信号、信息与社会

**授课教师**

吴晓峰 高级讲师（[xiaofengwu@fudan.edu.cn](mailto:xiaofengwu@fudan.edu.cn)）

**助教**

王乐（[21210720230@m.fudan.edu.cn](mailto:21210720230@m.fudan.edu.cn)）

目录

[第一讲 信号、信息及其描述 5](#_Toc153217638)

[一、信号与图像的基本概念 5](#_Toc153217639)

[（一）信号的概念 5](#_Toc153217640)

[（二）图像与视频信号 5](#_Toc153217641)

[二、信号的来源 5](#_Toc153217642)

[（一）人体来源 5](#_Toc153217643)

[（二）电子学类来源 5](#_Toc153217644)

[（三）非电子学的自然科学与工程技术类来源 6](#_Toc153217645)

[（四）社会科学类来源 6](#_Toc153217646)

[三、信号与图像的采集——“感” 6](#_Toc153217647)

[四、信号与图像的分析处理——“知” 6](#_Toc153217648)

[（一）语音信号的分析与处理 6](#_Toc153217649)

[（二）图像的分析与处理 6](#_Toc153217650)

[（三）医学图像的分析与处理 7](#_Toc153217651)

[五、信息与消息 7](#_Toc153217652)

[（一）信息与消息的概念 7](#_Toc153217653)

[（二）信息与消息的区别 7](#_Toc153217654)

[六、香农的信息论 8](#_Toc153217655)

[（一）形式化假说 8](#_Toc153217656)

[（二）非决定论 8](#_Toc153217657)

[（三）不确定性 8](#_Toc153217658)

[七、知识与情报 8](#_Toc153217659)

[（一）知识 8](#_Toc153217660)

[（二）情报 8](#_Toc153217661)

[八、信号 8](#_Toc153217662)

[（一）信号的必要性 8](#_Toc153217663)

[（二）信源的数学模型及分类 8](#_Toc153217664)

[（三）信源的自信息量 9](#_Toc153217665)

[第二讲 信息技术中的“感”——信号采集 9](#_Toc153217666)

[一、信息技术 9](#_Toc153217667)

[（一）什么是信息技术 9](#_Toc153217668)

[（二）信息技术的发展 9](#_Toc153217669)

[二、信号图像的“感” 10](#_Toc153217670)

[（一）传感器概论 10](#_Toc153217671)

[（二）感知 11](#_Toc153217672)

[（三）传感器 12](#_Toc153217673)

[三、信息化、数字化、数智化 12](#_Toc153217674)

[（一）信号的采样 12](#_Toc153217675)

[（二）信号的量化 13](#_Toc153217676)

[（三）典型的数字信号处理系统 13](#_Toc153217677)

[（四）采样定理 14](#_Toc153217678)

[（五）信号采样中如何选择元器件 14](#_Toc153217679)

[第三讲 医学信号的识别和监测 14](#_Toc153217680)

[一、医学信号的基本概念 14](#_Toc153217681)

[（一）医学信号分类 14](#_Toc153217682)

[（二）医学信号研究的正问题和逆问题 14](#_Toc153217683)

[（三）医学信号特点：复杂信号 15](#_Toc153217684)

[二、常见的医学信号 15](#_Toc153217685)

[三、心电信号的检测与分析 15](#_Toc153217686)

[四、超声多普勒血流信号的检测与分析 15](#_Toc153217687)

[第四讲 医学图像及其分析处理 15](#_Toc153217688)

[一、医学图像的基本概念 15](#_Toc153217689)

[（一）医学图像的感与知 15](#_Toc153217690)

[（二）目前常用的医学图像 16](#_Toc153217691)

[第五讲 物联网技术及应用——智能化网络化的信息采集 16](#_Toc153217692)

[一、物联网概述 16](#_Toc153217693)

[（一）物联网（IoT）提出的背景 16](#_Toc153217694)

[（二）物联网的概念 16](#_Toc153217695)

[（三）物联网的特征 16](#_Toc153217696)

[二、物联网的网络架构 17](#_Toc153217697)

[三、EPC物联网：系统结构 17](#_Toc153217698)

[第六讲 图像与视频 17](#_Toc153217699)

[一、人眼视觉 17](#_Toc153217700)

[（一）彩色图像的获取模型 17](#_Toc153217701)

[（二）人眼视觉对视觉信息处理的启示 17](#_Toc153217702)

[（三）人眼视觉的特性与错觉 18](#_Toc153217703)

[二、计算机视觉 18](#_Toc153217704)

[（一）计算机视觉发展简史 18](#_Toc153217705)

[（二）计算机视觉与相关学科的关系 18](#_Toc153217706)

[（三）计算机视觉技术的应用 19](#_Toc153217707)

[三、图像文件格式及其转换 19](#_Toc153217708)

[（一）常用图形、图像文件的格式 19](#_Toc153217709)

[（二）常用动态图像的格式 20](#_Toc153217710)

[第七讲 视频获取与视频处理 21](#_Toc153217711)

[一、视觉媒体：图像与视频 21](#_Toc153217712)

[（一）位图 21](#_Toc153217713)

[（二）分辨率 21](#_Toc153217714)

[（三）视频 21](#_Toc153217715)

[二、图像与视频的压缩与编码 23](#_Toc153217716)

[（一）图像/视频压缩的依据 23](#_Toc153217717)

[（二）视频的编码标准 23](#_Toc153217718)

[（三）视频硬件 24](#_Toc153217719)

[三、图像与视频的格式与处理工具 24](#_Toc153217720)

[（一）动态图像的文件格式 24](#_Toc153217721)

[（二）常用的图像/动画/视频软件 25](#_Toc153217722)

[第九讲 信号图像的“知”——人工智能 25](#_Toc153217723)

[一、人工智能概述 25](#_Toc153217724)

[（一）人工智能的定义 25](#_Toc153217725)

[（二）人工智能概念的诞生 25](#_Toc153217726)

[（三）智能的分类 25](#_Toc153217727)

[二、人工智能研究 26](#_Toc153217728)

[（一）人工智能的研究意义 26](#_Toc153217729)

[（二）人工智能的研究目标和策略 26](#_Toc153217730)

[（三）人工智能的学科范畴与结构 26](#_Toc153217731)

[（四）人工智能的研究内容、途径和方法 26](#_Toc153217732)

[（五）人工智能的学派 27](#_Toc153217733)

[三、人工智能的技术应用 27](#_Toc153217734)

[（一）人工智能的基本技术 27](#_Toc153217735)

[（二）人工智能的应用 28](#_Toc153217736)

[（三）人工智能的分支领域与研究方向 28](#_Toc153217737)

[第十讲 科学心理学 29](#_Toc153217738)

[一、科学心理学概述 29](#_Toc153217739)

[（一）心理学与科学心理学 29](#_Toc153217740)

[（二）心理学研究的主要问题 29](#_Toc153217741)

[（三）科学心理学的诞生 29](#_Toc153217742)

[二、认知心理学 29](#_Toc153217743)

[（一）脑功能成像 29](#_Toc153217744)

[（二）认知心理学的基本观点和主要研究 30](#_Toc153217745)

[（三）认知心理学对知觉的研究 30](#_Toc153217746)

[（四）模式识别 31](#_Toc153217747)

[（五）认知心理学对注意的研究 33](#_Toc153217748)

[（六）认知心理学对记忆的研究 34](#_Toc153217749)

[（七）对认知心理学的评价 35](#_Toc153217750)

[第十一讲 生物特征识别——数字时代的安全卫士 35](#_Toc153217751)

[一、生物特征识别技术概述 35](#_Toc153217752)

[（一）传统身份认证的不足 35](#_Toc153217753)

[（二）生物特征识别技术的概念与特点 35](#_Toc153217754)

[（三）生物特征的评估指标与比较 36](#_Toc153217755)

[（四）生物识别应用的发展趋势 36](#_Toc153217756)

[（五）生物识别工作步骤 36](#_Toc153217757)

[二、语音信号处理——语音识别 36](#_Toc153217758)

[（一）语音信号处理简述 36](#_Toc153217759)

[（二）语音识别的概念 37](#_Toc153217760)

[（三）语音信号的特征及其分析 38](#_Toc153217761)

[（四）语音识别的关键技术 38](#_Toc153217762)

[（五）语音识别的困难与对策 39](#_Toc153217763)

[（六）语音识别的基本方法 39](#_Toc153217764)

[（七）语音识别系统 40](#_Toc153217765)

[三、语音信号处理——声纹识别 40](#_Toc153217766)

[（一）声纹识别技术的概念 40](#_Toc153217767)

[（二）声纹识别的应用 41](#_Toc153217768)

[四、人脸（面像）识别 41](#_Toc153217769)

[（一）人脸检测概述 41](#_Toc153217770)

[（二）检测/定位人脸的方法 42](#_Toc153217771)

[五、指纹识别 43](#_Toc153217772)

[（一）指纹识别技术的发展 43](#_Toc153217773)

[（二）指纹及其识别 44](#_Toc153217774)

[（三）指纹识别的过程 45](#_Toc153217775)

[（四）指纹识别的验证和辨识 46](#_Toc153217776)

[（五）指纹识别技术的特点 46](#_Toc153217777)

[第十二讲 股票分析与人口预测中的信号分析 47](#_Toc153217778)

[一、股票分析中的信号分析 47](#_Toc153217779)

[（一）股票市场概述 47](#_Toc153217780)

[（二）股票分析的派别 47](#_Toc153217781)

[（三）股票技术分析概述 48](#_Toc153217782)

[（四）股票技术分析理论 49](#_Toc153217783)

[二、城市规划与人口规模预测 51](#_Toc153217784)

[（一）预测人口规模的意义 51](#_Toc153217785)

[（二）传统城市规划的人口预测方法 51](#_Toc153217786)

[（三）传统方法存在的不足与问题 53](#_Toc153217787)

[（四）市场经济新时期人口统计路径的变化 53](#_Toc153217788)

[（五）新时期人口预测的难点及改进思路 54](#_Toc153217789)

第一讲 信号、信息及其描述

2023.9.4 / 2023.9.11

一、信号与图像的基本概念

（一）信号的概念

**信号**是随时间变化的某种物理量（声、光、电[磁]等）。

**电信号 *x*(*t*) ：**随时间变化的电压或电流。

***例如：***心电信号——电压随时间变化的函数。

***例如：***语音信号——空气压力随时间变化的函数。

（二）图像与视频信号

**灰度图像 *I*(*x*, *y*)** 是随空间位置变化的亮度信号。

**彩色图像**是随空间位置变化的三基色（RGB）信号。

**视频**是随时间变化的灰度图像或彩色图像。

二、信号的来源

（一）人体来源

**人类获取信息的方式：**视觉＞听觉＞触觉＞嗅觉＞味觉

**视觉的形成：**眼球成像→信号转换→神经处理传输→大脑形成视觉

（二）电子学类来源

交流电电流信号、脑电信号、Chip信号、FM信号等。

**医学图像：**投影X射线、X射线计算机断层（X-CT）、超声、磁共振（MRI）、放射性核素、红外、分子、光声图像等。

（三）非电子学的自然科学与工程技术类来源

微粒质量浓度信号、大坝水位（海平面）信号等。

（四）社会科学类来源

人口数量信号、股票信号等。

三、信号与图像的采集——“感”

**“感”的本质：**信号、图像的采集过程

**形式：**

1. 物理参量和逻辑值：物理参量——人口、股票等数据；逻辑值——症状有无（可用0/1表示）；

2. 一维波形：如心电图、脑电图、语音信号、地震波等；

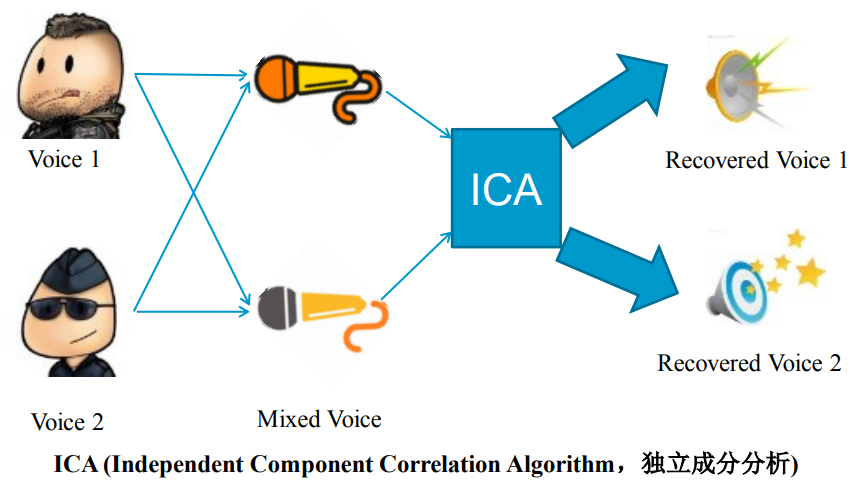
3. 二维图像：如文字、指纹、地图、照片等。

**采集方式：**传感器

四、信号与图像的分析处理——“知”

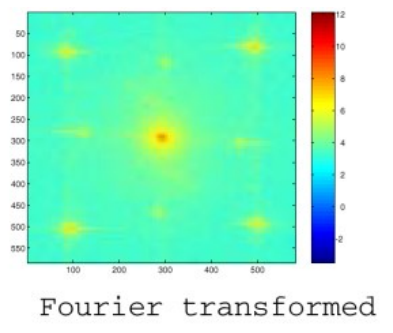
**“知”的本质：**信号、图像的分析与处理

（一）语音信号的分析与处理



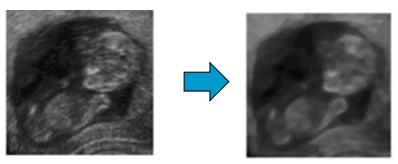
（二）图像的分析与处理

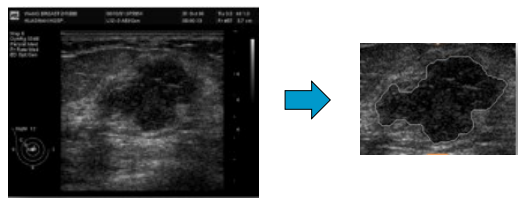
**傅里叶变换：**时间域→频率域



（三）医学图像的分析与处理

**图像降噪：**提高成像质量，抑制噪声，增强对比度



**图像分析：**感兴趣病灶的分割与特征提取

**手术导航：**医学影像与微创、无创手术结合

**疗效评估：**术前、术后药物治疗或手术治疗评估

五、信息与消息

（一）信息与消息的概念

**信息**是人和自然界中需传送、交换、存贮和提取的**抽象内容**。为了传送和交换，通过**语言、文字、图像和数据**表示出来。

**消息**是表示**信息**的**语言、文字、图像和数据**等。有时仍不便传送和交换，需要借助**信号**（电、光、声等物理量）来运载。（**消息**是用语言、文字、数据、符号、音符、图像等能被人们的感觉器官所感知的形式，对客观物质运动和主观思维活动的一种**表述**。）

（二）信息与消息的区别

人们通过通信接收到消息后，得到的是关于描述事物状态的具体内容。例如听气象广播，天气预报为“晴间多云”，这就告诉了我们某地的气象状态，而“晴间多云”这广播语言则是对气象状态的具体表述。

消息中包含信息，是信息的载体。得到消息，从而获得信息。

六、香农的信息论

香农认为，信息是用来消除不确定性的东西。香农对信息具有三个观点：

（一）形式化假说

通信的基本问题是在消息的接收端精确或近似地复制发送端发出的消息。通信中消息的意义和效果与通信技术本身没有关系。

（二）非决定论

一个实际的消息总是从可能发生的消息集合中选择出来的；因此，系统必须对每种选择都能工作。

（三）不确定性

人们只有在两种情况下采用通信的需要：一是自己有某种形式的消息要告知对方，而估计对方“不知道”这个消息；二是自己有某种“疑问”要询问对方，而估计对方能做出一定的解释。

七、知识与情报

（一）知识

**知识**是人们根据某种目的，从自然界收集得来的数据中，整理、概括、提取得到有价值的、人们所需的信息。知识是一种具有普遍和概括性质的高层次的**信息**。

**知识**是信息，但不等于信息的全体。**知识**是以实践为基础，通过抽象思维，对客观事物规律性的概括。知识信息只是人类社会中客观存在的部分信息。

（二）情报

根据情报学中的定义，**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**。

八、信号

（一）信号的必要性

在各种实际通信系统中，为克服时间或空间的限制而进行通信，往往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，这种物理量称为信号（如电信号、光信号、声信号、生物信号等)。**信号携带着消息，是消息的运载工具。**

（二）信源的数学模型及分类

1. 离散信源

离散信源指信源输出的都是单个符号的消息，符号集的取值是有限的或可数的。数学上表示为：

且满足

其中，*X*为样本空间；*P*(*x*)为每个符号出现的概率，称为先验概率。

2. 连续信源

连续信源指信源输出的都是单个符号的消息，符号集的取值是连续的或取值是实数集*R*= (-∞, +∞)。

并满足

（三）信源的自信息量

1. 自信息量的定义

不确定性*I*是概率的函数*I*[*P*(*x*)]。

一次测量获得的信息量为*I*[*P*1(*x*)]-*I*[*P*2(*x*)]。

如果事件*ai*发生的概率为*P*(*ai*)，事件*ai*发生所含有的信息量，就称为**自信息量**，表示为*I*[*P*(*ai*)]。计算公式如：

2. 自信息量的特点

（1）如果*P*1(*a*1)>*P*2(*a*2)，则*I*[*P*1(*a*1)]<*I*[*P*2(*a*2)]

（2）当*P*(*ai*)=1，则*I*[*P*(*ai*)]=0

（3）当*P*(*ai*)=0，则*I*[*P*(*ai*)]=∞

（4）两个独立事件联合信息量等于他们分别的信息量之和

第二讲 信息技术中的“感”——信号采集

2023.9.18 / 2023.9.25

一、信息技术

（一）什么是信息技术

广义上，信息技术是对信息的获取、存储、加工、传递和利用的技术。

狭义上，信息技术是指利用电子计算机和现代通信手段获取、存储、加工、传递和利用的技术（IT）。

（二）信息技术的发展

1. 第一次信息技术革命：语言的使用

人类最初通过手势、表情等肢体动作来表达传递信息。经长期演化，逐渐产生了语言的沟通和表达，语言逐渐成为思想交流和信息传播不可缺少的工具。

2. 第二次信息技术革命：文字的出现与使用

语言的局限在于转瞬即逝，难以保存。文字的出现和使用，让人类对信息的保存和传播超越了时间和地域的局限。

3. 第三次信息技术革命：印刷术的发明与使用

我国是印刷术的发源地，印刷术和造纸术、指南针、火药并称为我国古代科技的四大发明。在公元7世纪初的隋唐之际，我国发明了雕版印刷术；北宋时期的平民毕昇，在我国和世界上最早发明了活字印刷术。

4. 第四次信息技术革命：电报、电话、电视等的发明与普及使用

19世纪30年代，以塞缪尔·莫尔斯为代表的一批发明家发明了电报；1876年，亚历山大·贝尔发明了电话。电报、电话、电视等技术实现了信息的远距离传输。

5. 第五次信息技术革命：计算机与互联网的使用

计算机处理速度快，存储容量大，计算精度高,通用性强，大大扩展和延伸了人们的信息处理和存储能力。互联网使信息的交流和传播在时间和空间上大大缩短和缩小，使整个世界成为地球村。

二、信号图像的“感”

（一）传感器概论

1. 传感器的相关用语与定义

**传感器**是将物理、化学、生物等自然科学和机械、土木、化工等工程技术中的非电信号转换成电信号的换能器。相应的英文单词为**Sensor**或**Transducer**。注意, 若在英文文献中**Sensor**和**Transducer**，甚至还有**Actuator**同时出现时，则**Transducer**应译为“换能器”，是指将自然科学和工程技术中的非电能量转换成电能的设备。

2. 传感器的作用

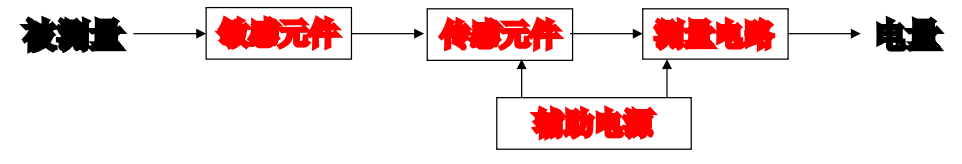
传感器的作用是将非电学量（如角度、位移、速度、加速度、压力、温度、湿度、声强、光照强度等）转化为电学量（如电压、电流、电阻、电容等）（即将各类物理量变为电量）。

3. 传感器的组成

传感器一般由**敏感元件**与**转换元件**组成，这二者是传感器的基本部分。

**敏感元件（sensing element）**是指传感器中能直接感受或响应被测量，并输出与被测量成确定关系的其他量（一般为非电量）部分。

**转换元件（transduction element）**是指传感器中能将敏感元件感受或响应的被测量转换成适于传输或测量的可用输出信号（一般为电信号）部分。



4. 传感器的特性

传感器是信息系统的源头。在客观对象的测量、测试、检测、监测、分析、定位、跟踪、导航、制导、控制及健康管理等系统中,传感器是不可缺少的且在一定程度上是决定系统性能的重要部件。

传感器是科学和工程结合产物，既依赖于科学的新现象和新规律，又依赖于新技术和工艺。

传感器分类方法很多，而且互相交叉，一般以被测量参数来分类和以测量原理两种分类为主：

被测量参数分类可分为温度、压力、流量、位移、速度、加速度、粘度、湿度等传感器，又除去模拟量以外，还有离散量（开关等）传感器等。

按测量原理分类可分为根据电阻定律的电位计式、应变式传感器，根据变磁阻原理的电感式、差动变压器式、电涡流式传感器，根据半导体理论的半导体力敏、热敏、光敏、气敏等固态传感器。

5. 传感器的发展趋势

**（1）新型传感器的开发**

采用新原理、开发新材料、采用新工艺；从结构型为主变为物性型为主；采用仿生原理（机器人研究中仿人视觉、触觉等感觉的传感器）。

**（2）传感器的集成（系统）化、多功能化、微型化**

点→线→面→体；单一类型→多类型；单一功能→多功能；MEMS技术。

**（3）传感器的智能化**

“电五官”+“电脑”=智能化传感器；信号检测转换功能+记忆、存储、解析、处理及自诊断、自适应。

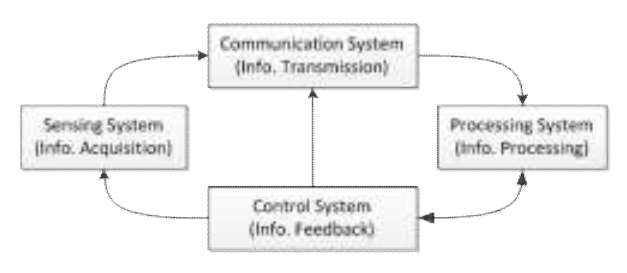
**（4）网络化**

空间、时间上的大跨度，信号图像的传输→物联网。

（二）感知

1. 智能感知技术

人从自然界和环境中获得信息的过程，可以抽象和表示为信息在系统中流动的过程，这个过程包括信息的**“获取”**、**“传输”**、**“处理”**和**“反馈”**，承担这些任务的（典型）信息系统分别是**“感知系统”**、**“通信系统”**、**“处理系统”**和**“控制系统”**，其关系如下图所示：



**智能感知（Intelligent Sensing）**区别于传统的感知技术，具有以下三点基本特征：

* 在感知的过程中形成对感知对象的知识积累和一定的推理规则；
* 具有自适应能力，感知能力能够随环境变化而相应调整；
* 在主动传感系统中，具有信息反馈结构和能力，信息处理的结果能够影响系统发射。

2. 物联网之感知社会论

**物联网**是一个以感知物理世界为目的的物物互联的综合信息系统。简单来说就是八个字：物物互联，感知世界。物联网服务的对象是人类社会，所关注的重点是物理世界，**感知**是物联网的**核心**。

**物联网的感知社会理论体系**是建立在已有的智能化与网络化基础之上的全新理论体系。物联网将在人类社会与物理世界之间建立起一套社会化的感知体系，使人类文明实现新的升华。

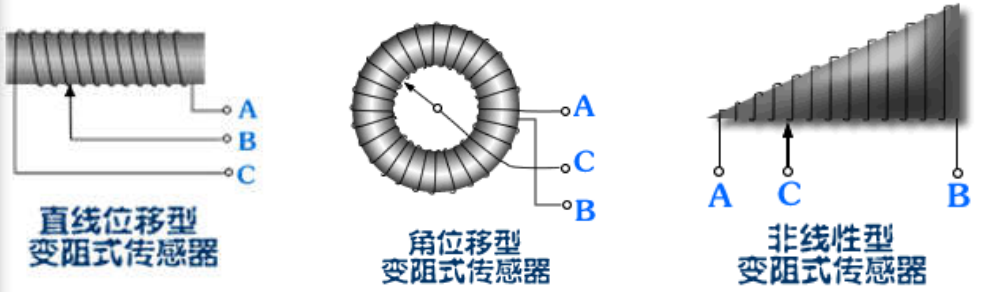
3. 常见的被测物理量

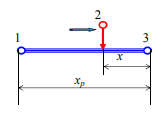
* **机械量：**长度、厚度、位移、速度、加速度、旋转角、转数、质量、重量、力、压力、真空度、力矩、风速、流速、流量;
* **声：**声压、噪声
* **磁：**磁通、磁场
* **温度：**温度、热量、比热
* **光：**亮度、色彩

（三）传感器

1. 电阻式传感器

**电阻式传感器**是把被测量转换为电阻变化的一种传感器,按工作的原理可分为:变阻器式、电阻应变式、热敏式、光敏式、电敏式。



 如图为直线位移型电阻式传感器，当被测位移量*x*变化时，电刷触点2沿变阻器移动，则任意位置2点与3点之间的电阻值为：

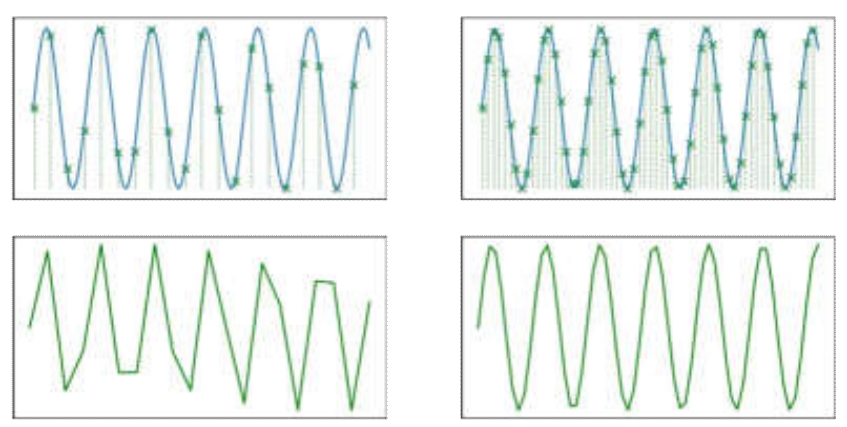
传感器灵敏度公式为：

其中*k*1是单位长度的电阻值。

三、信息化、数字化、数智化

数字化就是把自然界的物理量转化为虚拟的消息体。

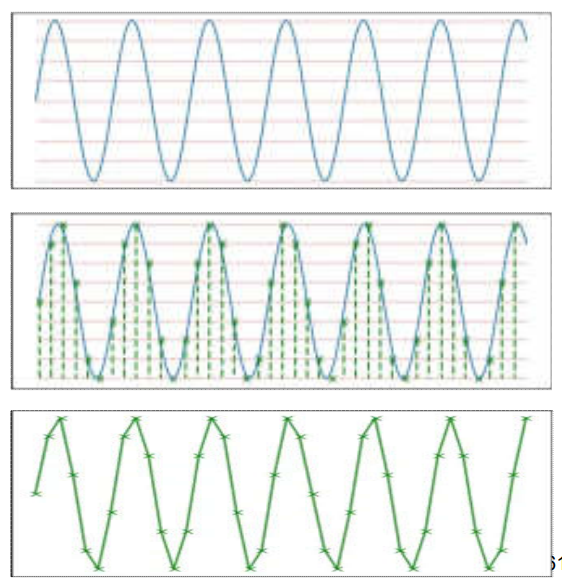
（一）信号的采样



如图，采样的频率越高，就越逼近原本的情况，获得的声音品质就越好。

（二）信号的量化

自然界中的量的范围可以很大，但测量仪器上量的范围相对较小，因此，要把自然界的量转化为可测量的量。通过放大器，就可以实现幅度的缩放。这一过程就是量化，而量化中的基本概念就是逼近，逼近的一个基本方法是对分逼近。



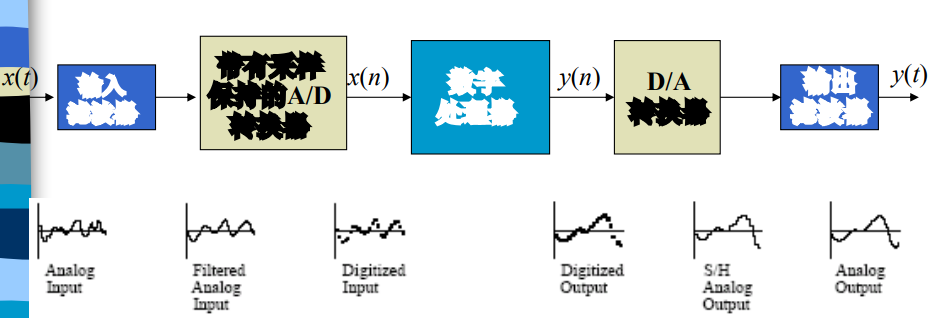
如图，在采集了自然量后，还需要将其量化。有一段正弦声波，假设量化位数为3，即存储的数据只有000、001、010、011、100、101、110、111这8种可能。现在还是等距离采样，不过采样的点只能落在最近的红线上。此时，每个点纵坐标的取值只有23，即只有8种可能。

量化位数越大，声音效果越好。

（三）典型的数字信号处理系统

**模拟信号*x*(*t*)：**时间和幅度上都是连续的信号。自然界的大多数物理量都是模拟量，具有无限精度。

**数字信号*y*(*n*)：**时间和幅度上都是离散的信号。计算机可以处理的量是数字量，可以用整数来表示。



（四）采样定理

如何用最少的抽样获取最精确的、可以还原的量？采样定理（抽样定理）回答了这个问题。

设*x*(*t*)是带限实信号，则抽样后信号频谱不混叠的充分条件为：

抽样频率*fs*满足

或抽样间隔*T*满足

是频谱不混叠最小抽样频率；是频谱不混叠最大抽样间隔。

（五）信号采样中如何选择元器件

信号特性包括幅度范围、频率范围、允许误差；元器件参数包括可测范围、转换速度、转换精度。

第三讲 医学信号的识别和监测

2023.10.9

一、医学信号的基本概念

（一）医学信号分类

人作为活着的生物体，存在本能的反应，会对外界发出主动信号，包括电（如脑电、心电、肌电等）、磁、光、压力等。同时，也存在外源激励人体、人体响应而被动发生的信号，如X射线、超声、激光、红外线等。

（二）医学信号研究的正问题和逆问题

在医学信号研究中，通过人体考察信号的问题是正问题，通过信号得知人体信息的问题是逆问题。例如，心电正问题是“心脏活动在体表面的心电分布”，心电逆问题是“从体表心电来推断心脏的活动（即医生应用心电图进行诊断）”。

逆问题，即解读信号的问题，通常要比正问题更加复杂。

（三）医学信号特点：复杂信号

1. 随机性

医学信号不可能用确定的数学函数来描述，其规律从大量统计结果中呈现。此外，生物系统在外在因素作用下具有适应能力，处于不断的调整之中，因此医学信号具有非平稳性。

2. 背景噪声强——强噪声弱信号

噪声与信号的结合方式包括：

* **加法性：***x*(*t*)=*s*(*t*)+*n*(*t*)
* **乘法性：***x*(*t*)=*s*(*t*)·*n*(*t*)
* **卷积性：***x*(*t*)=*s*(*t*)\**n*(*t*)

二、常见的医学信号

常见的医学信号有：

* **生理电信号：**心电、脑电、肌电、胃电、眼电等。
* **声音信号：**心音信号、打鼾声信号、呼吸音信号、肠鸣音信号等。
* **超声多普勒血流信号**（测胎心音）。
* **压力/压强信号：**血压信号、脉搏波信号、胎动信号、结肠压力信号、足底压力信号灯。
* **光信号**（测血氧饱和度）。
* **磁信号：**心磁信号、脑磁信号等。

三、心电信号的检测与分析

四、超声多普勒血流信号的检测与分析

第四讲 医学图像及其分析处理

2023.10.9

一、医学图像的基本概念

（一）医学图像的感与知

**感：**医学成像系统——图像形成过程。借助于某种介质（如X射线、电磁场、超声波、放射 性核素等）与人体相互作用，将人体内组织器官的结构、功能信息传递出来，通过传感器接收及其相应的算法，最终以图像的方式表现出来，提供给诊断医生

**知：**医学图像分析与处理——获得图像之后。

（二）目前常用的医学图像

* 放射科
  + X射线透射图像
  + CT（计算机断层扫描）图像
  + MR（磁共振）图像
* 超声科
  + 超声图像
* 核医学科
  + PET（正电子发射断层扫描）图像
  + SPECT（单光子发射断层扫描）图像

第五讲 物联网技术及应用——智能化网络化的信息采集

2023.10.16

一、物联网概述

（一）物联网（IoT）提出的背景

**经济危机下的推手：**经济长波理论；过去10年间，互联网技术取得巨大成功；

**传感技术的成熟：**随着微电子技术的发展，涉及人类生活、生产、管理等方方面面的各种传感器已经比较成熟；

**网络接入与信息处理能力大幅提高：**目前，随着网络接入多样化、IP宽带化和计算机软件技术的飞跃发展，基于海量信息收集和分类处理的能力大大提高。

（二）物联网的概念

物联网（Internet of Things）——Internet代表计算机通过标准协议连接形成的全球性网络；Things代表客观世界的物理实体；Internet of Things就是由可唯一标识的物理实体通过标准协议形成的全球性网络。

物联网是由具有自我标识、感知和智能的物理实体基于通信技术相互连接形成的网络，这些物理设备可以在无需人工干预的条件下实现协同和互动，为人们提供智慧和集约的服务。传感器是物联网的基础，是物联网的组成部分。

（三）物联网的特征

**感知：**全面感知，即利用RFID、传感器、二维码等能够随时随地采集物体的动态信息；

**传输：**可靠传输，即通过网络将感知的各种信息进行实时传送；

**智能：**智能处理，即利用计算机技术，及时对海量的数据进行信息控制，形成人与物的沟通。

感知包括对物体静态数据及属性的感知（如RFID、红外感应器、激光扫描、二维码等），对物理固定属性的动态感知（如传感器网、GPS等），对环境模糊信息的感知（如视频探头等）。

二、物联网的网络架构

* 上层：互联网络
  + 物联网的信息存储
  + 物联网的计算决策
* 中层：泛在接入
  + 无线网络（蜂窝、WIFI等）
  + 有线网络
* 下层：物物网络
  + 智能嵌入式设备
  + 感知、标识和通信
  + 协同、互动

三、EPC物联网：系统结构

物联网概念一经提出，立即受到各国政府、企业和学术界的重视，在需求和研发的相互推动下，迅速热遍全球。目前国际上对物联网的研究逐渐明朗起来，最典型的解决方案有欧美的EPC（Electronic Product Code，电子产品码）系统和日本的UID（Universal identification，泛在识别）系统。这里着重介绍EPC物联网。

EPC系统是一个先进的、综合性的和复杂的系统。它由**EPC编码体系、RFID系统及信息网继系统三个部分**组成，主要包括**六个方面**：EPC编码、EPC标签、读写器、EPC中间件、对象名称解析服务（ONS）和EPC信息服务（EPCIS）。

第六讲 图像与视频

2023.10.23 / 2023.10.30

在人类从大自然获取的信息中，图像（视觉）信息总是最多的，占全部信息的过半，其次是语音（听觉）信息，再次是触觉信息，最后是嗅觉、味觉等其他信息。

一、人眼视觉

（一）彩色图像的获取模型

光是一种电磁波，而只有处于一定波长范围内的光才是人眼可见光。通过光的色散，我们得以看到彩色。

人眼接收视觉信息的基本过程是：存在一个光源，对不发光的物体进行光照，不发光的物体对光进行反射（通常是漫反射），反射入人眼中，投射到视网膜上，被各类视神经细胞（锥状细胞、杆状细胞）感受并传输到大脑中，视觉在大脑形成。

以上过程可被抽象为彩色图像的获取模型，其中有三个要素：入射光（光源）、反射特性（被观测物体）和感光特性（光学感知物体）。不同光照条件、不同感光特性，会影响对图像的获取。

（二）人眼视觉对视觉信息处理的启示

人眼视觉的复杂性，启示了视觉信息处理。视觉信息处理的开始是仿生学，仿生的已知条件有：

* 眼睛是视觉信息的接收装置
* 大脑是视觉信息的处理装置
* 仿造眼睛，可以用摄像机获取图像
* 仿造大脑，可以在电脑上通过一定算法实现视觉信息处理

（三）人眼视觉的特性与错觉

人眼视觉具有局部自适应性、选择性、马赫带效应、同时对比效应、相对性、整体性、封闭性等特性，也因此会产生视觉错觉。

二、计算机视觉

（一）计算机视觉发展简史

**1950年代：**二维图像分析和识别，如光学字符识别，工件表面、显微图片和航空图片的分析和解释等。是模式识别的重要内容。

**1960年代：**MIT的Roberts通过计算机程序从数字图像中提取出诸如立方体、楔形体、棱柱体等多面体的三维结构，并对物体形状及物体的空间关系进行描述。这项研究开创了以理解三维场景为目的的三维计算机视觉的研究。Roberts对积木世界的创造性研究给人们以极大的启发，许多人相信，一旦由白色积木玩具组成的三维世界可以被理解，则可以推广到理解更复杂的三维场景。

（二）计算机视觉与相关学科的关系

1. 计算机视觉涉及的学科方面

**图像处理（Image Processing）：**通常是把一幅图像变换成另外一幅图像，即图像处理系统的输入是图像，输出仍然是图像，信息恢复任务则留给人来完成。

**计算机图形学（Computer Graphics）：**通过几何基元，如线、圆和自由曲面，来生成图像，属于图像合成，在可视化（visualization）和虚拟现实（virtual reality）中起着很重要的作用。计算机视觉正好是解决相反的问题，即从图像中估计几何基元和其它特征，属于图像分析。

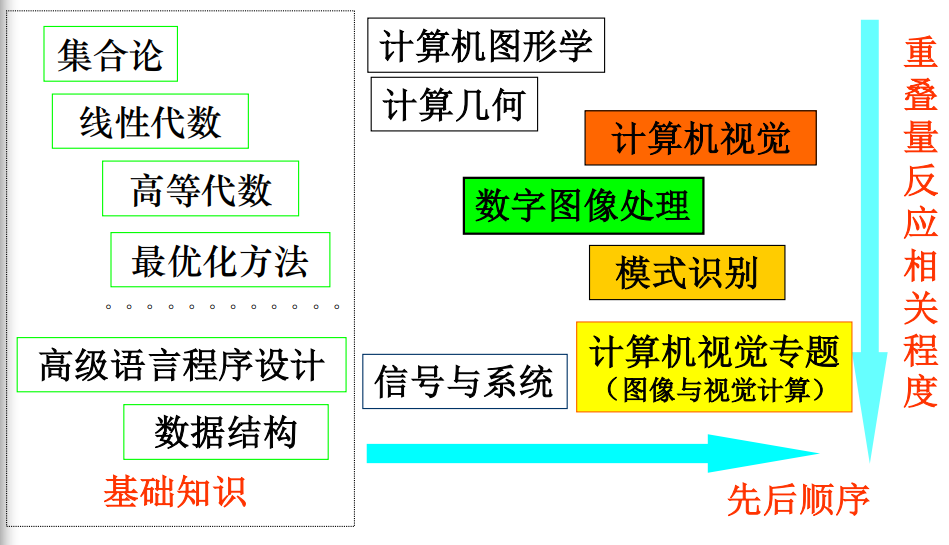
**模式识别（Pattern Recognition）：**研究分类问题，确定符号、图画、物体等输入对象的类别。强调一类事物区别于其它事物所具有的共同特征。一般不关心三维世界的恢复问题。

**人工智能（Artificial Intelligence）：**涉及到智能系统的设计和智能计算的研究。在经过图像处理和图像特征提取过程后，接下来要用人工智能方法对场景特征进行表示，并分析和理解场景。

**媒体计算（Multimedia Computing）：**文字\图形\图像\动画\视频\音频等各类感觉媒体的共性基础计算理论、计算方法，以及媒体系统实现技术。以实现下一代计算机能听、能看、会说、会学习为目标。

**认知科学与神经科学（Cognitive science and Neuroscience）：**将人类视觉作为主要的研究对象。计算机视觉中已有的许多方法与人类视觉极为相似。许多计算机视觉研究者对研究人类视觉计算模型比研究计算机视觉系统更感兴趣，希望计算机视觉更加自然化，更加接近生物视觉。

2. 计算机视觉相关学科与研究基础



（三）计算机视觉技术的应用

* 工业领域（生产装配、质量检验）
* 机器人（星球探测机器人）
* 遥感图像分析（植被分析）
* 医学图像分析（骨骼定位）
* 安全鉴别、监视与跟踪（门禁系统、视频监控）
* 国防系统（目标自动识别与目标跟踪）
* 图像与视频检索（基于内容的检索）
* 文物保护（数字博物馆）
* 其他（游戏、动画、体育、人机交互等）

三、图像文件格式及其转换

多媒体计算机通过彩色扫描仪能把各种印刷图像及彩色照片数字化后送到计算机存储器中；通过视频信号数字化器能把摄像机、录像机、激光视盘等彩色全电视信号数字化存到计算机存储器中；还有计算机本身可以通过计算机图形学的方法编程，生成二维、三维彩色几何图形及三维动画，存在计算机存储器中。

一般分两类图像文件格式：一类是静态图像文件格式；另一类是动态视频图像文件格式。对于静态图像文件格式，将介绍6种当前比较流行的图像格式：GIF、TIFF、TGA、BMP、PCX及MMP；对于动态视频图像文件格式，将简单介绍一下MPG、AVI等文件格式。

（一）常用图形、图像文件的格式

1. 图像文件的一般结构

**文件头：**软件ID、软件版本号、图像分辨率、图像尺寸、图像深度、彩色类型、编码方式；

**文件体：**压缩算法、图像数据；

**文件尾：**彩色变换表、用户名、注释、开发日期、工作时间。

2. BMP文件格式

图文件（Bitmap-File，BMP）格式是Windows采用的图像文件存储格式，在Windows环境下运行的所有图像处理软件都支持这种格式。

BMP图像文件由以下三部分组成：位图文件头（BITMAPHEADER）数据结构、位图信息（BITMAPINFO）数据结构和位图阵列。

3. TIF文件格式

TIF是TIFF（Tagged Image Format File）文件的扩展名，该格式由美国Aldus Developer’s Desk和Microsoft Windows Marketing Group制订。

TIFF支持任意大小的图像，从单色的二值图像到24位的真彩色图像；支持灰度图像，也支持EGA/VGA上最常见的调色板式图像。

TIF格式的优点主要是适合于广泛的应用程序，它与计算机体系结构、操作系统和图形处理的硬件无关。

4. GIF文件格式

GIF（Graphics Interchange Format）是CompuServe公司开发的图像文件存储格式，称为图形交换格式。

1987年开发的GIF文件格式版本号是GIF87a，1989年进行了扩充，扩充后的版本号定义为GIF89a。

一个GIF文件由表示图形/图像的数据块、数据子块以及显示图形/图像的控制信息块组成。

GIF文件格式采用了LZW（Lempel-Ziv Walch）压缩算法来存储图像数据。

GIF文件格式可在一个文件中存放多幅彩色图形/图像。

5. PNG文件格式

PNG是20世纪90年代中期开始开发的图像文件存储格式，其目的是企图替代GIF和TIFF文件格式，同时增加一些GIF文件格式所不具备的特性。

PNG使用从LZ77派生的无损数据压缩算法。

6. 图像的种类

图像的种类包括：标准单色图、256色标准彩色图、256色灰度图、标准灰度图、24位真彩色图、24位真彩色图转换成的灰度图等。

（二）常用动态图像的格式

1. 动态图像的分类

动态图像一般可分为：视频和动画。

**视频：**每一帧图像是实时获取的自然景物的真实图像。和音频一样，在多媒体计算机中使用的是数字视频。数字视频的应用于VCD/DVD、数字电视、远程教学及视频会议等。

**动画：**每一帧图像是由计算机或人工制作的具有真实感的图像。若画面仅为二维透视效果时，则为二维动画；若画面具有空间效果时，则为三维动画；若加上真实的光照效果和质感，则为三维真实感动画。

2. AVS和AVI文件格式

AVS和AVI是Intel和IBM公司共同研制的数字视频交互（Digital Video Interactive，DVI）系统动态图像文件格式，AVS文件格式只能在DVI系统硬件支撑下才能读写，这样系统的硬件设备投资比较大，为了降低系统造价，Intel公司最近又推出了Indeo系统，它可以在Microsoft公司的Video for Windows支持下，用软件播放AVI 文件。

AVS文件格式比起图像文件格式能够提供较多的灵活性，它能够支持多个数据流同时操作。

AVS文件还提供了三种附加数据流的类型：底层数据、数据和图像。

AVS文件的一帧可能没有固定的尺寸，特别是经过64压缩编码的视频数据，某些帧可能比另外的一些帧多些或少些数据。

3. RIFF文件格式

资源交换文件格式（Resource Interchange File Format，RIFF），是IBM和Microsoft公司推荐了为多媒体资源文件而开发的一种带标记的文件结构。实际上它不是一种文件格式，而是一种定义标准的范式。目前，很多多媒体资源文件都是按RIFF范式定义的，如多媒体影片文件（MMM）、波形音频文件（WAV）和位图文件（RDIB）。Microsoft公司在Windows 3.1中提供了对多媒体文件I/O（MMIO）的支持，为RIFF文件的应用开辟了新的途径。

第七讲 视频获取与视频处理

2023.10.30 / 2023.11.6

一、视觉媒体：图像与视频

利用视觉传递信息的媒体称为视觉媒体，如文字和符号、位图、矢量图形、视频、动画等。

（一）位图

位图是由n×m个（像素）点排列成的图片，也称点阵图像或光栅图像。

一幅位图就像是一个矩阵，矩阵中的每一个元素对应图片中的一个像素点，相应的值表示该点的灰度或颜色等级。

像素是赋予颜色和亮度的最小单位。

位图适用于逼真照片或要求精细细节的图片。

（二）分辨率

1. 空间分辨率——分辨率

**显示分辨率（设备分辨率）：**屏幕在横纵两个方向上能够显示的点数，如800×600（dpi）。

**图像分辨率：**图像在横纵两个方向上的像素数，是像素密度的度量方法，单位一般为ppi。

对同样尺寸的一幅图，如果图像的分辨率越高，则说明组成该图的像素数目越多，看起来就越逼真。

2. 颜色分辨率——像素深度

位图矩阵中，每个元素的值就是对应像素点的颜色/灰度值，其所用的存储位数就称为像素深度。

像素深度决定了灰度图像中每个像素可能有的灰度级数，或者彩色图像中每个像素可能有的颜色数。

（三）视频

视频由一幅幅单独的画面序列组成，这些画面以一定的速率依次显示，使观察者具有图像连续运动的感觉。从数学角度看，视频是随时间变化的图像，或称为时变图像、运动图像、活动图像。视频是携带的信息量最为丰富、直观、生动、具体的一种媒体。

视频的两个特点是：内容随时间而变化；伴有与画面同步的声音（伴音）。

视频分为模拟视频和数字视频。

1. 模拟视频

模拟视频是一种用于传输图像和声音的并且随时间连续变化的电信号。早期视频的记录、存储和传输都采用模拟方式。

例如：电视信号就是以一种模拟电信号的形式来记录的，录制时使用盒式磁带进行存储，并依靠模拟的调制手段在空间传播。

2. 模拟电视信号

**①扫描方式**

电视信号是一种重要的视频。电视机播放视频，需要将一维的电信号转换成二维的图像，这一过程是通过光栅扫描实现的。

扫描的方式主要有两种：逐行扫描、隔行扫描。

**逐行扫描：**每次显示整幅图像，画面清晰稳定。

**隔行扫描：**利用了人眼视觉暂留的心理作用，每次只需一半带宽资源就可获得较稳定的图像，但显示会有闪烁。

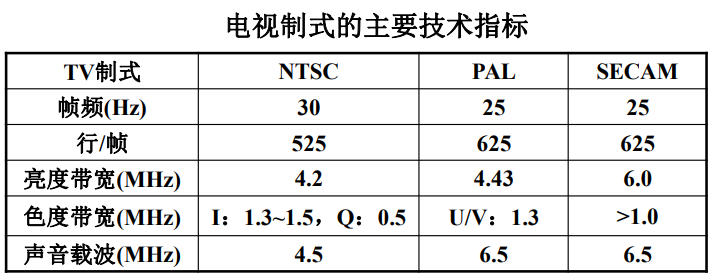
**②电视信号的类型**

按信号源，可以对电视信号进行分类：分量视频信号、复合视频信号、射频信号（RF）、S-Video等。

**③电视信号的制式**

电视制式的主要区别在于不同的刷新速视信号的标准。目前存在多种电视度、颜色编码系统和传送频率等。

* **PAL制：**中国、大部分欧洲国家使用。PAL彩色电视制式中采用YUV 模型来表示彩色图像。
* **NTSC制：**美国、日本等国使用
* **SECAM制：**法国、俄罗斯等国使用



3. 数字视频

由于模拟视频存在一些缺点——传输过程中易被干扰，长距离传输时信号易衰减，长时间存储或多次复制后画面失真较明显等——因此，在多媒体计算技术中，使用的都是数字视频信号。数字视频备受推广，如数字电视、数码摄像机、DVD电影等。

1. **数字化的复杂性**

模拟视频在时间、空间、幅值（信号值）都连续。

**类型多：**模拟视频有隔行和逐行两种扫描方式；电视视频还存在多种制式（PAL制、NTSC制、SECAM制）；

**内容多：**模拟视频信号实际内容是复合的视频信号，包括了亮度信息、色度信息、同步信息等。

1. **数字化的实现方式**

**分量数字化方式：**先把复合视频信号中的亮度和色度分离，得到YUV或YIQ分量，然后用三个模/数转换器对三个分量分别进行数字化，最后再转换成RGB空间。

视频数字化除了和音频一样需要进行采样、量化/编码外，还需要注意分辨率的统一、隔行扫描组合成逐行、YUV/YIQ彩色空间到RGB彩色空间的转换等。

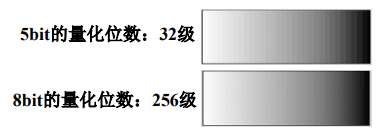
1. **采样**

视频信号采样时必须满足的三个要求：

* **满足采样定理：**即采样频率应大于等于视频信号中最高频率的2倍。
* **采样频率必须是行频的整数倍：**以保证扫描时每行都有整数个采样点，且每行的采样点数目一样，形成正交，对应到各像素点。
* 满足**逐行和隔行**两种扫描方式。

1. **量化**

对亮度和色差信号分别进行采样后，还需要将样本值量化编码。信号的量化位数决定了颜色的灰度等级。



1. **宽高比**

在一帧图像中，水平扫描线的长度与在图像垂直方向上所有扫描线所跨过的距离之比，就称为宽高比。

常规电视机的扫描宽高比标准为4:3。现在，电视机系统还支持16:9或16:10的宽高比，以符合宽银幕电影的播放需求。

二、图像与视频的压缩与编码

（一）图像/视频压缩的依据

图像/视频信息经采样量化后，数据量仍然很大。和音频一样，通常需要使用压缩算法对视频进行编码。

图像/视频数据能够被压缩的主要依据有两点：

* 图像/视频数据中有许多重复的数据，使用数学方法来表示这些重复数据就可以减少数据量；
* 人的眼睛对图像/视频中细节和颜色的辨认能力有限，把超过极限的部分去掉也可以压缩数据量。

（二）视频的编码标准

视频编码标准主要有：H.26\*系列标准、MPEG标准等。

ITU-T与ISO/IEC是制定视频编码标准的两大组织：

* ITU-T的标准包括H.261、H.263、H.264等H.26\*系列，主要应用于实时的视频通信领域，如电视会议。
* ISO/IEC制定的是MPEG系列标准，主要应用于视频存储（如DVD）、广播电视、因特网或无线网上的流媒体等。

（三）视频硬件

1. 视频采集卡

视频采集卡也称作视频信号获取器，可以将多种视频源（如电视机、影碟机、录像机、摄像机等）的视频信息进行捕捉和采集，并转换成计算机可处理的视频数据文件。

视频采集卡集多种卡的功能于一身，如捕捉当前视频（视频捕捉卡）、接收电视信号（电视卡）、视频的解压（MPEG卡）等。

使用视频采集卡的目的是为多媒体视频处理提供强有力的硬件支持。

2. 电视编码卡

计算机中的数字视频信息并不能直接在模拟电视机上播放，而需要电视编码卡。

电视编码卡（TV Coder）能将计算机显示器上显示的VGA信号实时地转换为标准的模拟电视信号，以PAL和NTSC两种制式输出，从而可以在电视上观看计算机显示器上的画面，或将其通过录像机录制到录像带上。

3. 电视接收卡

电视接收卡（TV TUNER）：即电视卡，相当于一台数字式电视机。它从天线接收电视的射频信号，从中解调出视频信号后，再进行A/D转换，并将彩色空间变换成RGB。

目前电视接收卡可以进行频道选择、频道预设、亮度调节、音量调节、彩色调整等操作。

4. MPEG卡

MPEG是当前常用的一种视频标准。

MPEG卡可分为两类：

* **MPEG压缩卡：**可将输入的模拟视频数字化，并压缩编码成MPEG格式。
* **MPEG解压卡：**也称回放卡，采用硬件方式将压缩后的MPEG数据解压后播放。

5. 视频硬件的发展趋势

视频硬件主要朝着两个领域发展：

**与网络通信技术结合：**如视频会议、可视电话、视频邮件、交互式电视ITV、VOD点播、远程教育系统、远程医疗诊断系统、远程电子图书馆等。

**与影视制作技术结合：**构成集压缩/解压缩、合成输出、特技效果为一体的影视制作非线形编辑系统。视频处理硬件最终将从高档系统的选件转变为标准系统的组件。

三、图像与视频的格式与处理工具

（一）动态图像的文件格式

动态图像（即视频）的文件格式包括MPEG（MPG）、AVI、QTM（MOV）、RM（RA）等。

（二）常用的图像/动画/视频软件

* **视频播放软件：**Windows Media Player
* **绘图软件：**Paint、CorelDRAW、AutoCAD
* **图像处理软件：**PhotoShop
* **平面动画制作软件：**Animator Pro、GIF Construction Set
* **变形动画制作软件：**Images: Morph
* **网页动画制作软件：**Flash MX
* **数字视频编辑软件：**Premiere、MovieMaker

第九讲 信号图像的“知”——人工智能

2023.11.27

一、人工智能概述

（一）人工智能的定义

科技界关注的四大基本问题是：物质的本质、宇宙起源、生命本质、智能。

智能，基于人脑的智能从内涵上讲，应该是知识＋思维。从外延上讲，就是发现规律、运用规律的能力和分析问题、解决问题的能力（或者说获取知识、处理知识、运用知识的能力）。

人工智能（artificial intelligence），简称AI，主要研究如何用人工的方法和技术，使用各种自动化机器或智能机器（主要指计算机）模仿、延伸和扩展人的智能，实现某些机器思维或脑力劳动自动化。

（二）人工智能概念的诞生

1956年夏天在达特茅斯举办的会议上，麦卡锡、明斯基、香农、司马贺、莫尔、塞缪尔、塞尔夫里奇、索洛莫夫等人首次提出并共同讨论了“人工智能”的概念。

（三）智能的分类

1. 脑智能和群智能

脑（主要指人脑）的宏观心理层次的智能表现称为脑智能（Brain Intelligence, BI）。

由群体行为所表现出的智能称为群智能（Swarm Intelligence, SI）。群智能中的个体是生物神经元。

脑智能和群智能属于不同层次的智能：脑智能是一种个体智能（Individual Intelligence, II）；群智能是一种社会智能（Social Intelligence, SI）或者说系统智能（System Intelligence, SI）。微观生理层次上的低级神经元的群智能形成了宏观层次上高级的脑智能。

2. 符号智能和计算智能

符号智能即符号人工智能，它是模拟脑智能的人工智能，也就是所说的传统人工智能或经典人工智能。符号智能以符号形式的知识和信息为基础，主要通过逻辑推理，运用知识进行问题求解。

符号智能的主要内容包括：

* 知识工程（Knowledge Engineering, KE）
* 知识获取（knowledge acquisition）
* 知识表示（knowledge representation）
* 知识组织与管理和知识运用
* 基于知识的智能系统

计算智能即计算人工智能，它是模拟群智能的人工智能。计算智能以数值数据为基础，主要通过数值计算，运用算法进行问题求解。

计算智能的主要内容包括：

* 神经计算（Neural Computation，NC）
* 进化/演化计算（Evolutionary Computation，EC）
* 遗传算法（Genetic Algorithm，GA）
* 进化规划（Evolutionary Planning，EP）
* 进化策略（Evolutionary Strategies，ES）
* 免疫计算（immune computation）
* 粒群计算（Particle Swarm Algorithm，PSA）
* 蚁群算法（Ant Colony Algorithm，ACA）
* 自然计算（Natural Computation，NC）
* 人工生命（Artificial Life，AL）

二、人工智能研究

（一）人工智能的研究意义

* 普通计算机智能低下，不能满足社会需求。
* 研究人工智能也是当前信息化社会的迫切需求。
* 智能化是自动化发展的必然趋势。
* 研究人工智能对人类自身智能的奥秘也提供有益帮助。

（二）人工智能的研究目标和策略

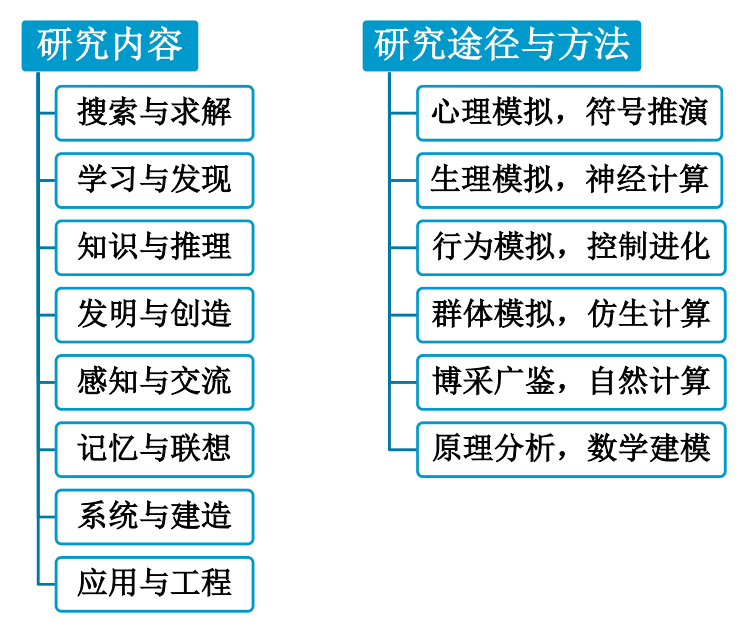
**远期目标：**制造智能机器。就是使计算机具有看、听、说、写等感知和交互能力，具有联想、学习、推理、理解、学习等高级思维能力，还要有分析问题解决问题和发明创造的能力。

**近期目标：**实现机器智能即先部分地或某种程度地实现机器智能，从而使现有的计算机更灵活好用和更聪明有用。

（三）人工智能的学科范畴与结构

当前的人工智能既属于计算机科学技术的一个前沿领域，也属于信息处理和自动化技术的一个前沿领域。还涉及到智能科学、认知科学、心理科学、脑及神经科学、生命科学、语言学、逻辑学、行为科学、教育科学、系统科学、数理科学以及控制论、科学方法论、哲学甚至经济学等众多学科领域。综上所述，人工智能实际上是一门综合性的交叉学科和边缘学科。

（四）人工智能的研究内容、途径和方法



（五）人工智能的学派

不同学科背景的学者对人工智能的基本问题，比如定义、基础、核心、要素、认知过程、学科体系及人工智能与人类智能的关系等，均有不同的观点，产生了不同的研究方法，目前主要分三大学派：符号主义、连接主义、行为主义。

1. 符号主义

又称逻辑主义、心理学派、计算机学派。其原理为物理符号系统假设和有限合理性原理。

基本理论上，认为人的认知基元是符号，而认知过程就是符号操作过程；知识是信息的一种形式，是构成智能的基础；人工智能的核心问题是知识表达、知识推理和知识运用。

研究方法上，提倡功能模拟方法。通过分析人类认知系统所具备的功能和机能，然后用计算机模拟这些功能、实现人工智能。

2. 连接主义

又称仿生学派、生理学派。其原理是神经网络及其连接机制和学习算法。

基本理论上，认为人的思维基元是神经元，而不是符号处理过程；提出了连接主义的大脑工作模式，来取代符号主义的大脑工作模式。

研究方法上，着重于结构模拟，即模拟人的生理神经网络结构，并认为功能、结构和智力行为是密切相关的，不同的结构表现出不同的功能和行为。

3. 行为主义

又称进化主义、控制论学派。其原理是控制论、感知-动作控制系统。

基础理论上，认为智能取决于感知与行为，提出了智能行为的“动作－感知”模式。

研究方法上，采用行为模拟方法，也认为功能、结构和智力行为是不可分开的。不同的行为表现出不同的功能和不同的结构。

三、人工智能的技术应用

（一）人工智能的基本技术

* **表示**
  + 符号智能的表示是知识表示
  + 计算智能的表示一般是对象表示
* **运算**
  + 符号智能的运算是基于知识表示的推理或符号操作
  + 计算智能的运算是基于对象表示的操作或计算
* **搜索**
  + 符号智能在问题空间内搜索进行问题求解
  + 计算智能在解空间搜索进行求解

（二）人工智能的应用

人工智能的应用领域包括：难题求解、自动规划调度与配置、机器定理证明、自动程序设计、机器翻译、智能控制、智能管理、智能决策、智能通信、智能仿真、智能CAD、智能制造、智能CAI、智能人机接口、模式识别、数据挖掘与数据库中的知识发现、计算机辅助创新、计算机文艺创作、机器博弈、智能机器人等，

（三）人工智能的分支领域与研究方向

1. 模拟的层次和所用的方法角度

从模拟的层次和所用的方法来看，人工智能可分为：

* **符号智能，**符号智能中又有图搜索、自动推理、不确定性推理、知识工程、符号学习等
* **计算智能，**计算智能中又有神经计算、进化计算、免疫计算、蚁群计算、粒群计算、自然计算等。
* **智能Agent**也是人工智能的一个新兴的重要领域。智能Agent或者说Agent智能则是以符号智能和计算智能为基础的更高一级的人工智能。

2. 模拟的脑智能或脑功能角度

从模拟的脑智能或脑功能来看，AI中有：

* **机器学习，**又可分为符号学习、连接学习、统计学习等许多研究领域和方向。
* **机器感知，**又可分为计算机视觉、计算机听觉、模式识别、图像识别与理解、语音识别、自然语言处理等领域和方向。
* **机器联想。**
* **机器推理。**
* **机器行为。**

3. 应用角度

从应用角度看，AI中有难题求解等数十种分支领域和研究方向。

4. 系统角度

从系统角度看，有

* **智能计算机系统，**又可分为：智能硬件平台、智能操作系统、智能网络系统等。
* **智能应用系统，**又可分为：基于知识的智能系统、基于算法的智能系统和兼有知识和算法的智能系统等。另外，还有分布式人工智能系统。

5. 基础理论角度

从基础理论看，AI中有数理逻辑和多种非标准逻辑、图论、人工神经网络、模糊集、粗糙集、概率统计（贝叶斯统计决策理论）和贝叶斯网络、统计学习理论与支持向量机、形式语言与自动机等领域和方向。

第十讲 科学心理学

2023.11.27 / 2023.12.4

一、科学心理学概述

（一）心理学与科学心理学

有关心理学的定义，经历了几个阶段：心理学是阐释心灵的学问；心理学是研究行为的科学；心理学是系统地研究心理过程和行为的科学。

目前认为：心理学是研究心理现象及其规律的科学。

科学心理学与民俗心理学有所不同，体现在：

* 科学心理学有学科继承性；
* 科学心理学有一定的研究范式；
* 科学心理学讲究科学方法。

（二）心理学研究的主要问题

心理学研究的主要问题包括：

* 心理过程：分析心理现象的时间进程；
* 心理结构：揭示心理现象之间的联系与关系；
* 心理的脑机制；
* 心理现象的发生与发展；
* 心理与环境。

（三）科学心理学的诞生

1874年，冯特发表了《生理心理学原理》，被誉为心理学的独立宣言；1879年，冯特在德国的莱比锡大学建立了心理学实验室，这是心理学诞生的标志。

在冯特创立他的实验室之前，心理学像个流浪儿，一会儿敲敲生理学的门，一会儿敲敲伦理学的门，一会儿敲敲认识论的门。1879年，它才成为一门实验科学，有了一个安身之处和一个名字。

——G. 墨菲

冯特所属的心理学的派别为构造主义学派（structuralism）。除此之外，西方心理学还有机能主义、格式塔学派、行为主义、精神分析学派、人本主义学派等派别。

二、认知心理学

神经心理学的重点在于研究大脑神经生理功能与个体行为及心理过程的关系；而认知心理学的重点在于研究信息加工历程。

（一）脑功能成像

1. 脑功能成像的定义及测量方法

脑功能成像是在活体脑组织兴奋时，实时地描绘出脑组织兴奋的区域。其测量方法如下表：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **类型** | **方法** | | **时间分辨率** | **空间分辨率** |
| 侵害性测量 | 直接电极记录 | | 高 | 高 |
| 非侵害性测量 | 电生理学方法 | EEG、MEG | 高 | 低 |
| 血液代谢学方法 | PET、fMRI | 低 | 高 |

2. 脑组织的代谢及血管反应

1. 外界刺激使局部脑组织兴奋；
2. 能量需求增加——ATP；
3. 血管扩张；
4. 含氧血红蛋白增加；
5. 组织的无氧代谢减少氧耗量，增加含氧血红蛋白的含量。

3. 脑功能成像实验

脑功能成像的实验设计采用刺激模式，统计分析中涉及了相关系数。

（二）认知心理学的基本观点和主要研究

认知心理学的基本观点包括：

1. 心理学可以从不同途径进行研究。
2. 无论是有生命的人，还是无生命的计算机，其信息加工系统都是符号操作系统。
3. 信息加工心理学研究的重点是人脑内部的信息加工过程，从心理物理研究转向心理内部机制研究。
4. 人的心理活动是一种主动寻找信息，接受信息，进行信息编码，在一定的信息结构中进行加工的过程。
5. 人的心理不仅是在认知系统中的信息加工，而且是在人格结构中的信息加工。
6. 信息加工认知心理学也重视个别差异和个案研究。

认知心理学的主要研究包括知觉、注意、记忆、概念、表象、思维和问题解决等。

（三）认知心理学对知觉的研究

1. 知觉的定义

知觉是直接作用于感觉器官的事物整体在脑中的反映，是人对感觉信息组织和解释的过程。知觉是事物整体在脑中的感性反映，是对感觉信息的组织过程，也是人对感觉信息的解释过程。

2. 知觉经验在知觉中的作用

刚果的俾格米人与牛，以及斑点图的知觉，都体现了知觉经验在知觉中的作用。

另一个相关的实验是音素恢复实验：让不同被试分别听一个仅最后一个词不同的句子“It was found that the \*eel was on the axle/shoe/orange/table.”被试者分别将“\*eel”听成了“wheel/heel/peel/meal”。这表明，人在知觉一个句子时，可以依据上下文和对整个句子的理解，而把一个词所缺失的字母（音素）恢复起来，上下文不同，所恢复的音素也不同。

3. 两种对立的知觉理论

以布鲁纳和奈赛尔为代表的假设考验说（认知理论）认为，人通过接受信息，形成和考验假设，再接收或搜寻信息，再考验假设，直至验证某个假设，从而对感觉刺激作出正确的解释。

吉布生提出的刺激物说（直接刺激说）认为，知觉是从刺激模式中直接提取有效的信息，否认已有知识经验的作用。其证据是结构密度级差。

4. 知觉加工

**（1）自下而上加工和自上而下加工**

自下而上（Bottom-Up）加工指由外部刺激开始的加工，通常是说先对较小的知觉单元进行分析，然后再转向较大的知觉单元，经过一系列连续阶段的加工而达到对感觉刺激的解释。

自上而下（Top-Down）加工是由有关知觉对象的一般知识开始的加工，由此可形成期望或对知觉对象的假设，期望或假设制约着加工的所有阶段或水平。

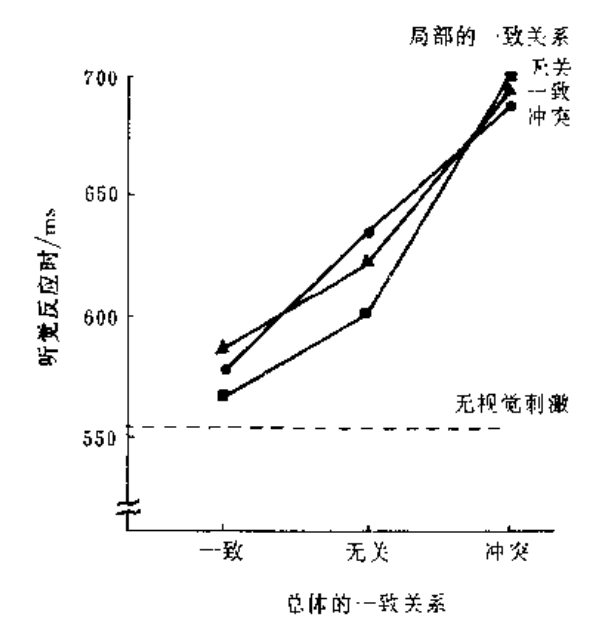
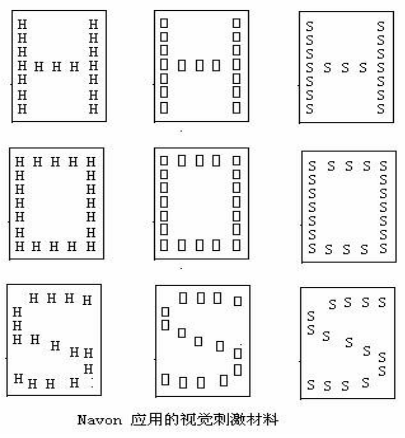
两者间的关系是：

1. 它们是两种方向不同的加工，两者结合而形成统一的知觉过程。
2. 但在不同的情况下，知觉过程对这两种加工也可有不同的侧重。
3. 在知觉良好的条件下，知觉主要是自下而上的加工，而随着条件恶化，自上而下加工的参与也将逐渐增多。

**（2）整体加工和局部加工**

Navon的实验解释了这两种加工。在其视听干涉的实验中，先呈现一个视觉刺激，持续80ms，在视觉刺激开始呈现后40ms，被试通过耳机可以听到字母H或S的读音，听觉刺激持续300ms，被试的任务在于判定他听到的是哪个字母，按键作出相应的反应，记录反应时。任何一个听觉刺激，即读出的字母H和S，与作为视觉刺激的大的字母H，S和长方形有3种关系：一致、无关、冲突。

其采用的视觉刺激材料与实验结果如下：



（四）模式识别

1. 模式识别的定义

模式是指由若干元素或成分按一定关系形成的某种刺激结构，也可以说模式是刺激的组合。

当人能够确认他所知觉的某个模式是什么时，将它与其他模式区分开来，这就是模式识别。

2. 模式识别的一般过程

模式识别是一个知觉过程，依赖于人已有的知识和经验，是感觉信息与长时记忆中有关信息进行比较，再决定它与哪个长时记忆中的项目有着最佳匹配的过程。

3. 模式识别理论——模板说

**（1）核心思想**

模板说认为，在人的长时记忆中，贮存着许多各式各样的过去在生活中形成的外部模式的袖珍复本，即模板，它们与外部的模式有一对一的对应关系。

当一个刺激作用于人的感官时，刺激信息得到编码并与已贮存的各种模板进行比较，然后作出决定，看哪一个模板与刺激有最佳的匹配，就把这个刺激确认为与那个模板相同。这样，模式就得到识别。

由于每个模板都与一定的意义及其他信息相联系，受到识别的模式便得到解释或其他的加工。

**（2）对模板说的修正**

1. 增加预加工过程，即在模式识别的初期阶段，在匹配之前，将刺激的外形、大小或方位等加以调整，使之标准化。
2. 将自上而下加工加入模板匹配模型，同时附加预加工过程。

**（3）评价**

模板数量巨大，给记忆带来沉重的负担；识别过程缺少灵活性，显得很呆板；能解释人的模式识别过程的一个方面或环节。

4. 模式识别理论——原型说

**（1）核心思想**

原型说认为在记忆中贮存的不是与外部模式有严格一对一关系的模板，而是一类刺激物的概括性表征——原型。所谓原型是指一类事物综合、抽象的产物，是一类客体的内部表征，即一个类比或范畴的所有个体的概括表征。一般信息加工系统会根据输入信息与原型的匹配程度来识别信息，寻找与其最佳匹配的原型，并赋予其一定的意义，从而使之获得理解。

显然，原型匹配模型克服了模板匹配模型不灵活、不经济的缺点，对其进行了改进，同时也得到了更多生活经验和心理实验的支持。

**（2）评价**

原型匹配模式不仅可以减轻记忆的负担，而且也使人的模式识别更加灵活，更能适应环境的变化；原型涉及范畴表征的问题，现在原型已成为概念结构研究中的一个重大课题。

5. 模式识别理论——特征说

**（1）核心思想**

特征说认为模式可以分解为诸特征。外部刺激在人的长时记忆中，是以各种特征来表征的，在模式识别过程中，首先要对刺激的特征进行分析，即抽取刺激的有关特征，然后将这些特征加以合并，再与长时记忆中的各种刺激的特征进行比较，一旦获得最佳的匹配，外部刺激就被识别。

**（2）评价**

特征分析模型是前两种假说的发展，具有更高的抽象性，也更为灵活和经济，体现了符号加工意义的模式识别理论的主导观点。

其优点在于：

1. 使用特征可减少所需要的模板的数量,使模式的存贮更节约内存，减少记忆表征负担；
2. 可说明模式至关重要的特征间的关系；
3. 模式识别过程更多地带上了学习的色彩；
4. 更符合并行加工的原理。

其缺点在于：

1. 只是自下而上加工，缺少自上而下加工；
2. 是从局部到整体的加工，未涉及由整体到局部加工；
3. 受到拓扑学的挑战。

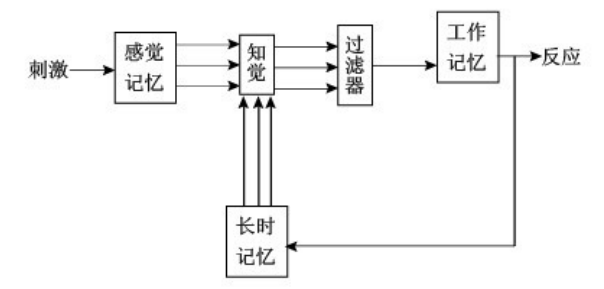
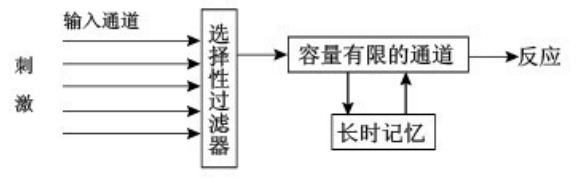
（五）认知心理学对注意的研究

注意的心理机制是现代认知心理学最早的实验课题之一，研究目的主要在于探明注意的选择机制。

注意实验采用的方法主要是双耳分听技术：双声道放音设备或两个不同的放声设备同时分别给两个耳朵播放不同的听觉材料，要求被试按照相应的指示语操作，以探明不同条件下被试分别对两耳信息的检测及加工特征。

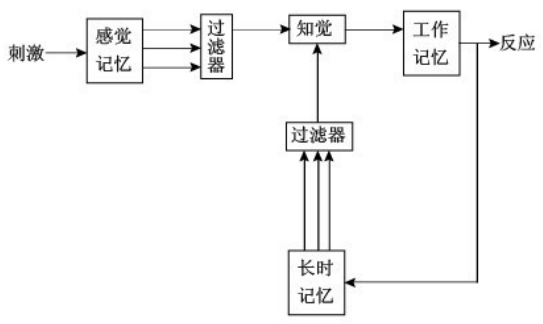
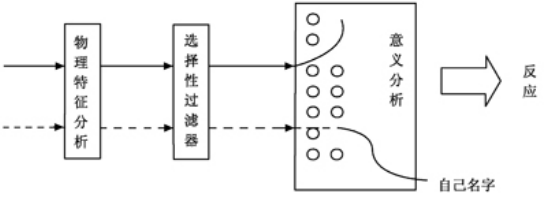
1. 过滤器模型

过滤器模型又称单通道理论或早期选择模型，由英国心理学家布鲁德本特在实验基础上提出。其按照“全或无”的原则工作。



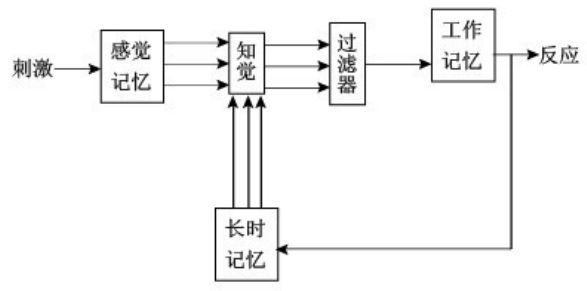
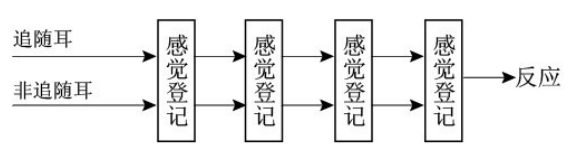
2. 衰减器模型

衰减器模型又称中期选择模型，由特瑞斯曼提出。其认为信息通道中过滤装置按衰减方式工作，含两种情况：第一，知觉分析前的外周过滤器；第二，知觉分析后的中枢过滤器。



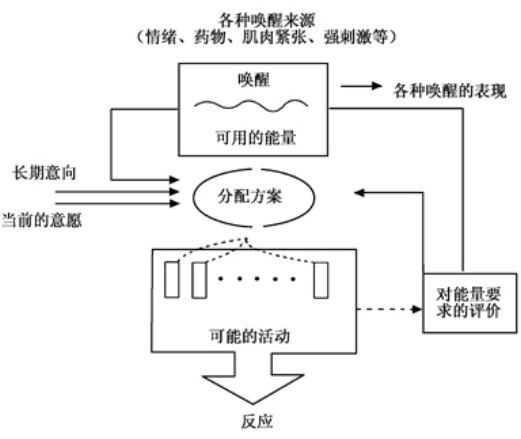
3. 晚期选择模型

晚期选择模型由多伊奇等提出。其认为过滤装置位于知觉加工和工作记忆之间。晚期选择模型能很好地解释注意分配现象，也能解释特别有意义的信息容易引起人的注意。但这一模型假设所有输入信息都被中枢加工，不经济。



4. 心理智源限制理论

心理智源限制理论由卡尼曼提出。其将注意看作是心理智源，在总量上是有限的。人的心理智源可在意识控制下进行分配，高努力的任务调用智源多，活动效率也高。但智源全部调用时，努力程度提高也不能再提高活动效率了。多任务时，心理智源在各任务间进行分配。这一模型可解释注意分配现象。



（六）认知心理学对记忆的研究

1. 关于记忆结构的研究

1965年，沃和诺尔曼正式提出两种记忆说，即在人的长时记忆系统之外还存在着短时记忆系统。

**阿特金森和希夫瑞记忆的三级信息加工模型：**记忆由感觉记忆、短时记忆和长时记忆三个存贮系统组成。

**克雷克的加工水平说：**信息保持时间的长短是由于其受到了不同水平的加工——感觉的、表层的、非语义的浅加工，也可以受到结构性的、语义的深加工，信息加工会留下记忆痕迹，所以记忆是信息加工的副产品。

2. 关于记忆信息表征的研究

长时记忆中的信息也被称为知识，可分为两大类：陈述性知识和程序性知识。

* **程序性知识：**关于技能和解决问题过程方面的知识。
* **陈述性知识：**关于事实的信息的知识，其表征方式有情景性的和语义性的，其中语义记忆信息的表征理论主要包括网络模型和特征分析模型两类。
  + **网络模型：**人脑对语义的记忆是以网络形式分层存贮的，所有概念均按照逻辑的上下级关系分若干层次，各层次的概念依次有连线相通，由此构成一个层次网络，概念的特征附着于网络的各个节点上。
  + **特征分析模型：**概念的表征依赖于特征集，任何概念都包括一个定义特征集和一个描述特征集，两个概念的特征交叉越多，概念的重迭就越多。

（七）对认知心理学的评价

1. 认知心理学的贡献

* **实现了心理学的研究对象的回归：**恢复了意识在心理学中的地位，实现了对心理学研究对象的否定之否定，这是一种历史性进步。
* **实现了研究方法上的新突破：**吸收了信息论、控制论和计算机科学的成果，把人的认知过程看作信息加工过程，引入了计算机模拟技术，这在心理学研究方法上是一次重要的突破。
* 初步形成认知研究中的整体观，强调心理活动的动态性。

2. 认知心理学的局限

* **面临着人机类比和模拟研究的局限性：**现代认知心理学以计算机模拟探讨高级心理过程，这的确开创了心理学研究的新途径，促进了心理学的发展。但人心理的复杂性决不是任何复杂的机器可以比拟的。
* 它从另一个方面限制了心理学研究的范围。
* 依然未能把心理学统一到完整的理论体系上来。

第十一讲 生物特征识别——数字时代的安全卫士

2023.12.4

一、生物特征识别技术概述

（一）传统身份认证的不足

传统身份认证包括基于令牌的身份认证和基于知识的身份认证，然而前者容易丢失、被盗、伪造，后者容易忘记、被盗、攻击。即使两种认证方式结合，也依然不够有效。

（二）生物特征识别技术的概念与特点

生物特征就是生理特征与行为特征，包括人脸、脸部热量图、指纹、手形、手部血管分布、虹膜、视网膜、签名、语音等。

生物特征识别技术是基于某人的生理特征或行为特征用自动化的方法予以辨识或认证的技术。目前已利用的生物特征包括：

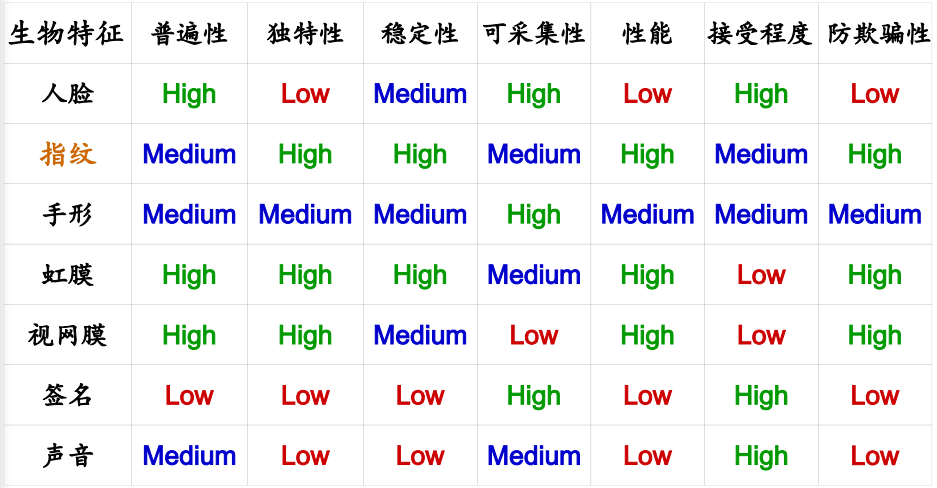
* **生理特征（与生俱来）：**手指、手掌、眼睛（包括虹膜、视网膜）、面孔、DNA等。
* **行为特征（后天形成）：**签名、语音、步态、按键节奏、身体气味等。

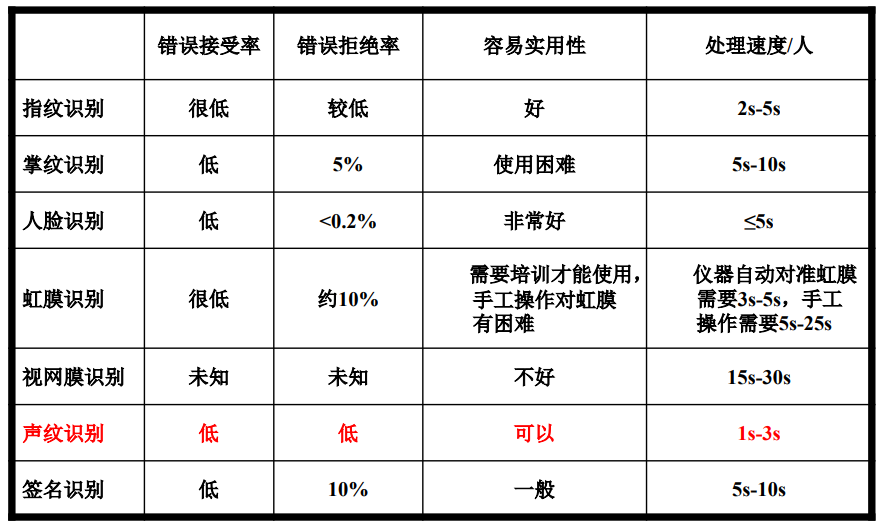
生物识别技术具有以下特点：

* **广泛性：**每个人都应具有这种特性。
* **唯一性：**每个人拥有的特征应各不相同。
* **稳定性：**所选特征应不随时间的变化而发生变化。
* **可采集性：**所选特征应便于测量。

（三）生物特征的评估指标与比较

生物特征的评估指标包括普遍性（universality）、唯一性（uniqueness，独特性）、恒久性（permanence，稳定性）、易采集性（collectability）、系统性能（performance）、用户接受程度（user acceptance）、防欺骗能力（resistance to circumvention）等。





（四）生物识别应用的发展趋势

20世纪90年代，现代指纹识别出现，主要用于刑侦领域；1993年，自动虹膜识别出现；1997年，静脉识别出现，进入应用领域；21世纪，多模态生物识别持续发展。总之，生物识别应用向着社会应用普世化、多模态生物识别、高精度小设备、人性化与非接触式采集发展。

（五）生物识别工作步骤

生物识别工作的基本步骤是：数据获取→特征抽取→特征比较→特征匹配。

生物识别系统捕捉到生物特征的样品，唯一的特征将会被提取，并且转化成数字符号，接着，这些符号被用作那个人的特征模板，这种模板可能会存放在数据库、智能卡或条码卡中，人们同识别系统交互进行模板比较，根据匹配或不匹配来确定身份。

二、语音信号处理——语音识别

（一）语音信号处理简述

语音信号处理简称语音处理，是以语音学和数字信号处理为基础而形成的一门综合性学科，处理的目的是要得到一些语音参数以便高效的传输或存储，或者通过某种运算达到某种用途，如人工合成出语音，辨识出说话者，识别讲话的内容等。

语音信号处理的四大分支是语音编码、语音合成、语音识别、说话人识别。语音处理研究的基本内容包括语音识别、声纹识别、语种识别、文语转换、说话水平评估等。

（二）语音识别的概念

1. 语音识别（Automatic Speech Recognition）

**研究对象：**语音

**研究定位：**是语音信号处理的一个重要研究方向，是模式识别的一个分支，涉及生理学、心理学、语言学、计算机科学以及信号处理等诸多领域，甚至还涉及到人的体态语言（如人在说话时的表情、手势等行为动作可帮助对方理解）

**最终目标：**实现人与机器进行自然语言通信。

2. 语音识别系统的分类

* 按可识别的词汇量分类
  + 大（>1000个单词）
  + 中（>100个单词）
  + 小（< 100个单词）
* 按语音的输入方式
  + 孤立词（音节连续的词条）
  + 连接词（连呼词）
  + 连续语音（自然语言）
* 按发音人
  + 特定人（只针对某人专门训练）
  + 限定人（只针对某一群人）
  + 非特定人（不必经使用者训练就可以识别不同发音者的语音）

3. 语音识别的相关概念

语音（speech）是声音（acoustic）和语言（language）的组合体，对语音的研究包括两个大的方面：语音中各种音的排列规则及其含义（语言学）；语音中各种音的物理特征及其分类（语音学）。

说话的过程相当复杂，其中有心理的、生理的、物理的以及个人的和社会的各种因素。个人因素指讲话口音、用词造句的特色及听话者的听力和理解能力；社会因素指讲话者和听话者对用于进行交际的手段有共同的理解的社会基础。

人说话过程的五个阶段是：想说阶段、说出阶段、传送阶段、接收阶段和理解阶段。

4. 语音识别的相关学科

* **语言学（Linguistics）：**包括构成语言的语素、词、短语、语句等语言构成以及词法、句法、文脉等语法和语义方面的内容。
* **语音学（Phonetics）：**是研究言语过程的一门科学。它考虑的是语音产生、语音感知等的过程以及语音中各个音的特征和分类等问题。从某种意义上讲，语音学与语音信号处理这门学科联系的更紧密。
* **发音语音学（Articulatory Phonetics）：**发音语音学也称生理语音学，主要研究语音产生机理，借助仪器观察发音器官，以确定发者部位和发音方法。
* **声学语音学（Acoustic Phonetics）：**研究语音传递阶段的声学特性，它与传统语音学和现代语音分析手段相结合，用声学和非乎稳信号分析理论来解释各种语音现象，是新学科。
* **听觉语音学（Auditory Phonetics）：**也称感知语音学，研究语音感知阶段的生理和心理特性，即研究耳朵是怎样听音的，大脑是怎样理解这些语音的，语言信息在大脑中存储的部位和形式。与心理学关系密切，新兴学科，目前还处探索阶段。

（三）语音信号的特征及其分析

语音信号的特征包括：

* **时域波形特征：**不同性质的音素存在较大的差异；
* **语音信号的频域特性：**语音信号属短时平稳信号，一般认为在10~30ms内语音信号特性基本是不变的，或变化很缓慢。于是，可以从中截取一小段进行频谱分析。

语谱（sonogram）图分析是一种语音信号分析方法。把和时序相关的傅里叶分析结果显示的图形称为语谱图（sonogram，或spectrogram），它表示语音频谱随时间变化的三维图形。

（四）语音识别的关键技术

1. 语音识别单元的选取

语音识别单元的选取是语音识别研究的第一步。语音识别单元包括单词（句）、音节和音素三种，具体选择由研究任务决定。

**单词（句）单元**广泛应用于中小词汇语音识别系统，但不适合大词汇系统。**原因：**模型库太庞大，训练模型任务繁重，模型匹配算法复杂，难以满足实时性要求。

**音节单元**多见于汉语语音识别。**原因：**汉语是单音节结构的语言，而英语是多音节；汉语虽有约1300个音节，但不考虑声调时只有408个无调音节，数量相对较少，对于中、大词汇量汉语语音识别系统以音节为识别单元基本是可行的。

**音素单元**以前多见于英语语音识别的研究中，但目前中、大词汇量汉语语音识别系统也在越来越多地采用。**原因：**汉语音节仅由声母（包括零声母有22个）和韵母（共有28个）构成，且声韵母声学特性相差很大。实际应用中常把声母依后续韵母的不同而构成细化声母，这样虽增加了模型数目，但提高了易混淆音节的区分能力。由于协同发音的影响，音素单元不稳定，所以如何获得稳定的音素单元，还有待研究。

2. 语音信号特征的提取技术

对于非特定人语音识别来讲，希望特征参数尽可能多的反映语义信息，尽量减少说话人的个人信息（对特定人语音识别来讲，则相反）。从信息论角度讲，这是信息压缩的过程。

**线性预测（LP）**分析技术是目前应用广泛的特征参数提取技术，许多成功的应用系统都采用基于LP技术提取的倒谱参数。但线性预测模型是纯数学模型，没有考虑人类听觉系统对语音的处理特点。

**Mel参数和基于感知线性预测（PLP）**分析提取的感知线性预测倒谱，在一定程度上模拟了人耳对语音的处理特点，应用了人耳听觉感知方面的一些研究成果。实验证明，采用这种技术，语音识别系统的性能有一定提高。

也有研究者尝试把**小波分析技术**应用于特征提取，但目前性能难以与上述技术相比，有待进一步研究。

3. 模式匹配准则及模型训练技术

**模型训练：**从大量已知模式中获取表征本质特征的模型参数；

**模式匹配：**从模型库中找出最能代表未知模式的某个模型。

 主要技术有动态时间归正技术（DTW）、隐马尔可夫模型（HMM）和人工神经网络（ANN）。

* **DTW：**较早的一种模式匹配和模型训练技术，应用动态规划方法成功解决了语音信号特征参数序列比较时时长不等的难题，在孤立词语音识别中获得良好性能，但不适合连续语音大词汇量语音识别系统。
* **HMM模型：**语音信号时变特征的有参表示法。由相互关联的两个随机过程共同描述信号的统计特性，一个是隐蔽的（不可观测的）具有有限状态的Markor链，另一个是与Markor链的每一状态相关联的观察矢量的随机过程（可观测的）。隐蔽Markor链的特征要靠可观测到的信号特征揭示。这样，语音等时变信号某一段特征就由对应状态观察符号的随机过程描述，而信号随时间的变化由隐蔽Markor链的转移概率描述。模型参数包括HMM拓扑结构、状态转移概率及描述观察符号统计特性的一组随机函数。
* **人工神经元网络（ANN）：**在语音识别中的应用是现在研究的又一热点。

（五）语音识别的困难与对策

1. 问题与困难

* **信号特性：**语音信号本身的时变性、瞬变性、随机性和非平稳性给识别工作带来极大的困难。
* **系统通用性、容错性：**系统适应性差，训练结果对环境依赖性强；另一个问题是对用户的错误输入不能正确响应，使用不便。
* **系统的适应性：**高噪声环境下识别困难，因为此时人的发音变化很大，像声音变高，语速变慢，音调及共振峰变化等等，这就是所谓Lombard效应，必须寻找新的信号分析处理方法。
* **各类知识的引入交叉：**语言学、生理学、心理学方面的研究成果如何量化、建模并用于语音识别还需研究。而语言模型、语法及词法模型在中、大词汇量连续语音识别中是非常重要的。
* **处理机制：**对人类的听觉理解、知识积累和学习机制以及大脑神经系统的控制机理等方面的认识还很不清楚；其次，把这方面的现有成果用于语音识别，还有一个艰难的过程。
* **系统的实用性：**从实验室到商品的转化过程中还有许多具体问题需要解决，识别速度、拒识问题以及关键词（句）检测技术等技术细节要解决。

2. 对策

自适应训练，基于最大互信息准则（MMI）和最小区别信息准则（MDI）的区别训练和“矫正”训练；应用人耳对语音信号的处理特点，分析提取特征参数；应用人工神经元网络。

（六）语音识别的基本方法

语音识别的基础是语音分析。语音识别的基本方法是理解、建模、匹配，包括模板匹配法、随机模型法、概率语法分析法、人工神经网络方法等。下面主要介绍模板匹配方法。

1. 模板匹配方法的原理

早期的语音识别系统大多是按照简单的模板匹配的原理构造的特定人、小词汇量、孤立词识别系统。

在训练阶段，用户将词汇表中的每一个词依次地说一遍，并且将其特征矢量作为模板（template）存入模板库；

在识别阶段，将输入语音的特征矢量序列依次与模板库中的每个模板进行相似度比较，将相似度最高者作为识别结果输出。

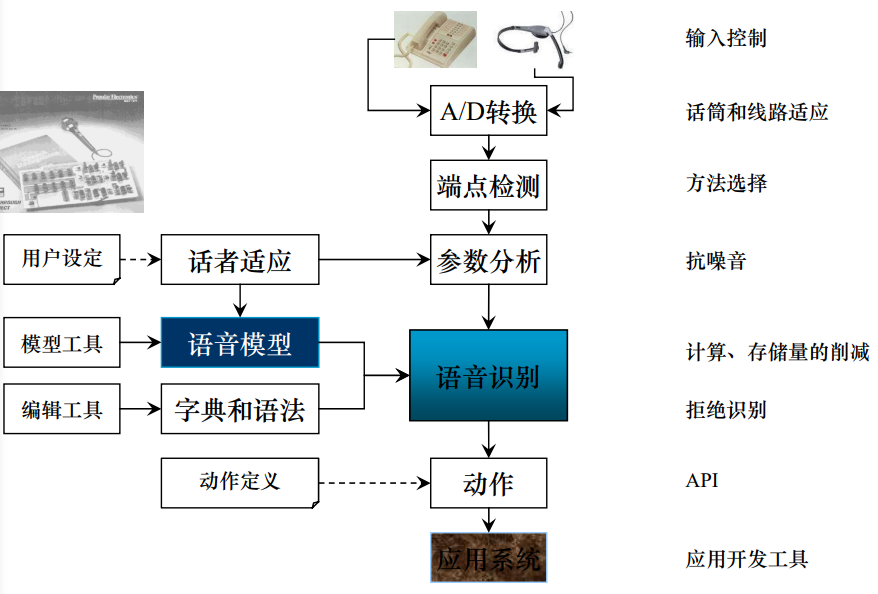
2. 模板匹配方法的特点

* 为每个词条建立一个模板，随着系统用词量的增加，模板的数量将达天文数字。
* 当词汇表较小以及各个词条不易于混淆时，这种方法的识别成功率比较高。
* 比较适合于孤立词的识别，不适合于连续语音的识别。

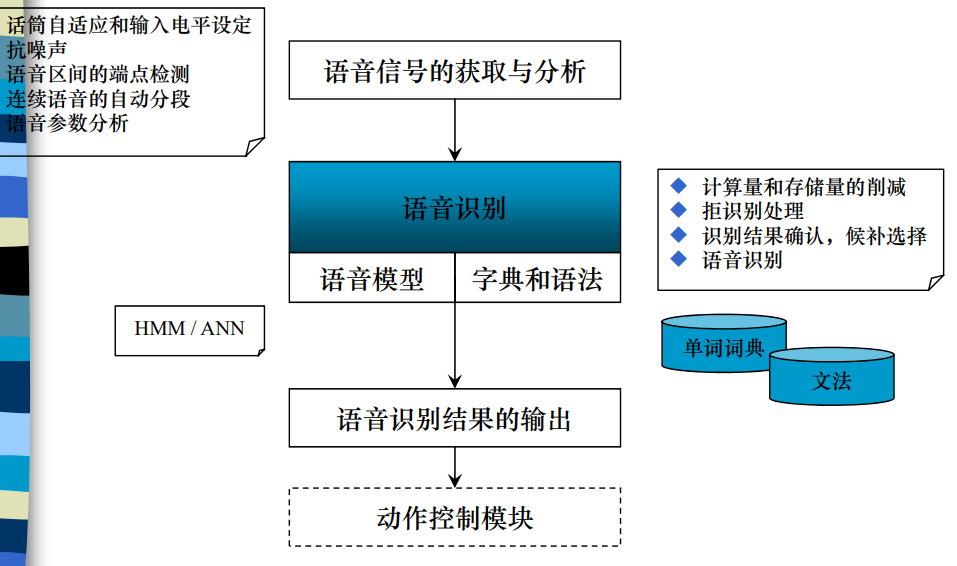
由于语音信号有较大的随机性，即使是同一个人在不同时刻的同一句话所发的同一个音，也不可能具有完全相同的时间长度，因此时间伸缩处理是必不可少的。

（七）语音识别系统

1. 一般结构



2. 工作原理



三、语音信号处理——声纹识别

（一）声纹识别技术的概念

声纹识别（又称说话人识别）技术是从说话人发出的语音信号中提取声纹信息，并对说话人进行身份验证的生物识别技术。

下面列举一些声纹识别领域的基本术语：

* **类型分类**
  + 文本相关（Text-dependent）
  + 文本无关（Text-independent）
* **任务分类**
  + 说话人辨认（Speaker Identification）
  + 说话人确认（Speaker Verification）
* UBM（Universal Background Model），通用背景模型
* GMM（Gaussian Mixture Model），高斯混合模型
* 背景噪音（环境噪音）
* 信道差异（固定电话，手机，麦克风）
* 身体差异，语速快慢，时间间隔
* FAR（False Accept Rate）错误接受率；
* FRR（False Reject Rate）错误拒绝率。
* EER（Equal Error Rate）等错误率；即FAR=FRR时的错误率。

（二）声纹识别的应用

声纹识别已在USB Voice Key、公安系统、银行系统、声纹证件等方面应用。

1. 潜在应用

* **公安领域：**声纹监听、多人识别、声纹比对；
* **金融领域：**银行（电话、网上）、证券、银行卡、身份卡、声纹密匙；
* **生活领域：**高档酒店、会员俱乐部、贵族商城、玩具、汽车、个人电脑（家庭分级密码）。

2. 典型应用

**司法鉴定：**智能声纹识别系统，已成功应用在司法鉴定等领域。目前已成功完成多个声纹鉴定（同一性认定）、声音完整性认定等项目，为司法部门提供了可靠的判断依据。

**基于声纹识别技术的电话语音远程考勤系统：**电话通信中，通过识别来电号码（必须是固定电话）和来电者说话声音的个人特征，我们的系统就可以快速的自动判断被监控人是否在规定的时间出现在规定的场所执行任务，以及记录在该场所停留的时间长度。这个技术方案主要应用在电话远程考勤、移动办公、医疗服务监控、监狱管理、劳改犯人的狱外服刑以及对假释犯罪嫌疑人的自动监控等方面。

四、人脸（面像）识别

（一）人脸检测概述

人脸检测就是在图像中验证并定位人的脸，不管其位置、大小、旋转、朝向、姿势、照明等因素。

1. 人脸检测的重要性

人脸检测是任何全自动人脸识别系统的第一步；是很多安全监控系统的第一步；人脸是高度非刚性的对象；人脸检测有很多应用；是实现自动目标识别（ATR，AutomaticTarget Recognition）或通用物体检测/识别的一步。

2. 人脸检测的困难性

* **姿势（平面外旋转）：**正面、45度角、侧面、上下颠倒；
* **结构性部件的存在或缺少：**胡子、眼镜；
* **面部表情：**人脸的外在表现直接受人面部表情的影响；
* **遮挡：**人脸可以部分被其它物体遮挡；
* **朝向（平面内旋转）**；
* **成像条件：**光照和照相机特性。

与之相关的难题包括：

* **人脸定位：**目标是决定单张脸在图像中的位置；是简化的检测问题，假设了一幅输入图像只包含一张脸；
* **脸部特征提取：**检测特征（如眼、鼻、鼻孔、眉、嘴、唇、耳等）的存在与位置；通常假设一幅图像中只有一张脸；
* 人脸识别（鉴别）；
* 脸部表情识别；
* 人体姿势估计与追踪。

（二）检测/定位人脸的方法

1. 基于知识的方法

基于知识的方法就是把什么组成一张典型的脸有关的人类知识进行编码（通常指脸部特征之间的相互关系）。主要采用多分辨率注意力聚焦方法：

* **级别一（低分辨率）：**用准则“脸的中心部分有4个具有基本一致灰度的单元”来搜寻候选者；
* **级别二：**局部直方图均衡后进行边缘检测；
* **级别三：**寻找特征眼和嘴进行验证。

其优点在于：

* 容易建立一些简单的规则来描述人脸的特征及其相互之间的关系；
* 基于编码后的规则，先抽取输入图像中的脸部特征，然后对候选对象进行甄别；
* 在非复杂背景中人脸定位工作良好。

其缺点在于：

* 很难把人的知识准确地翻译为规则：太详细的规则会导致人脸检测失败而太普通的规则可以找到很多候选者；
* 很难将这种方法扩展到各种姿势下的人脸检测：不可能列举出所有的可能情况。

2. 基于特征的方法

基于特征的方法运用2阶高斯滤波器找出目标点。在目标点附近将边缘分组成区域，每个特征和分组用贝叶斯网络进行评估，处理一些姿势。为了高效运行，采用了一些分层法（注意力聚焦）。

其优点在于：特征对于姿势以及朝向的变化都具有不变性。

其缺点在于：

* 由于一些条件不足（光照、噪声、遮挡），很难定位脸部特征；
* 很难在复杂背景中检测特征。

3. 模板匹配法

模板匹配法采用脸部区域（如14×16像素）亮度对的相对比值：眼睛通常比其周围的脸的部分暗。采用平均区域强度值而非绝对像素值。

其优点在于简单。

其缺点在于：

* 模板在脸部图像附近需要初始化；
* 很难对不同姿势进行模板枚举（类似于基于知识的方法）。

4. 基于表现的方法

基于表现的方法采用脸的正例（通常还和反例）训练分类器。这一方法基于视觉，重视脸的表达/表示、预处理、搜索策略、后处理。

其优点在于：

* 采用了强大的机器学习算法；
* 已经显示了大量很好的结果；
* 快速并且相当稳健；
* 扩展到在各种姿势和朝向下检测人脸。

其缺点在于：

* 通常需要搜索整个空间和尺度；
* 需要大量的正例和反例；
* 仅限于基于视的方法。

五、指纹识别

（一）指纹识别技术的发展

1. 当下的指纹识别技术

现有的指纹识别技术是确定某个指纹的多处细节特征后与指纹库中其它指纹的细节特征进行一一比对。其问题是费时费力，且因采集时的指压各向异性易导致指纹变形。

英国Warwick大学的研究表明，只需数秒钟便能从数百万个指纹中找到相符合的指纹（根据指印整体尺寸和位置将其调节至标准尺寸和位置，解决了指印变形问题→再将标准指印与指纹库中的各种标准指纹图形叠加→根据叠加情况选出最符合的指纹）。其特点是精细有效，甚至可对指纹上的毛孔位置进行比对。

当下，指纹识别进入全面的应用，包括社保、税务、银行、政府、公司企业等领域和场景。

2. 指纹识别应用的发展阶段

* **油墨+指纹卡：**利用的是指纹“触物留痕”的特性。自20世纪60年代起主要应用于司法与刑侦领域。其缺点是系统复杂程度高、硬件成本和运行环境要求程度高、使用和维护的成本较高。
* **光学采集：**利用光的全反射来成像。1980年后，随着个人计算机和光学指纹采集器的发明，指纹识别技术开始进入一些非司法领域，如居民身份证等。1990年以后，廉价指纹采集器和计算设备的出现，解决了快速准确的匹配算法问题，使指纹识别技术走向了基于个人的应用。
* **半导体采集：**利用指纹与半导体的电容感应。电容传感器开创了指纹识别应用的新时代：电容传感器始于1998年，属于半导体传感器的一种，半导体指纹传感器还包括半导体压感式传感器、半导体温度感应传感器等，其中，应用最广泛的是半导体电容式指纹传感器。其优点是体积更小，速度更快，系统复杂度降低。
* **超声波指纹图像：**利用超声波的反射信号。

（二）指纹及其识别

1. 指纹识别的概念

指纹识别主要根据人体指纹的纹路、细节特征等信息对操作或被操作者进行身份鉴定，是目前生物检测学中研究最深入，应用最广泛，发展最成熟的技术。

2. 指纹的固有特性

* **确定性：**每幅指纹的结构是恒定的，胎儿在4个月左右就形成指纹，以后就终身不变。
* **唯一性：**两个完全一致的指纹出现概率极小。
* **可分类性：**可以按指纹的纹线走向进行分类。

3. 指纹的总体特征

指纹的总体特征指那些用肉眼直接就可以观察到的特征，包括：纹形、模式区、核心点、三角点、纹数。

指纹的三种基本图形是环型（loop）、弓型（arch）、螺旋型（whorl）。其他的指纹图案都基于这三种基本图案。

指纹的模式区是指指纹上包含总体特征的区域，即从模式区就能够分辨出指纹是属于那一种类型的。**核心点（下图左）**位于指纹纹路的渐进中心，在指纹读取和比对时作为参考点；三角点**（下图中）**位于从核心点开始的第一个分叉点或断点，或两条纹路会聚处、孤立点、折转处，或指向这些奇异点，三角点提供了指纹纹路计数跟踪的起点；**纹数（下图右）**指模式区内指纹纹路的数量，计时，一般先连接核心点和三角点，连线与指纹纹路相交的数量即为纹数。



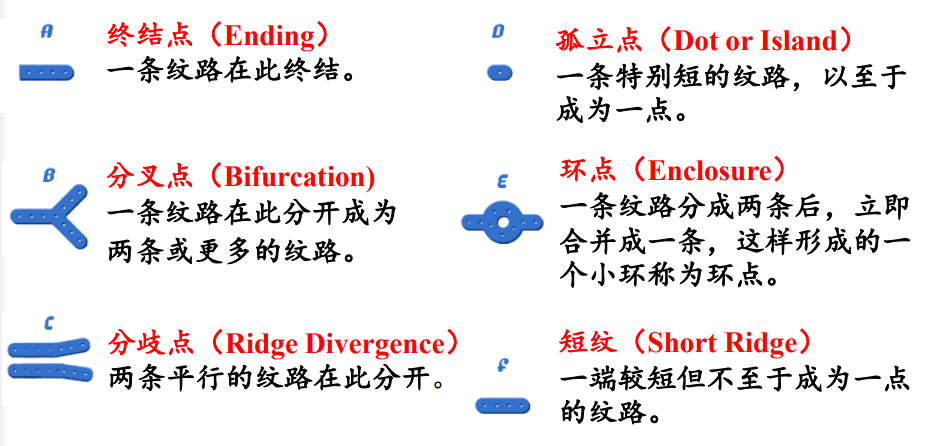
4. 指纹的局部特征

指纹的局部特征是指指纹上的节点的特征，这些具有某种特征的节点称为特征点。包括：特征点的类型、方向、位置。

两枚指纹经常会具有相同的总体特征，但它们的局部特征--特征点，却不可能完全相同。在考虑局部特征的情况下，只要比对13个特征点重合，就可以确认为是同一个指纹。

指纹纹路并不是连续的、平滑笔直的，而是经常出现中断、分叉或打折。这些断点、分叉点和转折点就称为“特征点”。就是这些特征点提供了指纹唯一性的确认信息。指纹上的节点有四种不同特性：

* **特征点：**可分为6类，如下图。最典型的是终结点和分叉点。



* **方向：**节点可以朝着一定的方向。
* **曲率：**描述纹路方向改变的速度。
* **位置：**节点的位置通过(x, y)坐标来描述，可以是绝对的，也可以是相对于三角点或特征点的。

5. 指纹识别的几何基础

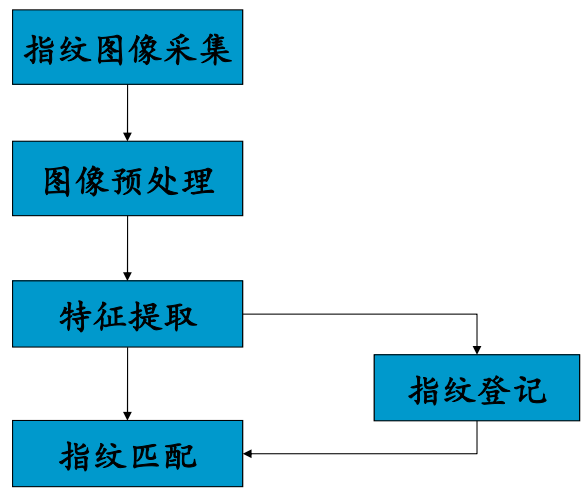
在指纹图象中，具有一定宽度和走向的纹线称为脊线。根据脊线分布的位置和走向以及它们的形状，脊线可分为内部脊线、外围脊线和根基脊线三类。

1. **内部脊线：**居于指纹的中心部位，主要有箕形、环形、螺旋形、弧形或混合形的脊线组成。
2. **外围脊线：**从上部和左右两侧包绕着内部脊线，主要有弓形线组成。
3. **根基脊线：**分布在内部脊线的基底部位，主要由弧度较小的波浪线或不大平坦的直纹线组成。

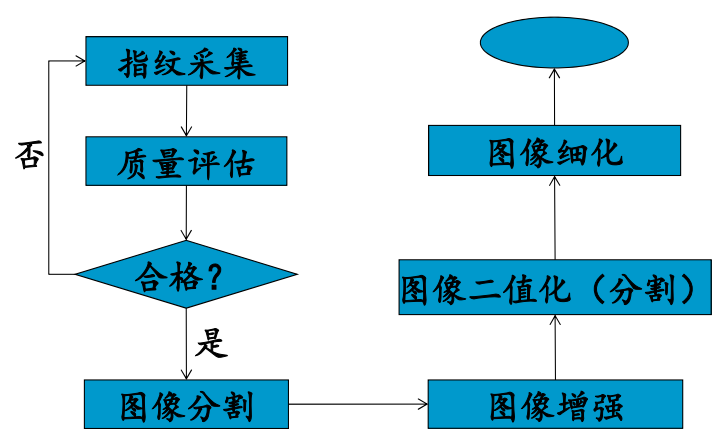
三类脊线常汇合在一处，构成三角状，称之为三角区，每幅指纹图象中一般有一到两个三角区。脊线的中心定点称为指纹的中心点，中心点与三角区是指纹识别中两个非常重要的特征。

（三）指纹识别的过程

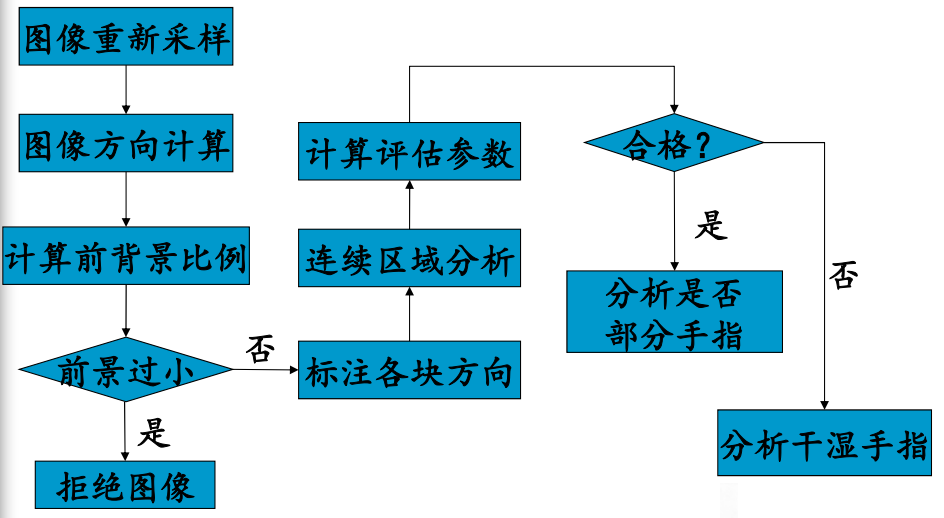
1. 指纹匹配的过程



2. 指纹图像预处理流程



3. 识别评估的过程



（四）指纹识别的验证和辨识

就应用方法而言，指纹识别技术可分为验证和辨识。

**验证**就是通过把一个现场采集到的指纹与一个已经登记的指纹进行一对一的比对来确认身份的过程。

**辨识**则是把现场采集到的指纹同指纹数据库中的指纹逐一对比，从中找出与现场指纹相匹配的指纹。

（五）指纹识别技术的特点

指纹识别技术的优点在于：

1. 指纹是人体独一无二的特征。
2. 可采集指纹多（最多10个），且每个都独一无二的。
3. 扫描指纹的速度快，使用非常方便。
4. 指纹与采集头直接接触，读取特征方法可靠。
5. 指纹采集头体积小，价格低廉。

其缺点在于：

1. 某些人或某些群体的指纹特征很少，故而很难成像。
2. 有些人害怕将指纹记录在案。
3. 每次使用指纹时，都会在指纹采集头上留下用户的指纹印痕，而这些指纹痕迹存在被用来复制指纹的可能性。

第十二讲 股票分析与人口预测中的信号分析

2023.12.11

一、股票分析中的信号分析

（一）股票市场概述

证券价格的波动起伏扑朔迷离，有价格波动的市场会对无数人产生巨大的吸引力。股市中每个主体“成败”的原因包括：

* 个人的素质；
* 外部国际国内环境；
* 偶然发生的某种事件；
* 对股票市场的认识和了解程度；
* 对股票市场未来趋势的判断能力强弱。

因此，对股票进行分析就很有必要，股票分析中的信号分析尤为重要。

（二）股票分析的派别

股票分析主要分为技术分析和基本分析两派。

1. 技术分析简介

技术分析就是通过图表的方式，对市场行为进行研究，从而推判出市场价格发展的未来走势。

技术分析的对象是市场行为，包括投资者的买卖行为及其对市场的影响；其手段是（价格）图表，运用统计学等分析，包括动态报价系统和静态决策分析系统；其目的是预测未来趋势，在趋势形成和发展早期及时准确地判断出来，为买卖决策提供依据。

2. 基本分析简介

基本分析就是根据经济学基本理论（商品供求关系原理），寻找影响股票供求关系的因素（包括经济、政治、市场、公司自身、行业、心理等因素），再根据这些因素的变化来分析判断未来的价格趋势。

基本分析的内容是影响因素，包括宏观因素、中观因素和微观因素；其核心是内在价值，股票的内在价值决定其价格，公司的真实价值取决于增长率、现金流和风险等指标；其目的是预测未来趋势，根据影响股票价格的因素判断股票价格的未来趋势。

3. 两种分析派别的异同

两种分析派别都是市场价格分析的基本方法，都是预测市场价格的变动。

两种分析派别的不同之处如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **技术分析** | **基本分析** |
| **研究内容** | 市场价格过去及现在的行为反应（变动的结果） | 影响价格涨跌的原因（宏观、行业、公司因素） |
| **理论依据** | 空中楼阁理论（市场价格反映的是人们认为它所具有的价值） | 稳固基础理论（市场价格终将回归其内在价值） |
| **注重点** | * 只对市场行为（股票价格走势）进行分析 * 注重各种趋势的分析 | * 注重上市公司的分析 * 注重股票价格影响因素的分析 * 注重股票长期趋势的研究 |
| **分析特点** | 根据价格变动的结果推导价格变动的新的结果 | 根据影响价格的原因推导价格变动结果 |
| **分析对象** | 价格、成交量等市场行为的反映结果 | 宏观经济背景、行业发展背景、上市公司背景 |
| **知识要求** | 图表分析方法 | 经济学、金融学、财政学、投资学、管理学、会计学等 |
| **适用范围与优势** | * 适合于各种投资者的操作 * 适合选择股票买卖时机 * **优势：**选时（投资时机） | * 不适合投资者短线买卖 * 适合选择具体股票 * **优势：**选股（投资对象） |

通过上述对比可以看出在股票市场中这两种分析缺一不可，多数投资者都把两种分析方法综合运用。

对大众投资者而言，基本分析并不适合，需要掌握学习太多内容且很多信息根本无法了解和掌握；相对而言技术分析只需通过图表分析就可判断市场的未来价格走势。

（三）股票技术分析概述

1. 技术分析的理论基础

技术分析的理论基础是以下三个假定条件或前提条件：

* **市场行为包容一切——基石**
  + 任何可能影响股票、期货市场价格的因素（基础、政治、心理等）实际上都反映在其价格中，而价格变化必定反映供求关系。
  + 只研究价格变化就足够，不必研究造成价格变动的内在因素。
  + 图表等工具起作用是因为工具本身如实描述了市场参与者的行为，使我们能把握市场参与者对市场的反应，从而把握市场未来趋势。
* **价格以趋势方式演变——“趋势”概念是核心**
  + 技术分析者认为，市场确有趋势可循，而且当前的市场趋势有势能或惯性，只有当它走到趋势的尽头，它才会掉头反向。
  + 研究价格图表就是要辩识出趋势发展的早期形态，以便顺势交易。
* **历史会重演**
  + 技术分析和市场行为与人类心理学有关，证券投资是一种追求利润的行为，因此市场交易行为将趋于一定模式，导致历史重演。
  + 若图表形态在过去表现良好，就可假设它在将来表现一样良好。

2. 技术分析的四个维度

价、量、时、空是技术分析的四个维度。

价和量是市场行为最基本的表现。一般来说，买卖双方对价格的认同程度通过成交量的大小得到确认。认同程度大，成交量大；认同程度小，成交量小。量价配合的关系是：价升量增、价跌量减、天价天量、地价地量；量价背离的关系是：价升量减、价跌量增。

时间和空间是市场潜在能量的表现。时间指出“价格有可能在何时出现上升或下降”，反映市场起伏的内在规律和事物发展周而复始的特征，体现了市场潜在的能量由小变大再变小的过程；空间指出“价格有可能上升或下降到什么地方”，反映的是每次市场发生变动程度的大小，也体现市场潜在的上升或下降能量的大小。

3. 技术分析的工具

**技术图形（图表）分析：**图表类型有K线图、点线图、直线图、OX图（点数图）几种。其中以K线图表达的涵义最为细腻、敏感，易于掌握行情的短期波动走势、判断多空双方的强弱状态，从而作为进出场交易的参考。

**技术指标分析：**技术指标是指利用价格、成交量、持仓兴趣或股票涨跌只数等市场行为资料，经特定公式计算出的数据。技术指标是图表形态研判的辅助工具，但它具有结论精确客观、指意明确的特点。在中短期交易中显得更为重要。

4. 技术分析的优点与局限性

技术分析的**优点**在于：

* 是一种理性分析，结论客观，图表、技术指标反映的各种信号都不因人为主观的意愿而改变。
* 许多方法简明易懂，任何投资者都可运用。
* 适用于各种交易媒介（股票、期货、汇率等）和任何时间尺度（数周、月、年等）。
* 技术分析已通过价格等市场行为容纳了基础性因素，因此可在很大程度上替代基础分析，甚至于只应用技术分析就行。

技术分析的**局限性**在于：

* 只透过理性层面告知市场趋势发展方向的最大可能性，而非必然趋势，更不可能指示每一次价格波动的最高、最低点，也无法告知每一次上升或下跌何时完结。
* 指示的各种买卖讯号具有时滞性。
* 有许多“死角”、错误信号或信号不灵敏，使可信度大打折扣。
* 所指示的信号尽管是客观的，但不同的分析者仍会有不同的解释。
* 在特殊的大行情中，任何技术分析工具都有可能生效。

（四）股票技术分析理论

1. “自然法则”的提出

道氏理论是查尔斯·道、皮特·汉密尔顿与罗伯特·雷亚等三人共同的研究结果。

查尔斯·道（1851-1902）是《华尔街日报》的创始人和首位编辑。他是一位经验丰富的新闻记者。1885年他设立了道琼斯公司，出版《华尔街日报》，报道有关金融的消息，此报被后人誉为“富人的圣经”。同时创立了股票市场平均指数——“道琼工业指数”。

值得一提的是，创始者查尔斯·道曾声称其理论并不是用于预测股市，甚至不是用于指导投资者，而是一种反映市场总体趋势的晴雨表。大多数人将道氏理论当作一种技术分析手段——这是非常遗憾的一种观点。

皮特·汉密尔顿在道氏的指导下进行研究,他是当时“道氏理论”最佳的代言人。道氏过世后，汉密尔顿在1903年接替道氏担任《华尔街日报》的编辑工作，直至他于1929年过世为止，他继续阐明与改进道氏的观念。汉密尔顿在许多问题中加入了自己的思想，其中包括市场操纵行为、投机行为和政府的管制。

在一次重要的牛市或熊市时期积极向上的力量将压倒市场操纵行为，这是后者无法比拟的。

——皮特·汉密尔顿

投机行为消亡之时就是这个国家消亡之日。

——皮特·汉密尔顿

如果说过去的十年中有什么值得公众牢记的教训，那就是当政府干预私人企业的时候，既使这个企业的宗旨是发展公用事业，其结果也将是无法估量的损失和微乎其微的收益。

——皮特·汉密尔顿

罗伯特·雷亚是汉密尔顿与道氏的崇拜者，他由1922年开始至1939年过世为止，在病榻上勉强工作，利用两人的理论预测股票市场的价格，并有相当不错的收获。雷亚对于“道氏理论”的贡献极多，他纳入成交量的观念，使价格预测又增加一项根据。

2. “自然法则”的发展

**① 技术奇才：威廉·江恩**

威廉·江恩从小在基督教循道会环境下长大，熟读圣经，他宣称在圣经中发现市场循环理论。作为家中长子，因家境贫寒、弟妹众多，他很早开始营生。

1909年，他的交易技巧引起人们注意，《股票行情和投资文摘》杂志专访了他，在受严格监视的25个交易日里使本金增值10倍而名声大噪。1919年辞去工作，开始了自己咨询和出版事业，出版《供需通讯》，既包括股票也包括商业信息，且提供每年的市场走势预测，这些预测的准确性使江恩变得越发具有魅力。1923年出了第一本书《股票行情的真谛》（The Truth of the stock Tape，简体中文版译为《江恩股市定律》），之后陆续又出了十几本书。此外还举办课程和讲座，虽然收费贵得惊人，但仍然吸引大量听众。

为完善理论，他曾经去世界各地旅行，他去过英国、埃及、南美、古巴甚至印度，他长时间逗留在大英博物馆，查阅一百年来的投资市场的数据，1932年，还买了一架银星型（Silver Star）飞机，以便能够在空中查看农作物的收成。

**② 集大成者：拉尔夫·纳尔逊·艾略特**

拉尔夫·纳尔逊·艾略特是杰出的会计师，作家及金融市场分析大师。以其著名的波浪理论而留名于世。1891年（20岁），他去墨西哥任巡道员、列车调度员、速记员、电报操作员、火车站管理员。1896年，他开始从事会计职业，专门发展出了铁路会计，随后的25年中，曾在几家跟风公司供职。1929年，他因患有恶性贫血症而被迫退休。

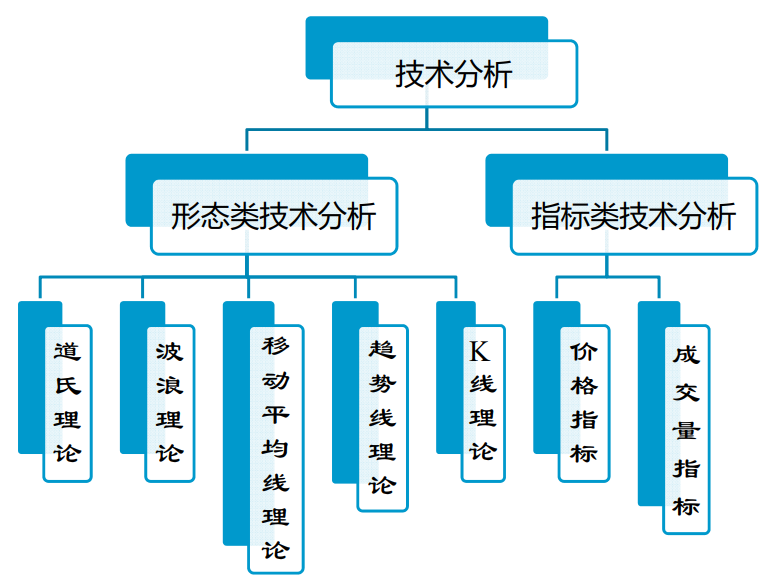
1932年（61岁），在研究道氏理论后，他开始转向研究股票市场的行为，大部分的观察用的是分形。1934年，写信给投资者顾问公司的总裁柯林斯，介绍波浪理论；1935年在连珠炮似的信件攻击下，柯林斯将艾略特介绍给了当时顶尖的技术分析大师罗伯特雷亚先生。1937年3月柯林斯以艾略特的原始论文为基础完成了第一步关于艾略特波浪理论的专著《波浪理论》并于1938年8月31日出版。紧接着艾略特自己有搞了一些杂志《教育简报》以及《研判通讯》等进一步推广他的波浪理论。1940年艾略特发表了斐波那契奇数数列在波浪理论中的运用的讨论。

**③ 指标发明家：威尔斯·韦尔德**

威尔斯·韦尔德曾当过机械工程师，精于数学分析。他于1978年出版了《技术性买卖系统的新概念》一书，发明了一系列技术辅助指标：相对强弱指数（RSI）、抛物线（PAR）、摇摆指数（SI）、转向分析（DM）、动力指标（MOM）、变异率（VOL）等等。上述技术指标尤其是相对强弱指数大行其道，深受技术派人士的欢迎，韦尔德很快就举世知名。

韦尔德的测市系统，虽品种繁多，但大同小异。他经过多年的反省检讨，认识到每一种指标都有其缺陷与误区，没有任何分析工具可以绝对准确地预测市势的趋向。他悟到“顺势而为”的重要性，深明“无招胜有招”的真谛，于1987年推出新作《亚当理论》，副题为“最重要的是赚钱”。

3. 技术分析的主要理论架构



4. 技术分析的理论

见打印材料“股票分析与人口预测中的信号分析”第1~10页。

二、城市规划与人口规模预测

（一）预测人口规模的意义

预测人口规模的意义在于：

* 城市规划是政府引导和调控城镇发展建设的重要手段——遏制城市规模盲目扩大、规范各类开发区、稳定房价、规范拆迁管理。
* 规划是城市管理的第一要务，市长是城市规划工作的第一责任人。
* 人口规模的分析预测，是城市总体规划的重要内容——是城市规划的基本参数，影响规划布局结构、各类设施的数量和标准、交通方式的选择等。
* 人口规模是判断城市区域地位的重要指标：小城市→中城市→大城市→特大城市→超大城市。
* 城市规划的核心任务就是为人的全面发展服务，以人的社会经济活动为基础，合理配置空间资源，有序安排城市的各项建设，协调城市不同利益主体之间的关系，制定公共政策，维护公众利益。

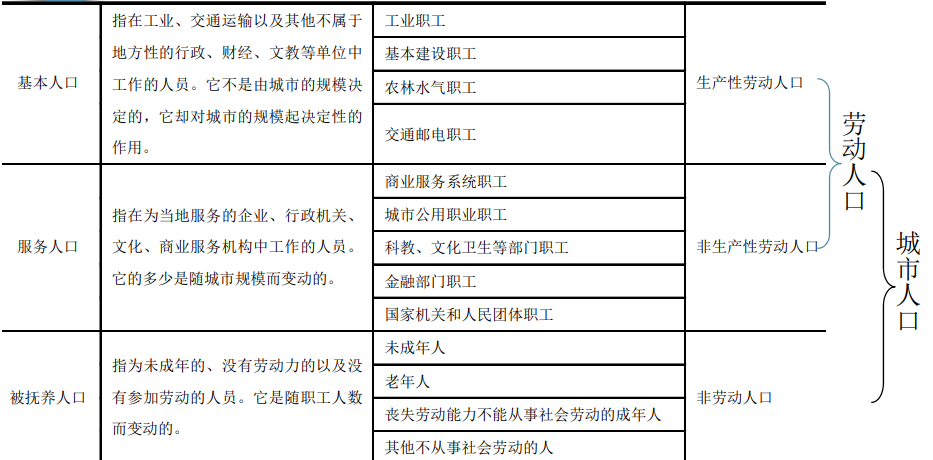
（二）传统城市规划的人口预测方法

计划经济时期，城市规划的主要工作是“国民经济发展计划的空间落实”。这一时期的城镇人口预测模型较好地适应了计划经济体制的背景，劳动平衡法、职工带眷系数法是这一时期普遍采用的具有代表性的预测方法。

此时人口的内涵是一定地域、非农业人口。

城市人口预测的理论依据是马克思指出的“按一定比例分配社会劳动”是社会经济活动的客观规律。城市发展对劳动力的需要量，决定了城市人口的发展规模。

城市人口分类如下：



1. 时间序列法

时间序列法从人口增长与时间变化的关系中找出两者之间的规律，建立数学公式来进行推算。要求城市人口要有较长的时间序列统计数据，而且人口数据没有大的起伏。

适用于相对封闭、历史长、影响发展因素缓和的城市。

2. 劳动平衡法

劳动平衡法以社会经济发展计划的基本人口数、服务人口及与总人口的比例关 系来确定人口规模。公式为：

* **基本人口的百分比：**30~40%，大城市低，小城市高；
* **服务人口的百分比：**分析生活水平、城市作用、特点确定，12~20％，大城市高；
* **被抚养人口的百分比：**分析年龄构成确定，45~50％。

适用于将有较大发展、国民经济发展计划比较具体落实、人口统计资料比较齐全的中小城市和新兴工业区。

3. 职工带眷系数法

职工带眷系数法根据职工人数与职工带眷情况来计算城市人口发展规模。

适用于新建工矿城镇的人口规模估算。其社会经济背景是计划下的项目基本建设程序和严格的户籍制度管理。带眷职工和单身职工的划分、职工数量的确定都带着明显的计划经济和户籍管理的时代特征。

4. 综合平衡法

综合平衡法根据城市的人口自然增长和机械增长来推算城市人口的发展规模。

适用于难以确定基本人口（或生产性劳动人口）的城市。需要有历年来城市人口自然增长和机械增长方面的调查资料。

5. 环境容量法（门槛约束法）

环境容量法根据环境条件来确定城市允许发展的最大规模。

有些城市受自然条件的限制比较大，如水资源短缺、地形条件恶劣、开发城市用地困难、断裂带穿越城市、地震威胁大、有严重的地方病等。这些问题都不是目前的技术条件所能解决的，或是要投入大量的人力和物力，由城市人口的增长而增加的经济效益低于扩充环境容量所需的成本，经济上不可行。

（三）传统方法存在的不足与问题

1. 对人口构成分析研究不够

目前城市规划编制中，人口研究的重点是人口规模总量的预测，忽视了人口构成分析。人口构成包括年龄、性别、家庭、劳动、职业、教育等。

2. 对人口就业问题研究不够

城市产业与人口是互动关系，劳动力数量和素质是产业发展的基础，人口规模预测要充分考虑城市所能提供的就业机会，城市产业布局和产业结构转化也要考虑城市和相关地区的就业需求。

3. 对资源、环境承载能力研究不够

由于不同地域城市的自然资源禀赋不尽相同，在维持一定生活质量的条件下，所能承载的人口数量也不一样。

超越资源环境承载能力的人口规模，会破坏人类的生存空间，造成生态失衡和资源枯竭、环境恶化，直接威胁人类生活的安全和舒适。

一些城市在预测人口规模时对资源、生态环境等限制条件考虑不够。

（四）市场经济新时期人口统计路径的变化

此时城市人口的内涵包括：

* **地域性（实体概念）**——一定区域，建成区。
* **时间性（阶段性）**——城市人口具有较强的流动性，因而随时间的变化而变化。
* **类别性（三种人）**——指建成区内实际居住人口之和，由三部分组成：非农业人口；农业人口；暂住一年以上的暂住人口。

流动人口成为了城镇人口增长的主体。目前我国处于人口低出生率、低死亡率的发展阶段，机械增长取代自然增长，成为城镇人口增长的主要动力。

广义的机械增长包括户籍人口的迁移和流动人口的增加。随着城镇化进程加速，城市中的机械增长主要是流动人口，即暂住人口的增加，改变了城镇人口的结构，对城市规划提出了新的要求。中国正在步入移民期——所谓移民时期，是指一个国家或地区的迁移人口占总人口的比重相对稳定于10%以上的时期。

新时期也有了新的人口规模预测方法。城镇人口增长的根本动因来自于就业岗位的增加，准确把握劳动力的变动趋势，是城镇人口预测的前提。事实上，劳动平衡法等方法也是从就业岗位入手来预测城镇人口的。在计划经济体制下就业岗位与项目计划直接挂钩；而在市场经济体制下，项目计划难以掌握，需要利用宏观经济总量、结构等发展目标预测劳动力数量。

1. 综合增长率法

综合增长率法将城市发展分成若干阶段，根据城市发展不同阶段，影响人口因素的变化，分别确定有关的参数、逐段向前递推预测。

综合增长率的确定，考虑人口的自然、机械增长的历史情况、国家计划生育政策变化、经济发展带来的暂住人口和流动人口的变化及环境保护、耕地保护等政策对人口的限制因素等。

该方法目前在规划中广泛应用。

2. 双系列多因素分析法

影响城市人口规模的因素是很复杂的，有自然的、社会的、经济的、文化的等方面的因素，另一方面城市是在一定区域范围内形成发展起来的。在充分研究了城市人口规模的复杂性、区域性、动态性和确定城市人口规模的可操作性的基础上，提出了确定城市人口规模的“双系列多因素分析法”。所谓“双系列”是指“宏观系列”和“微观系列”，“多因素”是指自然、经济、社会等多方面的影响因素。

**城市化水平的确定需要分析：**全市的地理区位和自然条件；全市经济发展水平在全省或某一区域范围内所处地位以及未来发展的前景；全省城市化的进程、特点和发展水平，从大的区域范围里来考虑本市的城市化发展状况。

**人口增长率**包括人口自然增长和机械增长。在各市的社会经济发展战略中，对全市人口自然增长率有具体的规定和要求，可作为预测全市人口的依据；机械增长率要通过多年全市迁入、迁出人口变化情况的统计来进行预测。

全市城镇人口如何在建制镇、县级市、市区中进行合理分配是目前城镇体系规划的主要内容，**要做好几点研究：**各类城镇发展条件（制约条件和有利条件）分析；城镇等级结构、规模结构分析；城镇布局结构分析；城市化机制分析。

暂住人口的预测有两种方法：

* **递推法：**即根据多年暂住人口的增长情况，求得一增长率，然后计算出规划期末的暂住人口。
* **类比法：**可先求出当年暂住人口占常住人口的比重，再与国内规模相类似经济发展较快的城市的常住人口和暂住人口的比例关系相比较，并根据本市的情况作一定的调整，确定规划期末暂住人口占常住人口的比重。

（五）新时期人口预测的难点及改进思路

1. 新时期人口预测的难点

* **统计口径与数据质量问题**
  + 统计口径问题——不能满足城市规划工作的需要：（目前）城市市区非农业人口或城市市区总人口；（需要）城镇建成区常住人口；
  + 数据质量问题——统计数据的偏差；区划调整的影响。
* **模型应用问题**
  + 模型适用条件；
  + 参数选取问题——科学的公式，不科学的参数；
  + 预测结果的校核。
* **基础研究工作薄弱**
  + 注重规模预测而不注重结构研究——年龄结构的预测分析→住宅开发政策；就业结构的分析→产业政策；社会属性分析→城市社会问题；文化结构分析→人才开发策略；
  + 对人口流动问题的研究较少。
* **预测人口的指导思想有偏差（领导干预）**

2. 改进人口分析预测工作的思路

**传统思路：**重发展、轻保护，重需要、轻可能；

**改进想法：**加强对区域背景、人口构成、经济社会发展阶段、资源与环境承载能力的分析。

* 单一预测（数量）→综合分析（数量+构成+属性）
* 静态规划→动态规划（体现协调、互动）
* 封闭预测分析模式（就城市论城市）→开放研究模式（关注区域人口流动）