

创新创业实践

北京邮电大学
计算机学院

戴志涛



北京邮电大学

计算机学院

2021/9/11

智能机器人

- 智能机器人概述
- 开源硬件及其开发环境
- 实验环境、背景知识与实验题目



智能机器人概述



北京邮电大学

计算机学院

2021/9/11

3

机器人的概念与历史

► 机器人 (robot)

- 1920年捷克作家卡雷尔·查培克所编写的戏剧中塑造一个具有人的外形、特征和功能，愿为人服务的机器奴仆 (robot)。

► 第一台机器人 (Unimate)

- 1961年美国Unimation公司 机器人Unimate在美国通用汽车公司 (GM) 投入使用



机器人的基本特征

- 代替人进行工作（工作的自主性）
 - 能像人那样使用工具和机械，在一定程度上可以自主完成任务（区别于一般的自动化设备）
- 有通用性（工作的适应性）
 - 既可简单地变换所进行的作业，又能按照工作状况的变化相应地进行工作（与只具备某单一仿人能力的简单装置相区别）
- 直接对外界做工作
 - 不仅是像计算机那样进行计算，而且能依据计算结果对外界产生作用、实施一系列动作（与只具备“思考”能力的机器相区别）



机器人的分类

- 按用途分类
 - 工业机器人
 - 探索机器人
 - 服务机器人
 - 军事机器人.....

- 按移动性分类
 - 固定式机器人
 - 移动式机器人：按行走机构分
 - ✉ 轮式机器人
 - ✉ 履带式机器人
 - ✉ 步行机器人：
 - 单足、双足、四足、六足和八足



机器人的分类（按照智能程度）

- 一般机器人：不具有智能，只具有一般编程能力操作功能
- 智能机器人：具有不同程度的智能，具有感知功能与识别、判断及规划功能
 - ✉ 在感知-思维-效应方面全面模拟人的机器系统
 - ✉ 外形不一定像人
 - ✉ 具备三方面的能力：
 - 感知环境的能力
 - 执行某种任务而对环境施加影响的能力
 - 把感知与行动联系起来的能力



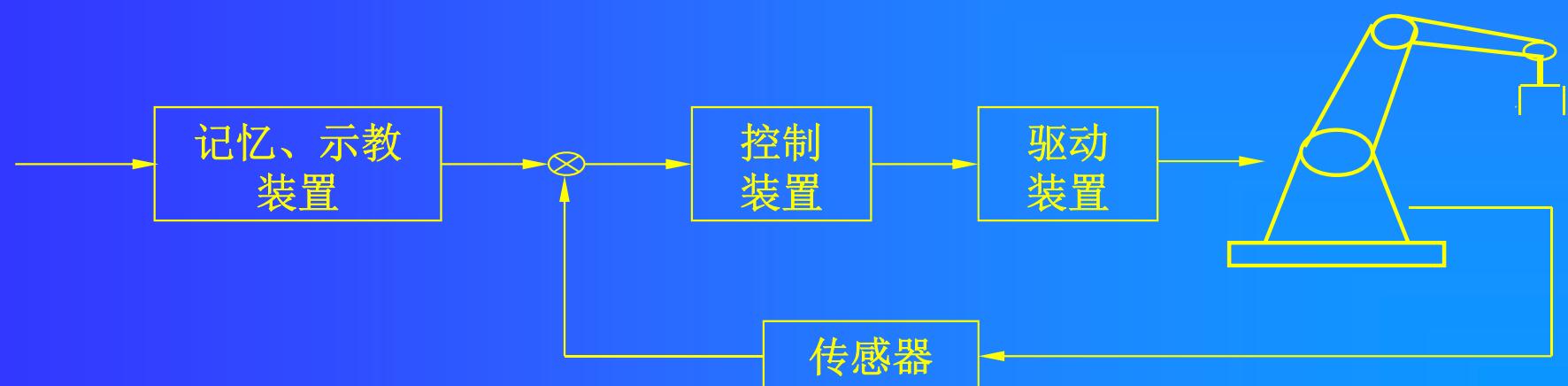
机器人的结构

➤ 执行机构

□ 机器人的足、腿、手、臂、腰及关节等，是机器人运动和完成某项任务所必不可少的组成部分

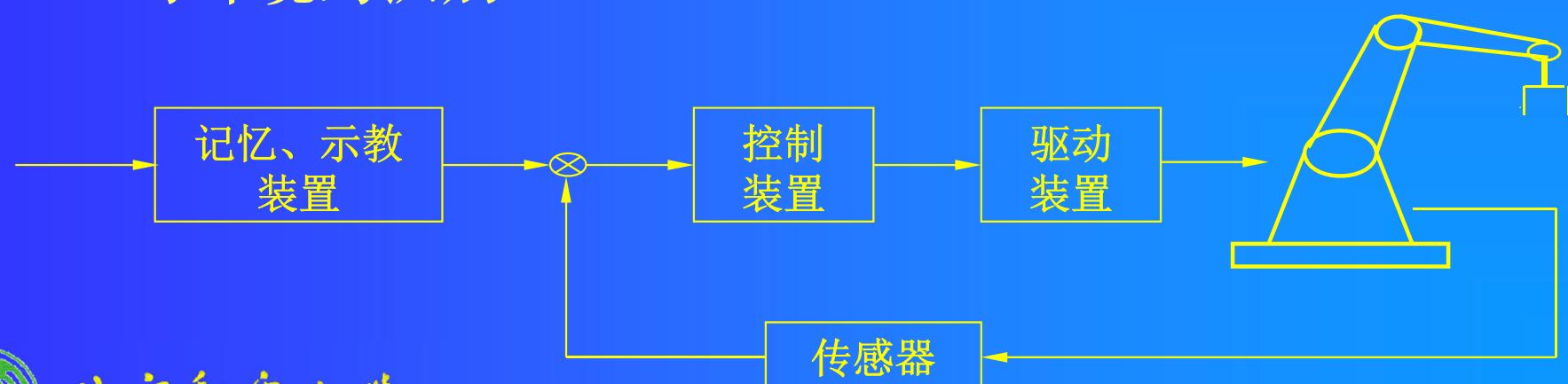
➤ 驱动和传动装置

□ 用来有效地驱动执行机构的装置



机器人的结构

- 执行机构
- 驱动和传动装置
- 传感器
 - 机器人获取环境信息的工具，如视觉、听觉、嗅觉、触觉、力觉、滑觉和接近觉传感器等，功能相当于人的眼、耳、鼻、皮肤及筋骨
- 控制器
 - 机器人的核心，负责对机器人的运动和各种动作控制及对环境的识别



开源硬件及其开发环境



北京邮电大学

计算机学院

2021/9/11

83

开源 (open-source) 软件的概念

- 开源软件：产生于开源硬件之前
- 开放源码软件 (Open Source Software, OSS)
 - 在软件发行时附上源代码的计算机软件，软件的版权所有者在软件协议的规定之下授权用户更改、自由再发布或衍生其软件著作，允许用户学习和修改软件并改善软件的质量
 - 开源不等于免费，开放源码软件通常是有版权的，其许可证可能包含这样一些限制：保护开放源码状态、开发者身份的公告，或者开发、使用（特别是商业使用）的限制



开源硬件的概念

➤ 开源硬件：

- 与自由及开放源码软件相同方式设计的计算机和电子硬件
- 自由发布硬件设计的详细信息，如电路图、物料清单（BOM：Bill of Material）和印刷电路板（PCB）布局布线数据
- 通常使用开源软件驱动硬件



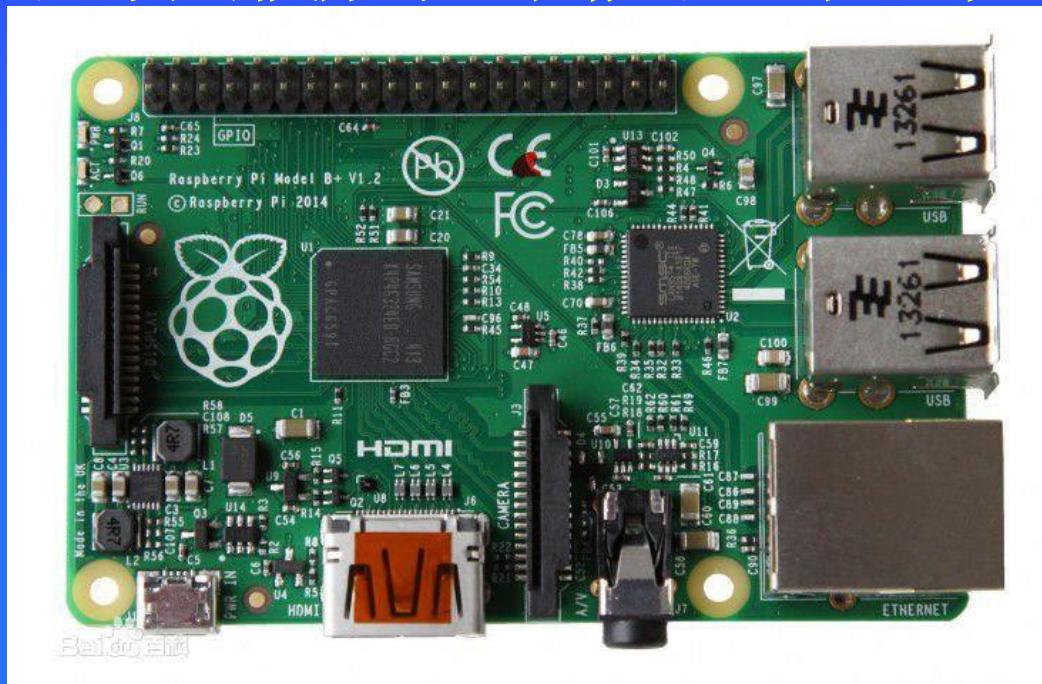
主流开源电子原型平台

- 三款开源平台
 - Arduino
 - BeagleBone
 - Raspberry Pi
- 广泛应用，价格实惠，大小规格相似
 - 约2×3寸



树莓派 Raspberry Pi

- 英国小型慈善组织Raspberry Pi基金会2012年推出的迷你电脑(miniPC)
- 针对贫困国家的计算机教育设计，廉价的全功能小型桌面个人计算机
 - 售价仅25~35美元
 - 预装Linux系统
 - 信用卡大小
- 接口
 - 可供键鼠使用的USB接口
 - 快速以太网接口
 - SD卡扩展接口
 - 1个HDMI高清视频输出接口，可与显示器或者电视连接
- 可以运行电子表格、文字编辑、游戏等，能播放高画质视频



树莓派 Raspberry Pi

- 搭载ARM架构处理器，运算性能和智能手机相仿。第一代数媒派采用博通公司（Broadcom）SoC单芯片设计，BCM2835集成CPU、GPU、DSP、SDRAM等器件
- 开源
 - 原理图、PCB布线（layout）文件公开，但未明确开源协议
 - 迅速形成庞大的开源社区及相应的生态系统（ecosystem）
 - ✉ 大量爱好者在其上开发各种各样的应用项目
 - ✉ 大量不断完善的库函数简化了开发工作，便于快速开发及实现创意
 - ✉ 规范的编程接口和架构便于开发者之间的交流共享



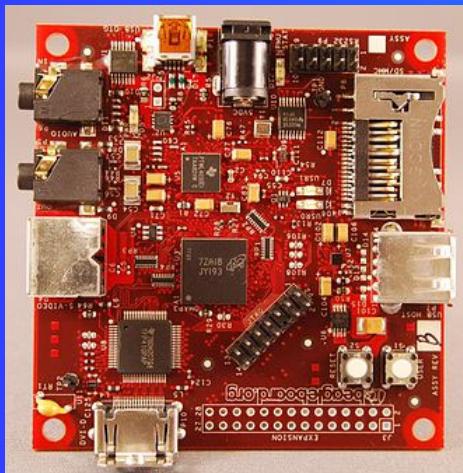
树莓派Raspberry Pi

- 全球出现了许多类似的平台系统，一般硬件配置更高
 - 香橙派 苹果派.....
- 预装Python开发环境
 - 许多应用用Python开发
 - 可以通过相应的Python库函数编程实现对GPIO、串口、I²C等外围硬件的控制



BeagleBoard

- 由德州仪器 (TI) 和Dig-Key联合推出的低功耗开源ARM开发板，被广泛应用在学术研究及教学领域
 - 四款产品：BeagleBoard, BeagleBoardxM, BeagleBone和BeagleBone Black
 - 32位的ARM Cortex-A处理器，强大的运算处理能力
 - 可运行Linux



beagleboard



北京邮电大学

BeagleBone

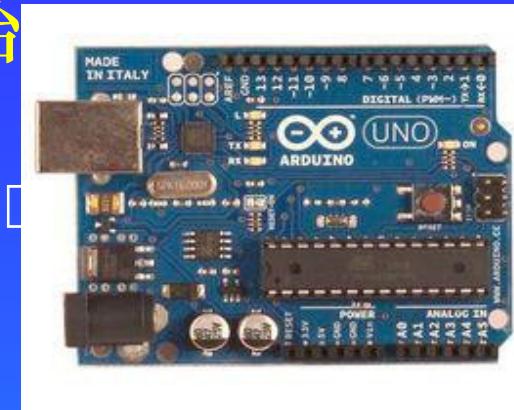
计算机学院

2021/9/11

117

Arduino

- 一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台
 - 硬件：各种型号的Arduino板
 - ☒ 基于atmel公司的mega系列MCU
 - 软件：Arduino IDE程序开发环境
 - 有多种型号及众多衍生控制器推出
- 由Massimo Banzi、David Cuartielles、Tom Igoe等人组成的欧洲开发团队于2005年冬季开发并开源
 - 艺术设计学院实现交互设计作品时，没有好用的板子
 - 将底层特征进行了封装（中断，寄存器，通信协议等），使之可以面向文科生，并设计了一个相对简单的IDE
- 适用于爱好者、艺术家、设计师和对于“互动”有兴趣的朋友



Arduino

- 采用Creative Commons (CC) 授权方式公开硬件设计图 (Creative Commons Attribution Share- Alike license)
 - 任何人都可以生产电路板的复制品，甚至还能重新设计和销售原设计的复制品。人们不需要支付任何费用，甚至不用取得Arduino团队的许可
 - 如果重新发布了引用设计，就必须声明原始Arduino团队的贡献
 - 如果修改了电路板，则最新设计必须使用相同或类似的CC授权方式，以保证新版本的Arduino电路板也会一样是自由和开放的





Arduino的特点

➤ 跨平台开发

- Arduino IDE可以在Windows、Macintosh OS X、Linux三大主流操作系统上运行

➤ 简单易上手

- 对于初学者来说，Arduino IDE极易掌握，同时有着足够的灵活性
- Arduino语言基于wiring语言开发，是对avr-gcc库的二次封装，不需要太多的单片机基础、编程基础，简单学习后可以快速地进行开发
- 简单的开发方式使得开发者更关注创意与实现，更快完成自己的项目开发，大大节约学习的成本，缩短开发的周期





Arduino的特点

➤开放性

□ Arduino的硬件原理图、电路图、IDE软件及核心库文件都是开源的，在开源协议范围内里可以任意修改原始设计及相应代码

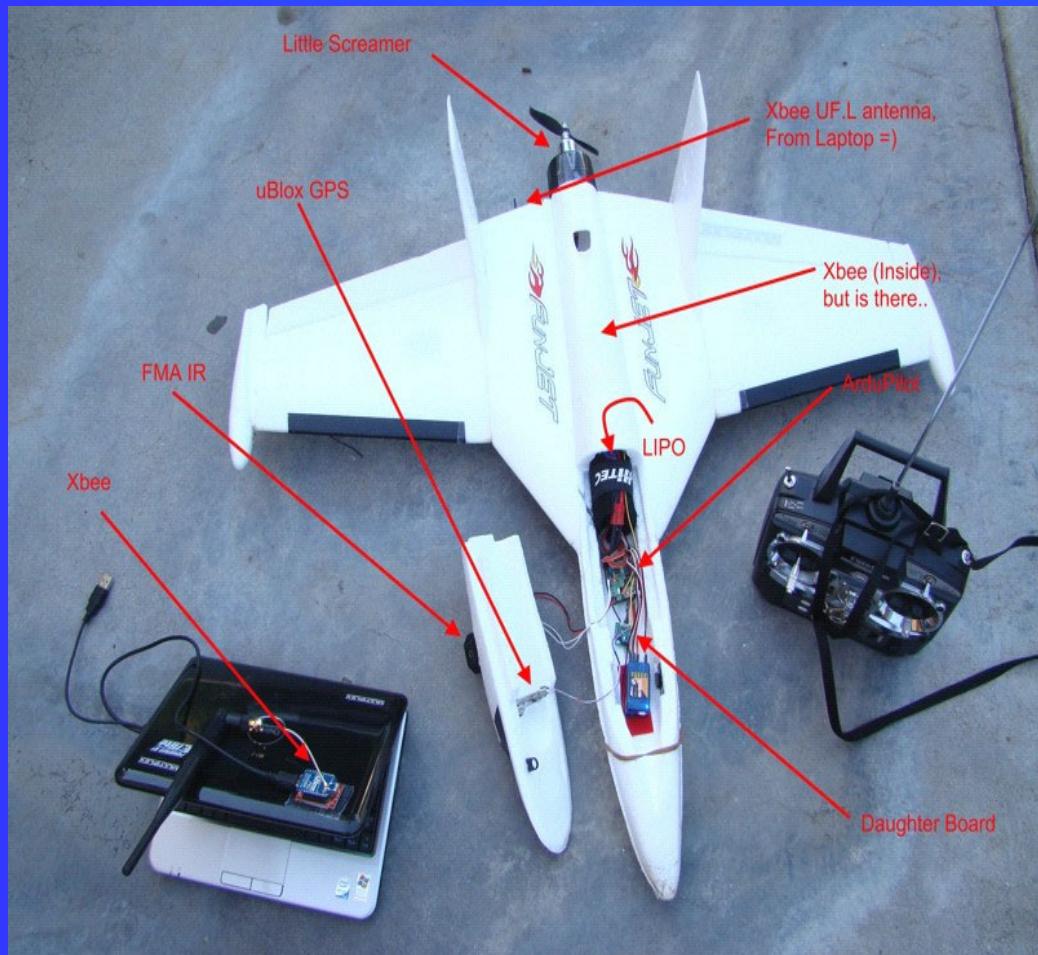
➤发展迅速

□ Arduino是全球最流行的开源硬件平台
□ 越来越多的专业硬件开发者已经或开始使用Arduino来开发他们的项目、产品
□ 越来越多的软件开发者使用Arduino进入硬件、物联网等开发领域
□ 大学里，自动化、软件，甚至艺术专业，也纷纷开设Arduino相关课程

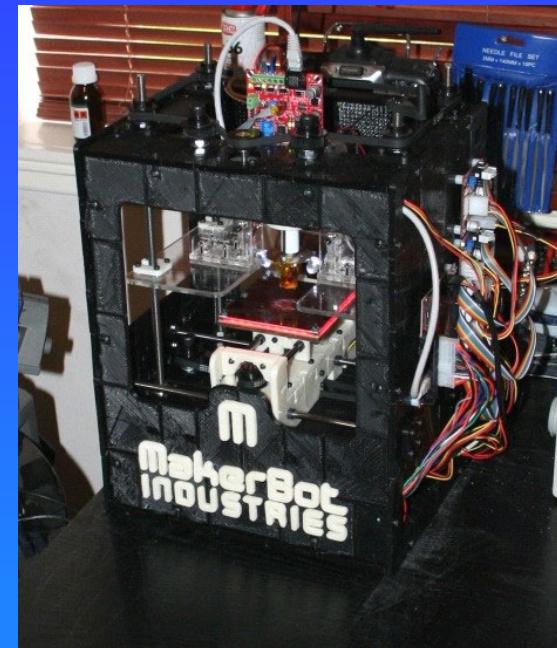
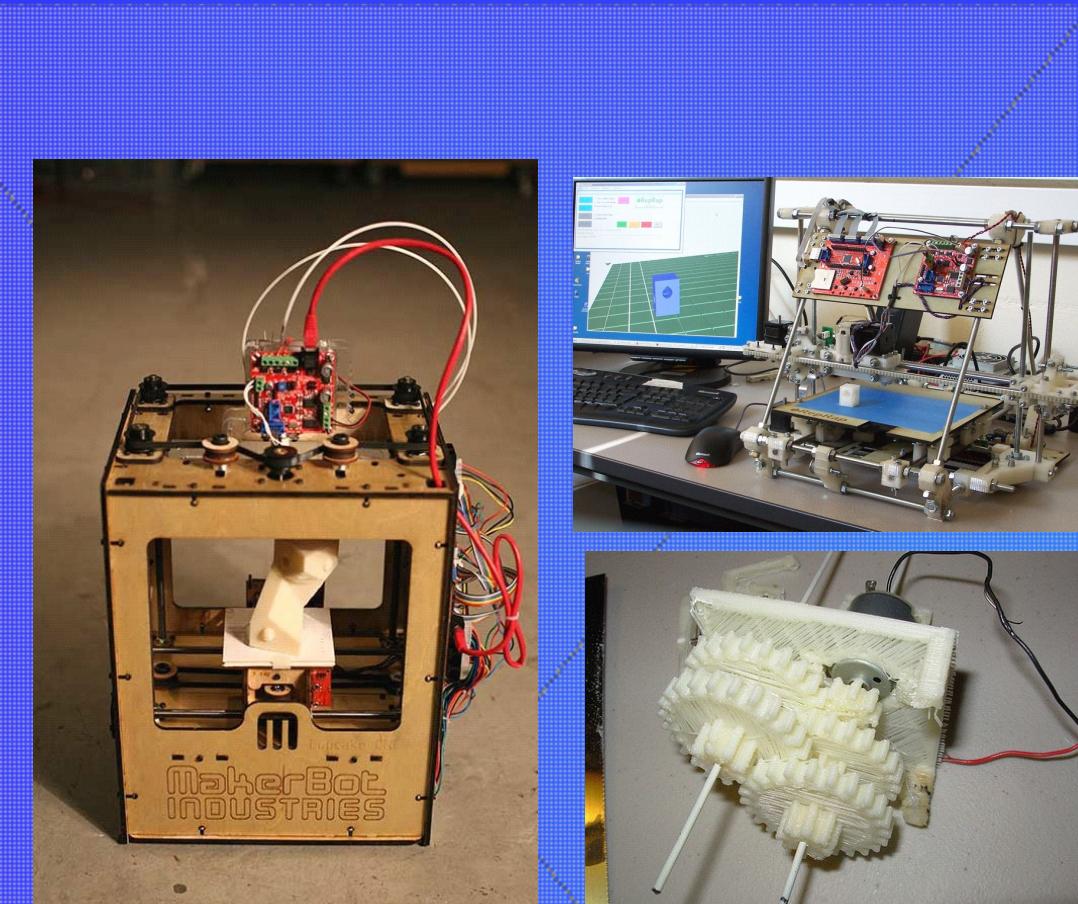


DIYDrone: 开源无人机

- 使用以Arduino为核心的自动驾驶仪系统

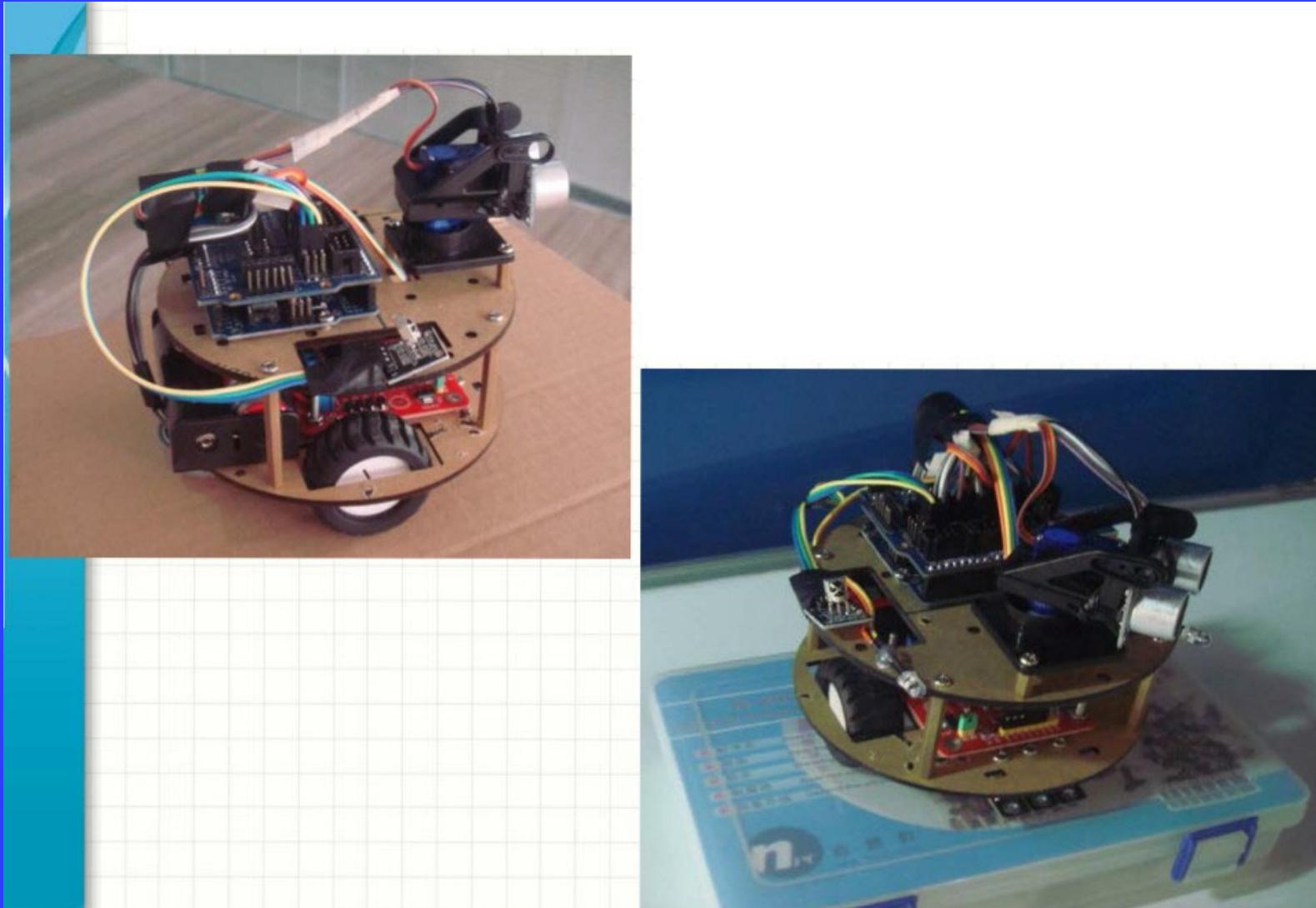


开源的3D打印机



北京郵電大學

Arduino 应用示例——机器人



实验环境、背景知识与实验题目



北京邮电大学

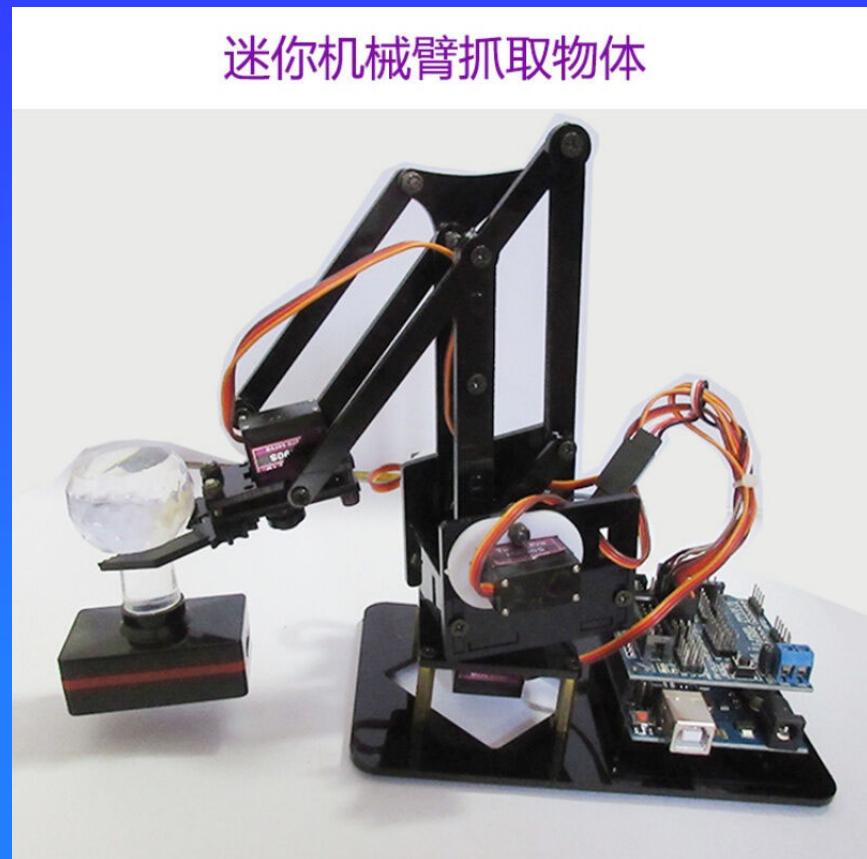
计算机学院

2021/9/11

165

Arduino miniArm 迷你机器手臂

- Mini版的Uarm
 - Uarm：桌面级四轴迷你开源机械臂
- 驱动系统：4个9g金属齿轮
辉盛舵机
- 主控板：Arduino UNO
- 扩展板：Arduino Sensor Shield V5.0 传感器扩展板

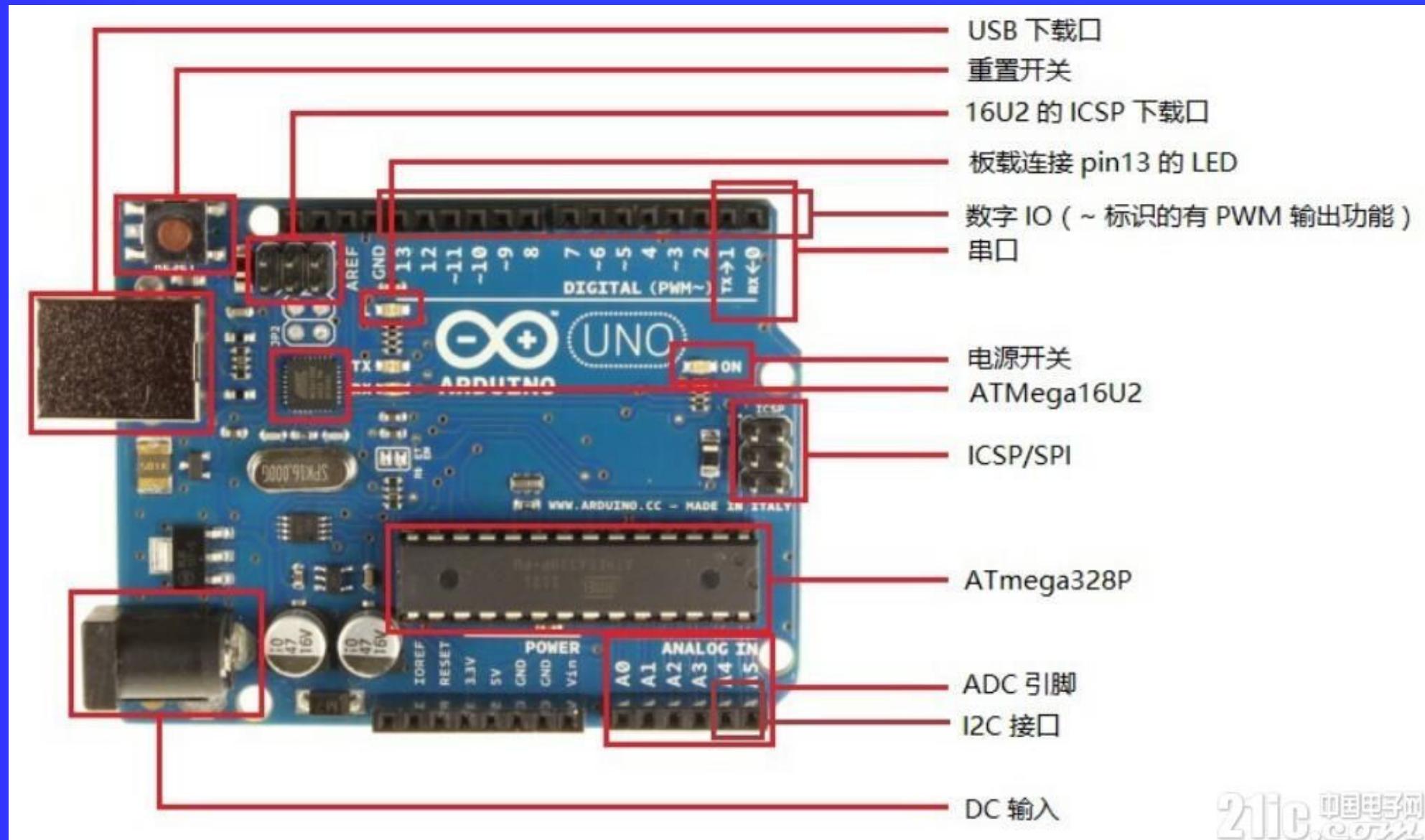


Arduino Uno

- 微处理器：ATmega328，8位微处理器，片内包含32KB Flash（0.5KB由BootLoader使用），2KB SRAM，1KB EEPROM，运行时钟频率为16MHz
- USB接口：用于下载程序，同时给Uno单板供电
- 外接电源：当Uno脱离PC独立运行时，用来给装置供电，一般使用9V电池或AC-DC适配器供电
- 模拟输入：6个模拟输入，10-bit分辨率（0-1023）
- 数字输入/输出：14个数字输入/输出管脚，可以由程序自己定义为输入或者输出
 - 0、1两个管脚是串口复用管脚
 - 3、5、6、9、10、11六个管脚可提供8位（0-255）PWM输出
 - 13管脚与板上LED相连，当输出高电平时，LED点亮

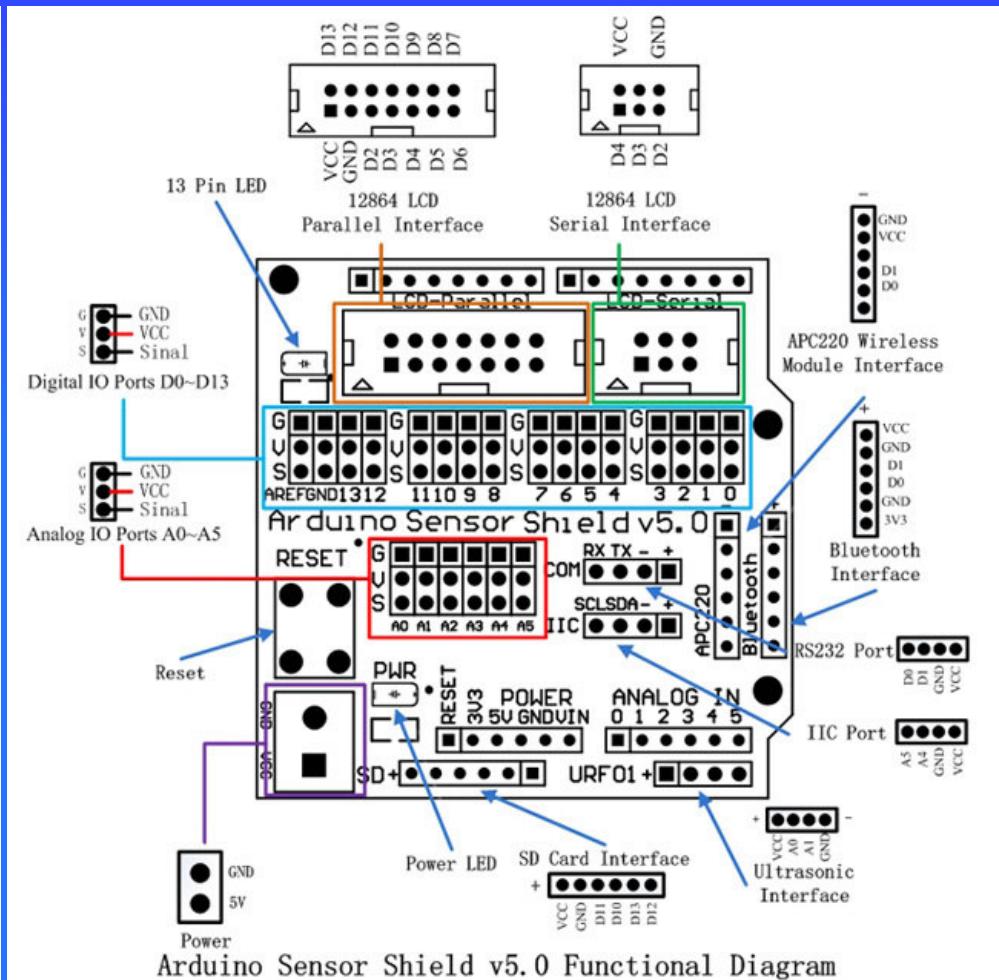
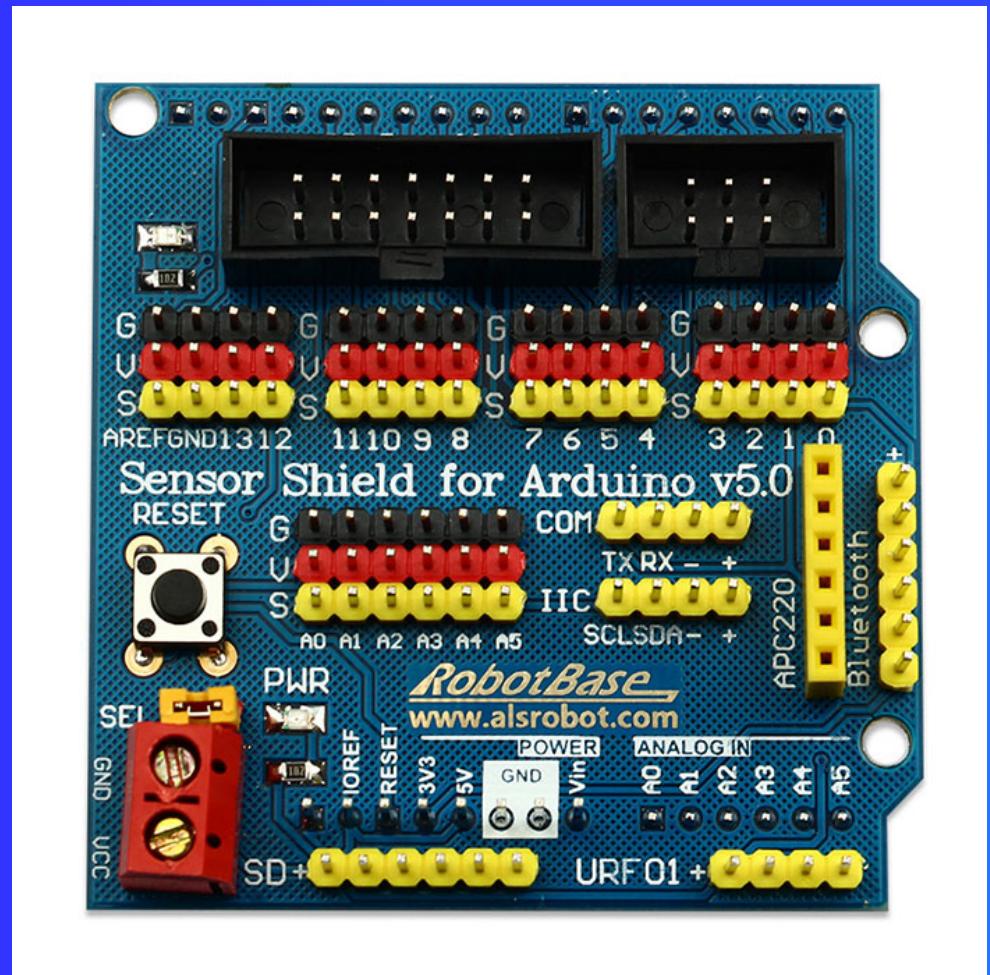


Arduino Uno





Arduino Sensor Shield 传感器扩展板



Arduino开发环境与开发语言

- 通过USB完成软件下载及与开发主机的通信
- 专门设计了一套自身的开发语言“Arduino语言”（类C风格），对底层操作进行封装，屏蔽对MCU的汇编操作以及AVR MCU的C库函数操作
 - 提供大量的功能强大的Arduino库函数，按照其标准架构即可进行编程，不需要关心底层硬件的配置等操作
 - 软件运行资源消耗高，效率较低
- 用户可以直接利用AVR的C库函数开发或者直接利用汇编编程





图形化编程软件 ArduBlock

- 专门为Arduino设计的第三方图形化编程软件，与Arduino IDE软件协同运行
 - Arduino IDE：文本编辑环境
 - ArduBlock：图形化积木搭建的方式进行编程
 - ArduBlock官方网址：
<http://blog.ardublock.com/zh/>





ArduBlock

ArduBlock untitled •

新增 保存 另存为 打开 上载到 Arduino Serial Monitor 工具区

控制 引脚 逻辑运算符 数学运算 支架/滑轮 实用命令 教育机器人

积木区

主程序 执行

编程区

Save as image... 打开网站 v 20131031 (Beta)



创新创业实践 智能机器人实验

➤ 基础实验：

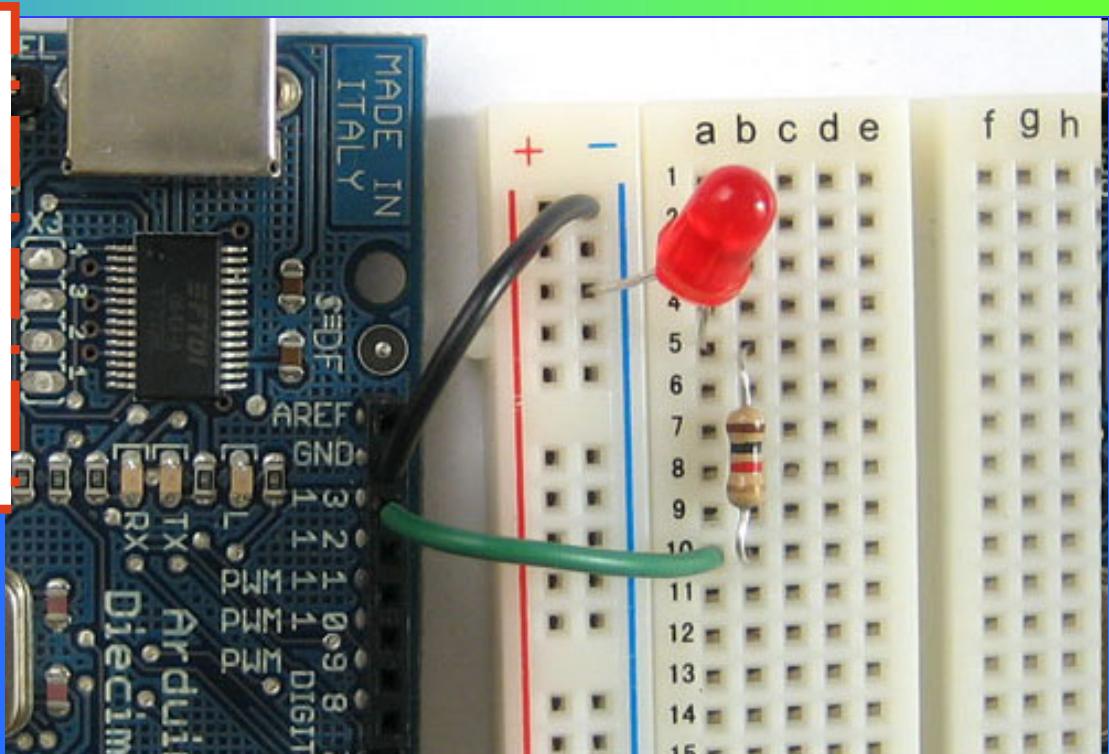
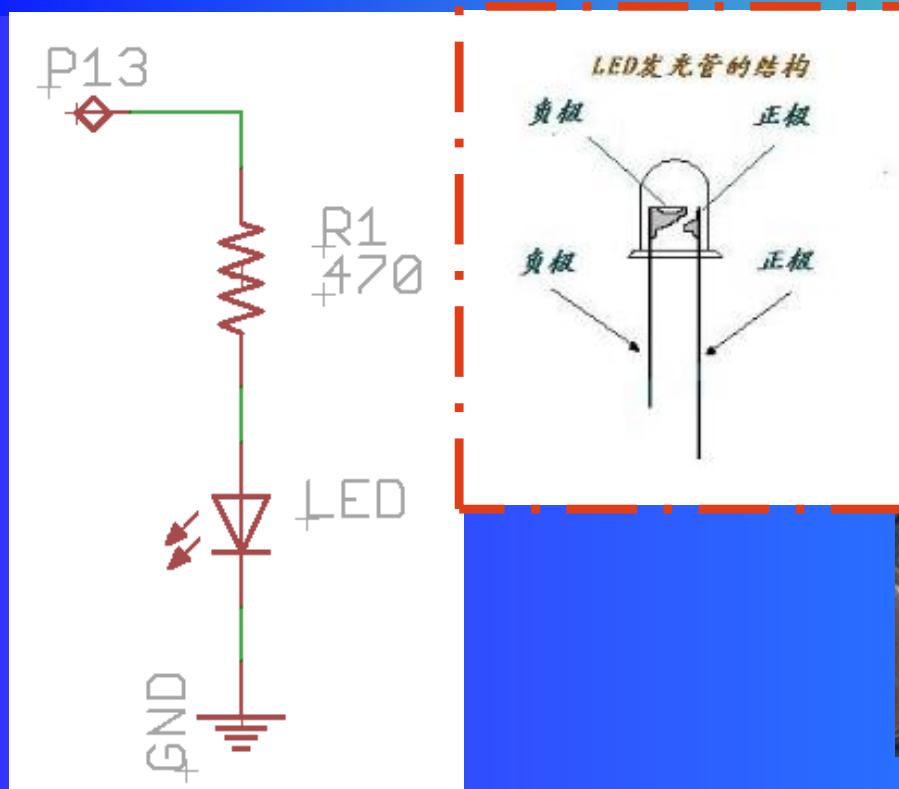
- 实验一：LED灯的控制
- 实验二：异步串口通信
- 实验三：扬声器发声与音乐播放
- 实验四：舵机的控制

➤ 自主创新（拓展提高）实验

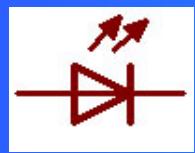
- 实验五：机械臂抓物品游戏
- 实验六：机械臂之舞
- 实验七：自主实验（选做）



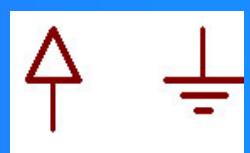
LED元件基本电路



电阻



LED



电源（正/负）



北京邮电大学

ArduBlock 程序实例：闪烁 LED

The image shows two software interfaces side-by-side. On the left is the ArduBlock IDE, version 20131031 (beta), displaying a sketch titled "ArduBlock 1_LED.abp *". The sketch consists of a main program loop with two digital pin control blocks. Each block sets the digital pin (pin 13) to HIGH for 50 milliseconds and then to LOW for 50 milliseconds, creating a simple blink sequence. On the right is the Arduino IDE, version 1.5.6-r2, showing the generated C++ code for the same functionality. The code defines a setup() function that initializes pin 13 as an output. The loop() function then repeatedly turns the LED on and off at a 50ms interval. The Arduino Uno is connected to COM3.

```
sketch_jul26a | Arduino 1.5.6-r2
void setup()
{
    pinMode( 13 , OUTPUT);
}

void loop()
{
    digitalWrite( 13 , HIGH );
    delay( 50 );
    digitalWrite( 13 , LOW );
    delay( 50 );
}
```



串口

- 串行接口(Serial Interface)
- 一条信息的各位数据被逐位按顺序传送

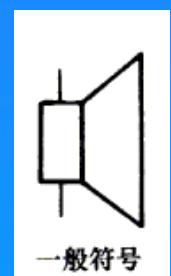
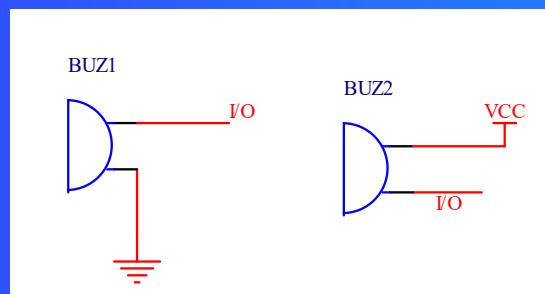


- 通信线路简单，只要一对传输线就可以实现双向通信，但传送速度较慢
- 最常见的的串口：异步串口
 - UART ——Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
 - 字符间异步，字符内部各位间同步

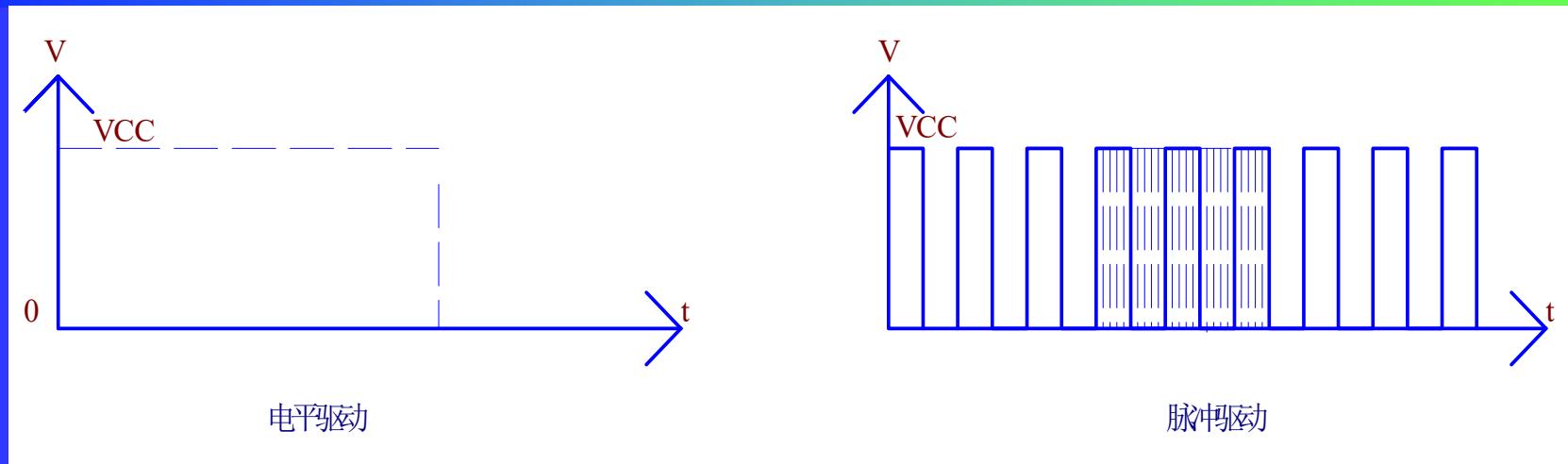


蜂鸣器和扬声器

- 蜂鸣器：体积小、重量轻、价格低、结构牢靠，广泛地应用在各种需要发声的电子设备中
 - 窄频带发声元件，发出的声音没有扬声器丰富圆润
 - 可以用于报警器和需要简单声音支持的场景
- 扬声器：宽频带发声元件，使用线圈的电磁力来推动膜片产生声音
 - 电阻很低，需要的工作电流较高，适用于声音成分丰富的产品



蜂鸣器和扬声器

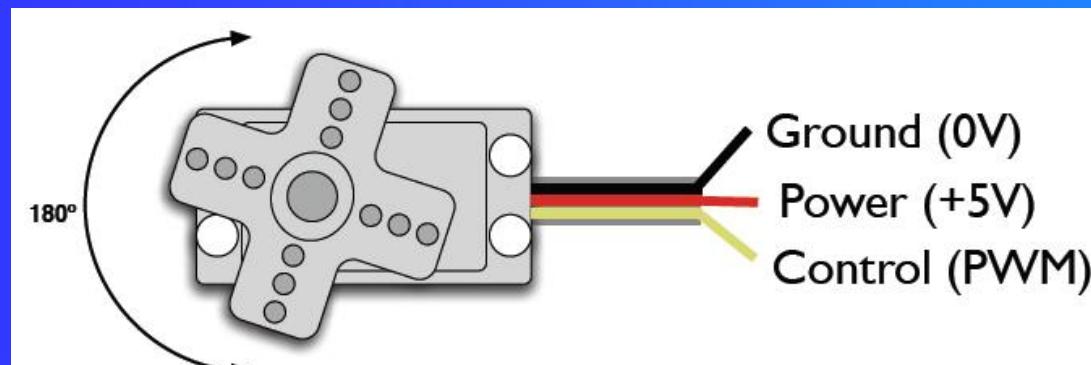


| 音调 | 简谱符号 | 低音频率 | 中音频率 | 高音频率 |
|----|------|------|------|------|
| Do | 1 | 262 | 523 | 1046 |
| Re | 2 | 294 | 587 | 1175 |
| Mi | 3 | 330 | 659 | 1318 |
| Fa | 4 | 349 | 698 | 1397 |
| So | 5 | 392 | 784 | 1568 |
| La | 6 | 440 | 880 | 1760 |
| Ti | 7 | 494 | 988 | 1967 |



舵机原理

- 又称伺服电机，被广泛应用于智能小车转向、机器人关节运动控制
- 舵机内部结构
 - 舵盘、齿轮组、位置反馈电位计、直流电机、控制电路板等
- 工作原理
 - 脉宽信号给定参考位置，舵机内部电路通过反馈控制调节舵盘角位
 - 舵盘角位由PWM控制信号的脉宽决定

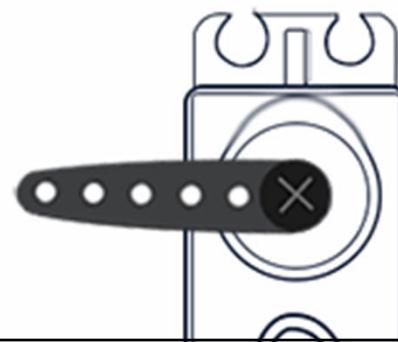
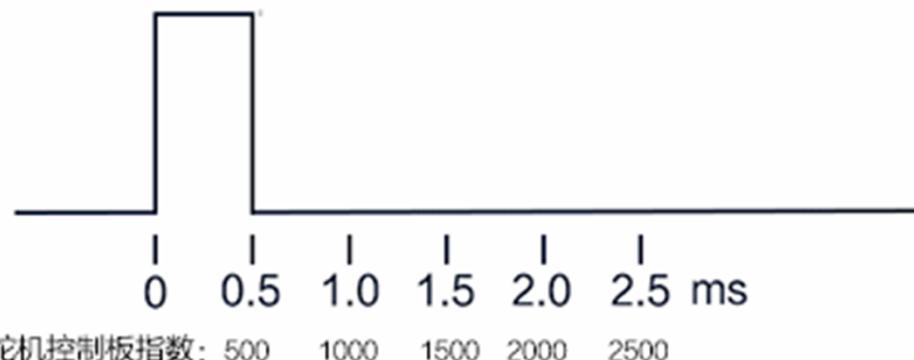
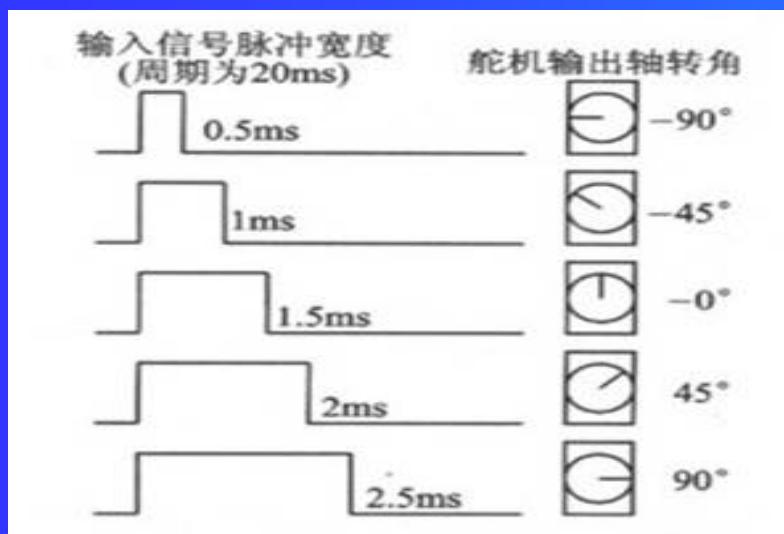


舵机控制方法

➤ 三线连接方式

- 红线：电源线+6V（或4.8V）
- 黑线：地线
- 白线：脉宽调制（PWM）控制信号

- ☒ 周期20毫秒
- ☒ 脉冲宽度从0.5至2.5毫秒，呈线性变化



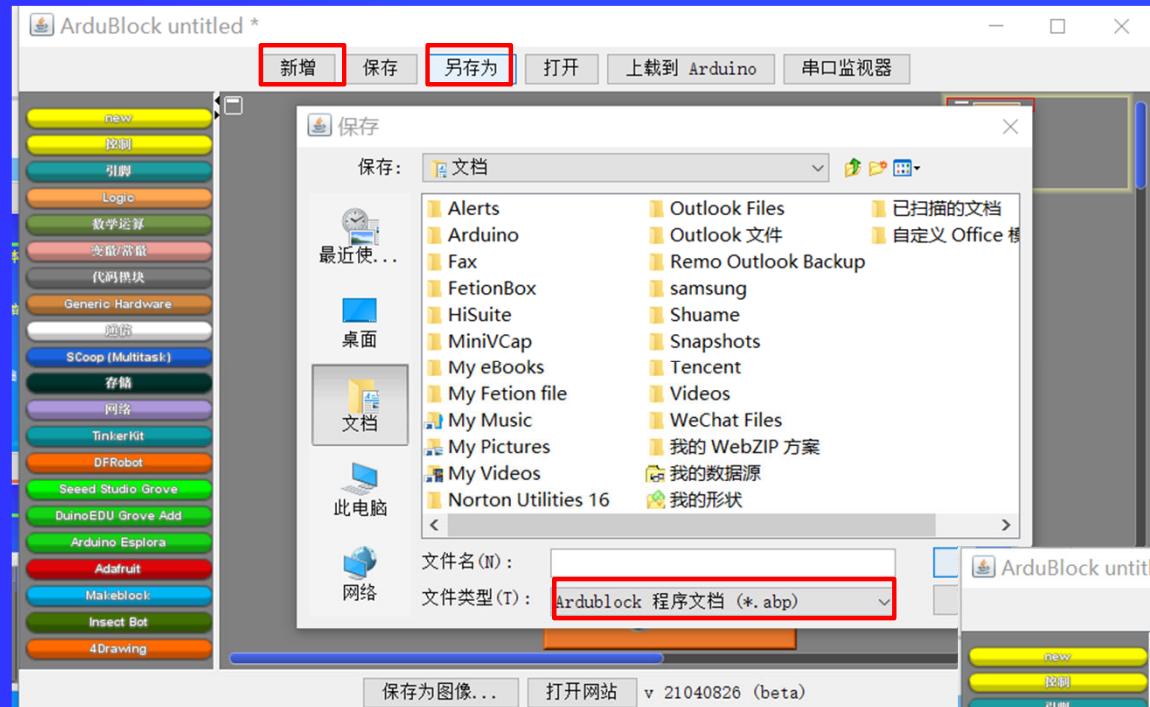
实验报告

- 将实验内容总结成一份实验报告。基本内容要求：
 - 封面
 - 针对每个实验，分别说明实验的基本内容、基本原理，给出程序代码、实验过程总结
 - 思考与收获
 - 课程调查
 - ✉ 对本实验课程的建议

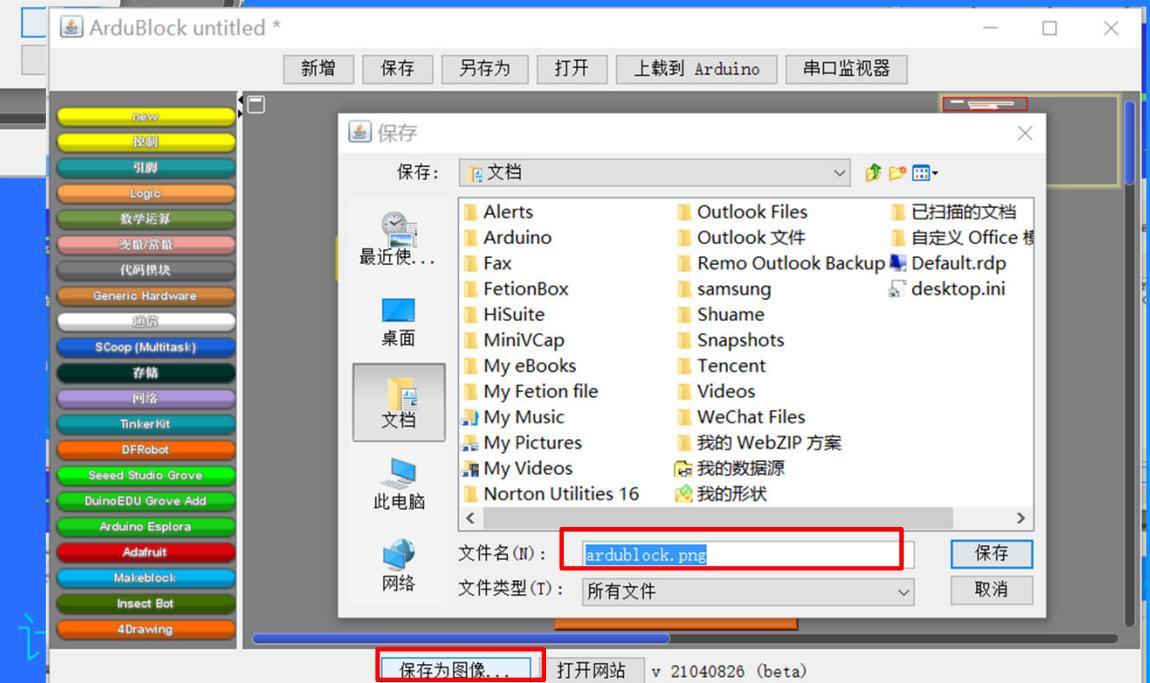


实验报告：源文件保存

保存/另存为：Ardublock程序文档 (.abp)



保存为图像 (.png)

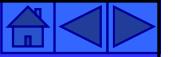


北京邮电大学

参考资源

- 中国智能硬件产业门户网站：
<http://www.chinaznyj.com/>
- 开源IP核基金会： <http://opencores.org>
 - the world's largest site/community for development of hardware IP cores as open source
- 中国首个开放源码硬件社区： <http://www.openhw.org/>
- Arduino基金会
 - <https://www.arduino.cc/>
 - <http://www.arduino.org/>
 - <http://www.arduino.org.cn/>
- Arduino中文社区： <http://www.arduino.cn/>
- ArduBlock: <http://blog.ardublock.com>





课后作业

- 阅读实验指导书
- 了解实验环境ArduBlock
- 填写调查问卷



北京邮电大学

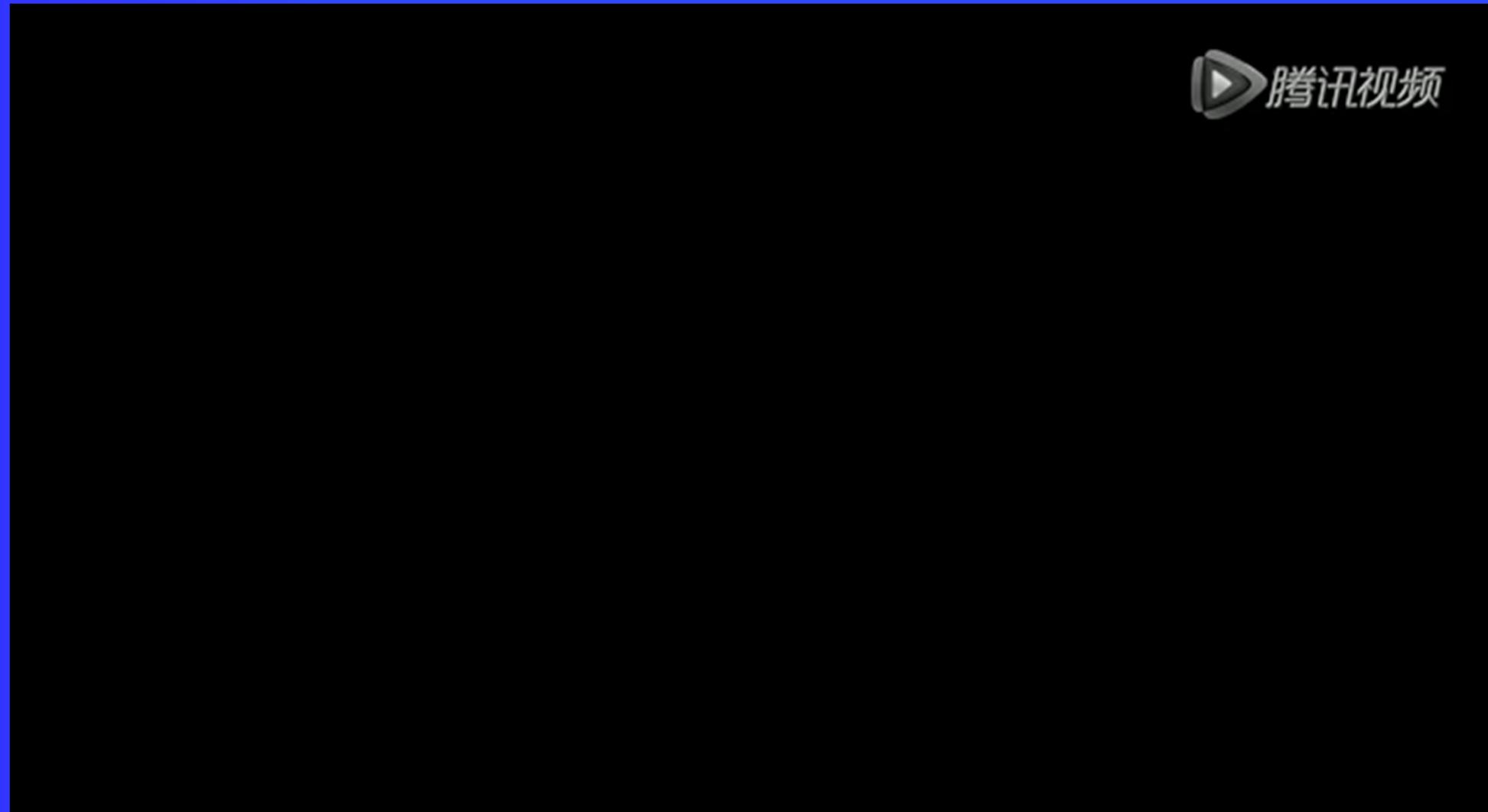
计算机学院

2021/9/11

202

乒乓球：机器人vs世界冠军蒂姆·波尔

➤ 德国库卡公司发明



北京邮电大学

计算机学院

2021/9/11

204

本章结束



北京邮电大学

计算机学院

2021/9/11

205