

《信息论基础》

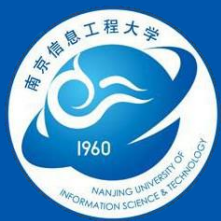
第1章 概论

吉小鹏

E-mail: 003163@nuist.edu.cn

南京信息工程大学 电子与信息工程学院 尚贤楼209



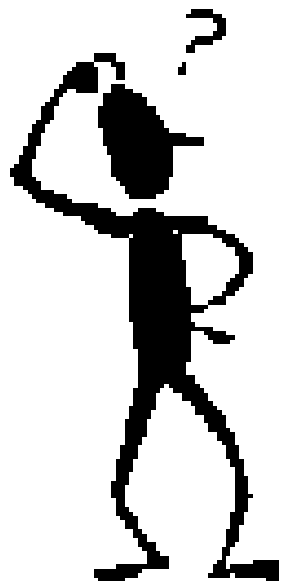


提纲

- 1.1 信息的概念与分类**
- 1.2 信息论的起源与发展**
- 1.3 信息论的研究内容**

1.1 信息的概念与分类

★ 什么是信息?



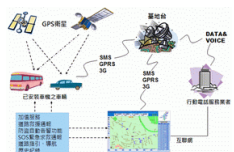
文字和符号



多媒体数据



通信信号



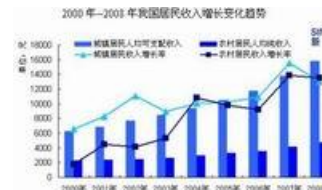
传感器采集数据

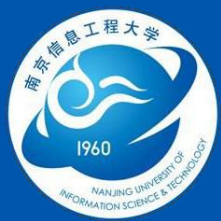


社会性数据

最新民调

民调机构	奥巴马	罗姆尼
盖洛普	47%	46%
CBS	46%	45%
CNN	49%	47%
ABC	46%	47%
FOX	44%	45%





1.1 信息的概念与分类

★ 什么是信息？



南唐诗人 李中

《暮春怀故人》

梦断美人沉**信息**，目穿长路依楼台

宋代女词人 李清照

《上枢密韩公工部尚书胡公三首并序》

不乞隋珠与和璧，只乞乡关新**信息**。

1.1 信息的概念与分类

★ 什么是信息？

在国外，**据说**最早讨论数据、信息、知识与智慧之间关系的，不是数学家，也不是计算机科学家，而是诗人T.S. Eliot, “The Rock”。

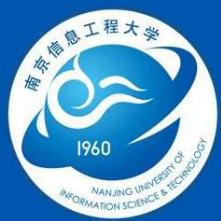
Where is the life we have lost in living?

Where is the wisdom we have lost in knowledge?

Where is the knowledge we have lost in information?"

Where is the information we have lost in data?





1.1 信息的概念与分类

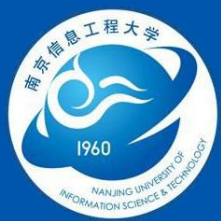
★ 什么是信息？

-信息不等同于情报

情报是情报学中一个最基本的概念。在情报学这一学科中，定义“情报是人们对于某个特定对象所见、所闻、所理解而产生的知识”。可见，情报的含义要比“信息”窄很多。它只是一类特定的信息，不是信息的全体。

-信息不等同于知识

知识，是指人类在实践中认识客观世界（包括人类自身）的成果。它可能包括事实、信息，描述或在教育和实践中获得的技能。它可能是关于理论的，也可能是关于实践的。知识信息只是人类社会中客观存在的部分信息。因此知识是信息，但不等于信息的全体。



1.1 信息的概念与分类

★ 什么是信息？

-信息不等同于消息

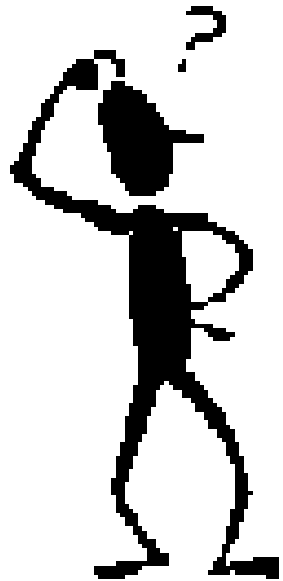
人们常常错误地把消息等同于信息。例如，当人们收到一封电报，接到一个电话，收到一个短信，收听了广播等以后，就说得到了“信息”。人们确实从电报、电话、短信和广播中获得了各种信息，但是“信息”和“消息”是不能等同的。

-信息不等同于信号

在各种实际通信系统中，往往为了克服时间或空间的限制而进行通信，必须对消息进行加工处理。把消息变换成适合信道传输的物理量，称为信号（如电信号、光信号、声信号、生物信号等）。信号携带着消息，它是信息的运载工具。所以，信息、消息和信号是既有区别又有联系的三个不同的概念。

1.1 信息的概念与分类

★ 什么是信息？



广义信息，指音讯、消息；通讯系统传输和处理的对象，泛指人类社会传播的一切内容。人通过获得、识别自然界和社会的不同信息来区别不同事物，得以认识和改造世界。

据1973年的不完全统计，关于信息的定义有39种之多。这些说法是从不同角度提出的，都有一定的道理。信息概念已经渗透入信息论、控制论、生物学、管理科学等许多领域，因此信息的定义应有普遍性、应能适应所涉及的一切领域。

1.1 信息的概念与分类

★ 什么是信息？



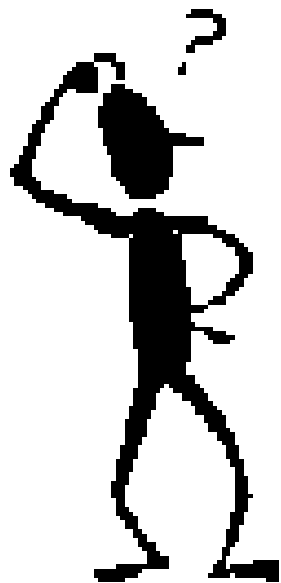
哈特莱(R. V. L. Hartley)在1928年发表的《信息传输》中首先提出“信息”的概念，认为发信者所发出的信息是他在通信符号表中选择符号的具体方式，并主张用选择的自由度来度量信息。

维纳(N. Wiener)在1948年出版的《控制论——动物和机器中通信与控制问题》一书中指出：信息是信息，不是物质，也不是能量。首次将信息上升到了与物质和能量同等重要的“最基本概念”的位置。

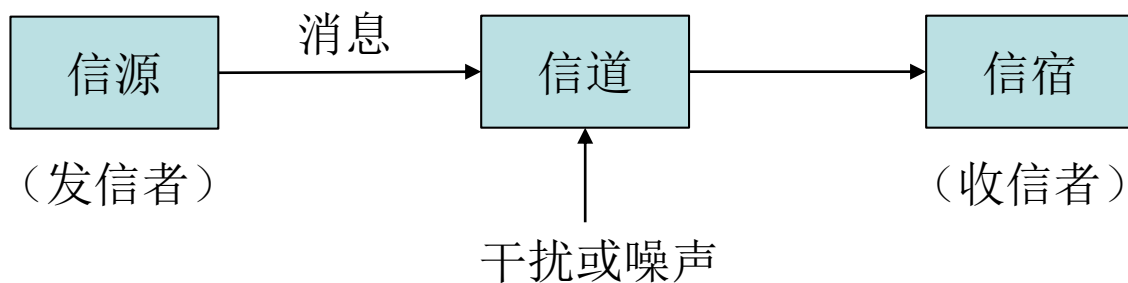
朗格(G. Longe)在1975年出版的《信息论：新的趋势与未决问题》一书中指出：信息是反映事物的形式、关系和差别的东西。信息是包含于客体间的差别中，而不是在客体本身中。

1.1 信息的概念与分类

★ 什么是信息？



香农(C. E. Shannon)在1948年发表的著名论文《通信的数学理论》，从研究通信系统传输的实质出发，对信息做了科学的定义，并进行了定性和定量的描述。



简单通信系统框图

对收信者来说，消息的传递过程是一个从不知到知，或是从知之甚少到知之甚多，或从不确定到部分确定或完全确定的过程。

信息是事物运动状态或存在方式的不确定性的描述。

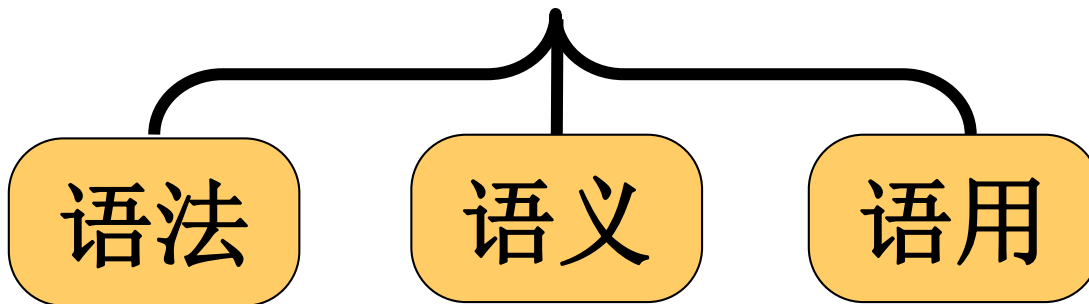


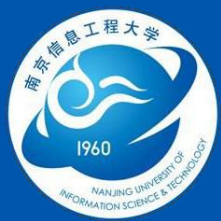
1.1 信息的概念与分类

■ 信息的分类

1

按照信息的性质

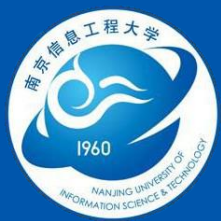




1.2 信息论的起源和发展

电信系统的发展：

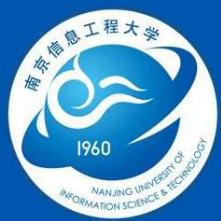
- 电磁理论和电子学理论的发展促进了电信系统的创造发明或改进。
- 1823年-1835年，莫尔斯建立了电报系统。
- 1876年，贝尔发明了电话系统。
- 1895年，马可尼和波波夫发明了无线电通信。
- 1925年 - 1927年，建立起电视系统。
- 二次大战初期，微波通信系统和微波雷达系统迅速发展起来。
- 20世纪60年代，人类进入光纤通信时代。



1.2 信息论的起源和发展

信息理论的发展：

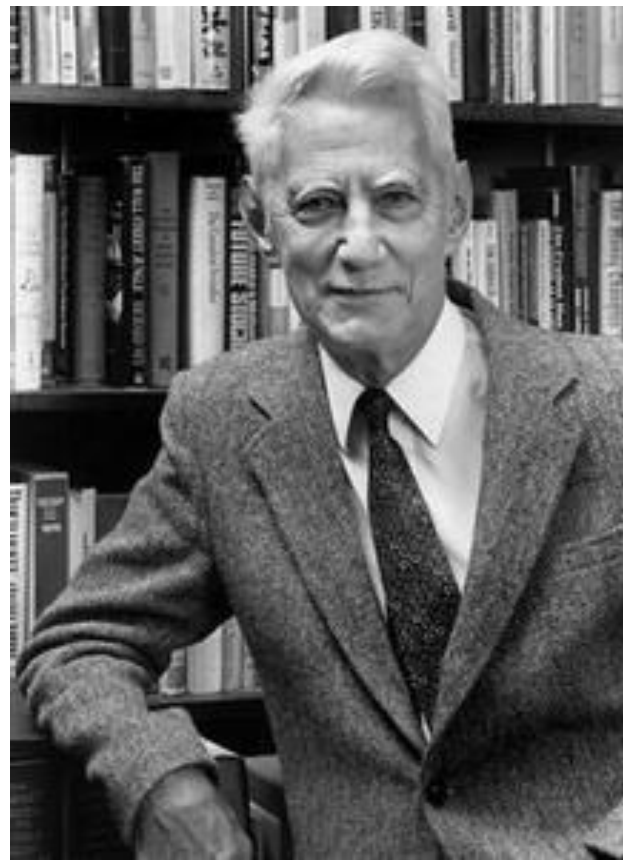
- 1924年，奈奎斯特首先将信息率与信号带宽联系起来。
- 1928年，哈特莱引入了非统计（等概率事件）信息量概念。
- 20世纪40年代初期，维纳把随机过程和数理统计的观点引入通信和控制系统中。
- 1948、1949年，香农用概率测度和数理统计的方法，系统地讨论了通信的基本问题。



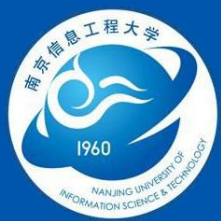
1.2 信息论的起源和发展



维纳



香农



1.3 信息论的研究内容

■ 研究内容

- **狭义信息论**

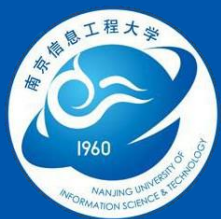
香农信息论，主要研究信息的测度、信道容量以及信源和信道编码理论等问题。

- **一般信息论**

主要也是研究信息传输和处理问题，除香农信息论，还包括噪声理论、信号滤波和预测、统计检测和估计、调制理论、信息处理理论以及保密理论等。

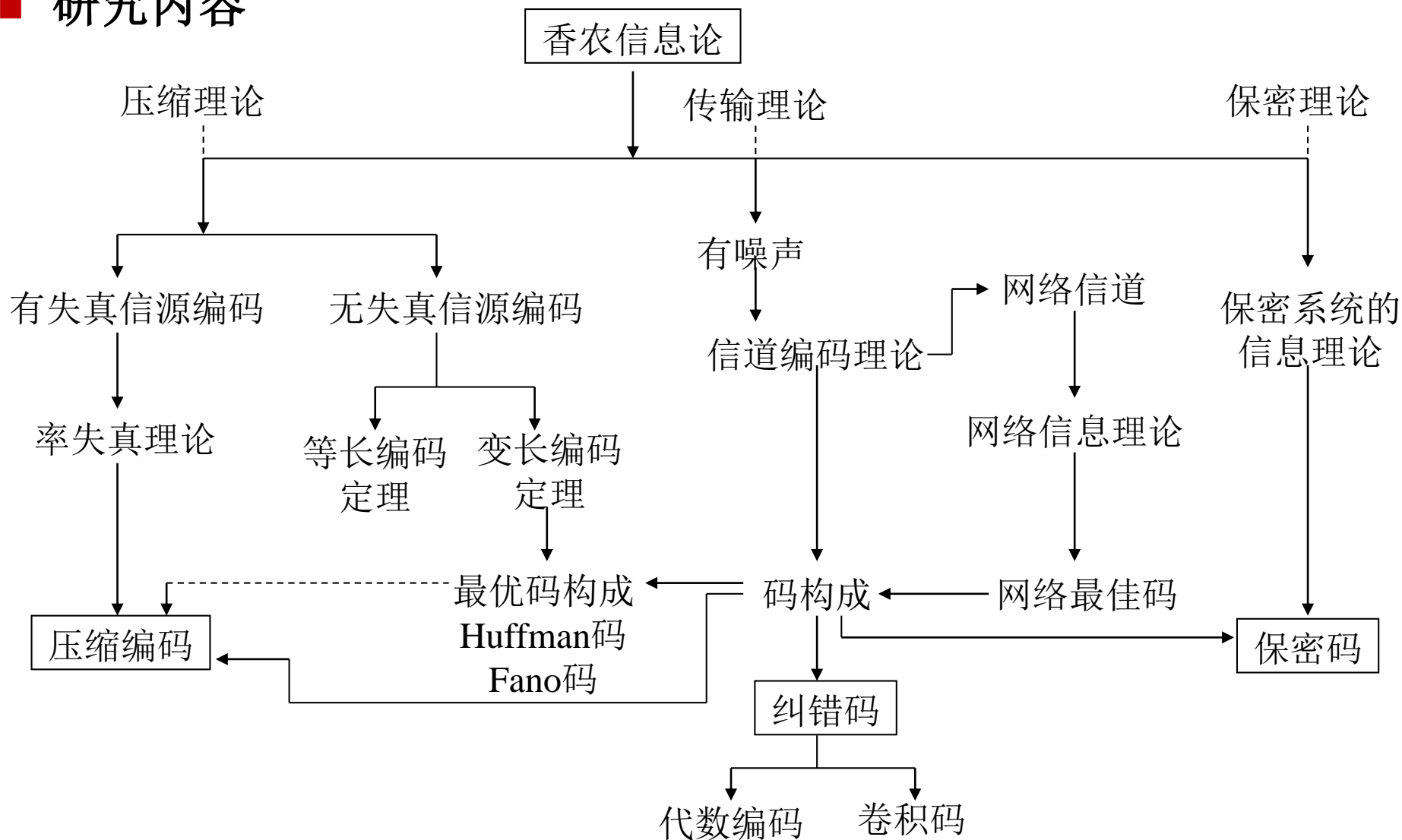
- **广义信息论**

不仅包括上述两方面内容，而且包括所有与信息有关的自然和社会领域，如模式识别、计算机翻译、心理学、遗传学、神经生理学、语言学、语义学甚至包括社会学中有关信息的问题。



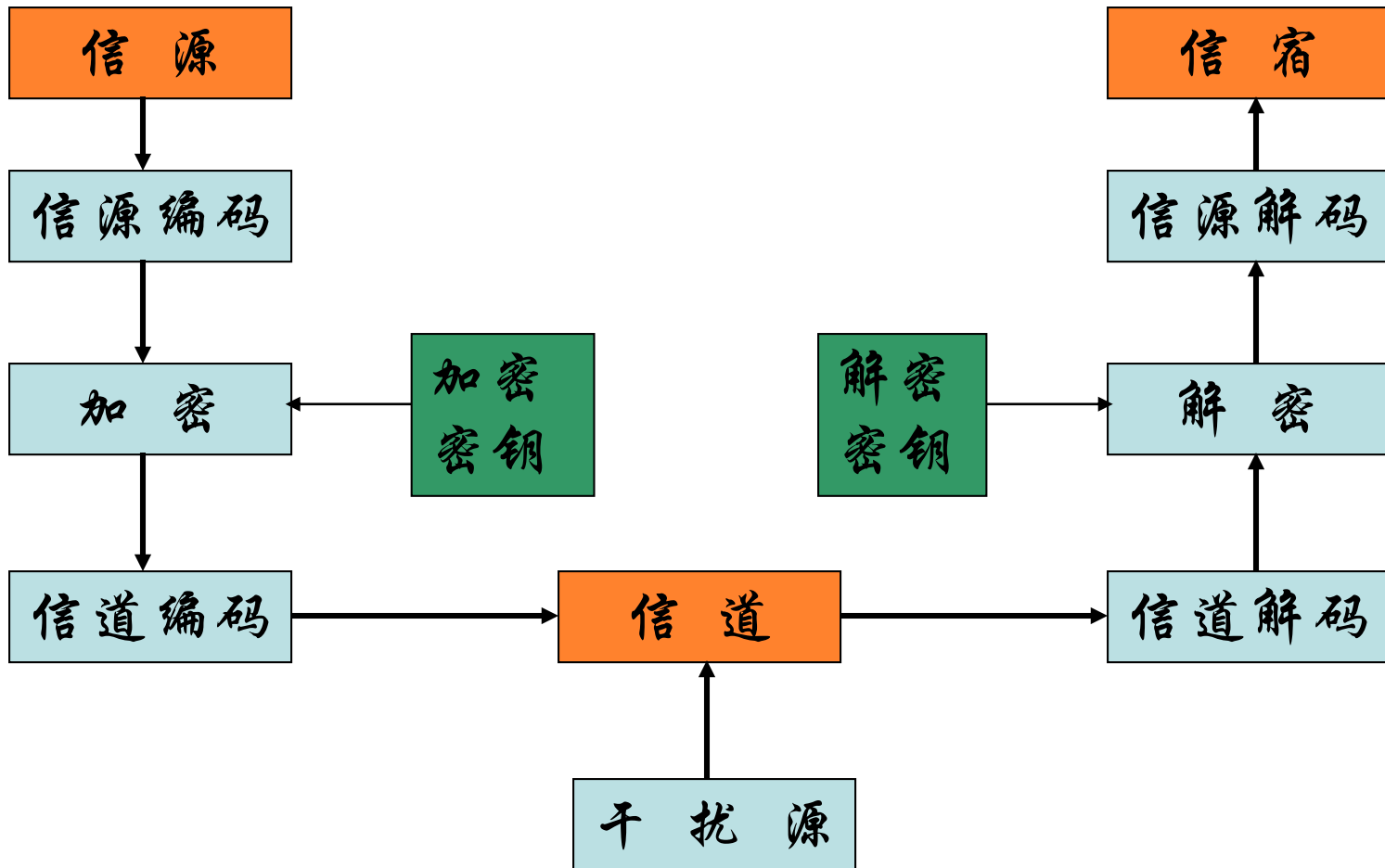
1.3 信息论的研究内容

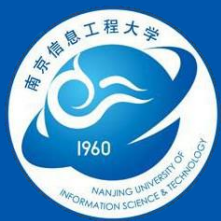
■ 研究内容



1.3 信息论的研究内容

■ 通信系统模型

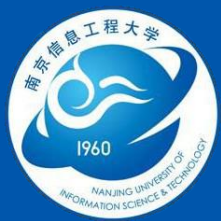




1.3 信息论的研究内容

■ 通信系统模型

- **信源**：发送消息的源
 - 离散信源
 - 模拟信源
- 信源是信息论的主要研究对象之一，但在信息论中并不探讨信源的内结构和物理机理，而把注意力放在信源的输出上，重点讨论**信源输出**的描述方法及性质。
- **信宿**：信息归宿之意，亦即收信者或用户，是信息传送的终点或目的地。
- **信道**：信息传输的通道，传输信息的物理媒介



1.3 信息论的研究内容

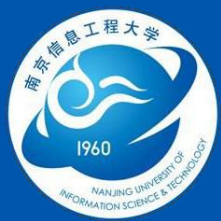
■ 通信系统模型

• 信源编码器的作用

- 是把信源发出的消息变换成由二进制码元(或多进制码元)组成的代码组, 这种代码组就是基带信号;
- 同时通过信源编码可以压缩信源的冗余度, 以提高通信系统传输消息的效率。

• 信源编码器分为两类

- 一类是无失真信源编码, 适用于离散信源或数字信号;
- 另一类是限失真信源编码, 用于连续信源或模拟信号, 如语音、图像等信号的数字处理。



1.3 信息论的研究内容

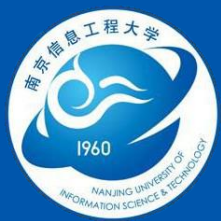
■ 通信系统模型

- 信源编码器的主要指标

- 编码效率，即理论上能达到的码率与实际达到的码率之比。
- 一般来说，效率越高，编译码器的代价也将越大。

- 信源译码器的作用

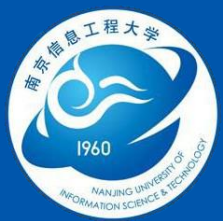
- 是把信道译码器输出的代码组变换成信宿所需要的消息形式，它的作用相当于信源编码器的逆过程。



1.3 信息论的研究内容

■ 通信系统模型

- 信道编码
 - 主要作用是提高信息传送的可靠性。
- 信道编码器的作用
 - 在信源编码器输出的代码组上有目的地增加一些监督码元，使之具有检错或纠错的能力
- 信道编码的主要方法
 - 增大码率或频带，即增大所需的信道容量。这恰与信源编码相反。

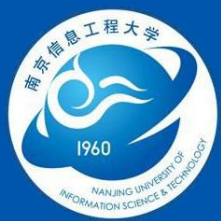


1.3 信息论的研究内容

■ 通信系统模型

- 信道译码器的作用

- 具有检错或纠错的功能，它能将落在其检错或纠错范围内的错传码元检出或纠正，以提高传输消息的可靠性。



1.3 信息论的研究内容

■ 通信系统模型

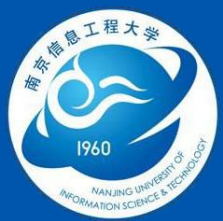
- 如何隐蔽消息中的信息内容，使它在传输过程中不被窃听，提高通信系统的**安全性**？
 - 将明文变换成密文，通常不需要增大信道容量，例如在二进制信息流上叠加一密钥流；
 - 但也有些密码要求占用较大的信道容量。



1.3 信息论的研究内容

■ 通信系统模型

- **问题：**能否将三种码(信源编码、信道编码和密码)合成一种码进行编译？
 - 提高有效性必须去掉信源符号中的冗余部分，此时信道误码会使接收端不能恢复原来的信息，也就是必须相应提高传送的可靠性，不然会使通信质量下降；
 - 反之，为了可靠而采用信道编码，往往需扩大码率，也就降低了有效性。安全性也有类似情况。
 - 编成密码，有时需扩展码位，这样就降低有效性；有时也会因失真而使授权用户无法获得信息，必须重发而降低有效性，或丢失信息而降低可靠性。



1.3 信息论的研究内容

■ 通信系统模型

- 从理论方面来说，若能把三种码合并成一种码来编译，即同时考虑有效、可靠和安全，可使编译码器更理想化，在经济上可能也更优越。
- 这种三码合一的设想是当前众所关心的课题，但因理论上和技术上的复杂性，要取得有用的结果，还是相当困难。