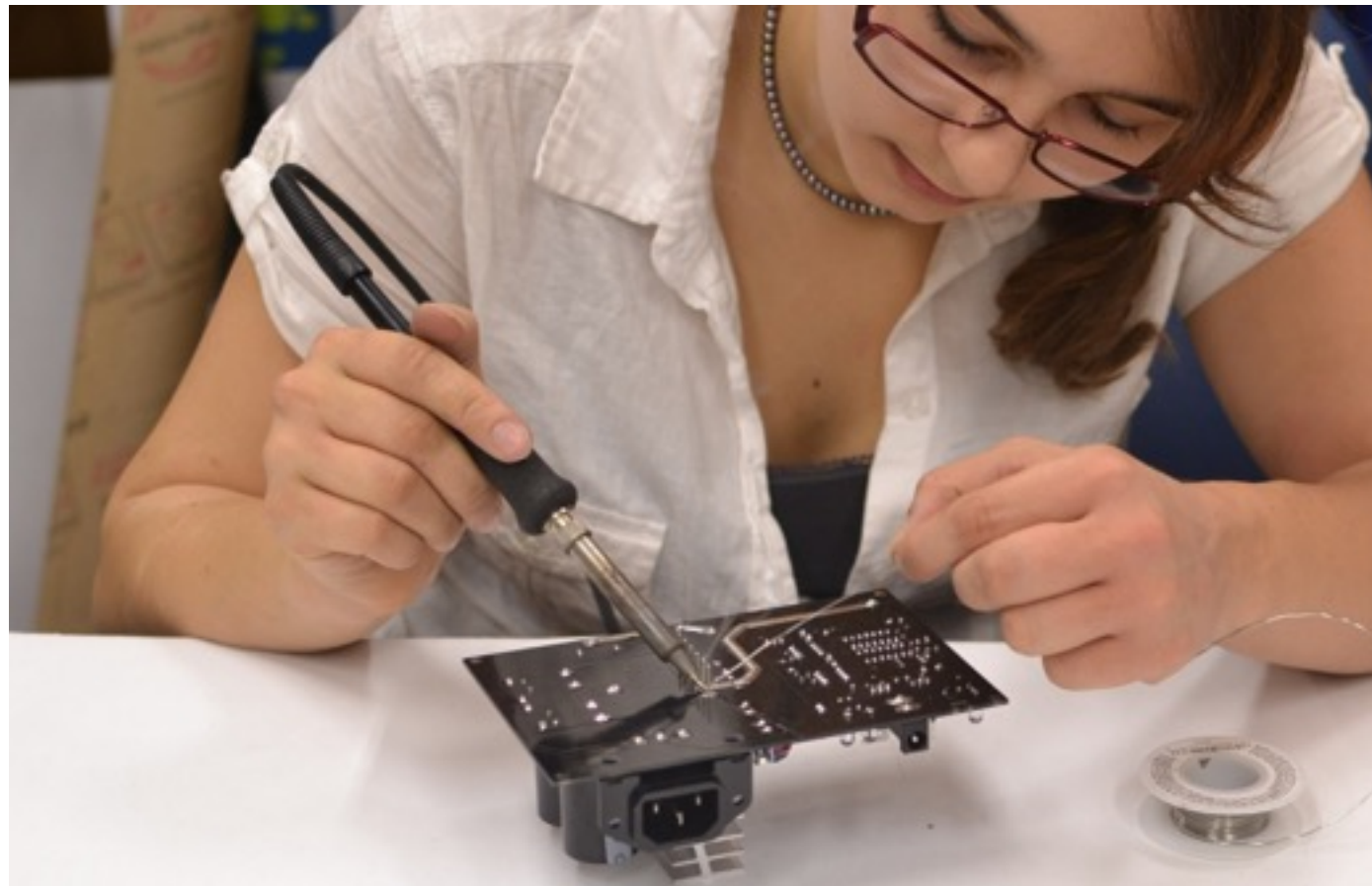


Introduction



Weng Kai
2016 Spring

课程说明

课程网站

- <http://fm.zju.edu.cn>
- 用户名和初始密码都是学号
- 改密码请勿超过11位
- 请登记电邮地址以方便联系
- 密码遗失需要以登记的电邮地址电邮给我来重置
- 未登记电邮地址的可以任何电邮地址来电邮要求重置



评分标准

- 周作业：15次，每次1分，1周内提交，共15分
- 实验：8次，每次3分，2周内提交，共24分
- 课程作业：1个，4人一组，共26分
 - 每次实验课检查，共7个检查点，每次2分，共14分
 - 期末验收检查：12分
- 课堂表现/技术博客：5分（不写博客的最多得2分）
- 期末闭卷考试：30分

作业

- 每次课后留一、两道思考题
- 每周周末（周六23:59）之前提交pdf文档

实验

- 单周公布实验要求
- 双周周末（周六晚上23:59）之前交实验报告
- 要有浙大实验报告封面的pdf文档

课程作业

- 分组，4人一组，不能多也不能少，在fm网站登记组队情况
- 第一周会公布题目大致要求，每个组要选择其中一个题目来做
- 第二周的实验课各组汇报对题目的选择和技术方案（思路）
- 每个题目能申请的组数量有限
 - 汇报时按照组队的顺序排
 - 先汇报且通过评审的得到题目

课程作业

- 选择题目
- 制定计划、分配任务（时间-人力）
- 做需求分析和总体设计
- 提出采购要求
- 搭建实验硬件
- 构建开发环境
- 准备测试环境和软件
- 开发应用软件
- 完成测试与应用测试
- 撰写完成报告

技术博客

- 鼓励写课程相关的技术博客
- 第三周结束（3月19日）前电邮提交博客地址
- 第16周实验课（6月19日）投票评选，按名次给分

微信群



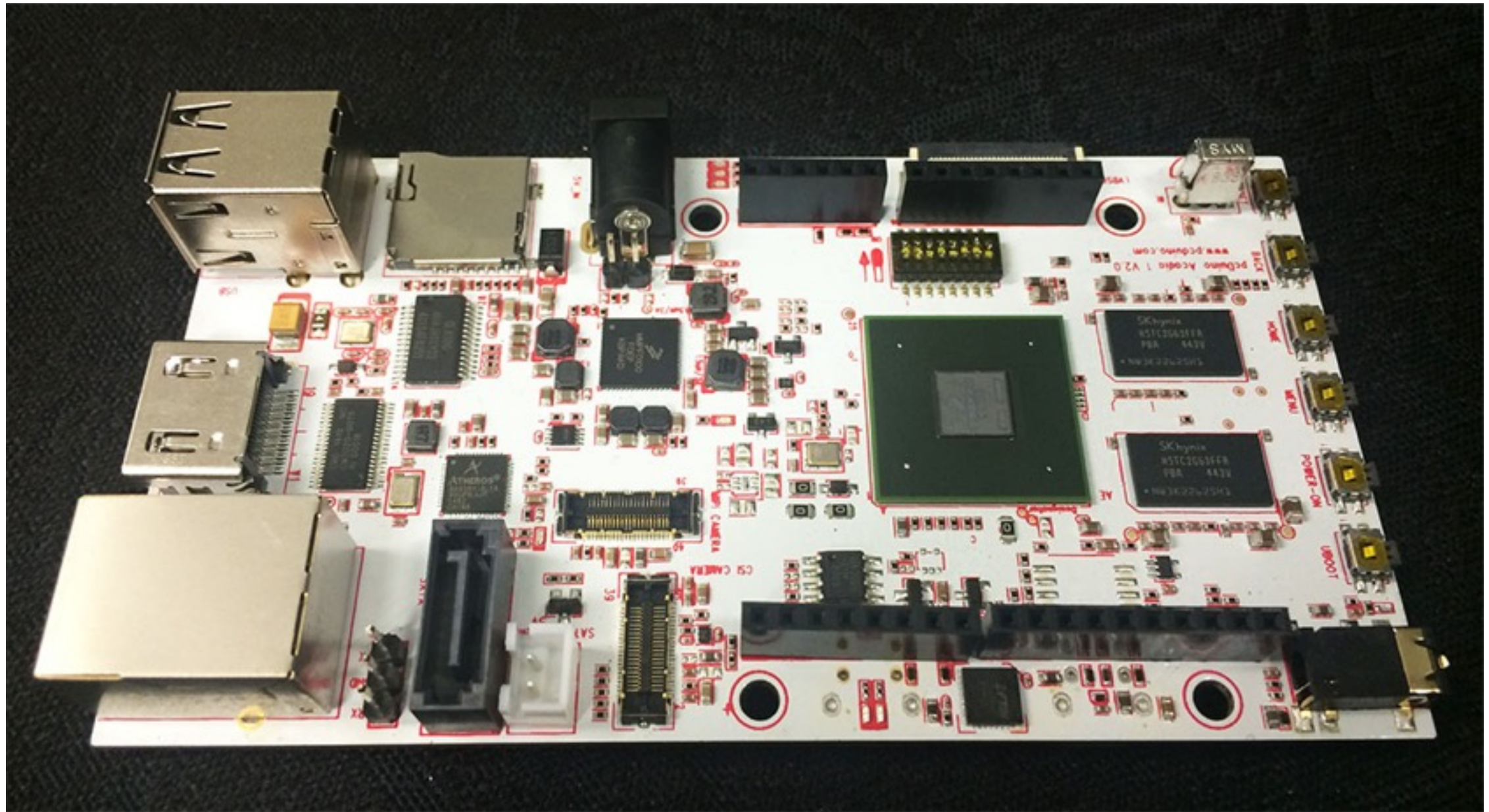
嵌入式课程



该微信群二维码将在2016年3月6日失效

实验平台

实验平台I

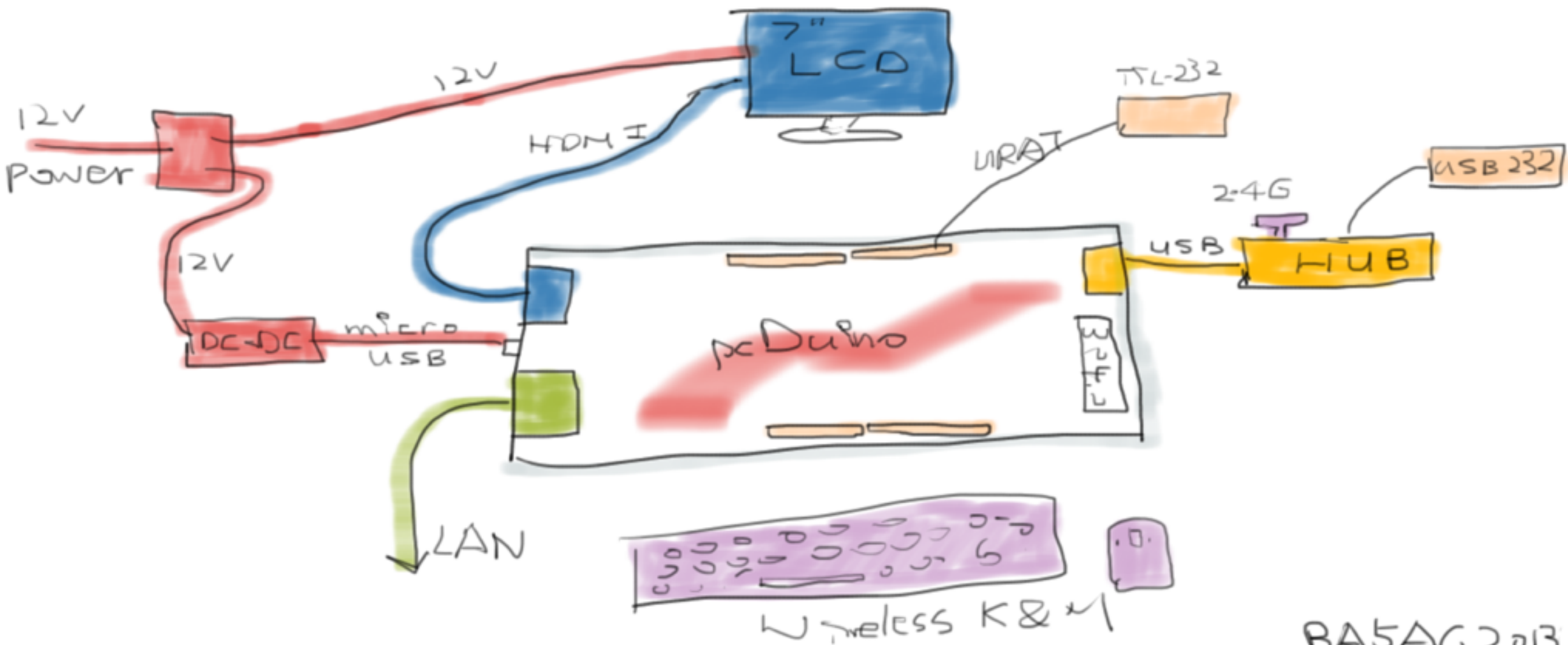


<http://www.pcdduino.com>

Acadia

- A Mini PC with Arduino (TM) type Interface powered by ARM
- CPU: Freescale Quad ARM Cortex A9 based solution up to 1.2GHz
- GPU: OpenGL/ES 2. x 3D accelerator with OpenCL EP support and OpenVG 1.1 acceleration
- DRAM: 1GB
- Onboard Storage: 8GB Flash, SD card slot for up to 128GB
- Video Output: HDMI
- OS: Ubuntu Linux + Android
- Extension Interface: 2.54 mm Headers compatible with Arduino (TM)
- Network interface: RJ45

basic setup

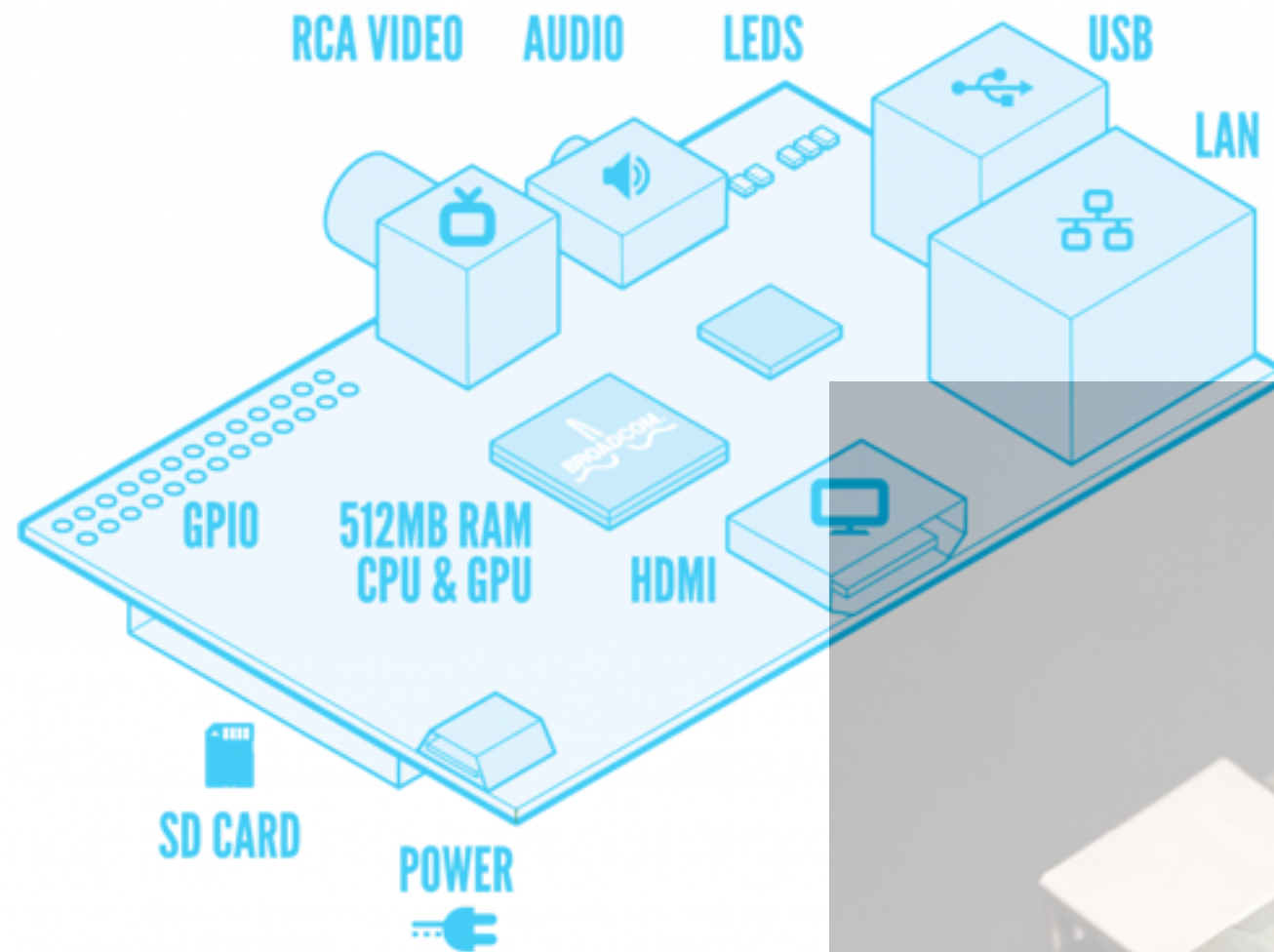


Acadia to us

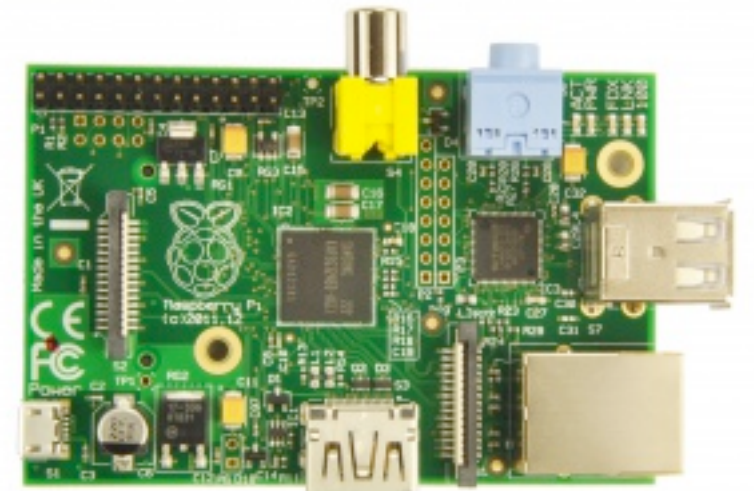
- 一个Linux机器，可以折腾
- 一个Cortex-A9开发板，可以学Cortex汇编
- 有GPIO，可以做物理计算

RASPBERRY PI MODEL B

实验平台II



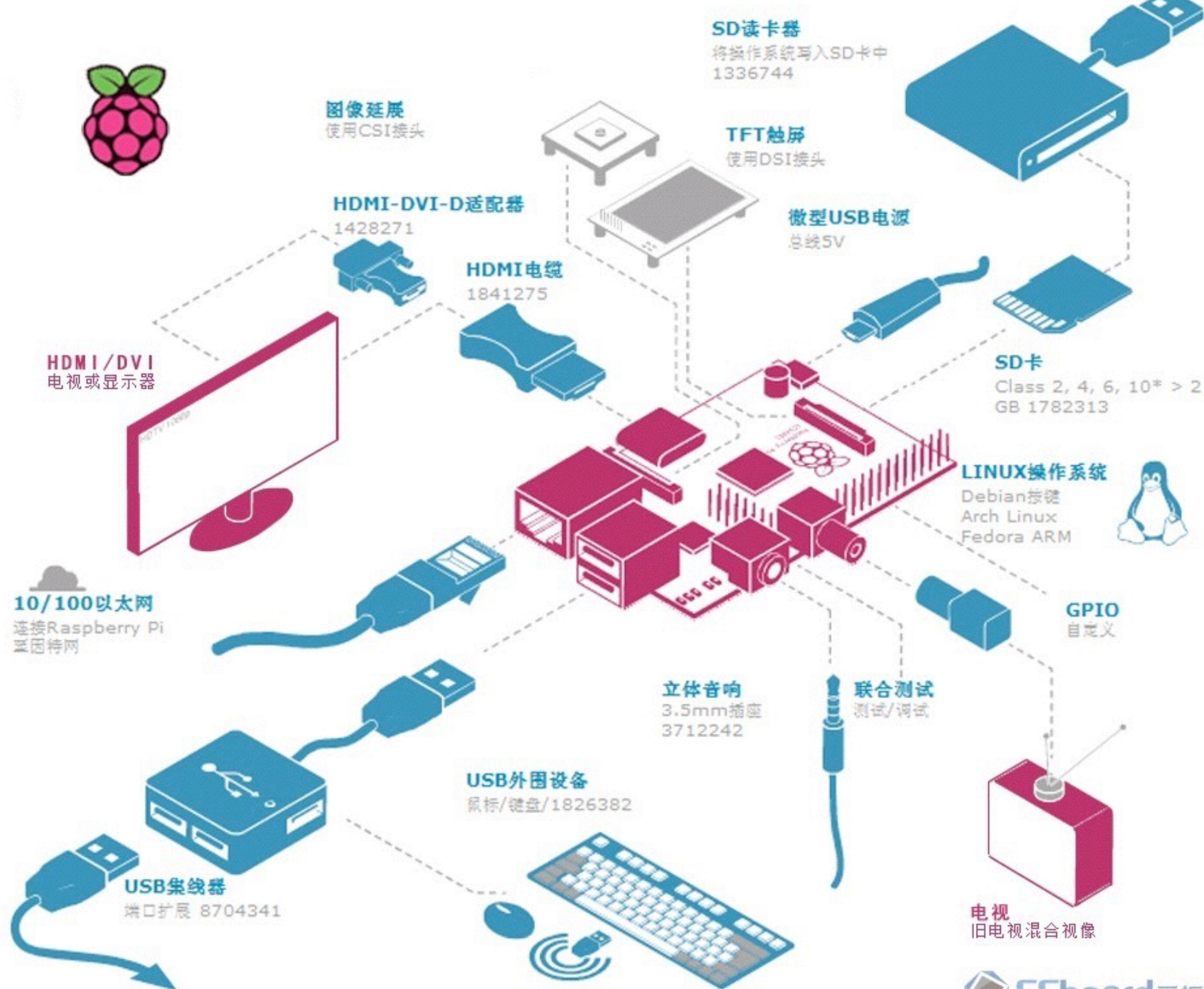
RaspberryPi



- The Raspberry Pi (short: RPi or RasPi) is an ultra-low-cost credit-card sized Linux computer which was conceived with the primary goal of teaching computer programming to children. It was developed by the Raspberry Pi Foundation, which is a UK registered charity.

HW spec.

| | Model A | Model B |
|--|---|--|
| Target price: ^[1] | US\$25 Ext tax (GBP £16 Exc VAT) | US\$35 Ext tax (GBP £22 Exc VAT) |
| System-on-a-chip (SoC): ^[1] | Broadcom BCM2835 (CPU + GPU. SDRAM is a separate chip stacked on top) | |
| CPU: | 700 MHz ARM11 ARM1176JZF-S core | |
| GPU: | Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, OpenVG 1080p30 H.264 high-profile encode/decode | |
| Memory (SDRAM)iB | 256 MiB (planned with 128 MiB, upgraded to 256 MiB on 29 Feb 2012) | 256 MiB (until 15 Oct 2012); 512 MiB (since 15 Oct 2012) |
| USB 2.0 ports: | 1 (provided by the BCM2835) | 2 (via integrated USB hub) |
| Video outputs: ^[1] | Composite video Composite RCA, HDMI (not at the same time) | |
| Audio outputs: ^[1] | TRS connector 3.5 mm jack, HDMI | |
| Audio inputs: | none, but a USB mic or sound-card could be added | |
| Onboard Storage: | Secure Digital SD / MMC / SDIO card slot | |
| Onboard Network: ^[1] | None | 10/100 wired Ethernet RJ45 |
| Low-level peripherals: | General Purpose Input/Output (GPIO) pins, Serial Peripheral Interface Bus (SPI), I ² C, I ² S ^[2] , Universal asynchronous receiver/transmitter (UART) | |
| Real-time clock: ^[1] | None | |
| Power ratings (provisional, from alpha board): | 500 mA, (2.5 W) ^[1] | 700 mA, (3.5 W) |
| Power source: ^[1] | 5 V (DC) via Micro USB type B or GPIO header | |
| Size: | 85.0 x 56.0 mm (two different boards, measured with callipers) | |

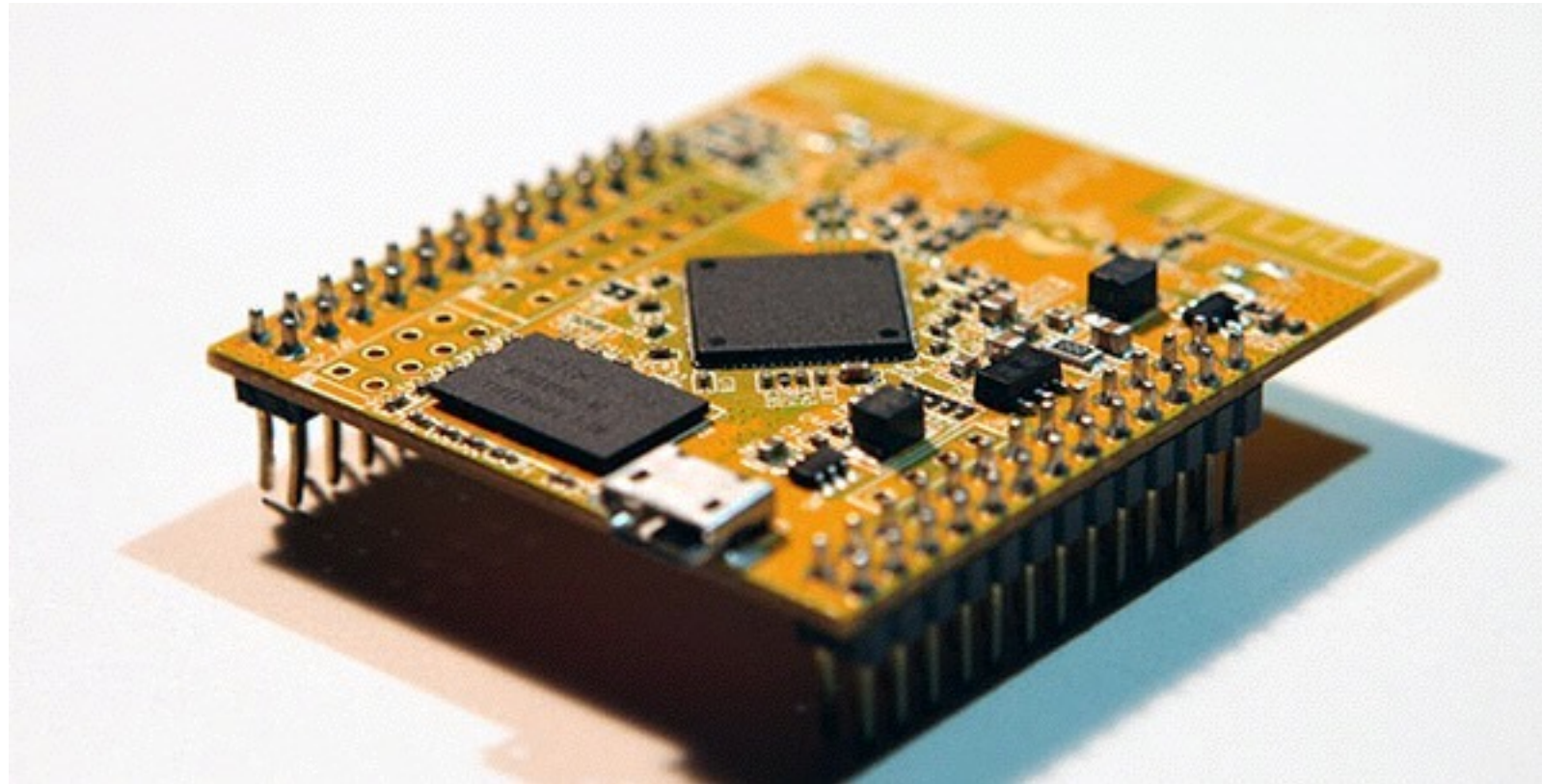




RPi to us

- 一个Linux机器，可以折腾
- 一个ARM开发板，可以学ARM汇编
- 有GPIO，可以做物理计算

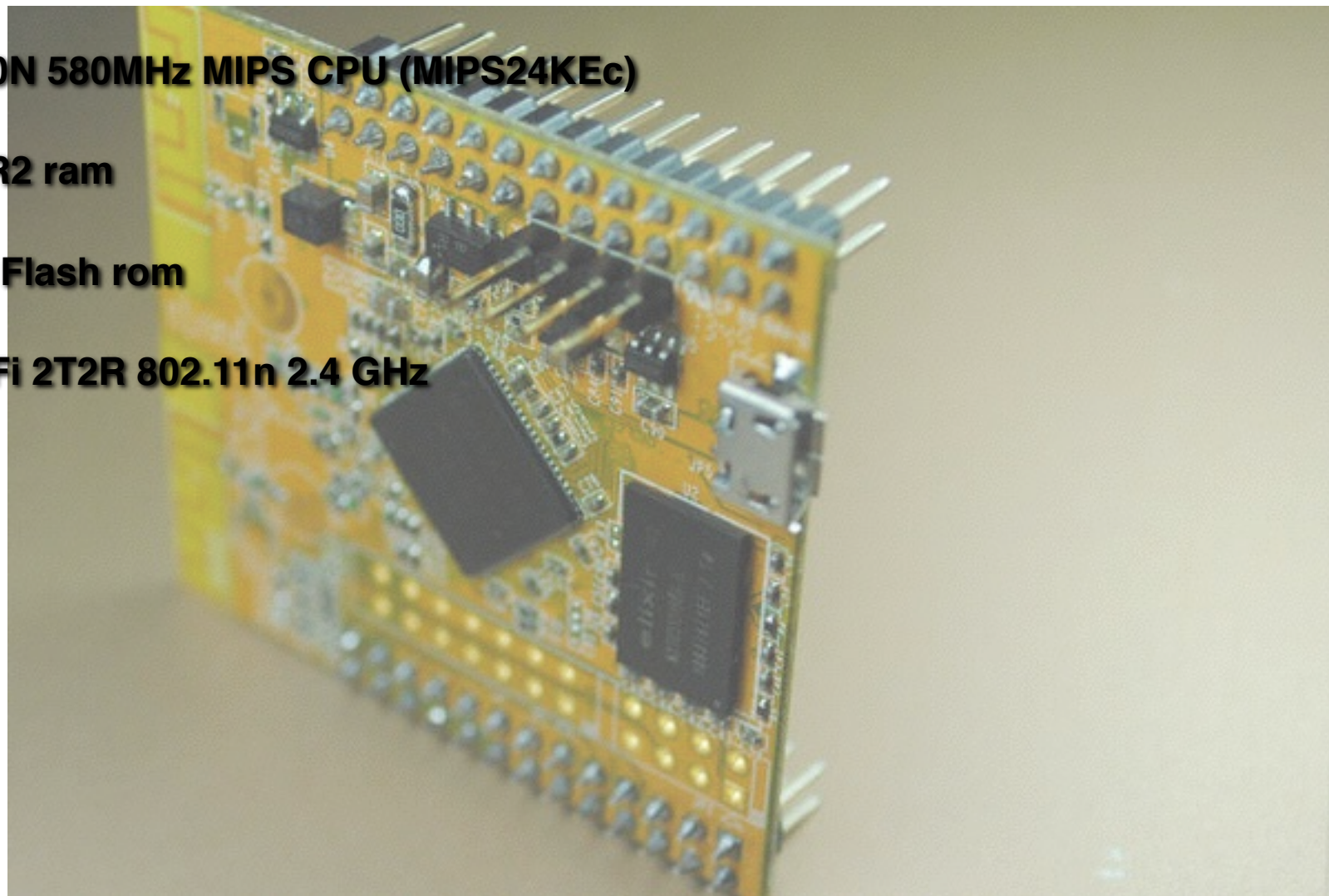
实验平台III



- www.wrtnode.com

WRTnode

- **About 40mm*50mm**
- **MTK MT7620N 580MHz MIPS CPU (MIPS24KEc)**
- **512Mbit DDR2 ram**
- **128Mbit SPI Flash rom**
- **300Mbit Wi-Fi 2T2R 802.11n 2.4 GHz**
- **23GPIOs**
- **JTAG**
- **SPI**
- **UART Lite**
- **USB2.0**
- **OpenWrt on Linux kernel 3.10.44**



三者比较

| 指标 | Acadia | RPi | WRTnode |
|-----|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ISA | CortexA9 | ARM11 | MIPS |
| 主频 | 1.2GHz | 700MHz | 580MHz |
| RAM | 1GB | 256MB | 64MB |
| 接口 | USB、以太网、GPIO、UART、SPI、ADC | USB、以太网、GPIO、UART、SPI | WiFi、USB、以太网、GPIO、SPI |

Why not?

- 虚拟机：没有GPIO
- 安卓机：没有GPIO
- Arduino：没有OS

实验平台IV

- STM32F103核心板

实验器材

- 每人一块STM32F103核心板
- 每个组一块Acadia、一块树莓派和一块WRTNode
- 每人一盒外围元件，包括面包板、连线和基础的传感器元件等
- 小组组成后，组长联系TA领器材，最后一次实验课回收器材，如有损坏遗失需赔偿
- 需要自己准备一个5V/1A、USB接口的电源（用于树莓派，STM32F103和WRTNode可以由电脑的USB口供电）

嵌入式系统课程

嵌入式系统

嵌入式系统

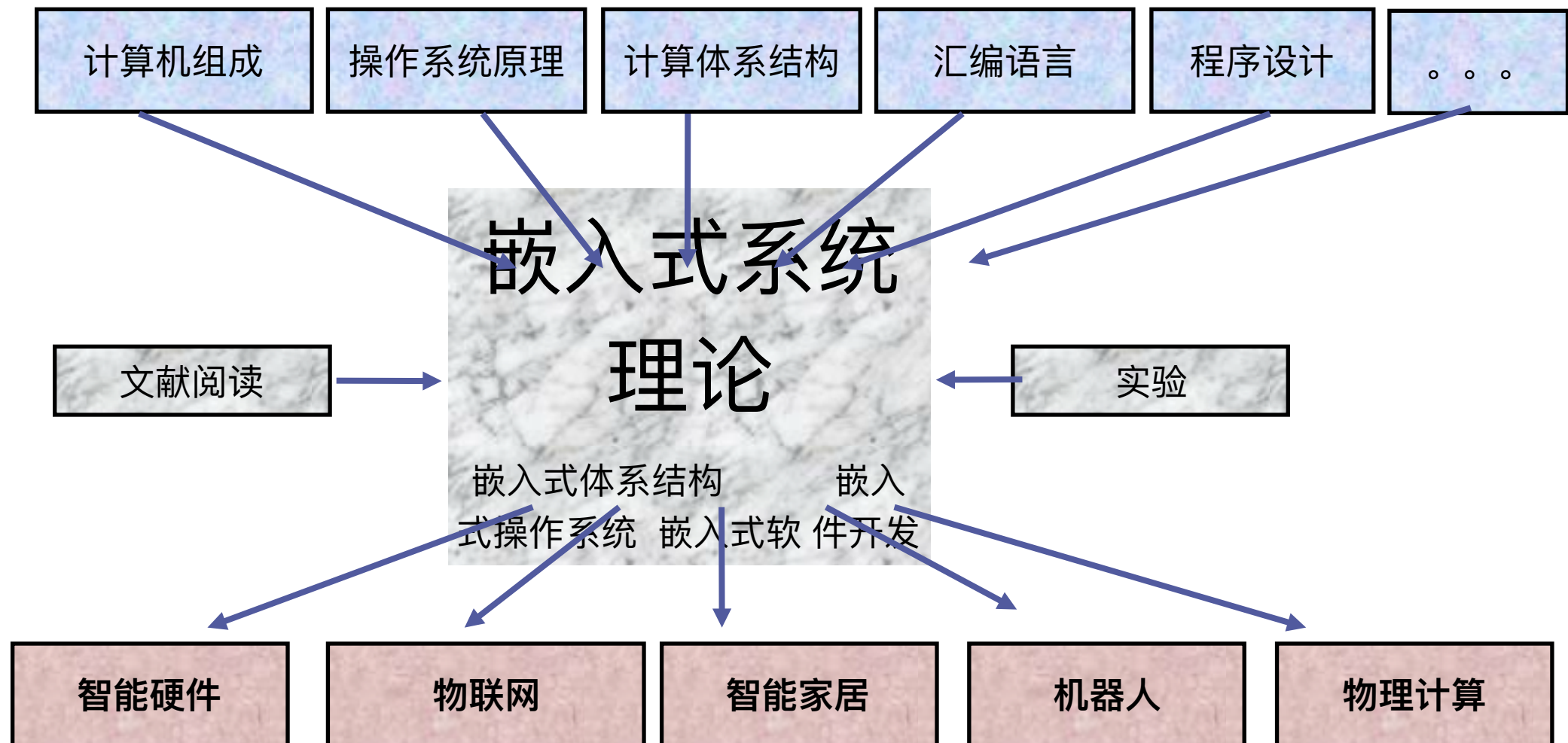


嵌入式系统课程

嵌入式系统



嵌入式系统课程的地位



课程目标

课程目标

- 了解嵌入式系统基本概念和一般原则

课程目标

- 了解嵌入式系统基本概念和一般原则
- 掌握系统分析和架构设计的方法

课程目标

- 了解嵌入式系统基本概念和一般原则
- 掌握系统分析和架构设计的方法
- 了解硬件设计的基本原则

课程目标

- 了解嵌入式系统基本概念和一般原则
- 掌握系统分析和架构设计的方法
- 了解硬件设计的基本原则
- 掌握嵌入式软件开发所需的工具的概念和使用

课程目标

- 了解嵌入式系统基本概念和一般原则
- 掌握系统分析和架构设计的方法
- 了解硬件设计的基本原则
- 掌握嵌入式软件开发所需的工具的概念和使用
- 熟练掌握在裸机、RTOS和嵌入式Linux上开发应用软件的方法

课程目标

- 了解嵌入式系统基本概念和一般原则
- 掌握系统分析和架构设计的方法
- 了解硬件设计的基本原则
- 掌握嵌入式软件开发所需的工具的概念和使用
- 熟练掌握在裸机、RTOS和嵌入式Linux上开发应用软件的方法
- 了解为嵌入式设备提供数据服务的一般做法

课程培养目标

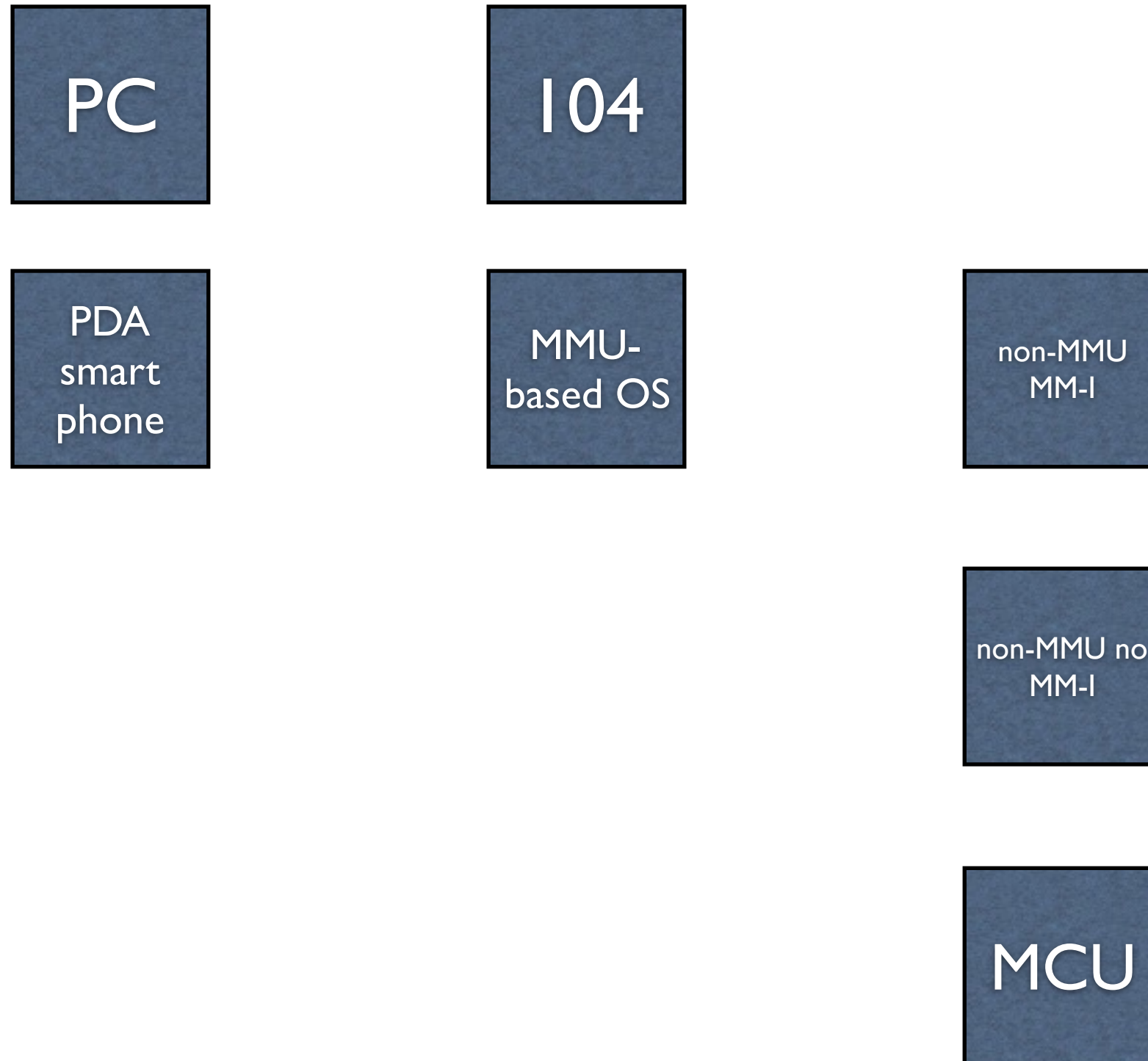
- 学会为嵌入式设备开发应用软件的手段，经过实践训练可以成长为嵌入式软件开发工程师
- 掌握程序编译、链接和运行的原理，从而作为非嵌入式软件开发工程师能写出更好的应用软件来
- 为有兴趣接触嵌入式硬件和系统设计的同学打下基础

我们的使命

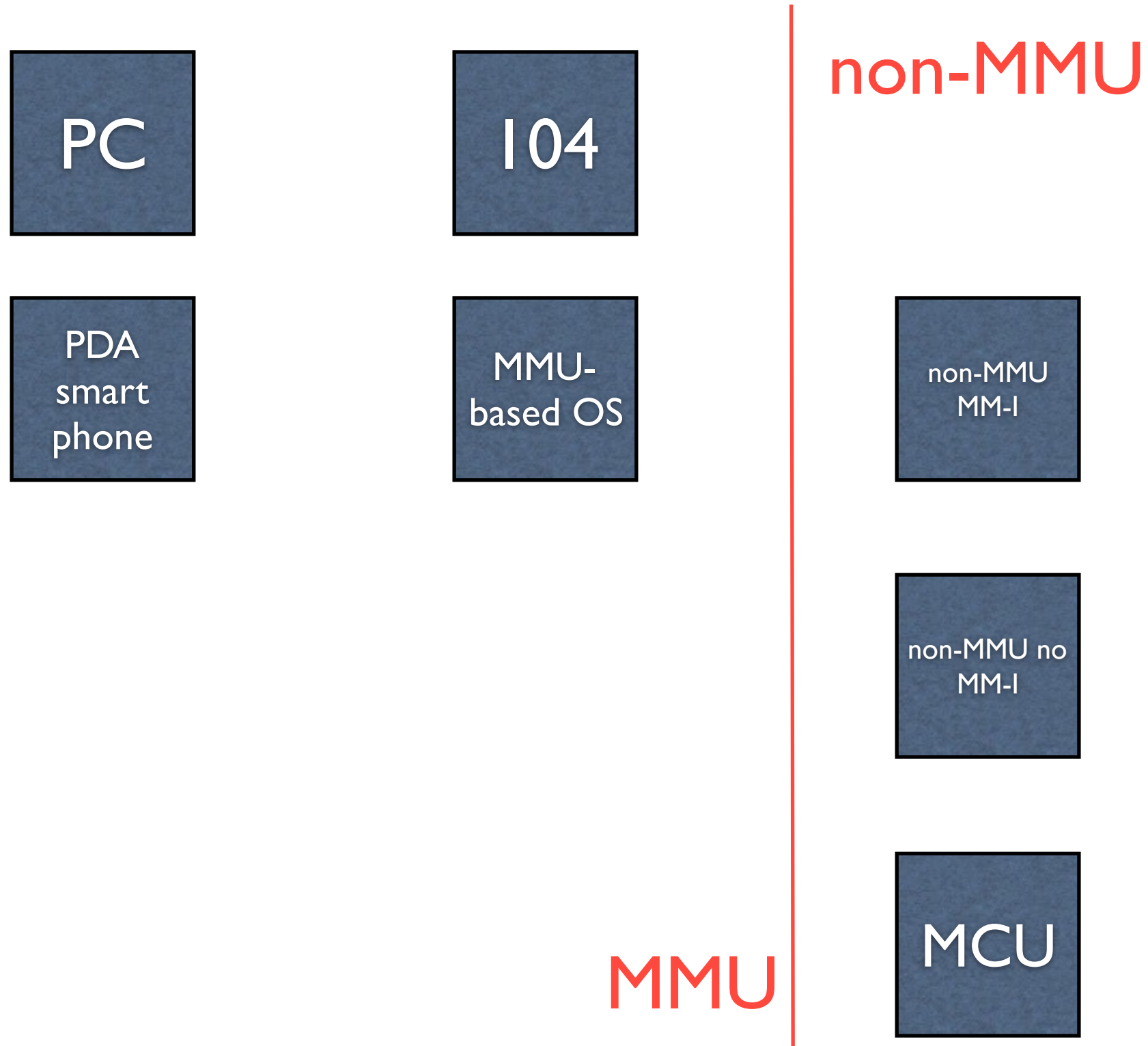
- 嵌入式系统所需的软件
 - 不仅仅是如何在嵌入式系统上写软件
 - 基础软件（操作系统、引导装载、驱动）
 - 开发软件（编译器、开发工具、调试、评测）
- 做软件而不仅是用软件

什么是嵌入式

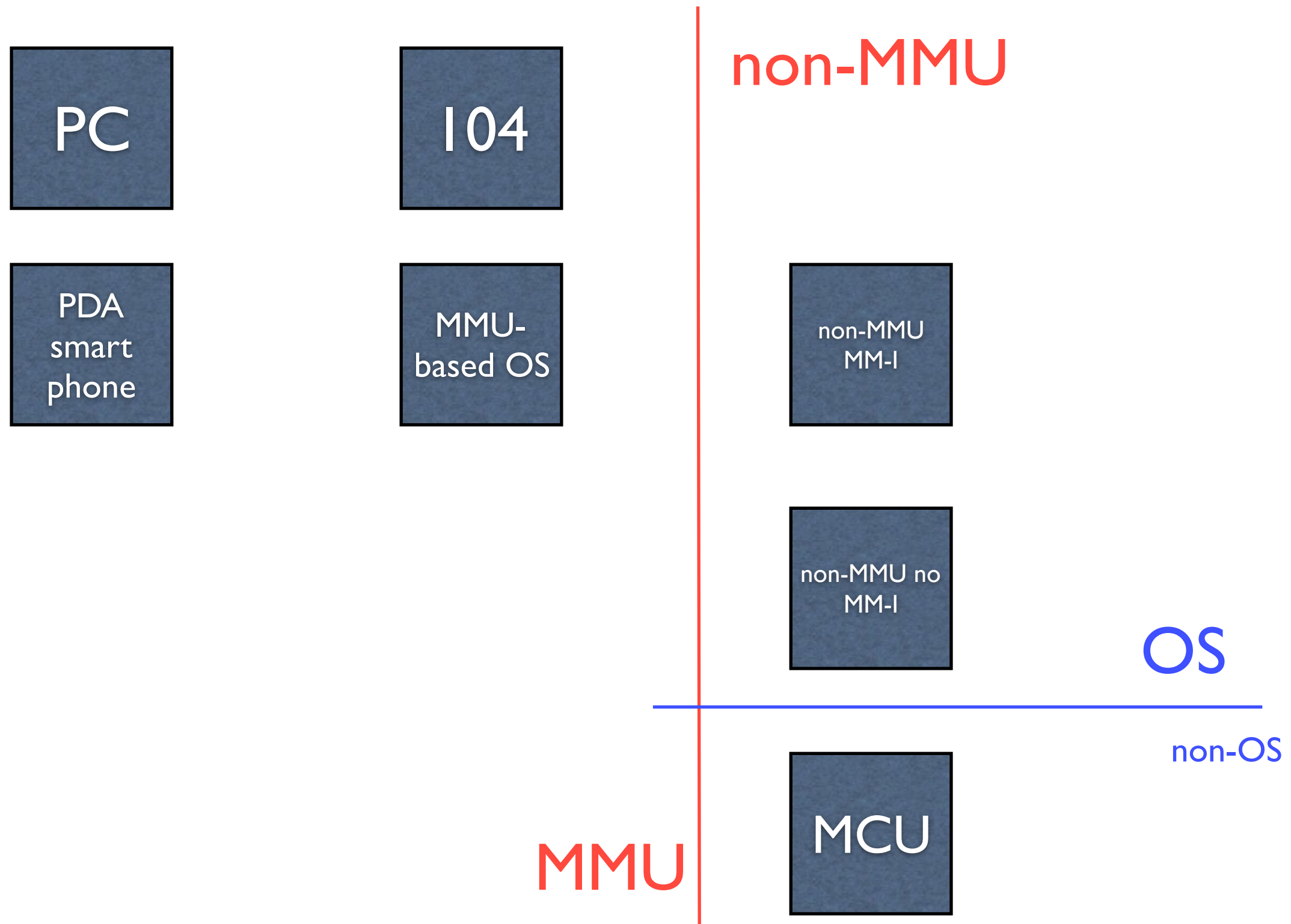
什么是嵌入式



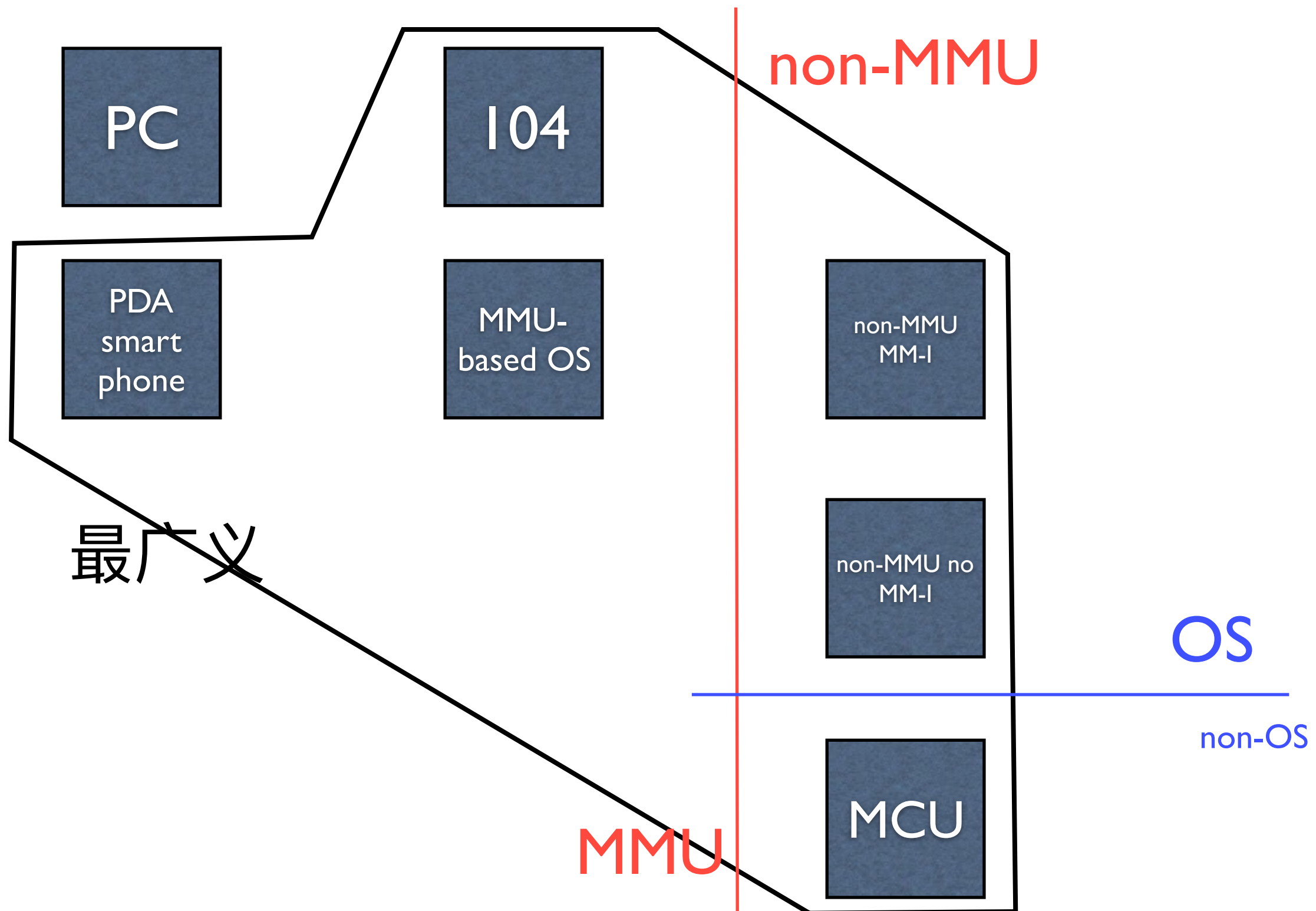
什么是嵌入式



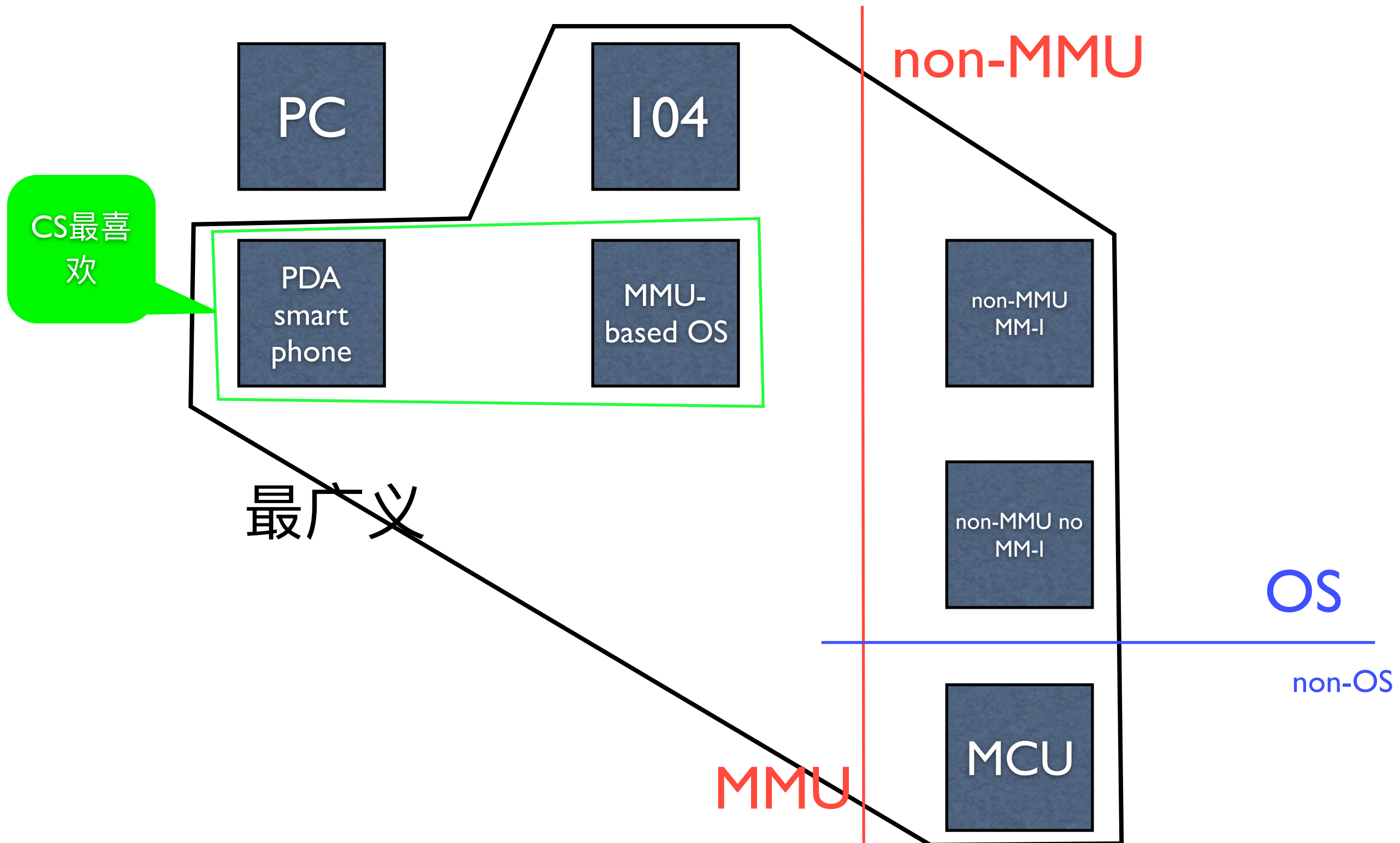
什么是嵌入式



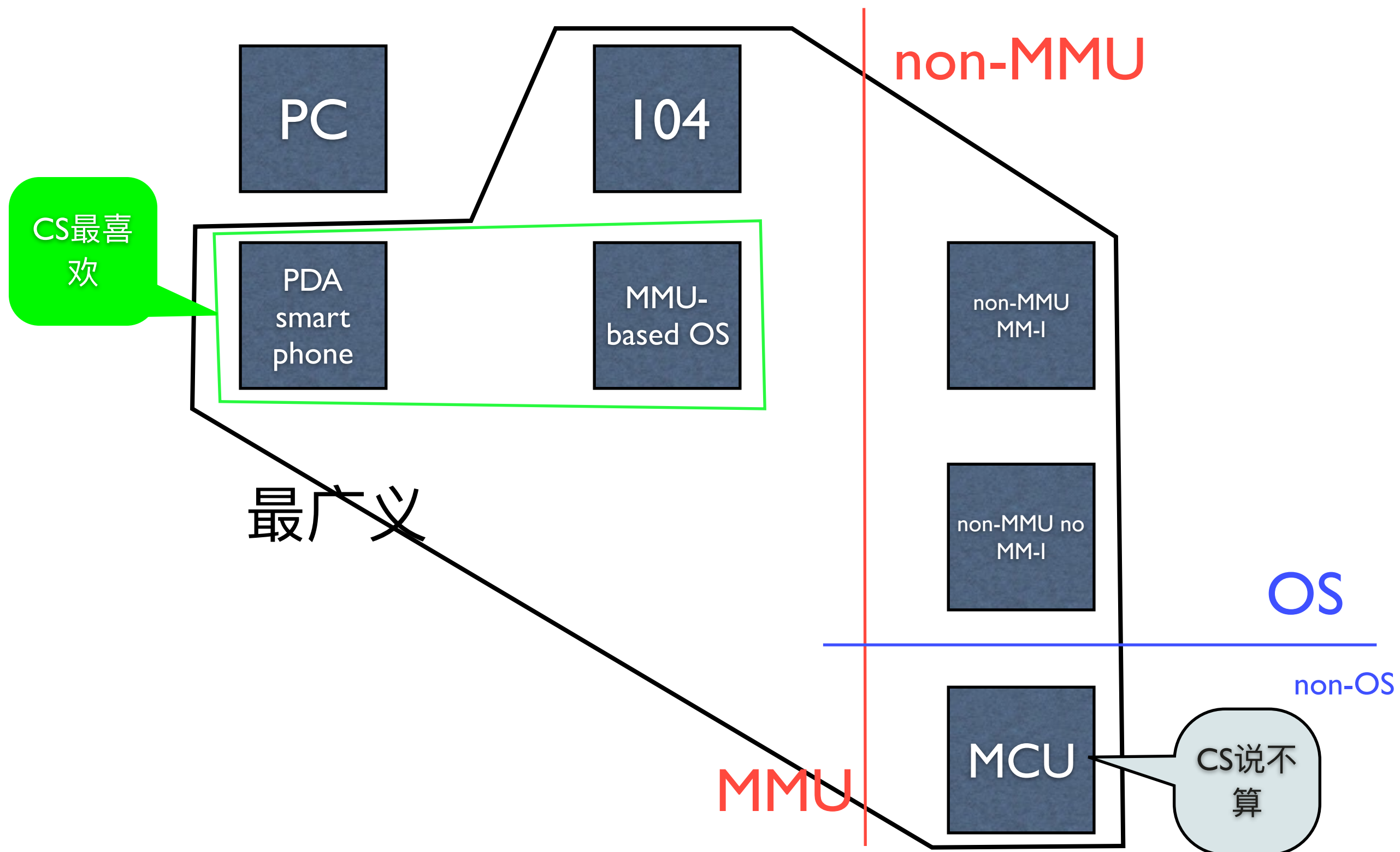
什么是嵌入式



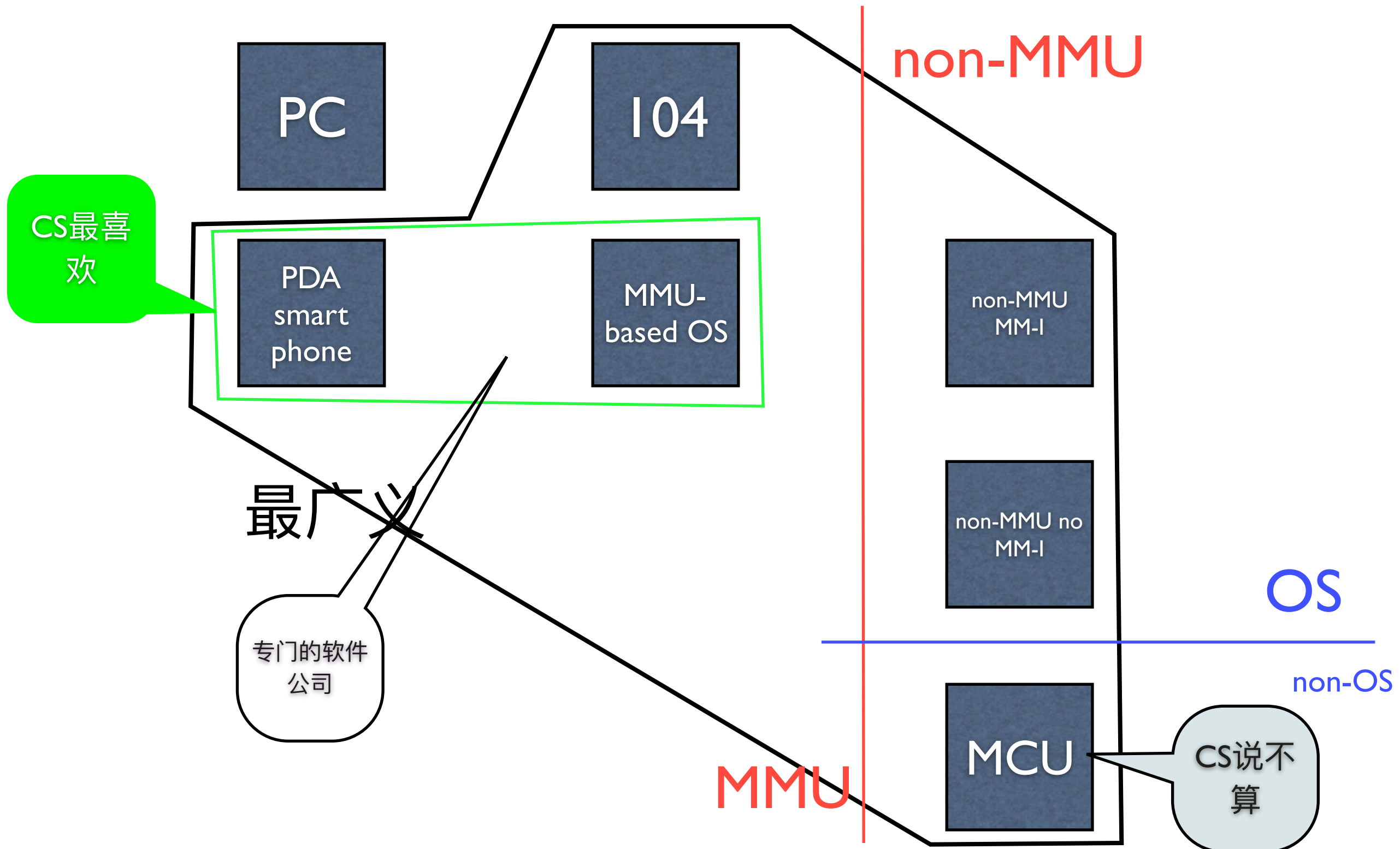
什么是嵌入式



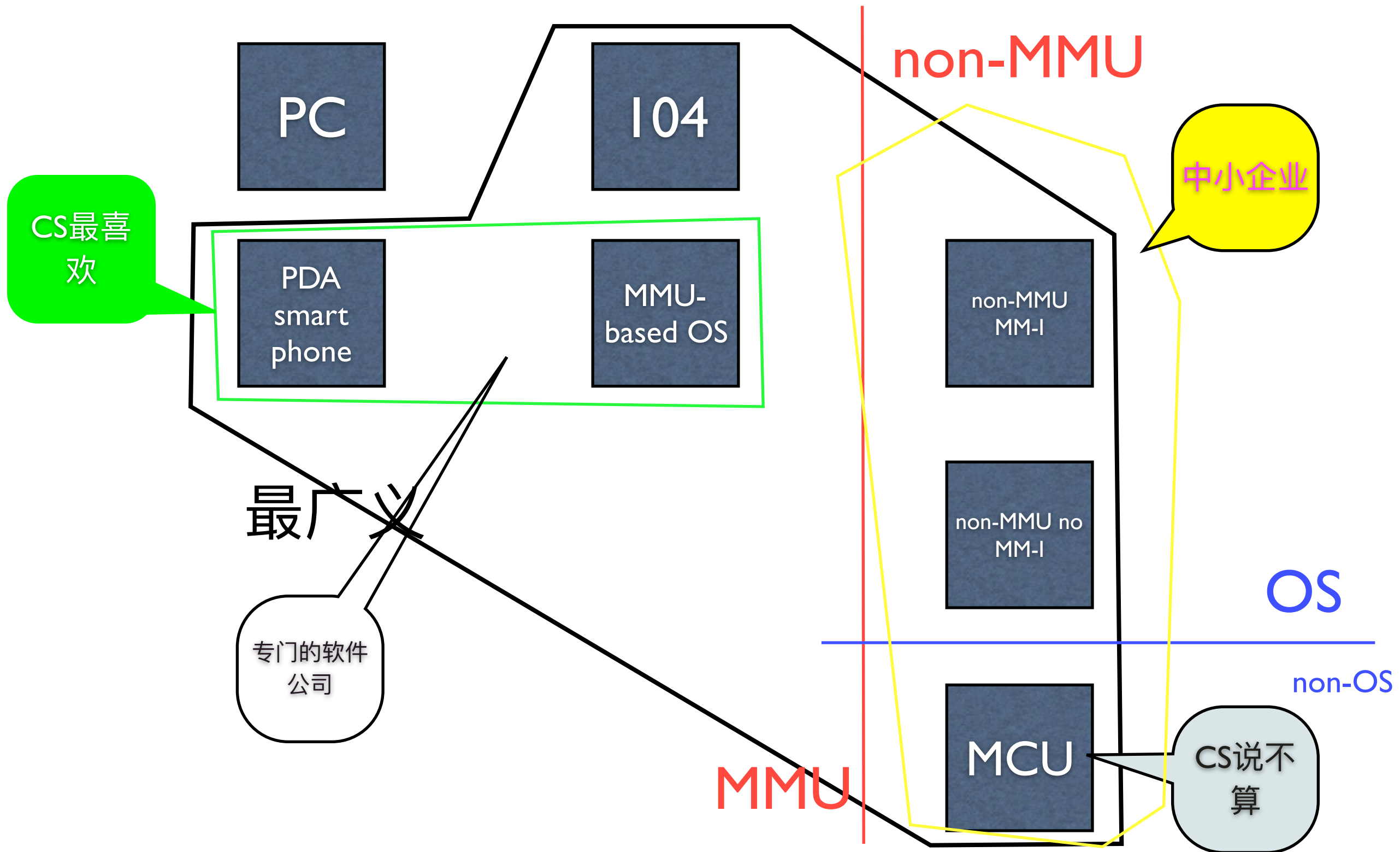
什么是嵌入式



什么是嵌入式



什么是嵌入式



什么是嵌入式系统

- IEEE（国际电气和电子工程师协会）的定义：嵌入式系统是“用于控制、监视或者辅助操作机器和设备的装置”。
- Devices used to control, monitor, or assist the operation of equipment, machinery or plants.

嵌入式系统的含义

嵌入式系统的含义

- 通俗的说，嵌入式系统就是将计算机的硬件或软件嵌入其它机、电设备或应用系统中去，所构成了一种新的系统，即嵌入式系统。

嵌入式系统的含义

- 通俗的说，嵌入式系统就是将计算机的硬件或软件嵌入其它机、电设备或应用系统中去，所构成了一种新的系统，即嵌入式系统。
- 嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，采用可剪裁软硬件，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的专用计算机系统，用于实现对其他设备的控制、监视或管理等功能。

嵌入式系统与桌面通用系统的区别

嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统中运行的任务是专用而确定的
 - 心脏监视器只需运行信号输入、信号处理、心电图显示任务
 - 不用运行word、excel等任务
 - 如要更改任务，需要对整个系统进行重新设计或在线维护

嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统中运行的任务是专用而确定的
 - 心脏监视器只需运行信号输入、信号处理、心电图显示任务
 - 不用运行word、excel等任务
 - 如要更改任务，需要对整个系统进行重新设计或在线维护
- 桌面通用系统需要支持大量的、需求多样的应用程序：
 - 对系统中运行的程序不作假设
 - 程序升级、更新等方便

嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统往往对实时性提出较高的要求。
 - 实时系统：指系统能够在限定的响应时间内提供所需水平的服务。（POSIX 1003.b）
- 嵌入式实时系统可分为：
 - 强实时型：响应时间 $\mu\text{s} \sim \text{ms}$ 级，如数控机床、医疗仪器；
 - 一般实时：响应时间 $\text{ms} \sim \text{s}$ 级，如打印机、电子菜谱；
 - 弱实时型：响应时间 s 级以上，如工程机械控制。

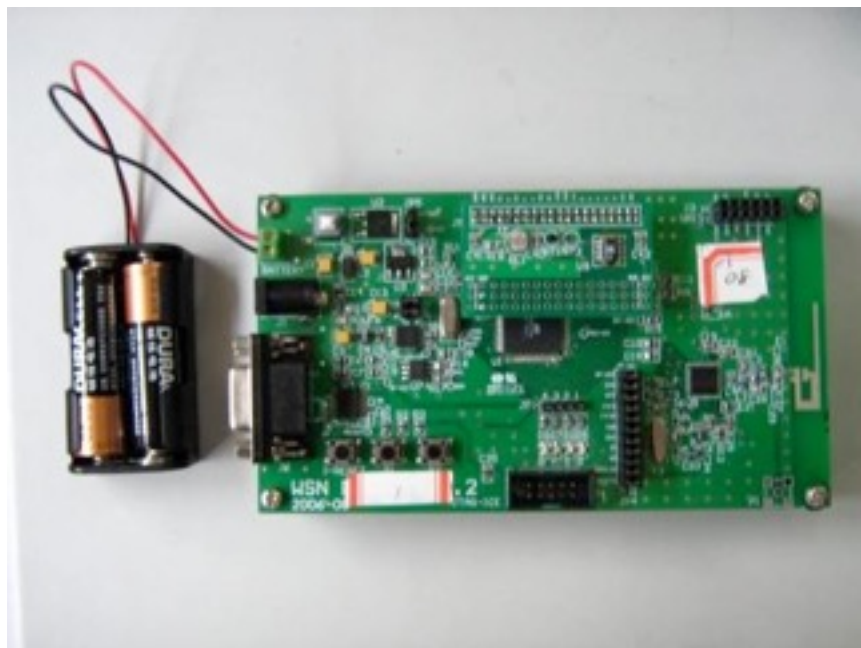
嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统中使用的操作系统一般是实时操作系统
 - 嵌入式Linux
 - VxWorks
 - Win CE/WinPhone
 - uc/os II
 - Android

嵌入式系统与桌面通用系统的区别

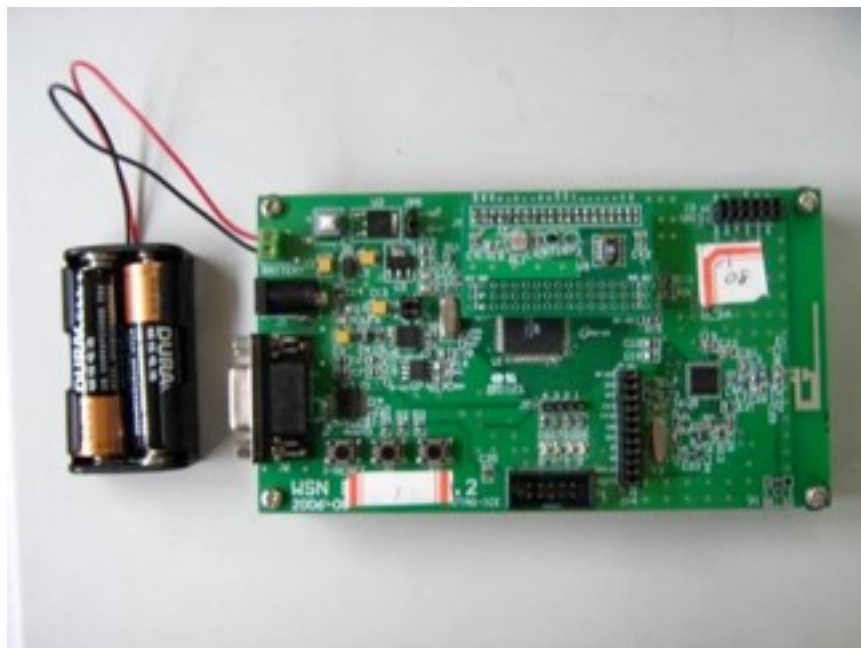
- 嵌入式系统运行需要高可靠性保障
 - 1966年，美国首次金星探测计划失败
 - 1982年，在马尔维纳斯群岛战争中，英国谢菲尔德驱逐舰被击沉，由于它的雷达系统将来袭的“飞鱼”导弹确定为“友好”
 - 1985～1987年，美国、加拿大联合研制的Therac25型放射治疗仪多次产生超计量辐射，造成两人死亡、多人受伤的重大医疗事故
 - 1991年，在海湾战争中，爱国者导弹拦截飞毛腿导弹失败
- 1996年，ESA首次发射阿丽亚娜501航天飞机自毁，损失5亿
- 嵌入式系统需要忍受长时间、无人值守条件下的运行。
 - 如核心路由器、航天飞行器
 - 嵌入式系统运行的环境恶劣
 - 工业控制：车间设备干扰、辐射
 - 航天飞行器：40%的航天设备故障源（单粒子翻转、单粒子闩锁、功率器件SEB等）来自太空辐射，需要提供抗辐射加固保障

嵌入式系统与桌面通用系统的区别



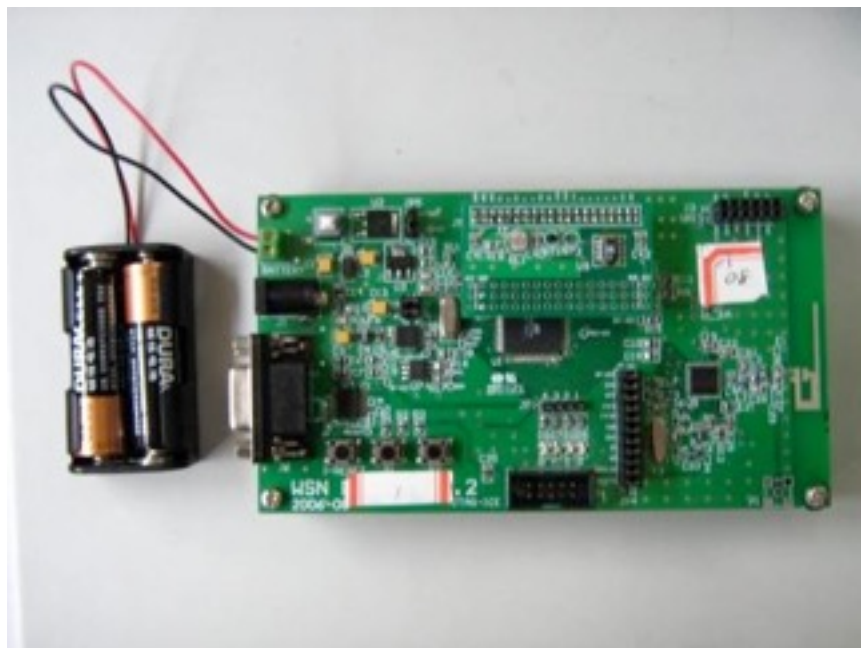
嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统大都有功耗约束。



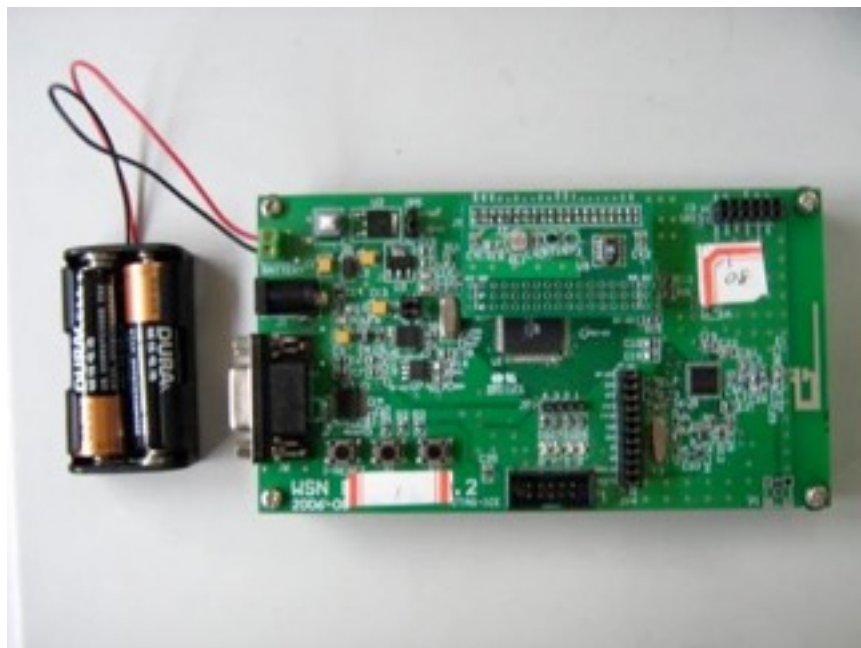
嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统大都有功耗约束。
 - 敦煌莫高窟洞窟微气象环境监测，有大约45000平方米的壁画、2400余尊彩塑等珍贵文物需要保护。对各个洞窟内的温度、湿度以及二氧化碳浓度的微气象环境是影响壁画保存的重要因素。



嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统大都有功耗约束。
 - 敦煌莫高窟洞窟微气象环境监测，有大约45000平方米的壁画、2400余尊彩塑等珍贵文物需要保护。对各个洞窟内的温度、湿度以及二氧化碳浓度的微气象环境是影响壁画保存的重要因素。
 - 要求1分钟采样一次，每个采样节点采用电池供电，1年更新一次。采用常规的方法，能量只能持续工作5天！



嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统大都有功耗约束。
 - 敦煌莫高窟洞窟微气象环境监测，有大约45000平方米的壁画、2400余尊彩塑等珍贵文物需要保护。对各个洞窟内的温度、湿度以及二氧化碳浓度的微气象环境是影响壁画保存的重要因素。
 - 要求1分钟采样一次，每个采样节点采用电池供电，1年更新一次。采用常规的方法，能量只能持续工作5天！
 - 引入间歇工作方式，从而降低功耗，节省能量。



嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统比桌面通用系统可用资源少得多
 - 为降低系统成本，降低功耗，嵌入式系统的资源配置遵循够用就行！
- 嵌入式系统的开发需要专用工具和特殊方法：
 - 开发：交叉编译、交叉链接
 - 调试：仿真器、虚拟机
 - 更新：在线升级等

嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 嵌入式系统开发是一项综合的计算机应用技术
 - 系统结构：状态控制器、中断控制器处理
 - 汇编语言：操纵外围设备、端口
 - 操作系统：设置运行任务、通信、互斥
 - 编译原理：交叉编译、bootloader加载
 - GUI布局：多分辨率适配

是否属于嵌入式系统的标志

- 能否在运行时刻由用户方便地装载新的应用程序来运行
 - PC不是嵌入式系统
 - 服务器不是嵌入式系统
 - 智能手机不是嵌入式系统
 - 平板电脑不是嵌入式系统
 - 非智能手机是嵌入式系统
 - 路由器是嵌入式系统
 - 专用PC? 专用平板电脑?
 - 能运行脚本 (lua) 的设备?

是否属于嵌入式系统的标志

- 能否在运行时刻由用户方便地装载新的应用程序来运行
 - PC不是嵌入式系统
 - 服务器不是嵌入式系统
 - 智能手机不是嵌入式系统
 - 平板电脑不是嵌入式系统
 - 非智能手机是嵌入式系统
 - 路由器是嵌入式系统
 - 专用PC? 专用平板电脑?
 - 能运行脚本 (lua) 的设备?

有没有屏幕
有没有交互
有没有网络
有没有OS

本课程所限定的嵌入式系统

- 不包括简单逻辑控制设备
- 不包括商用GUI终端（手机、Pad等）
- 嵌入式Linux不是嵌入式OS的主流
- 在Linux之外我们会学习其他RTOS，它们也不一定比Linux更有前途，但是值得你知道

嵌入式系统简单历史

出现和兴起

- 第一代电子管计算机(1946~1957年), 无法满足嵌入式计算所要求的体积小、重量轻、耗电少、可靠性高、实时性强等一系列要求。
- 60年代, 第二代晶体管计算机系统开始应用:
 - 第一台机载专用数字计算机是美国海军舰载轰炸机“民团团员”号研制的多功能数字分析器(Verdan)。
 - 1962年美国乙烯厂实现了工业装置中的第一个直接数字控制。
- 1965~1970年, 第三代集成电路化计算机系统应用:
 - 第一次使用机载数字计算机控制的是1965年发射的Gemini3号。
 - 第一次通过容错来提高可靠性是1968年的阿波罗4号、土星5号。
 - 在军用领域中, 出现了为各种武器系统研制的嵌入式系统。

出现和兴起

- 第一代电子管计算机(1946~1957年), 无法满足嵌入式计算所要求的体积小、重量轻、耗电少、可靠性高、实时性强等一系列要求。
- 60年代, 第二代晶体管计算机系统开始应用:
 - 第一台机载专用数字计算机是美国海军舰载轰炸机“民团团员”号研制的多功能数字分析器(Verdan)。
- 一般对计算机这个词汇的理解是键盘鼠标显示器
而在嵌入式领域, 计算机指的就是CPU
- 1960年代, 第三代集成电路计算机系统应用:
 - 第一次使用机载数字计算机控制的是1965年发射的Gemini3号。
 - 第一次通过容错来提高可靠性是1968年的阿波罗4号、土星5号。
 - 在军用领域中, 出现了为各种武器系统研制的嵌入式系统。

发展时期

- 嵌入式系统的大发展是在微处理问世之后：
 - 1971年11月，Intel公司推出了第一片微处理器Intel4004，并进一步通用化，推出了4位的4040、8位的8008。
 - 人们再也不必为设计一台专用机而研制专用的电路、专用的运算器了，只需以微处理器为基础进行设计。
 - 1976年，第一个单片机Intel 8048出现。
 - 1982年，第一个DSP出现，比同期的CPU快10~50倍。
 - 80年代后期，第三代DSP芯片出现。

嵌入式软件的进步

- 早期嵌入式系统：采用汇编语言，基本不采用操作系统
- 硬件的提升：微处理器性能提高、存储器容量增加
- 软件技术发展：高级语言、编译器、操作系统、集成开发环境

走向纵深化发展

- 应用充分普及：工业控制、数字化通讯、数字化家电
 - 汽车：50个以上嵌入式微处理器
 - 飞机：70个以上嵌入式系统
 - 神舟飞船：64个嵌入式软件系统
- 嵌入式微处理器32位、64位
- 嵌入式实时操作系统使用比率越来越高
 - 早期：10%；90年代初：30%；目前：80~90%
 - 嵌入式系统开发工具越来越丰富
- 嵌入式系统产业链形成，并被广泛应用于网络通信、消费电子、医疗电子、工业控制和交通系统等领域

趋势

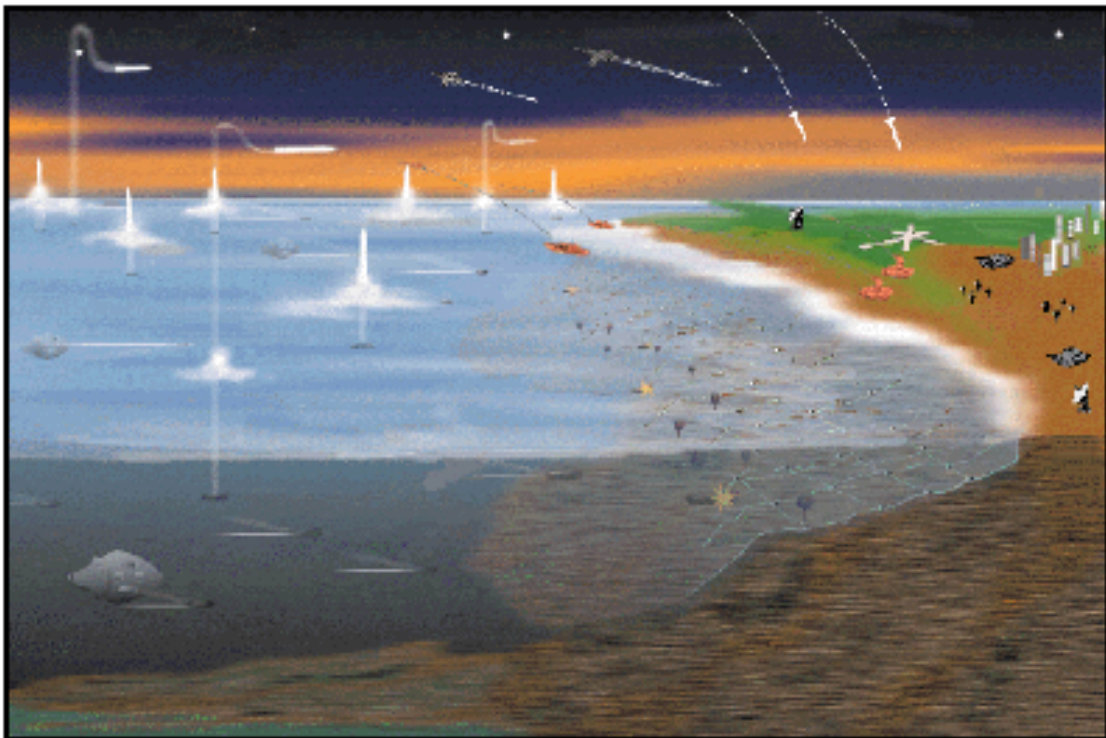
- 嵌入式技术是信息产业中发展最快、应用最广的计算机技术之一，并被广泛应用于网络通信、消费电子、医疗电子、工业控制和交通系统等领域。
- 全球嵌入式系统工业产值已超过1万亿美元，嵌入式系统硬件和软件开发工具市场约2千亿美元；全球嵌入式软件市场的规模超过1000亿美元，而且每年以超过30%的速度在增长。
- 日本及欧美嵌入式软件人才极其短缺，大量的跨国嵌入式软件公司到中国委托软件外包。在中国参与的在软件外包业中，嵌入式软件占到了50.4%。

在中国

- 嵌入式软件是嵌入式系统的核心技术之一，在中国占整个软件收入的21%，整个电子信息产业中的10%。
- 2010年，中国嵌入式软件市场规模达到1000亿元，并以40%的年增长率发展，2015年，有望达到5000亿元，成为中国软件产业快速发展的重要驱动力。
- 《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020）》确立的16个重大专项，2008年颁布“核高基”——“基础软件产品”中包含了嵌入式基础软件的研发。

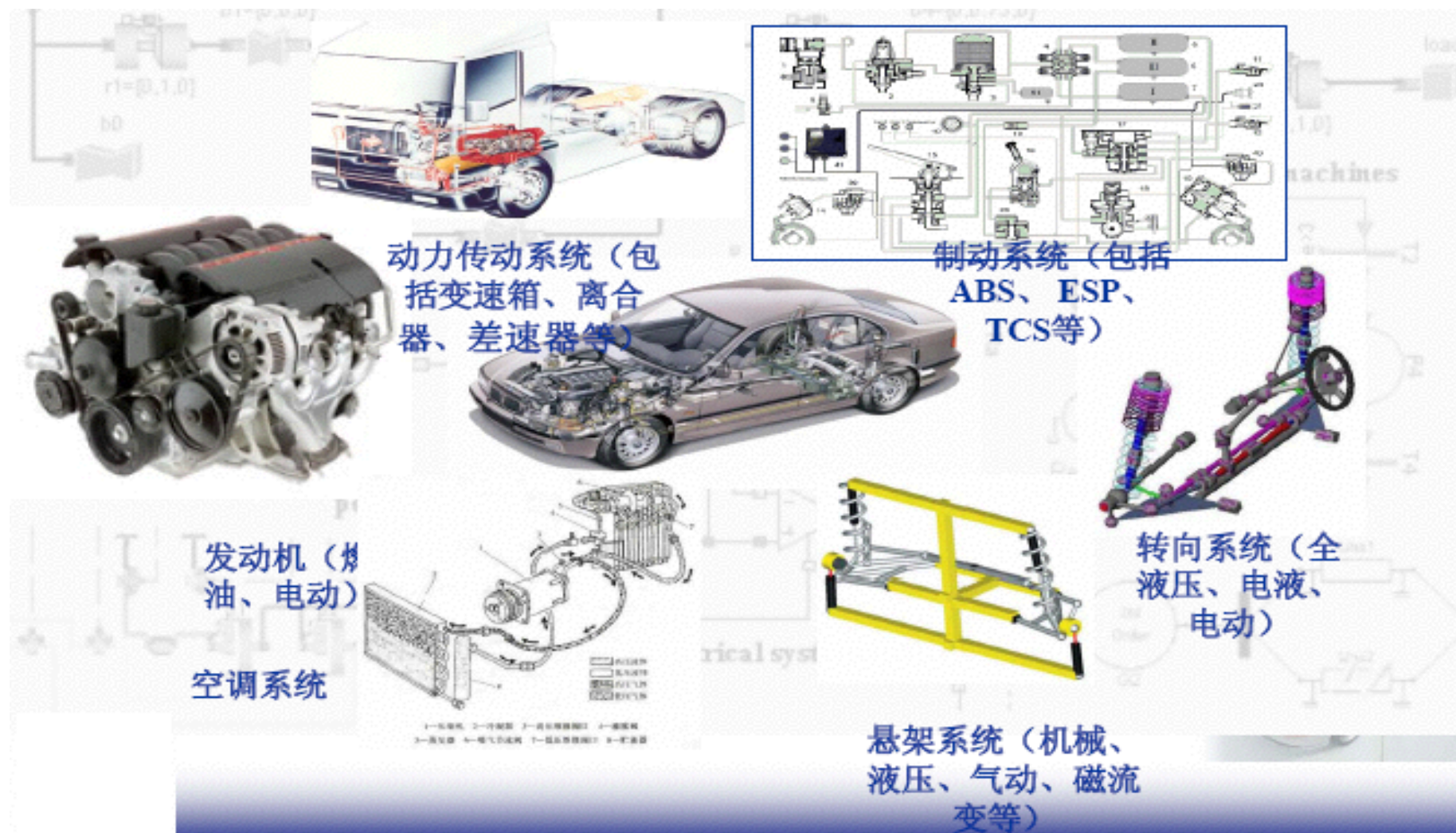
发展趋势

- 软、硬件系统整合
- SOC设计：体积小、散热好、低功耗、可靠性高
- 应用领域拓展：无线传感器网络、物联网、智能电网、三网融合、普适计算、与云计算融合



发展趋势

- 多学科交叉融合，机、电、液、控、热等软、硬件等多物理领域对象高度集成与融合，复杂机电产品的协作（同步）开发



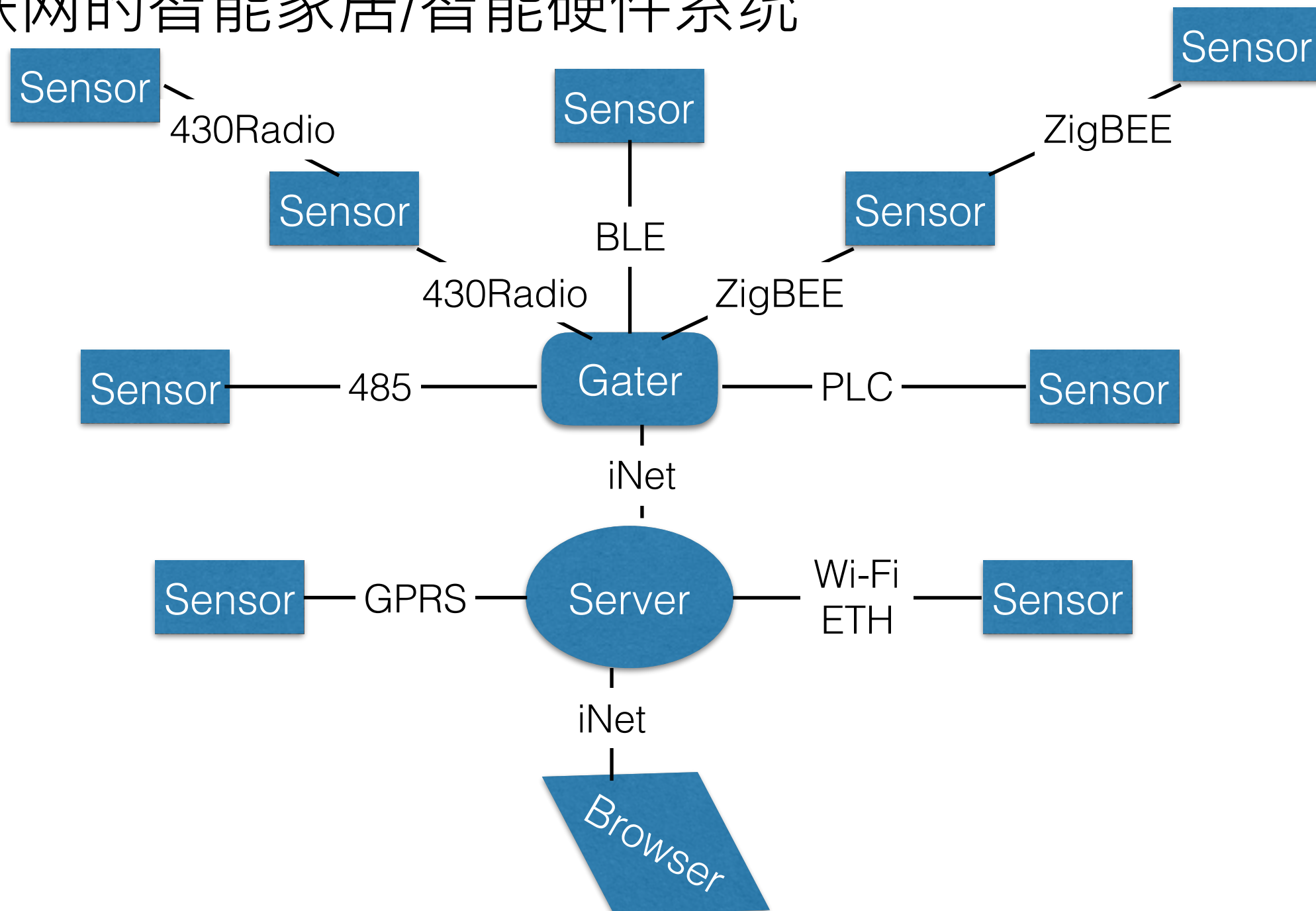
潮流

- 智能硬件 vs 物联网
- 嵌入式系统从“藏在里面的控制器”发展到“联网的结点”
 - 通信能力
 - 在线更新能力
 - 脚本语言编程能力

课程作业

背景

- 联网的智能家居/智能硬件系统



任务

- 服务器：在网易蜂巢 (<https://c.163.com>) 上部署一个服务器
- 网关：各种不采用TCP/IP协议的传感器与服务器的接口
- 传感器：各种数据的传感器，采用各种手段与服务器或网关连接，可能带有动作器





网易蜂巢



网易蜂巢

为开发者打造的DOCKER

全SSD助力极速开发云端应用

容器云





服务器

- 部署在网易蜂巢上
- 要实现服务器软件和简单的前端页面
 - 记录数据（数据库保存）
 - 数据的查询（根据时间、设备编号和地点等）
 - 数据的可视化表现（地图、曲线图）
- 以http和二进制协议两种方式接入传感器和网关
- 只有一个组



网关

- 在课程所提供的实验平台（Acadia、树莓派或WRTNode）上实现
- 具有蓝牙、ZigBEE、430Radio、485、PLC中的2种接入方式
- 通过以太网或Wi-Fi连接到互联网去连接服务器
- 可以以http和二进制两种接入协议接入服务器（可配置）
- 网关也可以直接接传感/动作元件（非必须）
- 最多有三个组可以来做网关

传感器

- 可以传感的数据包括（不限于）
 - 温度、湿度、气压、光照、空气质量、声音、人体感应、电子围栏、加速度、GPS坐标、RFID卡、电压、电流...
- 可以做的动作包括（不限于）
 - 发出光、声音，驱动灯等电器的开关，驱动LCD/LED屏
- 可以连接的方式为
 - 蓝牙（BLE4.0）、ZigBEE、430无线电、电力线载波、485、Wi-Fi/以太网、GPRS
 - 每个传感器只能采用一种连接方式，可以传感多种数据、做多种动作
 - 每种连接方式最多只能有两个组做
 - 采用ZigBEE、430和BLE的要实现Ad Hoc
 - 可以用四种实验平台中的任一种来做

专项作品

- GPRS定位设备：采用GPRS将GPS坐标实时发送给服务器
- 太阳能电池充电控制器：监视锂电池电压、充电电流和三路放电电流，根据电池电压和峰谷电时间决定开启/关闭市电充电，向服务器报告实时电压、电流
- 每个作品只有一个组可以做

应用场景

- 校园各处温度湿度分布和变化图
- 宿舍（实验室）门口经过人数的时间分布
- 上课点到
- 经过特殊地点的App消息提醒或延时传递

其他

- 可以提出自己的不同的课程作业内容
- 必须纳入整个体系中，数据要接入服务器

立项报告内容

- 对产品的理解
- 技术路线和方案
- 优势

立项报告顺序

1. 服务器
2. 网关
3. Wi-Fi/以太网传感器
4. 485传感器
5. 蓝牙传感器
6. ZigBEE传感器
7. 430无线电
8. 电力线载波
9. GPRS
10. 专项作品
11. 其他

立项评审指标

- 对产品的理解
- 技术路线和方案的选择
- 产品成本
- 已有的能力和资源

具体需求

- 在第一次实验课确定了题目后，与我沟通确定

实验器材

- 所需的器材（元件）课程没有提供的，小组可以提出采购需求
- 第二次实验课之前提出清单，实验课上做解释
- 由课程组（三位老师）统一采购

全班验收门槛

- 最后一周验收时，传感器-网关-服务器-浏览器的链路要走通
- 否则所有人的课程作业分数（26分）减半

测试要求

- 每个组的产品有自己的测试方案和测试套件（软件 + 硬件）
- 能不依赖于其他组做测试

其他要求

- 整个过程所有的材料（文档和代码）要在GitHub上
- 不要自己埋头做，多与老师和助教沟通
- 课程中可能出现需求变更

8次检查/验收

- 3月13, 立项
- 3月27, 计划与方案
- 4月10, 开发平台
- 4月24, 测试设计
- 5月15, 1阶段验收
- 5月29, 2阶段验收
- 6月12, 初验
- 6月26, 终验

作业

考察产品

- 小米有一款家庭智能套装：<http://list.mi.com/accessories/smartsuit>



- 试分析（推测）其中可能用到的技术（如CPU、通信、供电、传感等）

第一次实验

- 选择一款嵌入式Linux平台
- 连接、开机、记录开机内容并分析
- 下载安装交叉编译环境
- 设置pc与板卡的文件交换渠道
- 编译、下载、运行