

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材  
电子信息

# 信息论与编码技术

关可 王建新 亓淑敏 编著

011.2-43

清华大学出版社



高等学校教材

电子信息

# 信息论与编码技术

关可 王建新 亓淑敏 编著

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书系统地讲述了信息论及编码的基础理论,共分为6章,即绪论、信息及其度量、信道及其容量、信源编码、信道编码和保密通信。本书在重点介绍信息与编码的基本概念、基本原理的基础上,还对其现实应用做了详细的介绍,例如语音压缩编码、图像压缩编码、视频压缩编码等。

本书可作为高等院校电子信息工程、通信工程、信号与信息处理等专业的本科生教材,也可供研究生和有关专业的工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

信息论与编码技术/关可,王建新,亓淑敏编著. —北京:清华大学出版社,2009.8

(高等学校教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-19707-2

I. 信… II. ①关… ②王… ③亓… III. ①信息论—高等学校—教材 ②信源编码—编码理论—高等学校—教材 ③信道编码—编码理论—高等学校—教材 IV. TN911.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 036850 号

责任编辑:郑寅堃 林都嘉

责任校对:时翠兰

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:15.25 字 数:379千字

版 次:2009年8月第1版 印 次:2009年8月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:23.00元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:032212-01

编委会成员

重庆通信学院	曾凡鑫	教授
重庆大学	曾孝平	教授
重庆邮电学院	谢显中	教授
	张德民	教授
西安电子科技大学	彭启琮	教授
	樊昌信	教授
西北工业大学	何明一	教授
集美大学	迟 岩	教授
云南大学	刘惟一	教授
东华大学	方建安	教授

**改**革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”

认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

(6) 高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过二十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会  
E-mail:dincl@tup.tsinghua.edu.cn

**信**息论与编码技术的理论是由著名的科学家香农(C. E Shannon)创立的。六十多年来,在广大科技人员的努力下得到了很大的发展,现在已经成为信息学科的基础理论之一,特别是数字信号的处理与传输的理论及技术基础。

目前,国外的一些著名高校都将信息论与编码技术这一课程作为通信工程与计算机工程的专业主干课程。国内的许多高校电子信息类专业的本科生、研究生也将该课程列为专业理论课程进行讲授。特别是随着近二十年的数字化革命的浪潮,信息论与编码技术的理论为这一前途远大的技术革命提供了理论支撑。而在各种工程应用中经实践检验卓有成效的应用技术,如编码技术、多媒体技术、通信技术的发展反过来又丰富了信息论与编码技术的理论内涵。这些理论对于从事相关领域进行研究和工程应用的科技人员具有很高的参考价值。

由于信息论与编码技术的理论性较强,涉及多门先修课程的内容,同时对数学基础有一定的要求,因此最初接触这门课程的学生难免有枯燥之感。本书在编写方式上尽量避免烦琐的数学推导,而代之以通晓的语言,深入浅出地讲述信息论与编码技术的基本原理与基本方法,并融合一定的图示与例题,帮助读者更好地学习、理解和掌握信息论与编码技术的精髓要义。

信息论与编码技术是一门不断发展的学科,同时也是一门应用科学,最初的也是最基本的背景是通信工程技术,而通信的安全性是通信的基本要素之一。因此本书对信息论与编码技术的一个重要应用的分支技术——保密通信也进行了简明的介绍,以期对读者在深入理解这一理论的应用方面有所帮助。

本书共分6章,由关可、王建新、亓淑敏编著,第1章绪论,第2章信息及其度量,第3章信道及信道容量,第4章信源编码,第5章信道编码,第6章数据保密。其中,第1章、第4章由关可编写,第2章、第3章由王建新编写,第5章、第6章由亓淑敏编写。在编写过程中,得到了西安电子科技大学刘乃安教授和长安大学孙朝云教授的大力帮助,硕士研究生谭勇锋、梁佳同学做了大量的工作,在此一并对他们的帮助表示衷心的感谢!同时,对国内外许多信息论与编码技术的优秀教科书和专著的学习使笔者受益匪浅,在此对于这些著作的作者表达深深的谢意和钦佩!

限于编者的水平,书中不妥和谬误之处在所难免,恳请读者批评指正。

作者

2008年11月于长安大学



<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 信息定义、特征与性质 .....	1
1.2 信息的分类 .....	3
1.3 信息论的形成和发展 .....	3
1.4 信息论研究对象及内容 .....	6
1.5 本书的主要内容 .....	8
<b>第 2 章 信息及其度量</b> .....	9
2.1 离散无记忆信源及其信息度量 .....	9
2.1.1 离散无记忆信源 .....	9
2.1.2 离散无记忆信源的扩展信源 .....	10
2.1.3 离散无记忆信源的自信息 .....	11
2.1.4 离散无记忆信源的熵 .....	14
2.1.5 离散无记忆扩展信源的熵 .....	22
2.2 马尔可夫信源及其信息度量 .....	23
2.2.1 马尔可夫信源 .....	23
2.2.2 马尔可夫信源的熵 .....	25
2.3 连续信源及其信息度量 .....	32
2.3.1 连续信源的定义 .....	32
2.3.2 连续信息度量的思路 .....	32
2.3.3 连续信源的熵 .....	33
课后习题 .....	35
<b>第 3 章 信道及信道容量</b> .....	37
3.1 信道的分类与描述 .....	37
3.1.1 信道的分类 .....	37
3.1.2 信道的描述 .....	38

3.2	离散信道及其数学模型 .....	38
3.2.1	离散信道的描述 .....	38
3.2.2	单符号离散信道 .....	40
3.2.3	离散无记忆信道的 $N$ 次扩展信道 .....	41
3.2.4	信道的组合 .....	42
3.3	信道容量 .....	44
3.3.1	平均互信息量 .....	44
3.3.2	信道容量 .....	51
3.4	离散信道的信道容量 .....	52
3.4.1	离散无记忆信道的信道容量 .....	52
3.4.2	离散无记忆信道的 $N$ 次扩展信道的信道容量 .....	57
3.4.3	组合信道的信道容量 .....	59
3.5	多用户信道及其信道容量 .....	60
3.5.1	多址接入信道及其信道容量 .....	61
3.5.2	广播信道及其信道容量 .....	63
3.5.3	相关信源的多用户信道及其信道容量 .....	64
3.6	连续信道及其信道容量 .....	66
3.6.1	时间离散连续信道 .....	66
3.6.2	时间连续信道及其信道容量 .....	68
3.7	信源与信道的匹配 .....	69
	课后习题 .....	70
<b>第 4 章</b>	<b>信源编码 .....</b>	<b>74</b>
4.1	信源编码的基本概念 .....	74
4.1.1	信源编码 .....	74
4.1.2	信源编码的基本码型 .....	75
4.1.3	Kraft 不等式 .....	77
4.2	无失真信源编码基本概念 .....	78
4.2.1	无失真信源编码的分类 .....	78
4.2.2	离散信源无失真信源编码相关概念 .....	79
4.3	无失真信源编码 .....	81
4.3.1	等长信源编码 .....	81
4.3.2	无失真变长编码 .....	82
4.3.3	算数编码 .....	92
4.3.4	通用编码 .....	95
4.4	限失真信源编码 .....	100
4.4.1	限失真信源编码系统模型 .....	100
4.4.2	失真的度量 .....	101
4.4.3	量化失真度量 .....	104

4.4.4	信息率失真函数 $R(D)$ 及其性质	105
4.4.5	离散信源和连续信源的 $R(D)$ 计算	109
4.4.6	限失真信源编码定理	111
4.5	语音压缩编码	112
4.5.1	语音数字编码的标准	112
4.5.2	语音压缩编码的分类及压缩指标	112
4.5.3	语音压缩编码的基本原理	113
4.5.4	高保真立体声音频编码标准	119
4.6	图像编码	121
4.6.1	图像压缩编码的标准	121
4.6.2	JPEG 标准	122
4.6.3	H.261 标准及 H.263 标准	124
4.6.4	MPEG 标准	126
	课后习题	129
<b>第 5 章</b>	<b>信道编码</b>	<b>131</b>
5.1	信道编码的基本概念	131
5.1.1	信道的差错图样	131
5.1.2	信道编码的基本思想	132
5.1.3	编码信道模型	133
5.1.4	信道编码的分类	135
5.1.5	差错控制的基本方式	136
5.2	信道编码基本数学知识	138
5.2.1	群、环、域的基本概念	138
5.2.2	有限域和有限域上的多项式	141
5.3	有噪信道编码	146
5.3.1	噪声信道的编、译码问题	146
5.3.2	有噪信道编码定理	158
5.3.3	差错控制的途径	162
5.4	线性分组码	166
5.4.1	线性分组码的最小距离、检错和纠错能力	166
5.4.2	分组码的性质	170
5.4.3	线性分组码的编码与译码	171
5.4.4	几种典型的分组码	173
5.5	卷积码	185
5.5.1	卷积码编码	185
5.5.2	卷积码的译码	191
5.6	纠正突发错误码	195
5.6.1	突发差错与纠突发差错的基本概念	195

5.6.2 法尔码 .....	197
5.7 交织码 .....	200
5.7.1 交织码的编译码方法 .....	200
5.7.2 交织码的性能 .....	204
课后习题 .....	205
<b>第6章 数据保密 .....</b>	<b>207</b>
6.1 保密通信系统模型 .....	207
6.2 传统密码体制 .....	208
6.2.1 单表代换密码 .....	208
6.2.2 多表代换密码 .....	209
6.3 分组(块)密码 .....	212
6.3.1 分组加密的基本概念 .....	212
6.3.2 数据加密标准(DES) .....	214
6.4 公开密钥密码体制 .....	221
6.4.1 公钥密码体制的产生 .....	221
6.4.2 公钥密码体制的基本原理 .....	223
6.4.3 RSA 公开密钥体制 .....	224
课后习题 .....	228
<b>参考文献 .....</b>	<b>230</b>



在客体本身中。”“在通信中仅仅差别关系是重要的。”但实际中,并不是说没有差异就没有信息,所以这样定义的信息也是不全面、不确切的。美国科学家香农(C. E Shannon)在1948年发表了一篇著名论文“通信的数学理论”。在这篇论文中,香农从研究通信系统传输的实质出发,对信息作了科学的定义,同时对信息进行了定性和定量的描述。香农说:“信息是对事物运动状态或存在方式的不确定性的描述。”因此,信息是一个十分抽象的概念,信息本身是看不见、摸不着的,它必须依赖于一定的物质形式,如文字、声波、电磁波等,这种运载信息的载体称为信息载体,一切物质都有可能成为信息载体。

以文字、语音、图像等这些能够为人们的感觉器官所感知的物理现象,把客观物质运动和主观思维活动的状态表达出来就成为消息。从通信的观点出发,构成消息的各种物理现象要具有两个条件:一是能为通信双方所理解,二是可以传递。因此,从电报、电视、广播等处得到的是一些具体的信息,是描述主、客观各种事物运动状态的消息,而电报、电视、广播等则都是这些消息的传递系统。

由此可知,信息是一个十分抽象而又复杂的概念,是人们对客观事物感触到的新知识;消息是信息的载荷者,是描述信息的一种表现形式;同一种信息可以用不同的消息来载荷,即对某个事物的描述和反映,是表示事物内涵的一种形式。信息作为客观世界存在的第三要素,具有以下特征:

- 信息来源于物质,但又不是物质本身,它从物质的运动中产生出来,又可以脱离源物质而相对独立地存在。
- 信息来源于精神世界,但又不限于精神领域。
- 信息与能量息息相关,但又与能量有本质的区别。
- 信息具有知识的本质,但比知识的内涵更广泛。
- 信息是具体的,并且可以被信息主体所感知、提取、识别,可以被传递、存储、变换、处理、显示、检索和利用。
- 信息可以被众多主体所共享。
- 信息可以产生,也可以消失。
- 信息是可以度量的,信息量有多少的差别。

根据信息的定义及特征的描述,可以得到信息的如下一些重要性质。

- 普遍性。信息是普遍存在的。
- 无限性。在整个宇宙时空中,信息是无限的;即使在有限的空间中,信息也是无限的。
- 相对性。对于同一事物,不同的主体所能获得的信息量可能不同。
- 变换性。信息是可变的,它可以由不同的载体或不同的方法来载荷。
- 转换性。信息是可以在时间上或空间中从一点转移到另一点。
- 有序性。信息可以用来消除系统的不定性,增加系统的有序性。
- 动态性。一切活的信息都随时间而变化,因此,信息也是有时效,有寿命的。
- 共享性。即同一信息可以被无限的人所获得。信息是可以共享的,信息的交流不会使交流者失去原有的信息。
- 可度量性。信息的数量和质量是可以度量的。

## 1.2 信息的分类

信息是一个十分复杂的研究对象,为了具体、恰当地描述信息,需要将信息分门别类地进行描述和分析。

信息按照性质划分,可以分为语法信息、语义信息、语用信息三类。

按观察的过程分类,可以有实在信息、先验信息、实得信息。

按信息的地位分类,可以有客观信息(包括观察对象的初始信息,经过观察者干预之后的效果信息、环境信息等)、主观信息(包括决策信息、指令信息、控制信息、目标信息等)。

按信息的作用分类,可以有有用信息、无用信息、干扰信息。

按信息的逻辑意义分类,可以有真实信息、虚假信息、不定信息。

按信息的传递方向分类,可以有前馈信息、反馈信息。

按信息的生成领域分类,可以有宇宙信息、自然信息、社会信息、思维信息等。

按信息的应用部门分类,可以有工业信息、农业信息、军事信息、政治信息、科技信息、文化信息、经济信息、市场信息、管理信息等。

按信息源的性质分类,可以有语声信息、图像信息、文字信息、数据信息、计算信息等。

按信息的载体性质分类,可以有电子信息、光学信息、生物信息等。

按携带信息的信号的形式分类,还可以有连续信息、离散信息、半连续信息(混合信息)等。

总之,在所有分类的原则和方法中,最重要的是按信息的性质的分类。针对不同的信息,找到不同的具体描述方法,建立相应的度量方法,这样才能最有效地把握信息。例如,信息按照性质划分的语法信息是事物运动的状态和方式的外在形式。一方面,根据事物运动的形态的不同,语法信息可以作如下的分类:首先,事物运动状态可以是有限状态或无限状态,与此相对应,就有有限状态语法信息和无限状态语法信息之分;其次,事物运动的状态可能是连续的,也可能是离散的,于是,又可以有连续状态语法信息与离散状态语法信息之分;再者,事物运动的状态还可能是明晰的,或者是模糊的,这样,又有状态明晰的语法信息与状态模糊的语法信息之分。另一方面,按照事物运动的方式(即状态改变的方式),可以有随机型方式、半随机型方式以及确定型方式三类,它们分别对应于概率型信息、偶发型信息和确定型信息三种基本的形式。在实际工作中,由于连续信息通常都可以实现离散化,因此研究离散信息是主要的。另外,状态无限的情形往往可以通过求极限的方法由状态有限的情形来逼近,于是,研究状态有限的情形是更为基本的。这样,最基本的语言信息形式就只有6种,即:概率信息、偶发信息、确定型信息、模糊型概率信息、模糊型偶发信息以及模糊型确定信息。由于通常所说的模糊信息是指模糊型确定信息,因而真正最基本的语法信息只有4种,即:概率信息、偶发信息、确定信息和模糊信息。因此,要很好的把握语法信息,必须根据这四类语法信息的特点,确定每种类型的具体描述方法,并建立相应的度量方法,这样才能真正掌握语法信息的本质。

## 1.3 信息论的形成和发展

信息论理论基础的建立,一般来说开始于香农研究通信系统时所发表的论文。随着研究的深入与发展,信息论具有了较为宽广的内容。信息在早期的定义是由奈奎斯特

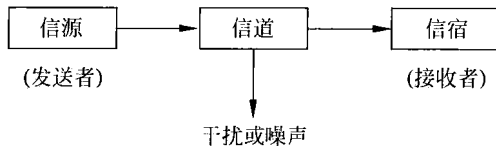
(Nyquist, H.)和哈特莱(Hartley, L. V. R.)在 20 世纪 20 年代提出来的。1924 年奈奎斯特解释了信号带宽和信息速率之间的关系; 1928 年哈特莱最早研究了通信系统传输信息的能力, 给出了信息度量方法; 1936 年阿姆斯特朗(Armstrong)提出了增大带宽可以使抗干扰能力加强。这些工作都给香农很大的影响, 他在 1941 至 1944 年对通信和密码进行深入研究, 用概率论的方法研究通信系统, 揭示了通信系统传递的对象就是信息, 并对信息给以科学的定量描述, 提出了信息熵的概念, 指出通信系统的中心问题是在噪声下如何有效而可靠地传送信息以及实现这一目标的主要方法是编码等。这一成果于 1948 年以“通信的数学理论”(A mathematical theory of communication)为题公开发表。这是一篇关于现代信息论的开创性的权威论文, 为信息论的创立做出了独特的贡献。香农因此成为信息论的奠基人。

20 世纪 50 年代信息论在学术界引起了巨大的反响。1951 年美国 IRE 成立了信息论组, 并于 1955 年正式出版了信息论汇刊。20 世纪 60 年代信道编码技术有较大进展, 使它成为信息论的又一重要分支。它把代数方法引入到纠错码的研究, 使分组码技术发展到了高峰, 找到了大量可纠正多个错误的码, 而且提出了可实现的译码方法。其次是卷积码和概率译码有了重大突破; 提出了序列译码和 Viterbi 译码方法。

信源编码的研究落后于信道编码。香农 1959 年的文章(Coding theorems for a discrete source with a fidelity criterion)系统地提出了信息率失真理论, 它是数据压缩的数学基础, 为各种信源编码的研究奠定了基础。

到 20 世纪 70 年代, 有关信息论的研究, 从点与点间的单用户通信推广到多用户系统的研究。1972 年盖弗(Cover)发表了有关广播信道的研究, 以后陆续有关于多接入信道和广播信道模型的研究, 但由于这些问题比较难, 到目前为止, 多用户信息论研究得不多, 还有许多尚待解决的课题。

由于信息理论的创建与发展是以通信实践与理论为基础的。香农将各种通信系统概括成如图 1.1 所示的框图, 并且针对人类通信活动的特点, 香农精辟地提出了“形式化假说”、“非决定论”和“不确定性”三个论点, 以新颖的思想和方法, 打破了这个僵局, 跨出了用数学方法定量描述信息的关键一步, 开创了通信领域信息理论新局面。



1. 形式化假说。香农认为, 通信的任务只是在接收端把发送端发出的消息从形式上复制出来, 通信工程并不需要对复制出来的消息的语义作任何处理和判断。对消息的语义内容的处理和判断, 是接收者自己的事, 不是通信工程师本身的任务, 与通信工程师无关。至于消息的效用问题, 更应该是接收者自己的感受问题, 与传送消息的通信系统无关。例如网上出现一则消息, 有的人看了兴高采烈; 有的则灰心丧气; 有的人看了漠不关心, 毫无反应。不论不同的人有什么不同的效用反应, 对网络通信工程来说, 已经完成了它本身的任务。这就是香农对通信活动的“形式化”假说。这种通信工程的“形式化”假说, 大胆地去掉



了消息的语义、语用因素,巧妙地保留了能用数学描述的形式因素,使用数学工具定量度量信息成为可能,打开了信息理论进入科学殿堂的大门。

2. 非决定论。香农指出一切有通信意义的消息的发生都是随机的,是事先无法预料的。消息传递过程中遇到的噪声干扰也是随机的,通信系统的工程设计者也是无法事先预料的。面对公众的通信系统,不是针对某一特定的通信对象设计的,什么样的用户,什么时候使用,传递什么样的消息都是无法预料的。显然,根据通信工程系统的这些特点,必须应用概率论、随机过程、数理统计等数学工具,从大量不可预料的随机消息(包括噪声)中,寻求其统计规律,作为通信工程师设计通信系统的依据,用非决定论观点揭示信息的本质。这就是香农看待通信活动的“非决定论”观点。这种“非决定论”观点是对通信活动的总的认识观,它从原则上解决了用什么样的数学工具解决信息的度量问题。

3. 不确定性。由于通信后,消除了或部分消除了通信前存在的“不确定性”。所以,通信的作用就是通过消息的传递,使接收者从收到的消息中获取一定的“信息”,消除原先存在的某些“不确定性”。这样,我们就有理由明确地说,“信息就是用来消除不确定性的东西”,通信后接收者获取的“信息”,在数量上等于通信前后“不确定性”的消除量。这就是香农从“不确定性”观点出发,给“信息”下的明确的定义。它告诉我们,“信息”与“消息”两者之间既有联系,又有区别,两者不应混为一谈。“消息”是表达“信息”的形式,是载荷“信息”的客体;“信息”是“消息”统计特性的函数,是“消息”的抽象本质。不同形式的“消息”,可能有相同数量的“信息”,相同形式的“消息”,可能有不同数量的“信息”。信息论的研究对象不是具体的消息,而是抽象于各种不同形式的“消息”的“信息”。信息论是一门高度抽象和概括的学科。

目前,根据研究内容的不同,信息论可以分为以下三种类型:

1. 狭义信息论。也称经典信息论,又称香农信息论,它在信息可以度量的基础上,研究如何有效、可靠地传递信息。有效、可靠地传递信息贯穿于通信系统从信源到信宿的各个部分,狭义信息论研究的是收、发端联合优化的问题,而重点在各种编码。它是通信中客观存在的问题的理论提升。

2. 一般信息论。除了香农信息论外,还包括其他人的研究成果,其中最主要的是维纳的微弱信号检测理论。微弱信号检测又称最佳接收,是为了确保信息传输的可靠性,研究如何从噪声和干扰中接收信道传输的信号的理论。它主要研究两个方面的问题:从噪声中去判决有用信号是否出现和从噪声中去测量有用信号的参数。该理论应用近代数理统计的方法来研究最佳接收的问题,系统和定量地综合出存在噪声和干扰时的最佳接收机结构,并推导出这种系统的极限性能。这里的“接收机”只是对受到噪声与干扰“淹没”及破坏的信号进行数学处理,主要目的是将其设计为“最佳”。所谓“最佳”总是同某些特定的假设条件及某个准则相联系的,因此这里的最佳接收机是在给定条件下,能够最好满足所给准则的接收机。可以应用的准则很多,在通信系统中常用的有最小差错准则(minimum error rule)、最大似然准则(maximum likelihood rule)、最小均方误差准则(minimum mean square error)等。信号检测具体又分为确知信号的检测和具有随机信号参量的信号的检测等,其重点在接收端,研究如何从干扰中提取信息。除此之外,一般信息论的研究还包括:噪声理论、信号滤波与预测、统计检测与估计理论、调制理论、信号处理与信号设计理论等。可见它总结了香农和维纳以及其他学者的研究成果,是广义通信中客观存在的问题的理论提升。

3. 广义信息论。与前两种信息论不同的是它不仅从客观角度讨论问题,而且从主观角