

# 数字信号处理与传感器

机械电子工程研究所  
王宏

## **《数字信号处理与传感器》与人工智能是否有关？**

**《数字信号处理与传感器》为生成式人工智能提供了高质量的数据和特征提取手段，而生成式人工智能则为数字信号处理带来了新的方法和思路。**

**最先掌握AI的人，将会比较晚掌握AI的人有竞争优势**

# 数字世界的三重奏：信号处理、传感器、人工智能

在数字世界里，信号处理、传感器、人工智能奏响了美妙的三重奏。

- 信号处理是这场乐章的序曲，它如同一位细腻的调音师，将复杂的信号梳理得井井有条，它用算法的魔法，滤去噪声，提取精华，让信息在数字世界中清晰地流淌。
- 传感器则是那敏锐的听者，时刻捕捉着自然界的细微变化。无论是温度的波动、光线的强弱，还是声音的起伏，传感器都能将其转化为数字语言，传递给世界的中枢，它是连接现实与虚拟的桥梁，是数字世界感知万物的触角。
- 人工智能，则是这场交响乐的灵魂指挥家，它赋予了机器以智慧和思考，它让机器不仅能感知，更能理解和决策。从自动驾驶的汽车到智能家居的便捷，从医疗影像的诊断到工业生产的优化，人工智能用智能的光芒，照亮了人类生活的每一个角落。



**三者携手，奏响了科技的华章，开启了智能时代的崭新序曲。**

# 传感器与数字信号处理在大模型获取和处理数据的过程中扮演着至关重要的角色。

- 传感器是大模型获取数据的媒体，数字信号处理是大模型清洗数据的方法。传感器生成的数据通过数字信号处理进行清洗和特征提取，最终提供给大模型进行训练和推理。
- 大模型的输出结果可以优化调整传感器的设置或数据采集策略。例如，基于大模型的分析结果，可能需要调整传感器的灵敏度或采样频率。

# 教育不仅是传授知识，更是启发学生潜能的过程

借助AI大模型的强大能力，激发学生在数字信号处理与传感器课程中的潜能，提升学生的学习体验和成就感。

- 通过小组讨论和项目，利用大模型作为协助工具，促进学生之间的合作与交流，鼓励团队合作精神；
- 学生可以共同利用大模型来进行知识共享，讨论信号处理相关问题和解决方案；
- 提供编程方面的支持，学生可以通过大模型获取代码示例、算法实现和调试建议，提升他们的编程能力；
- 大模型能够帮助学生理解复杂的算法，通过逐步解析和实例演示，增强他们对信号处理算法的掌握。

# 《星辰与巨兽：MATLAB、Python与大模型的交响曲》

MATLAB、Python与大模型，它们相互依存，相互促进。

- MATLAB为大模型提供了强大的数学基础，
- Python为AI大模型提供了灵活的实现方式，
- 而大模型则为MATLAB和Python注入了新的活力，让它们在人工智能的时代焕发出新的光彩。



# 目录

第一章	概述
第二章	传感器基础
第三章	模数转换和数模转换
第四章	数字信号
第五章	差分方程与滤波
第六章	卷积与滤波
第七章	Z变换
第八章	傅立叶变换与滤波器的形状
第九章	数字信号频谱
第十章	数字滤波器设计与检测技术
第十一章	DFT和FFT

# 第一章 概述

---

1.1 数字信号处理与传感器技术在数字中国建设中的作用

1.2 数字信号处理的目的是与意义

1.3 研究传感器的目的与意义

1.4 数字信号处理与传感器技术的发展历程

1.5 本课程的主要内容



# 1.1 数字信号处理与传感器技术在数字中国建设中的作用

国家互联网信息办公室发布

## 《数字中国发展报告（2020年）》

将建设数字中国作为新时代国家信息化发展的总体战略，有力推进核心技术开发。

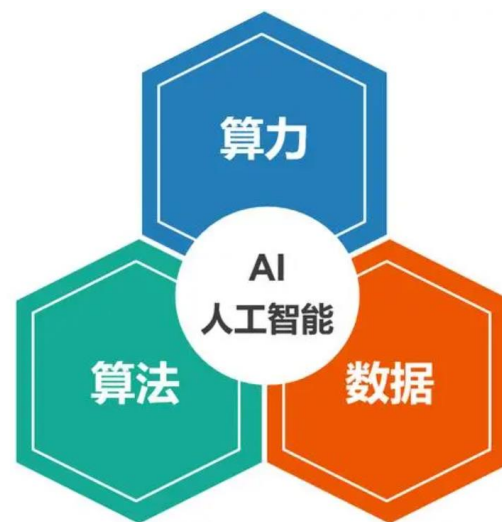


**数字化技术基本理论之一：数字信号处理与传感器**

# 生成式人工智能大模型

---

- 生成式人工智能大模型是利用算法、模型和规则，从大规模数据集中学习，以创造新的原创内容的人工智能技术，如 DeepSeek、ChatGPT等。
- 算法、算力、**数据**。



**什么是数字化？**

**如何实现数字化？**

**数字化需要哪些技术？**

# 物联网是推进数字中国建设的关键

物联网已成为全球新一轮科技革命与产业变革的重要驱动力，为人类社会描绘出智能化世界的美好蓝图。如今信息社会正在高速发展。

- 在万物互联的时代，更是**传统制造业智能升级的突破口。**



# 物联世界、传感先行



数字信号处理技术

传感器技术



**信号获取（传感器）**

**信号分析处理（数字信号处理）**



# 数字化+制造

---

- 中国制造2025、工业4.0
- 无人化工厂

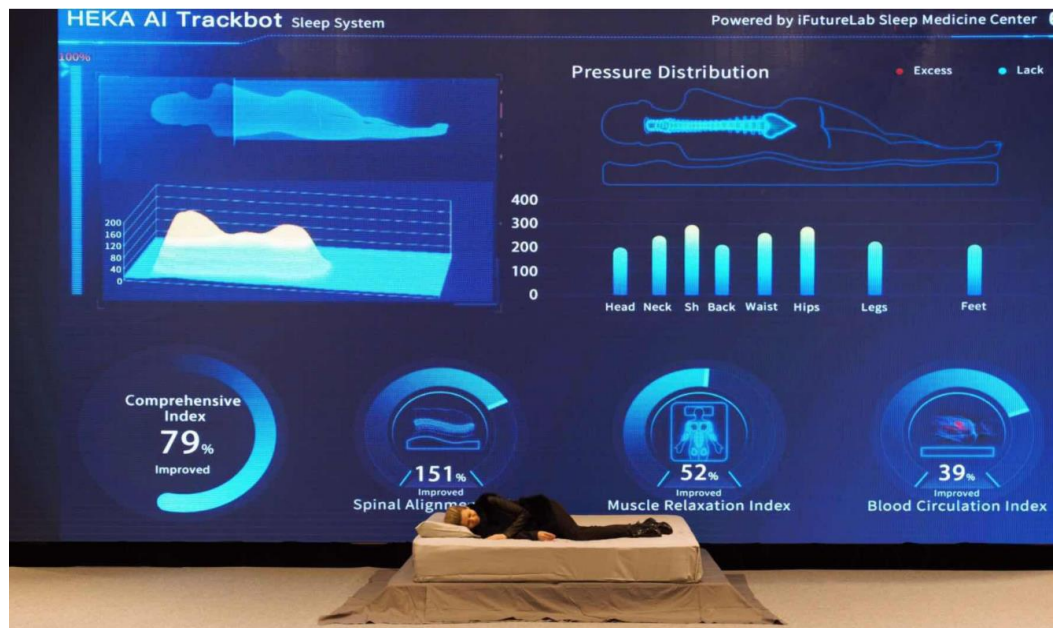


# 数字化+家居

## 智能冰箱



## 智能床垫



## 智能家居



# 数字化+物流



# 数字化+教育





# 数字化+交通



# 1.2 数字信号处理的目的是意义

## 1) 目的

信息时代的今天，由于计算机的存在，人们在生产和生活中经常涉及到对信号的处理。

- 如何用计算机来处理信号？
- 如何从混杂的信号中提取出有用的信息？
- 如何将信号变换成容易处理、传输、分析与识别的形式？

## 2) 应用



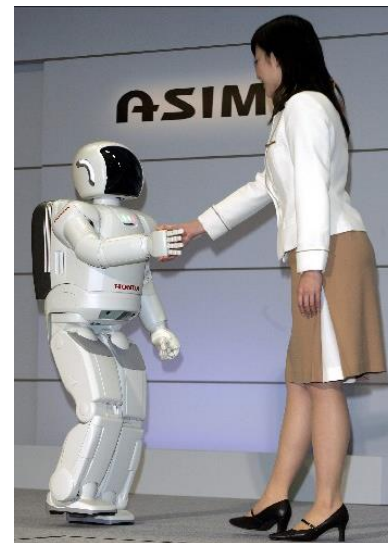
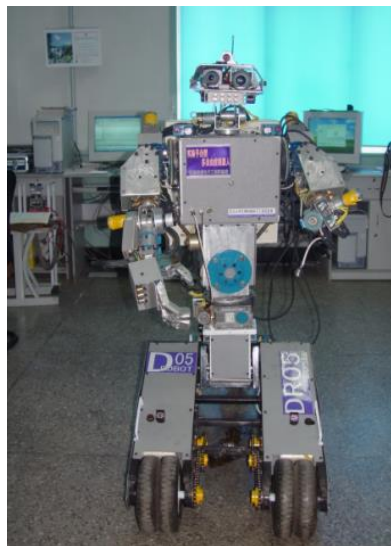
# DSP 芯片设计

- DSP (Digital Signal Processor)  
是一种独特的微处理器，是以数字信号来处理大量信息的器件；
- DSP芯片应用于数字控制、运动控制，包括：激光打印机控制、马达控制、电力系统控制、机器人控制、高精度伺服系统控制、数控机床、手机、GPS、数传电台等。





# 机器人



# 排爆机器人控制

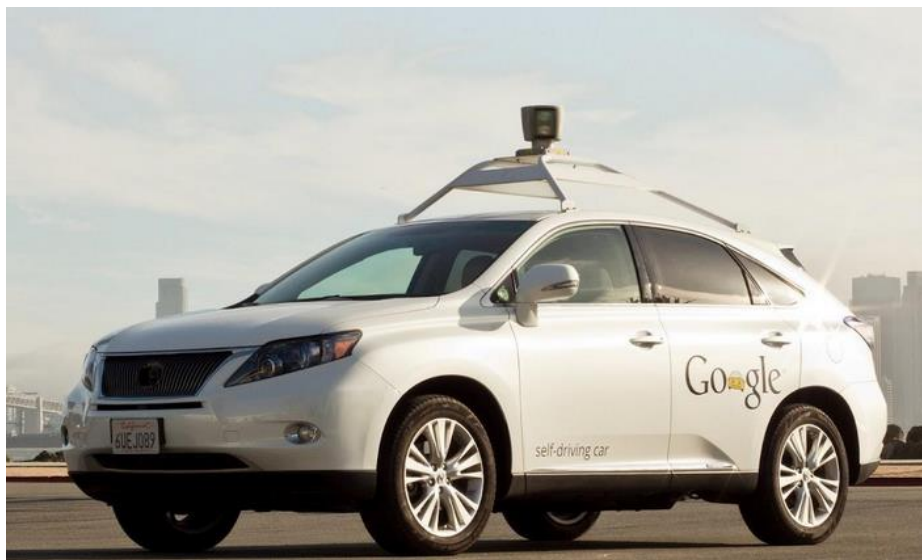


# 焊接机器人





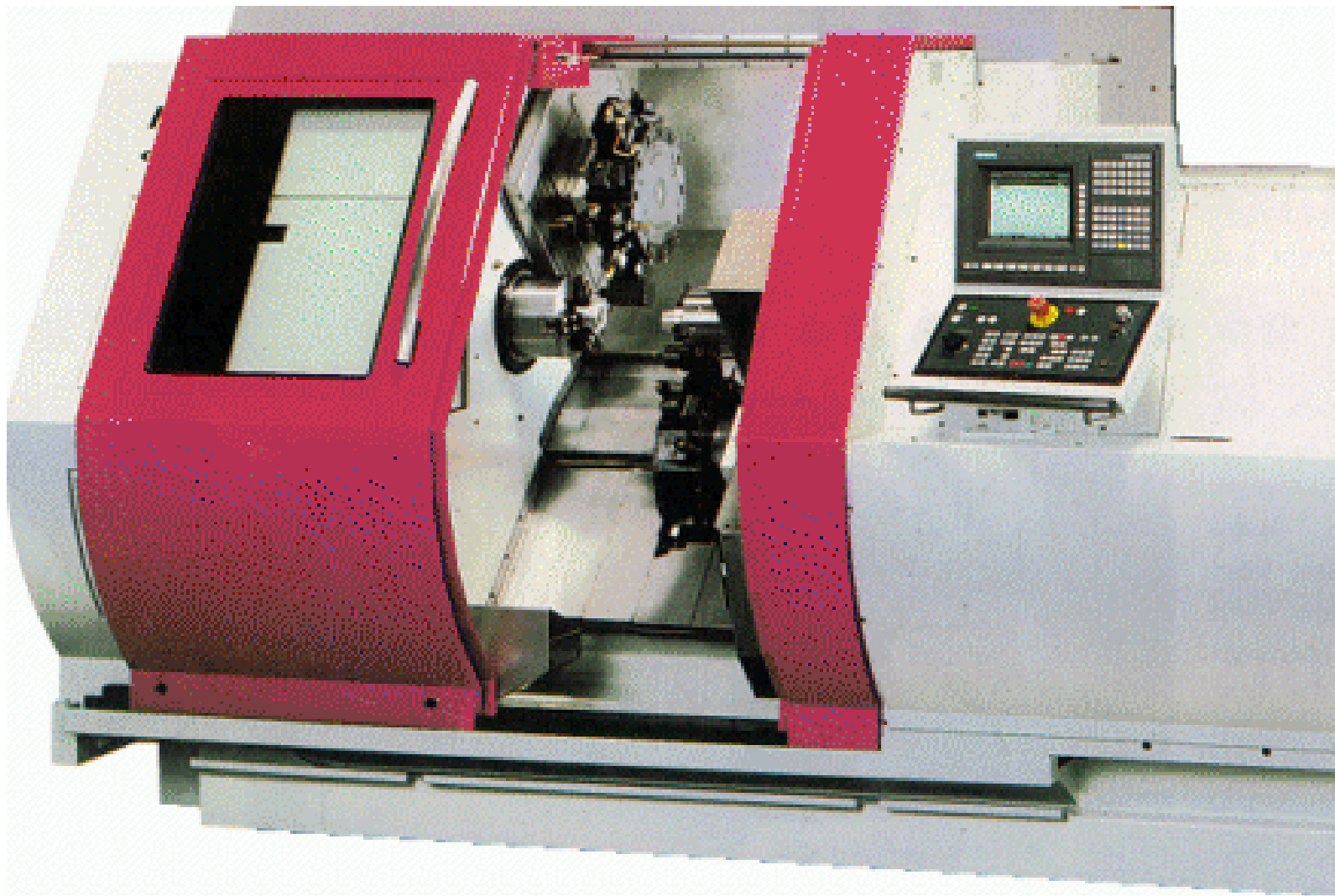
# 无人驾驶的汽车



# 无人机



# 数控车床



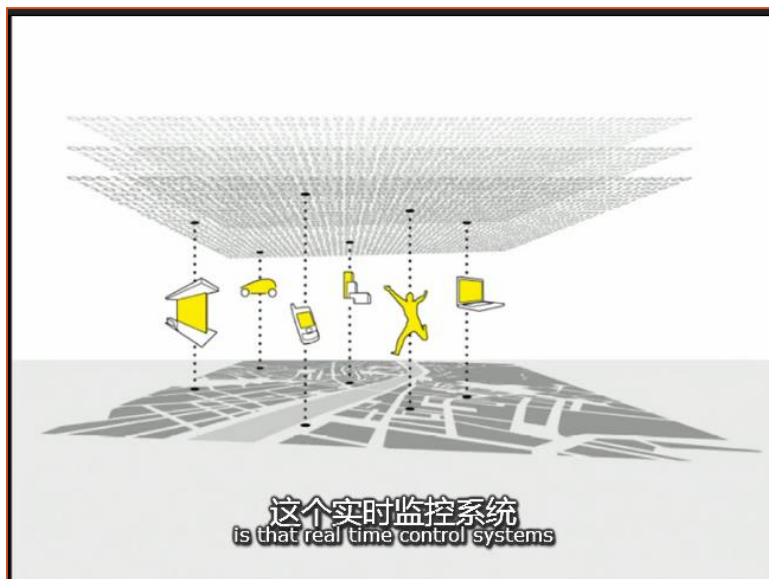
# 数控铣床





# 制造业-物联网

- 物联网向制造业环节渗透，网络协同制造、工业云已经开始出现，物联网正在彻底改变着制造业。
  - 传感器技术
  - 智能控制
  - 云网络-机器

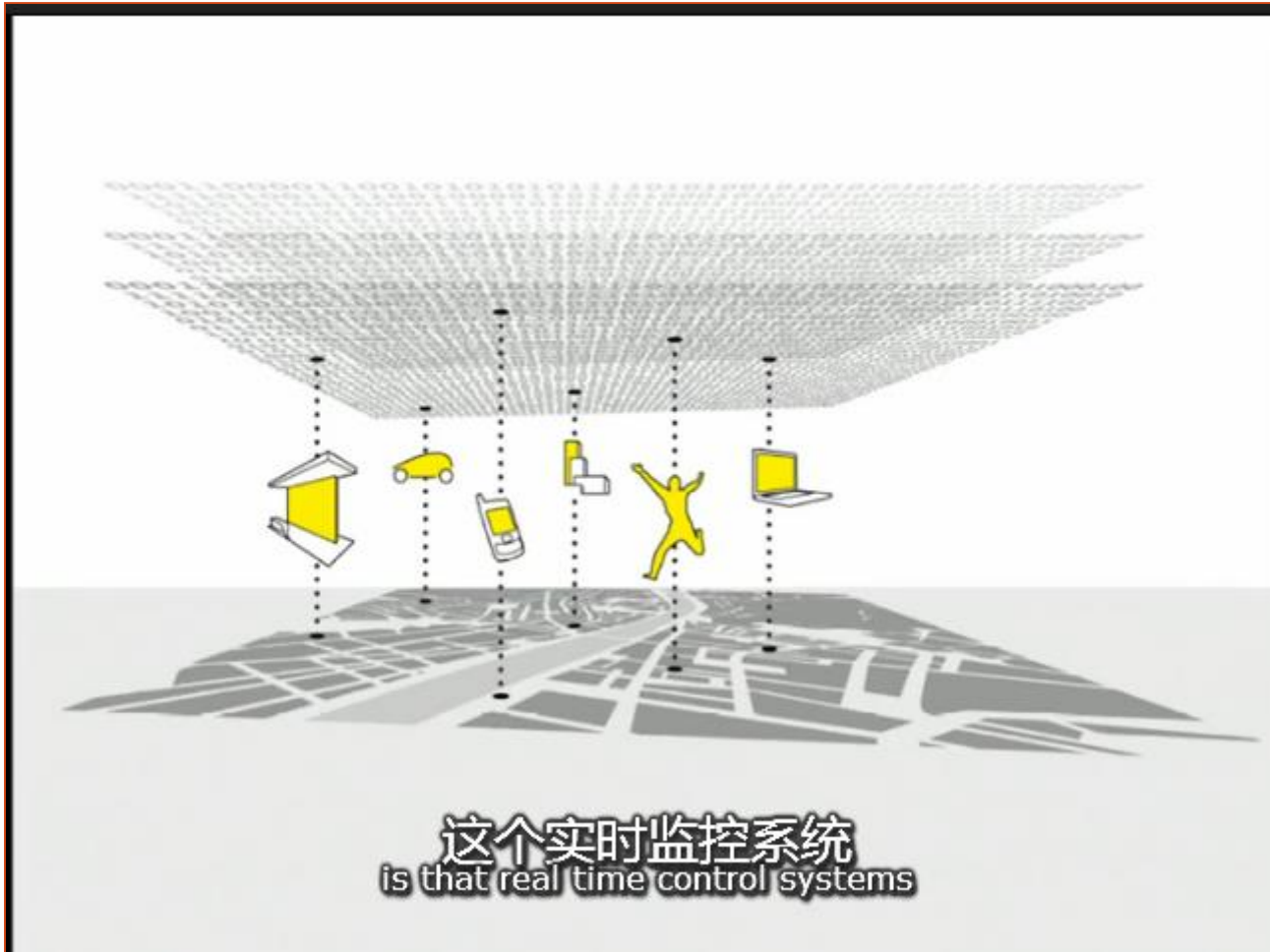


# 1.3 研究传感器的目的与意义

---

## 1) 为什么需要传感器

- 新技术革命的到来，世界开始进入信息时代。在利用信息的过程中，首先要解决的就是要获取准确可靠的信息，而传感器是获取自然和生产领域中信息的主要途径与手段。
- 在智能制造中，要用各种传感器来监视和控制生产过程中的各个参数，使设备工作在正常状态或最佳状态，并使产品达到最好的质量。可以说，没有优良的传感器，现代化生产也就失去了基础。



传感器：获取数据

# 1.3 研究传感器的目的与意义

## 1) 为什么需要传感器





# 1.3 研究传感器的目的与意义

---

## 2) 传感器在现代科学技术中具有十分重要的地位

- 传感器技术被称为现代信息技术的三大支柱（**传感技术、计算机技术、通信技术**）之一。
- 传感器已渗透到诸如工业生产、宇宙开发、海洋探测、环境保护、资源调查、医学诊断、生物工程、甚至文物保护等等领域。从茫茫的太空，到浩瀚的海洋，以至各种复杂的工程系统，几乎每一个现代化项目，都离不开各种各样的传感器。

# 1.3 研究传感器的目的与意义

---

## 3) 传感器面临的挑战

- 要获取大量人类感官无法直接获取的信息，没有相适应的传感器是不可能的，需要智能传感器问世。
- 高精度、高可靠性传感器的出现，会带动相关技术领域的突破。
- 新型传感器研发需要多学科交叉，这样将会推进一些边缘学科发展。
- 世界各国都十分重视传感器领域的发展，相信不久的将来，传感器技术将会出现一个飞跃，达到与其重要地位相称的新水平。

# 1.4 数字信号处理与传感器技术的发展历程

---

## 1) 什么是信号

- 信号是运载信息的载体，没有信息，信号将毫无意义。

## 2) 什么是数字信号

- 用计算机处理的信号

## 3) 什么是数字信号处理

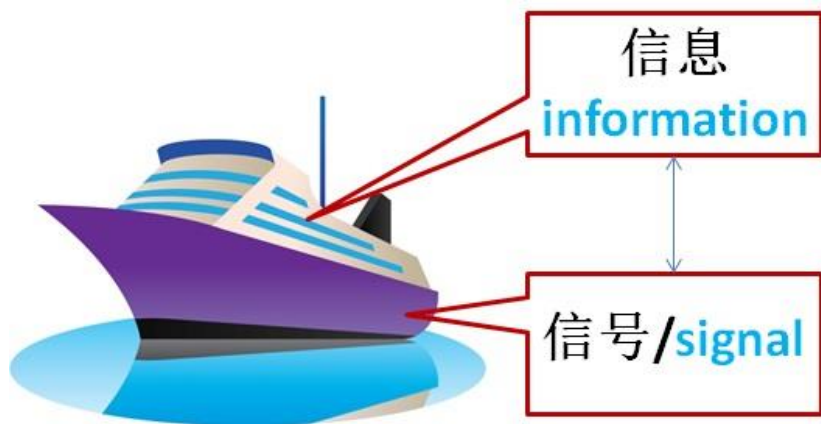
- 将信号输入计算机内进行分析处理

# 1.4 数字信号处理与传感器技术的发展历程

---

## 1) 信号与信息

- ❑ 信号是运载信息的载体，没有信息，信号将毫无意义。
- ❑ 信息则是知识等用于交流的消息抽象代名词，没有载体运载信息、信息也将毫无意义。



# Traffic signal



# 1.4 数字信号处理与传感器技术的发展历程

---

## 2) 数字信号处理的发展

- 在远古时代，古人们之间还没有语言，他们对彼此做的各种手势、各种肢体动作作为信号，其中包含着想要表达的信息。
- 伴随着人类的文明，人们不能再满足于仅仅用肢体语言来表达信息的方式，于是这促使了语言的诞生。语言成为交流信息的信号。

# 1.4 数字信号处理与传感器技术的发展历程

## 2) 数字信号处理的发展

“自古以来，科学技术就以一种不可逆转、不可抗拒的力量推动着人类社会向前发展。16世纪以来，世界发生了多次科技革命，每一次都深刻影响了世界力量格局[1]。”

- **第一次工业革命：**蒸汽机的发明实现了机械化。
- **第二次工业革命：**电的发明，实现了电气化，
  - ① 用电话、电报传递信息，
  - ② 20世纪60年代，计算机处理信号，
  - ③ 计算机网络来传递信号，数字信号处理技术已经形成了一门新兴学科，应用在通信、声纳、雷达、空间技术、自动控制、仪器仪表等领域。
- **新一轮工业革命：**互联网技术出现，可实现网络制造和智能制造等，
  - ① 计算机-计算机之间的网络连接
  - ② 手机-计算机之间的网络连接
  - ③ 物体-机械装置-手机-计算机-.....之间的网络连接

[1]：习主席2014年在两院院士大会上的讲话

# 1.4 数字信号处理与传感器技术的发展历程

---

## 3) 传感器的发展

- 70年代前，结构型传感器，它利用结构参量变化来感受和转化信号。例如：电阻应变式传感器。
- 70 年代，随着集成技术、微电子技术及计算机技术的发展、出现了集成的传感器。
- 80年代，随着人工智能和计算机技术的发展，出现了智能传感器，其对外界信息具有一定检测、自诊断、数据处理以及自适应能力。
- 90年代，随着网络等技术的进一步发展，传感器不仅具有自诊断功能、记忆功能、多参量测量功能，还具有联网通信的功能等。



# 例如：物联网技术与工业的融合创新

- 过去的制造业只是一个环节，但随着物联网和工业的融合，它的含义已经发生巨大变化，它会打破工业生产的全声明周期，从产品的设计、研发、生产制造、营销、服务构成了闭环，彻底改变工业的生产模式。
- 实现物理设备的信息感知、网络通信、精确控制和远程协作。通过物联网这个层面，通过接入不同的传感器进行实时的感知。这些传感器当中具有精确计算的功能，达到效率提升的目的。
- 互联网进一步向制造业环节渗透，网络协同制造、工业云已经开始出现，互联网正在彻底改变着制造业。

传感器/信号采集



信号处理



信号传输





# 机械工程师 ----- 机械数据工程师













# 生成式人工智能与数字信号处理密切相关

**1, 数据获取：**传感器通常用于收集环境中的各种信号，如声音、图像、温度等。这些信号被转换成数字形式，并通过数字信号处理技术进行分析和处理。生成式人工智能可以利用这些数字信号来学习环境特征，并生成新的数据，如图像、声音等，以模仿人类的感知和行为。

**2, 信号处理：**数字信号处理是生成式人工智能的重要基础之一。在处理传感器数据时，常常需要应用信号处理技术来提取有用的特征、去除噪声、进行数据压缩等。这些处理过程可以帮助生成式模型更好地理解 and 模拟环境。

**3, 特征提取：**生成式人工智能通常需要大量数据来学习模型。在传感器数据中提取有意义的特征对于训练生成式模型尤为重要。数字信号处理可以帮助识别和提取传感器数据中的关键特征，从而为生成式模型提供更丰富的信息。

# 生成式人工智能与数字信号处理密切相关

**4, 数据增强：**生成式人工智能可以利用传感器数据生成新的、更丰富的数据，以扩充已有数据集的规模和多样性。数字信号处理技术可以帮助生成模型对原始数据进行增强、合成或重构，从而生成具有多样性和真实感的新数据。

**5, 环境模拟：**在虚拟环境中，生成式人工智能可以利用传感器模拟的数据来学习环境特征和规律。通过数字信号处理技术对模拟数据进行处理和分析，可以提高模型对环境的理解和模拟的逼真度。

综上所述，生成式人工智能、数字信号处理和传感器之间的关系是相互促进的，数字信号处理为生成式人工智能提供了丰富的数据处理技术支持，而传感器则为生成式人工智能提供了大量的环境数据来源。生成式人工智能通过学习和模拟这些数据，可以实现对环境的理解、模拟和创造。





# Arduino物联网IoT传感器套件

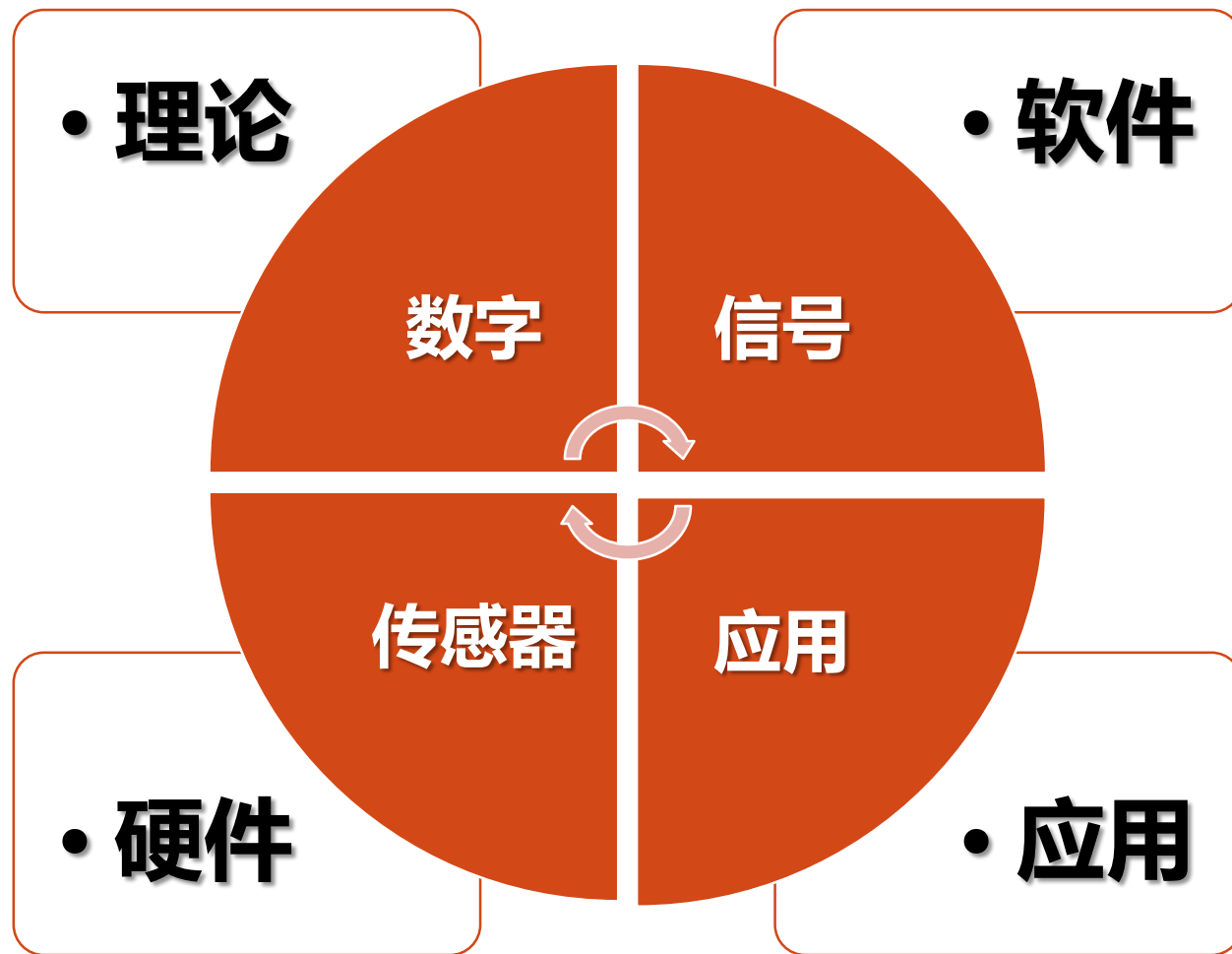
## 初学者入门经典



- 40大传感器模块
- 提供40节配套视频
- 提供技术支持
- 支持Scratch3.0图形化编程



# 1.5 本课程的主要内容



# 1.4 本课程的主要内容

- 理论课程学习

- 参考教材《数字传感技术与机器人控制》，高等教育出版社，王宏等
- 参考教材《数字信号处理基础》，电子工业出版社，侯正信等

- 实践学习

- 使用 Matlab 或 Python 或 AI 大模型，进行数字信号处理
- 声音、红外、超声、温湿度传感器采集信号

# 《数据协奏：MATLAB与Python的科学交响》

Kimi撰写

在数字信号处理的领域，MATLAB与Python，它们是两支交响的乐章，各自演绎着独特的旋律，又在科学探索的舞台上和谐共鸣。MATLAB，这位经验丰富的指挥家，以其精妙的算法和强大的数值计算能力，引领着工程和科研的潮流。它在信号处理、图像分析等领域的深厚底蕴，为无数研究者提供了坚实的基础。

Python，这位多才多艺的乐手，以其简洁的语法和灵活的库支持，将复杂的数据处理变得触手可及。它在数据分析、机器学习等新兴领域展现出非凡的创造力，让编程新手和专家都能找到属于自己的节奏。

MATLAB与Python的关系，是经典与现代的对话，是传统与创新的交融。MATLAB的严谨与Python的灵动相互补充，共同推动着科学计算的进步。它们在科研工作者的手中，如同双剑合璧，相得益彰。在数据的海洋中，MATLAB与Python携手航行，乘风破浪，探索未知的领域，发现新知。这两者的结合，不仅丰富了科研的表达，也为未来的探索开辟了无限可能。

## 《数字之海中的涟漪》

实验室的示波器上，绿色的波形不断跳动，像极了深夜海面上起伏的浪花。我注视着这些由数字构成的涟漪，思绪却飘向了更远的地方——那些在服务器集群中奔涌的数据洪流，不也是另一种形式的信号吗？

数字信号处理（DSP）与AI大模型的关系，恰如海浪与洋流的关系。DSP是基础，是源头，它用傅里叶变换将时域信号分解成频域分量，用滤波器剔除噪声，用采样定理保持信号的完整性。这些经典的方法，就像航海时代的水手们对海浪的理解，虽然质朴，却蕴含着深刻的智慧。

而AI大模型，则像是现代的气象卫星，它不再局限于对单一信号的分析，而是试图理解整个数据海洋的规律。通过深度学习，模型可以自动提取特征，发现传统方法难以捕捉的模式。在语音识别中，它不仅能分离语音和噪声，还能理解语义；在图像处理中，它不仅能去噪增强，还能识别物体。这种能力的跃迁，让我想起了从经典力学到量子力学的跨越——我们开始用概率的视角看待信号，用数据驱动的方式解决问题。

夜深了，示波器上的波形依然在跳动。我忽然意识到，无论是DSP还是AI，本质上都是在处理信息，都是在试图理解这个世界的规律。在这个由0和1构成的数字海洋中，每一次技术的进步，都是人类认知的一次涟漪。而这些涟漪，终将汇成改变世界的浪潮。

# 作业

- 自学 Matlab 基本运算
- 自学 Python 基本运算