

# The Fundamental Analysis for Teaching and Studying of Information Theory and Coding Based on Statistics\*

Liangfang Ni

School of Electrical Engineering and Information, Anhui University of Technology, Ma'anshan  
Email: nilf@njupt.edu.cn

Received: Jul. 19<sup>th</sup>, 2012; revised: Jul. 26<sup>th</sup>, 2012; accepted: Aug. 3<sup>rd</sup>, 2012

**Abstract:** The Information Theory and Coding is one of the core professional basic courses to the major of communication engineering. From points to face, the teaching methods of book knowledge combined with the development of information science, based on the purpose and content of the theoretical teaching and studying, are analyzed according to the characteristics that the students must be with both wide range of mathematical theory and engineering background and the status of the students. The statistics show that the key to continuously improve teaching effectiveness is the clear teaching, strictly logical reasoning, exchanging with students, grasping the dynamics of student learning and promoting the teaching and learning interaction.

**Keywords:** Information Theory and Coding; Teaching Effectiveness; Statistics

## 从统计数据浅析信息论与编码的教与学\*

倪梁方

安徽工业大学电气信息学院, 马鞍山  
Email: nilf@njupt.edu.cn

收稿日期: 2012年7月19日; 修回日期: 2012年7月26日; 录用日期: 2012年8月3日

**摘要:** 信息论与编码是通信工程的核心专业基础课之一。针对该课程需学生兼具广泛数学理论与工程实际背景的特点和学生的现状, 从理论教学的目的和内容出发, 探讨了由点而面、书本知识结合信息科学发展的教学方法。统计数据表明: 授课条理清晰、逻辑推理严谨、多与学生交流, 把握学生的学习动态, 促使教与学互动是教学效果不断提高的关键。

**关键词:** 信息论与编码; 教学效果; 统计数据

### 1. 引言

信息论与编码是一门应用概率论与随机过程等数理方法研究信息的存储、传输、处理、控制和利用的一般规律的科学<sup>[1]</sup>。当前, 多输入多输出和空时编码<sup>[2]</sup>、下一代移动通信<sup>[3]</sup>、移动 Ad hoc 网<sup>[4]</sup>、多域协同通信<sup>[5]</sup>等信息技术以超乎人们想像的速度迅速发展。在这些领域中, 只要涉及信息的存储、传输和处

理就要涉及香农信息论的离散信源的无失真编码定理、有噪信道编码定理及限失真信源编码定理等。所以信息论是信息科学发展的源泉, 也是信息科学的基础理论<sup>[1]</sup>。

为此, 各高校与信息学科相关的热门专业“通信工程”也得到迅速发展, 专业的知识结构也作了相应调整, 都先后以“信息论与编码”作为本科生必修的专业基础课<sup>[1]</sup>。

然而, “信息论与编码”是一门兼具广泛数学理

\*资助信息: 安徽省教育厅科研计划重点项目(KJ2009A151); 安徽省自然科学基金(11040606M125)。

论与工程实际背景的课程。我校是一所省属高校，入学的新生来自全国各地，程度参差不齐。经过两年半的学习，他们具备一定的通信、电子、计算机方面的知识和数学基础，但多数学生因对纷繁的数学公式感到困惑不解而对本课程望而生畏。

针对这种情况，根据通信工程专业本科生培养目标和要求，结合本课程的性质、要求和实际学时，教研室同仁反复商讨，并经学院教学委员会审核制定了《信息论与编码》教学大纲，明确了教学的目的与任务。近几年信息论与编码的教学实践表明：授课条理清晰、逻辑推理严谨、多与学生交流及时掌握学生的学习动态，促使教与学互动是将数学公式枯燥无味为生动形象的关键。统计数据进一步表明：只要把握好这几个环节，教学效果就会不断提高。

## 2. 教学目的

通信工程本科培养的是具备通信与信息系统、通信网和信息理论与编码等方面的知识，能在通信与信息领域从事设计、调测、科研和管理工作的应用型高级技术人才。这就要求学生具有从事现代通信系统和网络的设计、开发及相应的工程组织和管理的的能力。因此，开设通信工程的院校不仅要向学生传授通信系统和通信网方面的基础理论、组成原理和设计方法，使其受到通信系统建模、组网、工程设计、测试技能和科学研究的基本训练，还要注重培养学生科研能力。在信息技术飞速发展的今天，学习和掌握信息论与编码的基本理论是进一步把握国内外通信领域研究动态的基础。对于通信专业的学生而言，其学习信息理论与编码的主要目的并不是研究新的编码方法和提出新的译码算法，而是如何在现有信息与通信系统的参考文献中找到他们想要的编译码方法并加以改进，以适用于未来通信的发展需求。为此，信息论与编码的教学目的就是让学生掌握信息科学的基础理论——信息论与编码的编译码方法，培养全面发展的通信与信息科学人才。

## 3. 教学内容及教学方法探索

### 3.1. 精选教材

选择清华大学出版社出版的《信息论与编码(第2版)》(曹雪虹主编)<sup>[6]</sup>作为教材。该书根据工科学生的

特点编写，注重概念，采用通俗的文字，联系目前实际通信系统，用较多的例题和图示阐述基本概念、基本理论及实现原理<sup>[6]</sup>，适合于选作我校通信专业学生的教材。

### 3.2. 巧排内容

本课程总学时为32。其中理论教学为28学时，习题、复习为4学时。显然，信息论与编码所包含的面很广，有限的课时不可能一一涉猎，考虑到卷积码、网格编码调制、运用级联分集与信息迭代概念的纠错码和加密编码等适合通信专业的学生在后续课程作进一步研究时学习，所以笔者精选了前5章和第6章的部分课题，即：信源的类型与特性、信源熵、信道与信道容量、信息率失真函数等信息论的基本理论，还有信源编码、信道编译码的基本概念、基本知识和主要方法等作为教学内容。

本课程通过课堂讲授，学生自学，习题课，答疑和期末考试等基本教学步骤，要求学生掌握信息论的基本理论和概念，如熵、互信息量、自信息量等；掌握信息在信息论角度的定义、统计度量；掌握信道与信道容量、信息率失真函数等信息论理论；掌握信源编码方法，如香农编码方法，费诺编码方法，Huffman编码等基本原理和具体实现方法。理解信道编码理论并掌握常用的信道编译码方法，如线性分组码。在此基础上，初步具备编写基本信源码，如香农码，费诺码，Huffman码及常用的信道码，如线性分组码的源程序的能力。

### 3.3. 由点而面串联全书

信息论与编码是一门理论性和工程实践很强的学科。它以概率论与随机过程等知识点贯穿全书，为了有利于各课程间内容的衔接，也便于学生理解和掌握，笔者在授课中适度补充了一些内容。

针对学生普遍对繁杂的数学公式感到困难而望而却步的问题，授课时通过反复强调和实例分析强化学生记忆一些重要的基本概念。此外，通过在课堂上分析作业中存在的问题并适度提问的方式，将传统的“我教你学”模式，转变为老师帮助学生解决问题的过程中发现问题，提出问题，教师再帮助解决问题的“你问、我答；我再问、你困惑、我再教你学”的

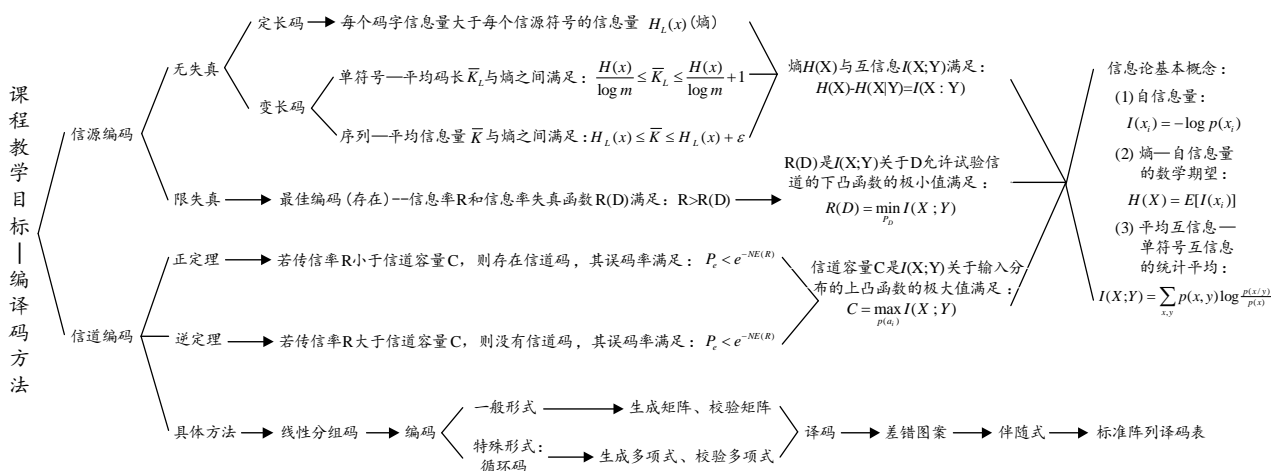


Figure 1. Information theory and coding knowledge convergence schematic  
图 1. 信息论与编码知识点衔接示意图

模式, 极大提高了学生学习的主动性, 促使他们的思维始终处于“激活”状态, 从而在潜移默化中帮助他们触类旁通地理解和掌握所学知识。

针对在教与学互动中, 学生反映在学习信息论章节时感觉比较空泛的问题, 在讲授“互信息”时特意引入了目前国内学者研究空时编码时普遍采用的“选择码字的参数最大化发射信号与接收信号之间的互信息的最大互信息准则”<sup>[2]</sup>, 从而使他们能及时“由虚转实”。随后, 在复习课上, 以课程目标——编译码方法为主线, 以信源编码和信道编码的基本定理为出发点, 以相应的(平均)信息量、(平均)码长、熵、信息率、信息率失真函数、信道容量和互信息为纽带串联全书的基本点, 形成图 1 所示的信息论与编码知识点衔接示意图, 便于学生从全局上把握本课程。

#### 4. 教学效果统计分析

本节将通过 2008~2012 年间, 信息论与编码学生考试成绩统计数据的变化, 分析所取得的教学效果。统计数据包括 2008~2012 年间, 考试平均成绩、考试成绩标准差和考试在 100~0 分的各区间人数占总人数的百分比。

2008~2012 年间, 考试平均成绩变化曲线、考试成绩标准差变化曲线及考试成绩统计表分别如图 2、图 3 和表 1 所示。由图 2、图 3 和表 1 所示的统计数据而言, 可以将教学效果按时间段 2008~2010 年、2011 年和 2012 年分为三个层面, 这也真好与我从教的三个不同阶段相对应。第一阶段, 我刚步上讲坛, 授课

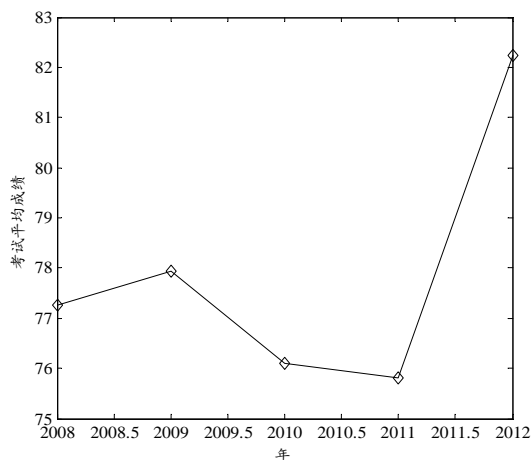


Figure 2. The 2008-2012 period, the examination average scores curve  
图 2. 2008~2012 年间, 考试平均成绩变化曲线

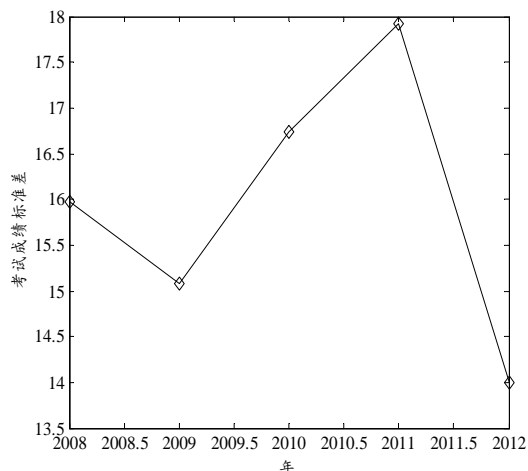


Figure 3. The 2008-2012 period, the standard deviation of test scores curve  
图 3. 2008~2012 年间, 考试成绩标准差变化曲线

Table 1. The 2008-2012 period, the test scores table  
表 1. 2008~2012 年间, 考试成绩统计表

	100~90 分	89~80 分	79~70 分	69~60 分	59~50 分	50 分以下
2008 年	23.29%	28.08%	19.18%	15.75%	6.85%	6.85%
2009 年	23.94%	34.51%	17.61%	11.97%	5.63%	6.34%
2010 年	20.78%	31.82%	18.83%	12.99%	7.79%	7.79%
2011 年	31.51%	16.44%	13.70%	20.55%	10.27%	7.53%
2012 年	31.51%	16.44%	13.70%	20.55%	10.27%	7.53%

以摆脱紧张情绪、不出错为准则, 此时, 平均成绩、标准差和考试在 100~0 分的各区间人数占总人数的百分比变化不大。第二阶段, 逐步形成的严谨而流畅的讲课风格博得了部分基础较好的同学的喜爱, 而略显繁琐的公式又使部分基础较差的同学望而止步, 这就导致成绩在 100~90 分和 69 分以下的人数较多, 标准差较大, 平均成绩也略有下降。第三阶段, 经过几年的总结和探索, 笔者发现过多的借助多媒体的教学方式不利于学生记忆所学知识, 为此, 在讲解一些难以理解的内容时, 适度增加了部分板书, 并力求做到多媒体和板书无缝衔接; 此外, 针对部分同学上课容易思想开小差的问题, 通过重点关注和积极引导的方式, 督促他们学习。经过师生共同努力, 学习成绩和教学效果都有较大提高。

## 5. 结束语

信息科学发展迅速, 知识每隔几年就要更新, 信息论与编码课程无法涵盖这门学科的所有内容。因此, 如何在信息技术快速发展的时代, 通过进一步改进教学内容让学生做到融会贯通、学有所用以适应信息技术的快速发展, 将是笔者下一个有待探索的课题。

## 6. 致谢

作者对安徽省教育厅科研计划重点项目(KJ-2009A151)和安徽省自然科学基金(11040606M125)在本课题研究过程中给予的资助, 表示感谢。

## 参考文献 (References)

- [1] 傅祖芸, 赵建中. 信息论与编码[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [2] 哈密德·贾法哈尼(著), 任品毅(译). 空时编码的理论与实践[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2007.
- [3] H. W. Yang. A road to future broadband wireless access: MIMO-OFDM-based air interface. IEEE Communications Magazine, 2005, 43(1): 53-60.
- [4] 陈林星, 曾曦, 曹毅. 移动 Ad Hoc 网络: 自组织分组无线网络技术(第 2 版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.
- [5] 陶晓明, 肖潇, 陆建华. 基于多域协同的绿色无线通信系统体系构架[J]. 电信科学, 2011, 27(3): 54-59.
- [6] 曹雪虹, 张宗橙. 信息论与编码(第 2 版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.