发平台、设计程序，对包括信源、信道在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析的异同。</p>

11	实验四：设计程序实现文本文件的 Lample-Ziv 无失真压缩算法。	能设计程序实现规定的信源编码算法。理解本算法与实验二算法的不同应用场景。	0/8	实验	目标 2、能理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。 目标 5、能针对问题选择开发平台、设计程序，对包括信源、信道在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析的异同。
----	-------------------------------------	--------------------------------------	-----	----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 四、课程考核方法与成绩构成

课程考核成绩构成包括平时成绩（作业、测验、期中考试），实验成绩和期末考试，总成绩以百分计，满分 100 分，各考核环节所占比例及考核细则如下表。

考核环节	所占比例	考核细则	对应课程目标
平时	20%	1. 内容：五次作业，四次随堂测验 2. 各部分占比：作业 4%，测验 16%（每次 4%）。 3. 各部分按比例平均结果作为平时最终成绩。	课程目标 1~4
实验	20%	1. 按要求完成 1 个验证计算实验和 3 个综合设计实验； 2. 实验预习占 1%、编程操作及调试表现占 16%、实验报告撰写及分析占 3%。 3. 四次实验平均分作为实验最终成绩。	课程目标 1,2,4,5
期末考试	60%	1. 卷面成绩 100 分，各课程目标所占分值比例见第五部分。 2. 考试命题以大纲中的应知应会内容为主，不少于四种题型，且近三年试卷内容不重复。	课程目标 1~4

## 五、课程目标达成及质量评价方法

序号	课程目标（支撑毕业要求指标点）	评价依据及成绩比例（%）			成绩比例（%）
		平时	实验	考试	
1	目标 1、能理解并运用信息论中信源与信道相关的基本概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。 (支撑毕业要求指标点 1.3)	4	1	16	21
2	目标 2、能理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。 (支撑毕业要求指标点 1.3)	3	2	7	12
3	目标 3、能运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。 (支撑毕业要求指标点 1.5)	10	0	10	20
4	目标 4、能理解并运用信道模型以及信道编码，分析通信系统的性能。能运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。 (支撑毕业要求指标点 1.5)	3	1	27	31
5	目标 5、能设计程序对包括信源、信道和信道编码在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析的异同。 (支撑毕业要求指标点 5.3)	0	16	0	16
合计		20	20	60	100

说明：

(1) 为加强课程目标的形成性评价，本课程将组织 3 次随堂测验和一次期中考试。并根据测验和期中考试情况对学生学习情况进行跟踪提醒。各课程目标在随堂测验和期中考试中的分值占比也遵循上表比例设置。

(2) 该课程在进行质量评价时，主要以期末考试、实验、平时成绩这 3 项量化考核形式下的得分情况进行统计分析，并计算各课程目标的达成度，计算公式如下：

某课程目标达成度 = (该课程目标期末考试比例 × 支撑该课程目标的期末考试成绩平均分 + 该课程目标平时比例 × 支撑该课程目标的平时成绩平均分 + 该课程目标实验比例 × 支撑该课程目标的实验成绩平均分) / 该课程目标比例。3 项成绩都先折算成百分制再进行达成度计算。

(3) 作业、平时测验和试卷按照百分制给出成绩。

(4) 期末考试成绩为百分制，对应各课程目标的分值构成方式为：按照课程目标比例除以 0.6 得到该课程目标分值，可以上下最大浮动 5 分左右。

## 六、教材及参考资料

- [1] 《信息论、编码与密码学》（第二版），（印）博斯，机械工业出版社，2010.09
- [2] 《Elements of Information Theory》，Thomas M. Cover and Joy A. Thomas, 清华大学

出版社, 2003.11.

[3] 《Applied Coding and Information Theory for Engineers》, Richard B. Wells,机械工业出版社, 2002.10

[4] 《信息论与编码基础》, 戴善荣, 机械工业出版社, 2005年1月

[5] 《纠错码—原理与方法》, 王新梅, 西安电子科技大学出版社 2001年

执笔人: 陈建华

审核人: 李海燕

审批人: 张榆锋

## 附录：各类考核评分标准参考

教学目标要求	评分标准				权重 (%)
	90-100	80-89	60-79	0-59	
目标 1、能理解并运用信息论中信源与信道相关的概念和基本计算方法，能理解通信系统输入、输出与编码间的关系。 (支撑毕业要求指标点 1.3)	能准确理解信息论与信道相关的基本概念和基分析方方法，并能熟练运用系统的计算。	能理解信源与信道的基本概念和基分析方方法，并能运用系统的计算。	能理解信源与信道的基本概念和基分析方方法。	不能理解信源与信道的基本概念和基分析方方法。	22
目标 2、能理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。 (支撑毕业要求指标点 1.3)	能准确理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。	能理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。	能部分理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。	不能理解信源编码的基本性质和常用算法。能针对信源数据的特征，选择不同的信源编码算法。	14
目标 3、能运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。 (支撑毕业要求指标点 1.5)	能熟练运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。	基本能运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。	能运用数学模型统计并计算信息测度，能分析、推导和证明信息论的重要公式。	不能运用数学模型统计并计算信息测度，不能分析、推导和证明信息论的重要公式。	20
目标 4、能理解并运用信道模型以及信道编码，分析通信系统的性能。能	能理解并熟练运用信道模型以及信道	基本能理解并运用信道模型以及信道	能理解信道模型以及信道编码。能理	不能理解信道模型以及信道编码。不	32

<p>运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。 (支撑毕业要求指标点 1.5)</p>	<p>编码, 分析通信系统的性能。能熟练运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。</p>	<p>编码, 分析通信系统的性能。基本能运用所学知识分析给定信道码的性能及设计满足要求的信道码。</p>	<p>解信道码的性能及设计过程。</p>	<p>能理解信道码的性能及设计过程。</p>	
<p>目标 5、能设计程序对包括信源、信道和信道编码在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析的异同。 (支撑毕业要求指标点 5.3)</p>	<p>能熟练设计程序对包括信源、信道和信道编码在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析的异同。能熟练按已知算法设计信源编码程序实现不同数据的压缩。</p>	<p>基本能设计程序对包括信源、信道和信道编码在内的通信系统进行计算和模拟并解释模拟结果与理论分析的异同。基本能按已知算法设计信源编码程序实现不同数据的压缩。</p>	<p>能理解并设计通信系统中某些部分的计算和模拟程序。能按已知算法设计信源程序的某些部分。</p>	<p>不能设计通信系统的计算和模拟程序。不能按已知算法设计信源编码程序。</p>	<p>12</p>