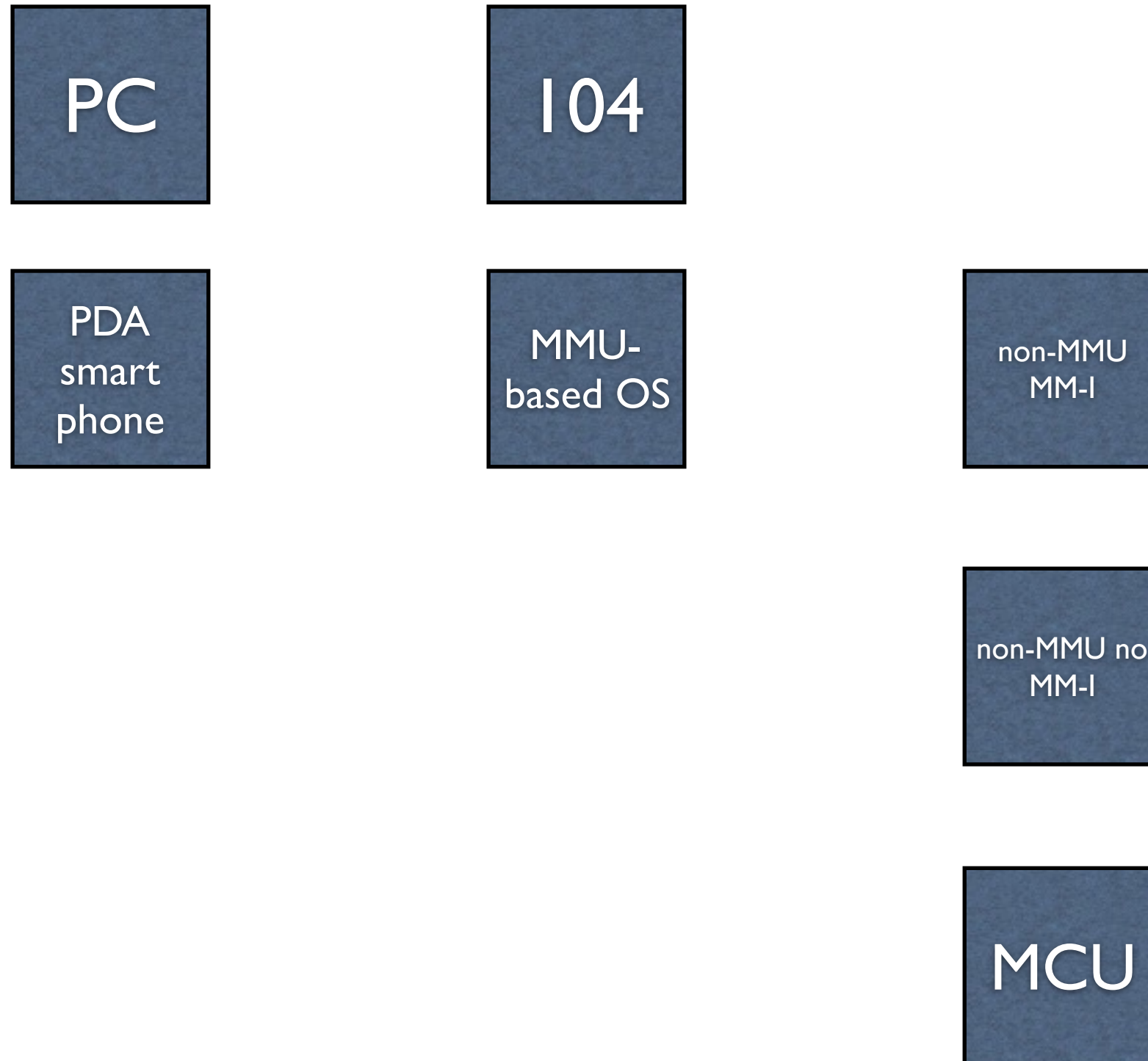
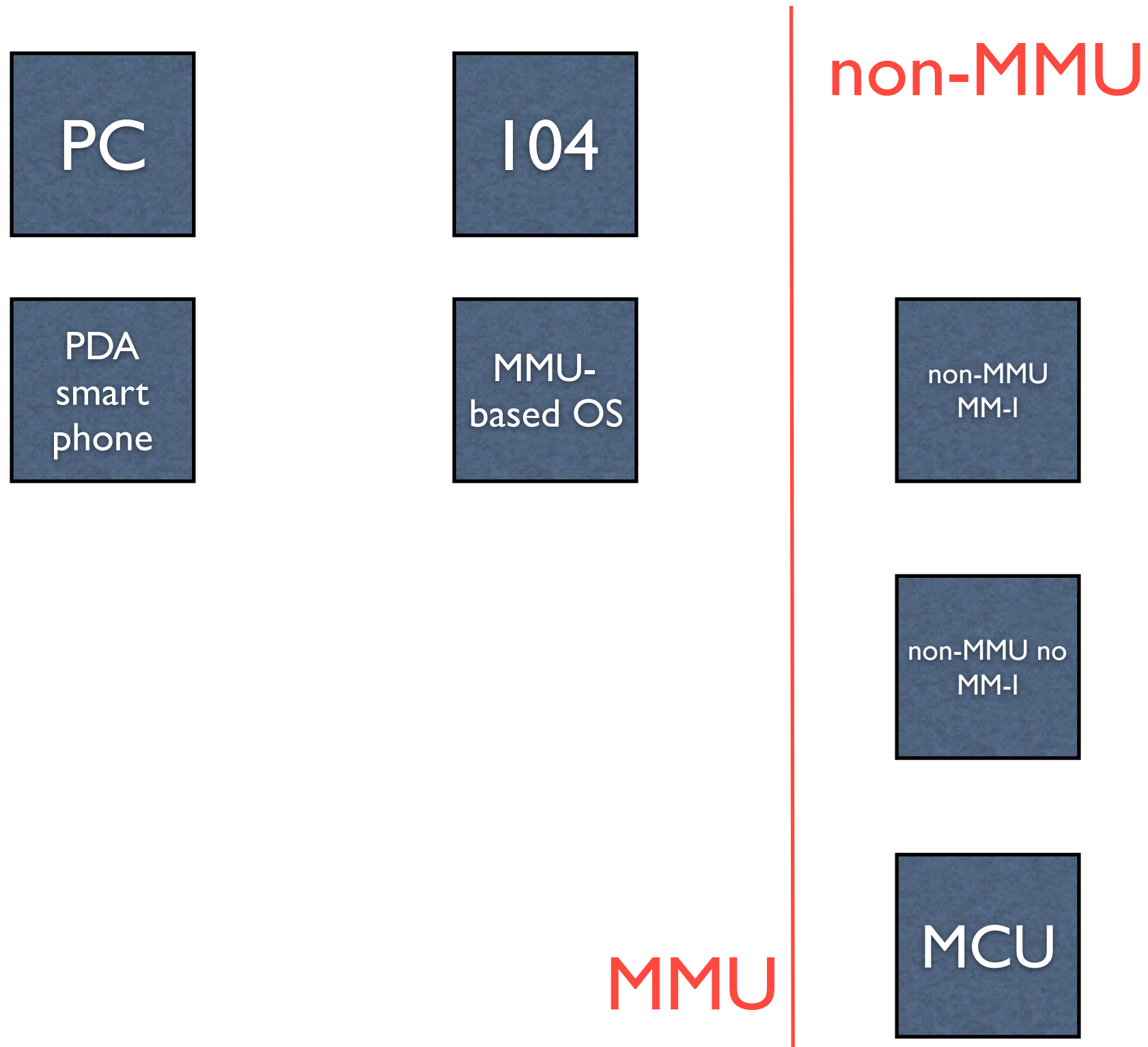


什么是嵌入式

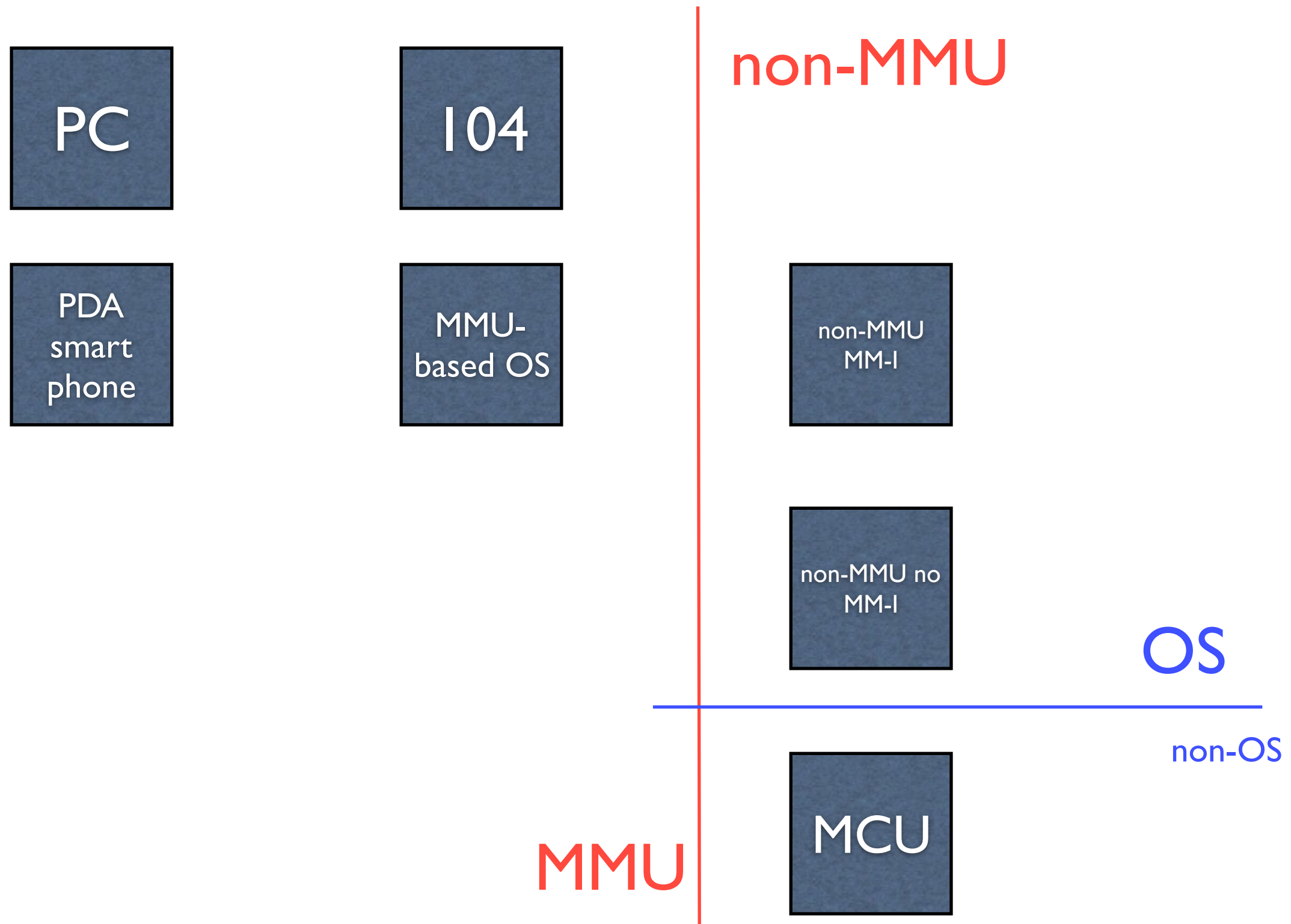
# 什么是嵌入式



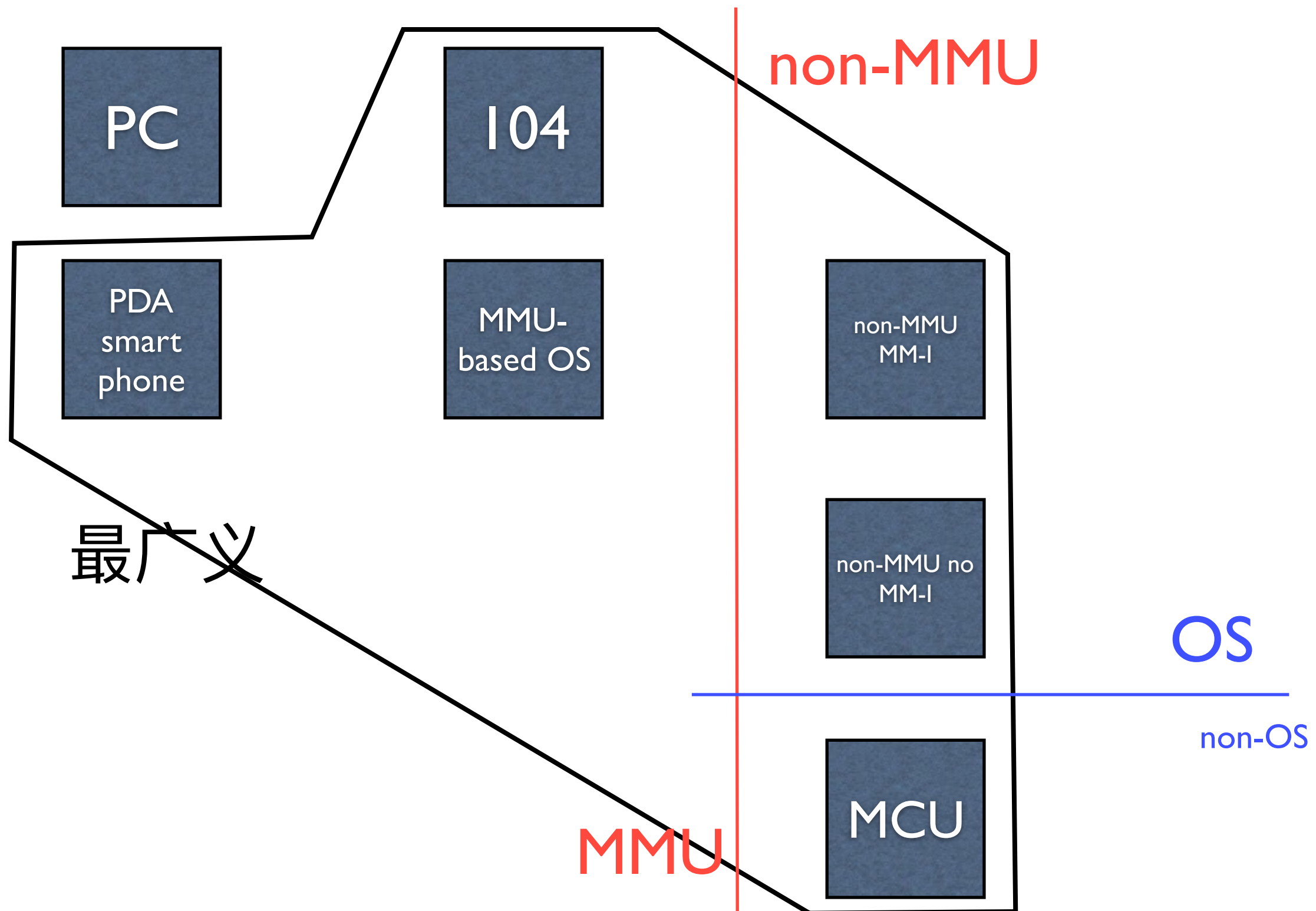
# 什么是嵌入式



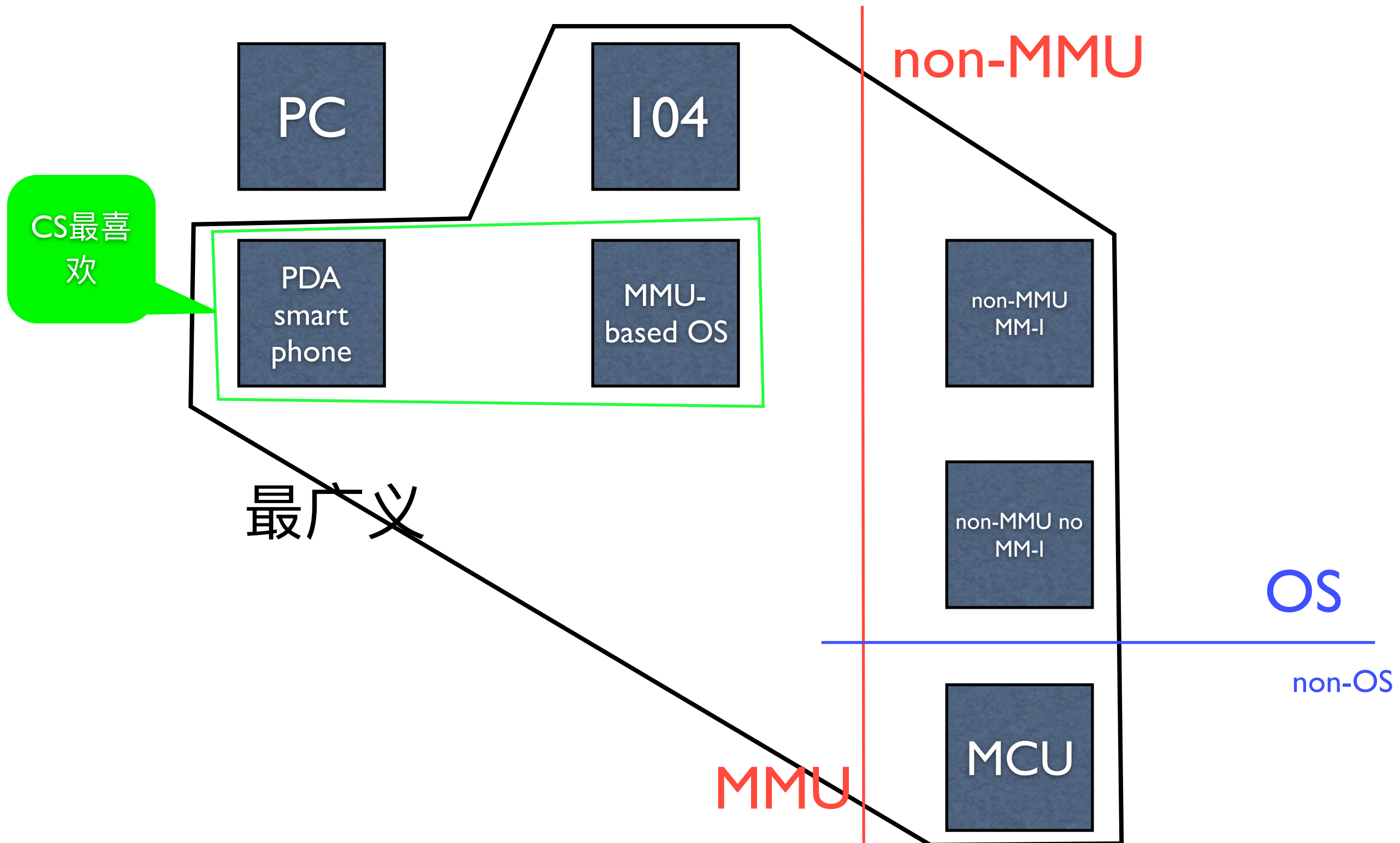
# 什么是嵌入式



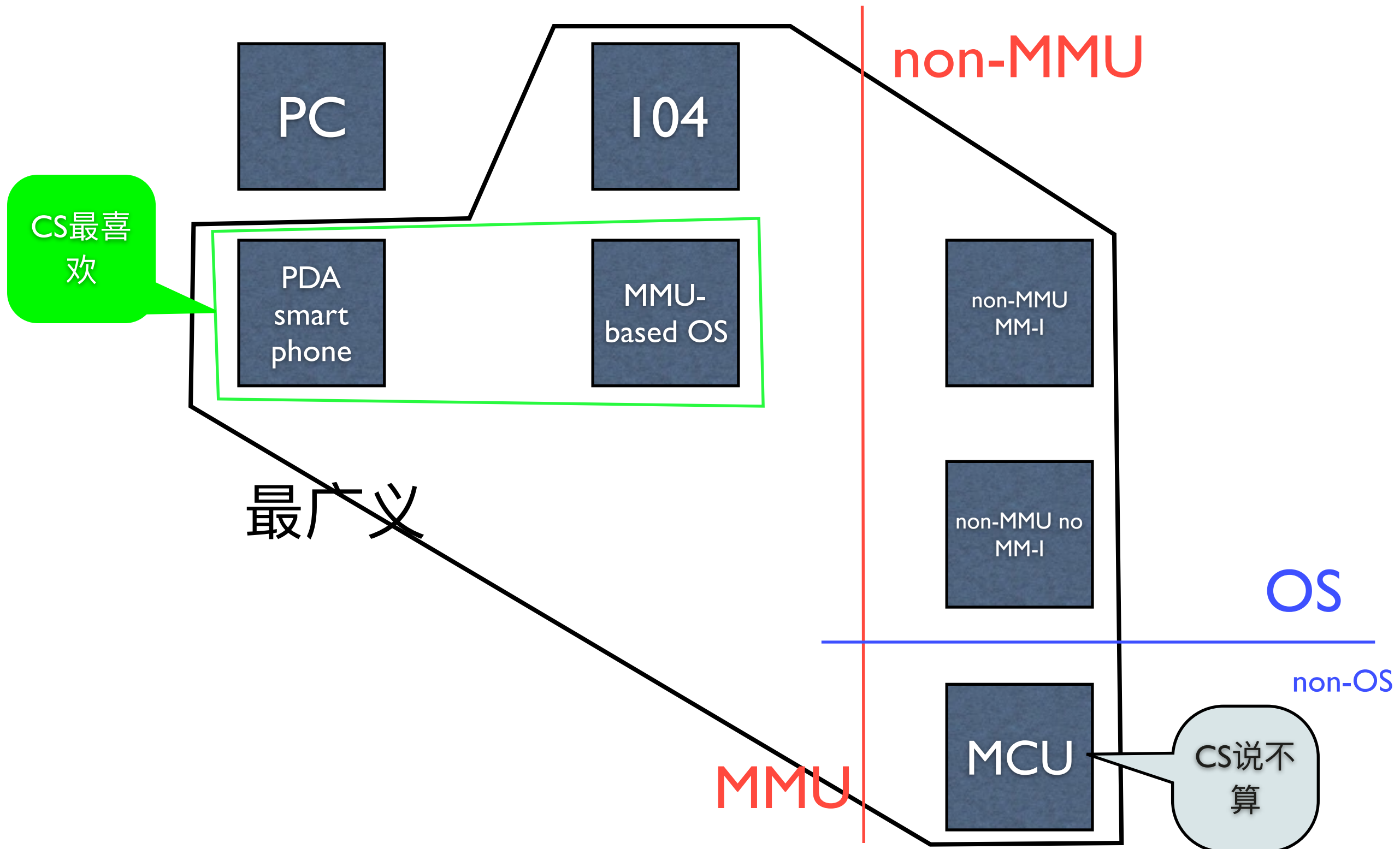
# 什么是嵌入式



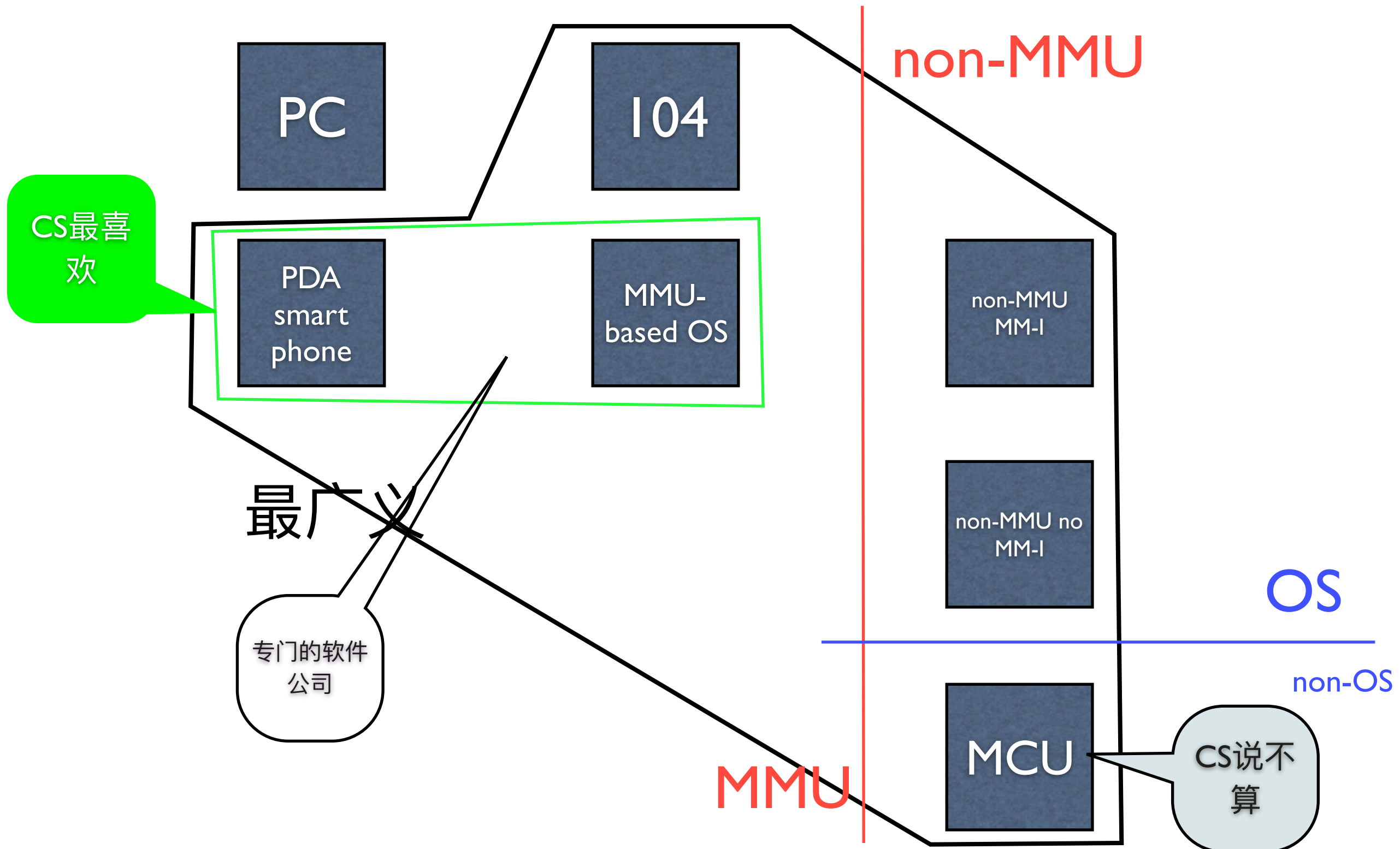
# 什么是嵌入式



# 什么是嵌入式

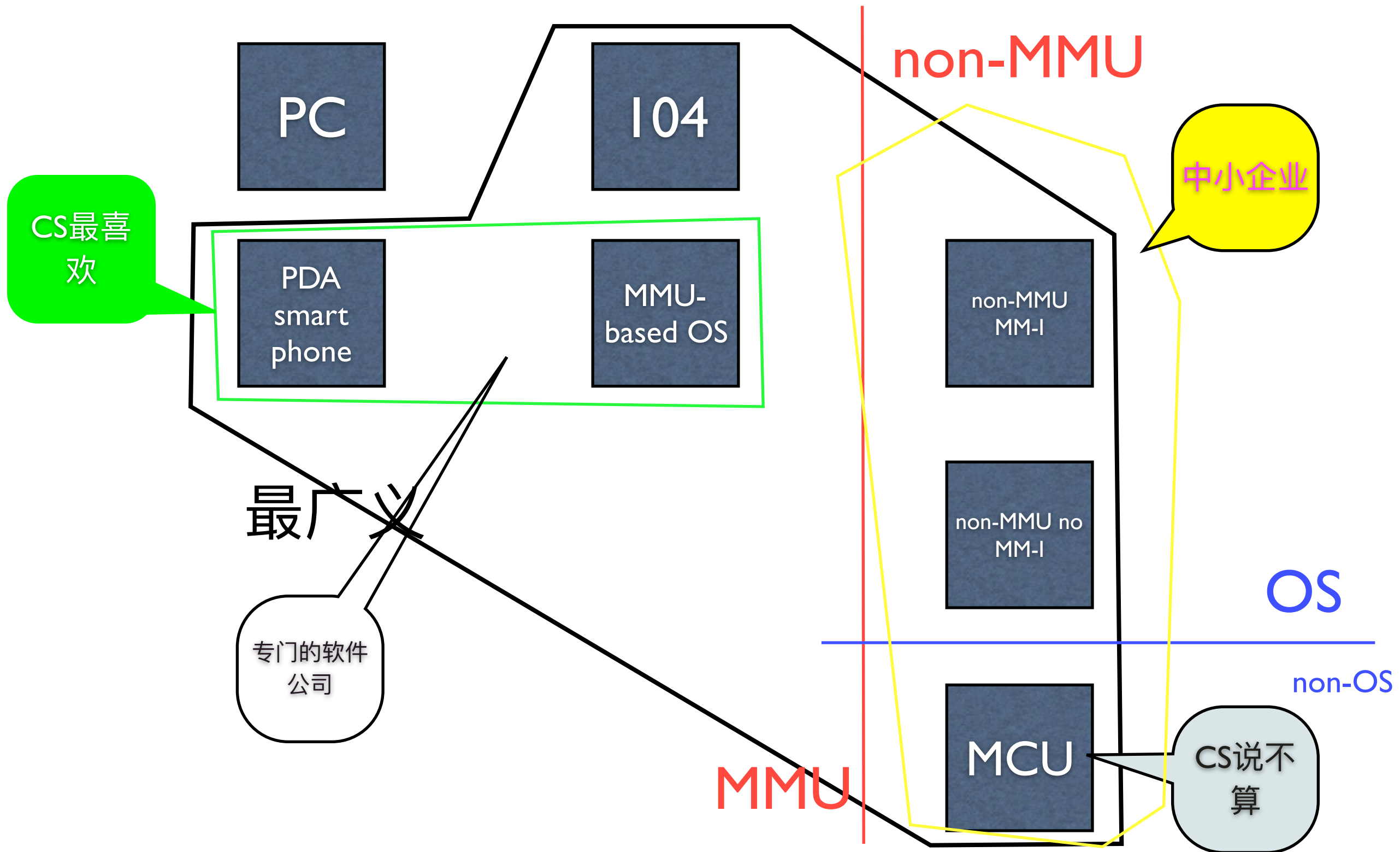


# 什么是嵌入式





# 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 $\text{s}$ 级以上，如工程机械控制。

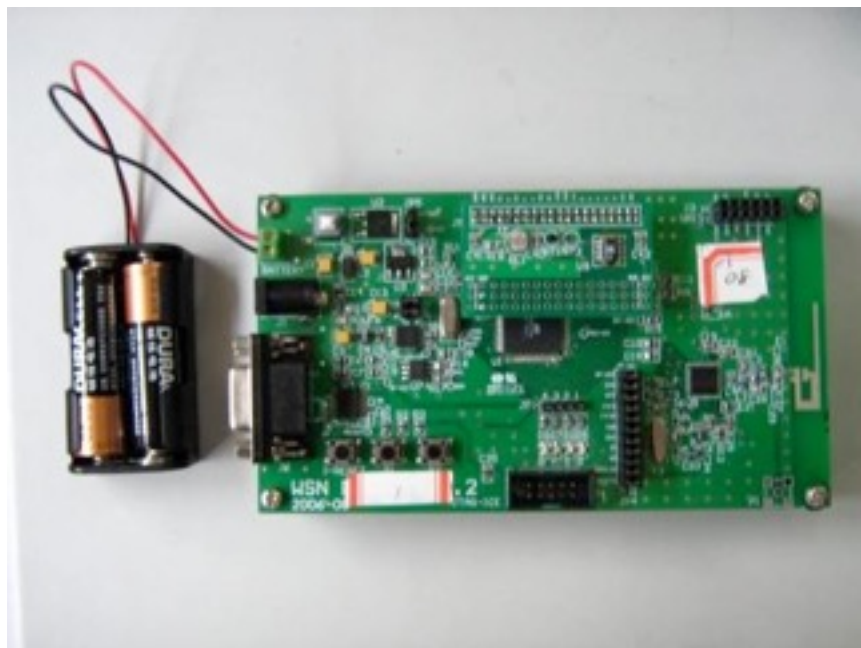
# 嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 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

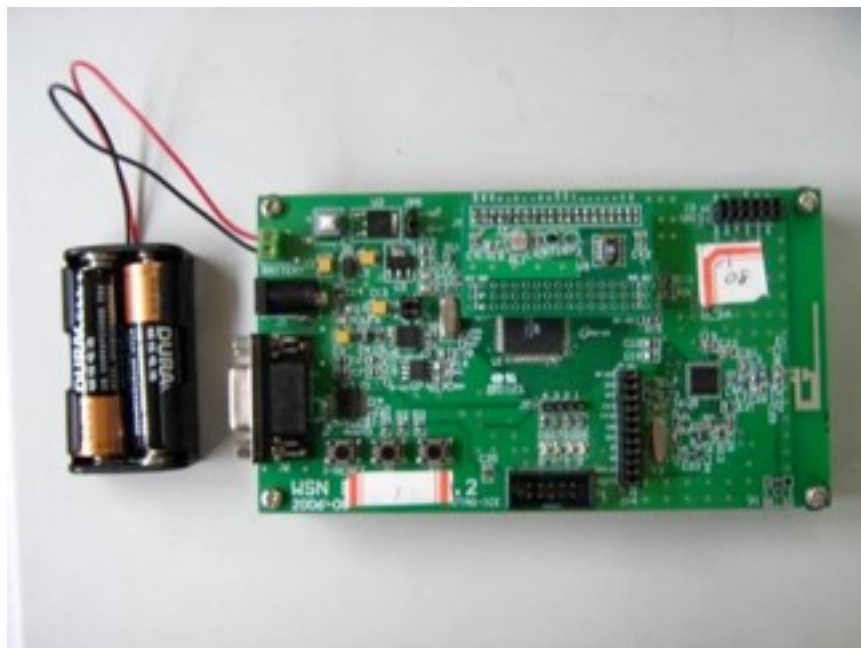
- 嵌入式系统运行需要高可靠性保障
  - 1966年，美国首次金星探测计划失败
  - 1982年，在马尔维纳斯群岛战争中，英国谢菲尔德驱逐舰被击沉，由于它的雷达系统将来袭的“飞鱼”导弹确定为“友好”
  - 1985~1987年，美国、加拿大联合研制的Therac25型放射治疗仪多次产生超计量辐射，造成两人死亡、多人受伤的重大医疗事故
  - 1991年，在海湾战争中，爱国者导弹拦截飞毛腿导弹失败
- 1996年，ESA首次发射阿丽亚娜501航天飞机自毁，损失5亿
- 嵌入式系统需要忍受长时间、无人值守条件下的运行。
  - 如核心路由器、航天飞行器
  - 嵌入式系统运行的环境恶劣
  -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



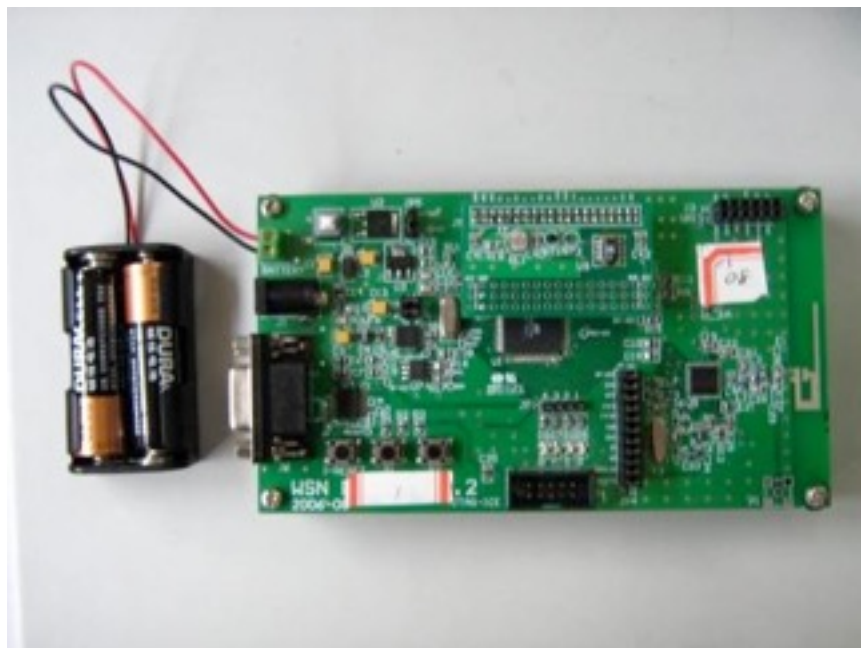
# 嵌入式系统与桌面通用系统的区别

- 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

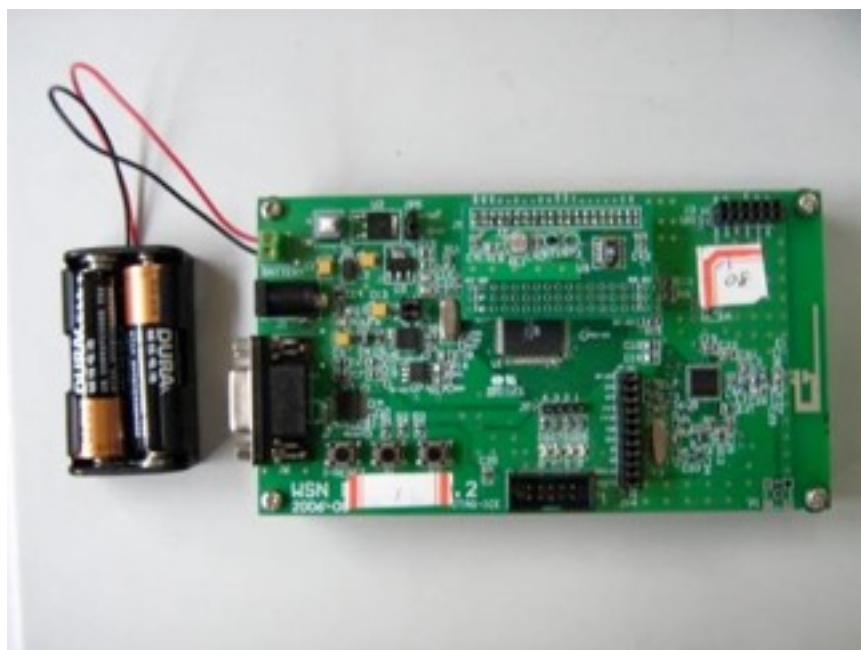
- 嵌入式系统大都有功耗约束。
  - 敦煌莫高窟洞窟微气象环境监测，有大约45000平方米的壁画、2400余尊彩塑等珍贵文物需要保护。对各个洞窟内的温度、湿度以及二氧化碳浓度的微气象环境是影响壁画保存的重要因素。





# 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

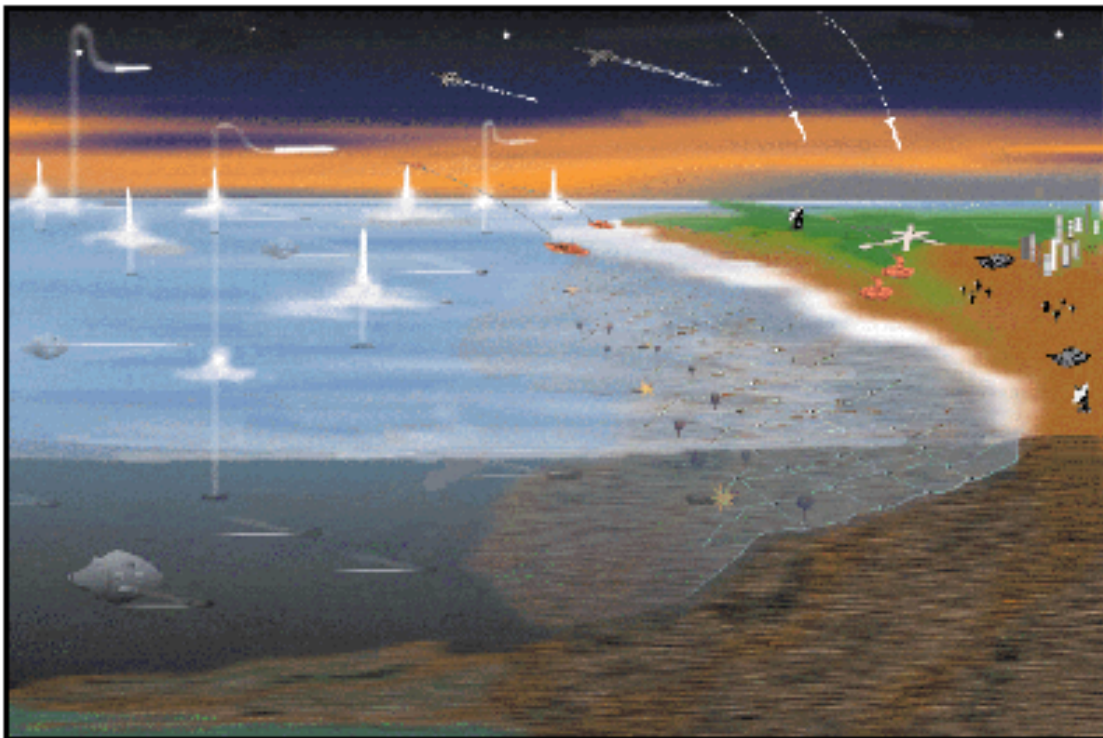
- 嵌入式技术是信息产业中发展最快、应用最广的计算机技术之一，并被广泛应用于网络通信、消费电子、医疗电子、工业控制和交通系统等领域。
- 全球嵌入式系统工业产值已超过1万亿美元，嵌入式系统硬件和软件开发工具市场约2千亿美元；全球嵌入式软件市场的规模超过1000亿美元，而且每年以超过30%的速度在增长。
- 日本及欧美嵌入式软件人才极其短缺，大量的跨国嵌入式软件公司到中国委托软件外包。在中国参与的在软件外包业中，嵌入式软件占到了50.4%。

# 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。

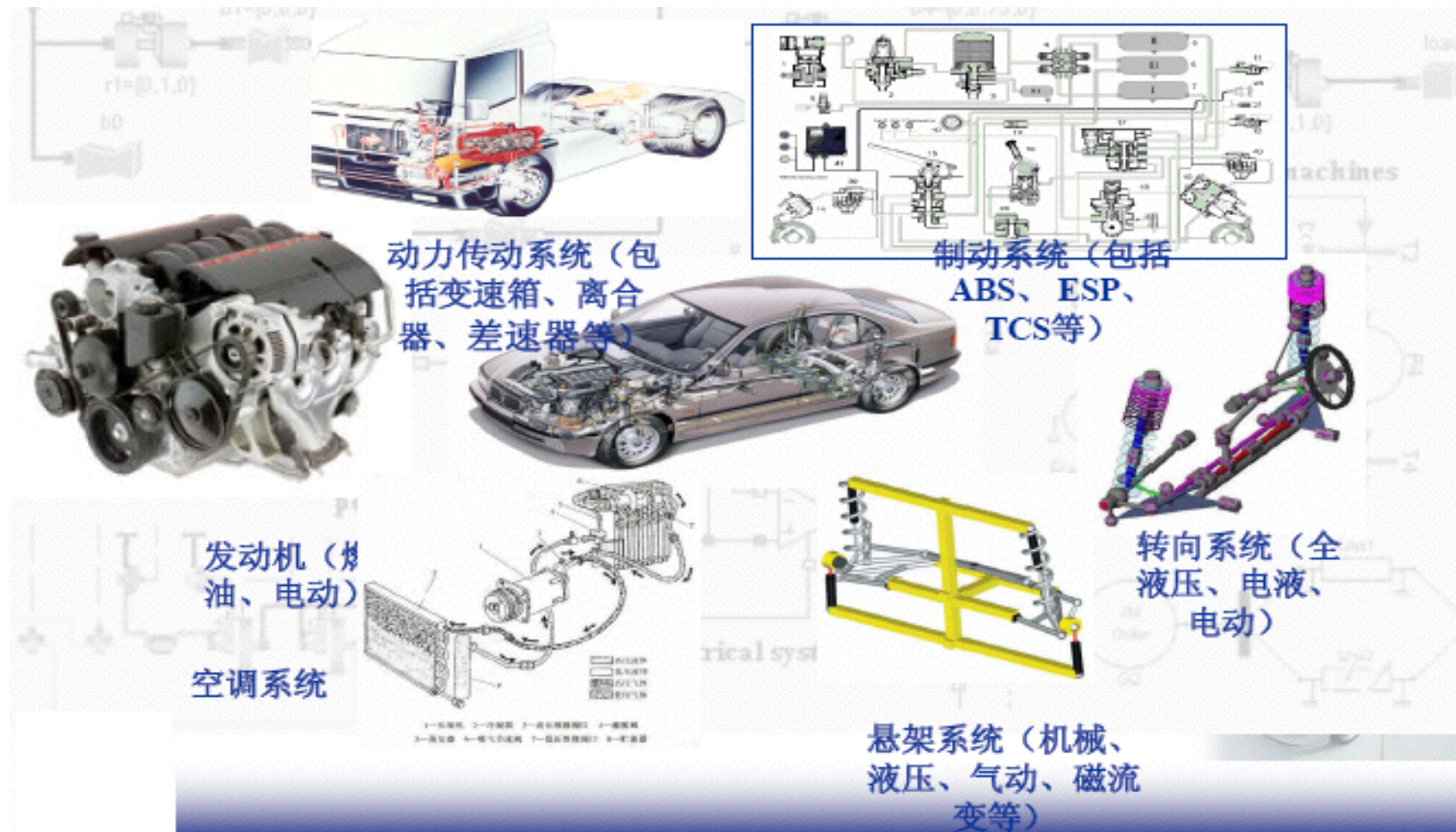
# 发展趋势

- 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

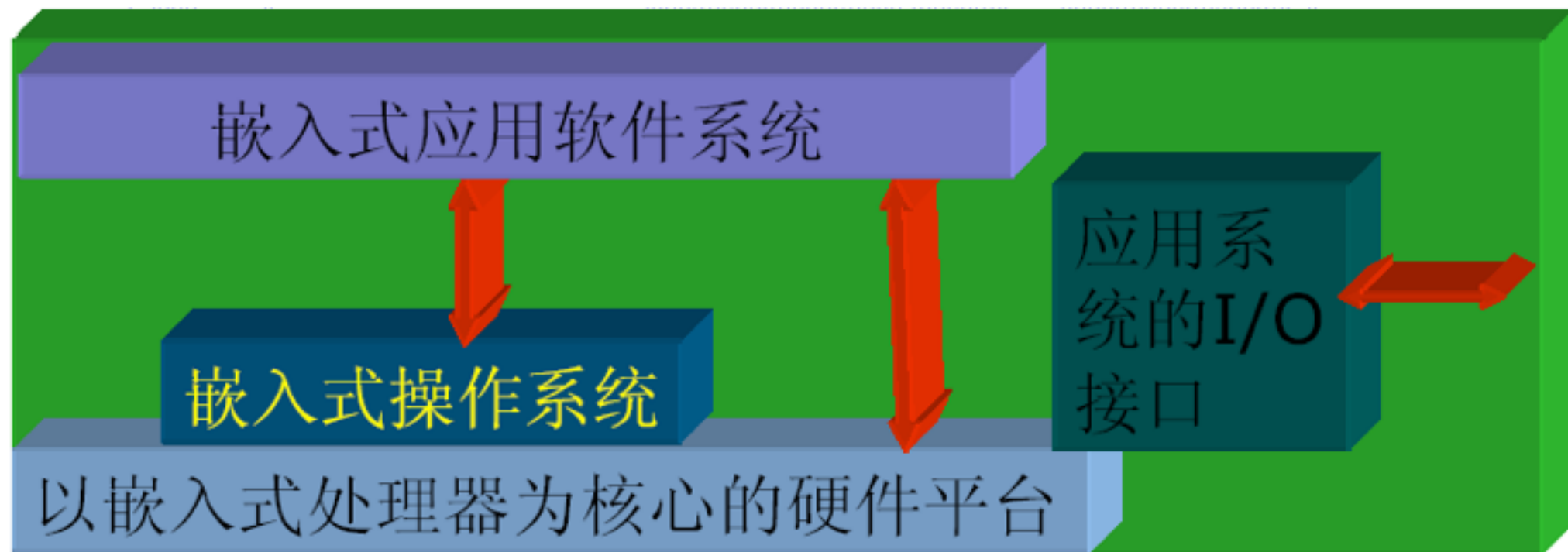
- 智能硬件 vs 物联网
- 嵌入式系统从“藏在里面的控制器”发展到“联网的结点”
  - 通信能力
  - 在线更新能力
  - 脚本语言编程能力



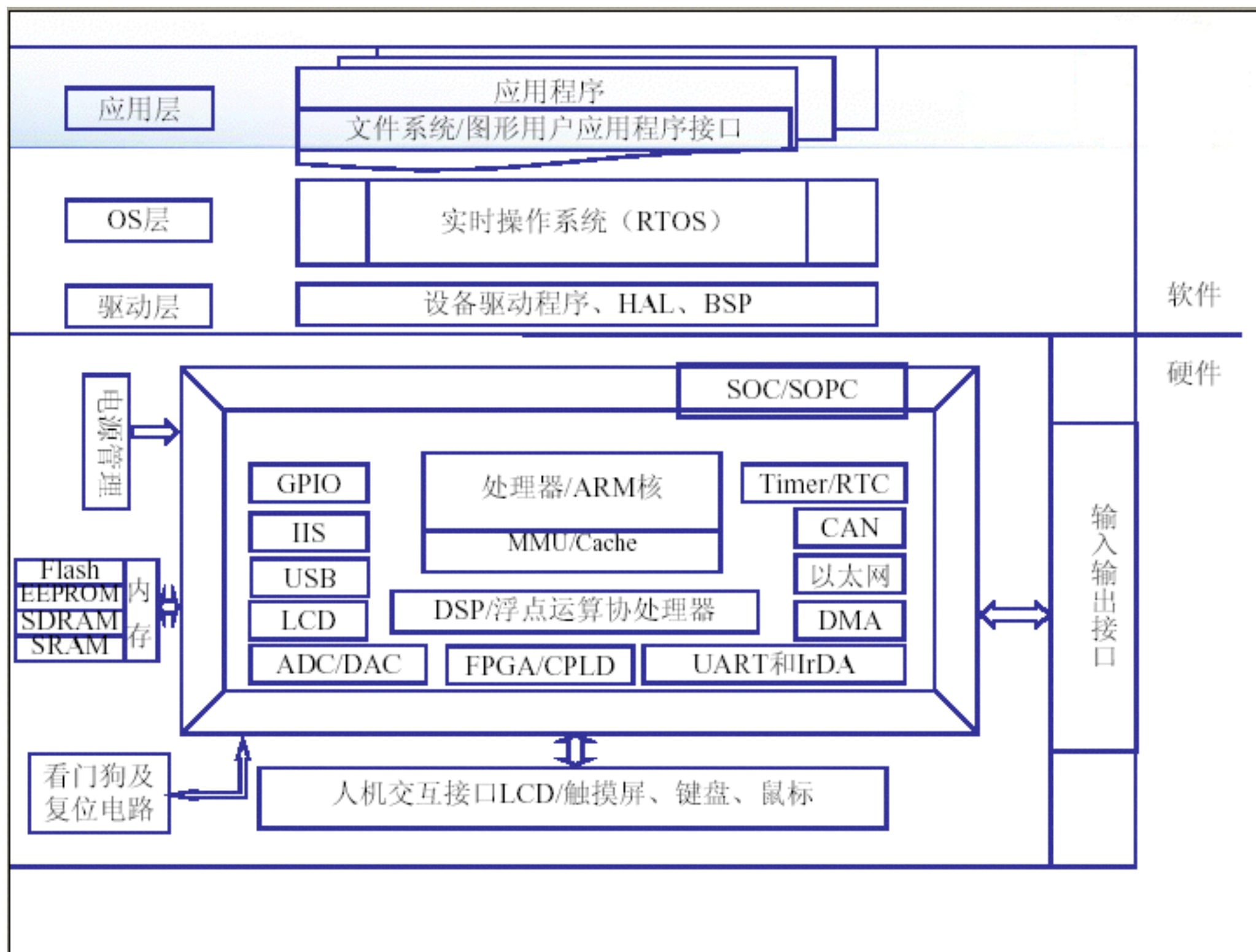
# 嵌入式系统结构

# 系统一般结构

- 嵌入式系统一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统（或框架），以及用户的应用软件系统等四个部分组成



# 一个典型的嵌入式系统应用



# 计算机

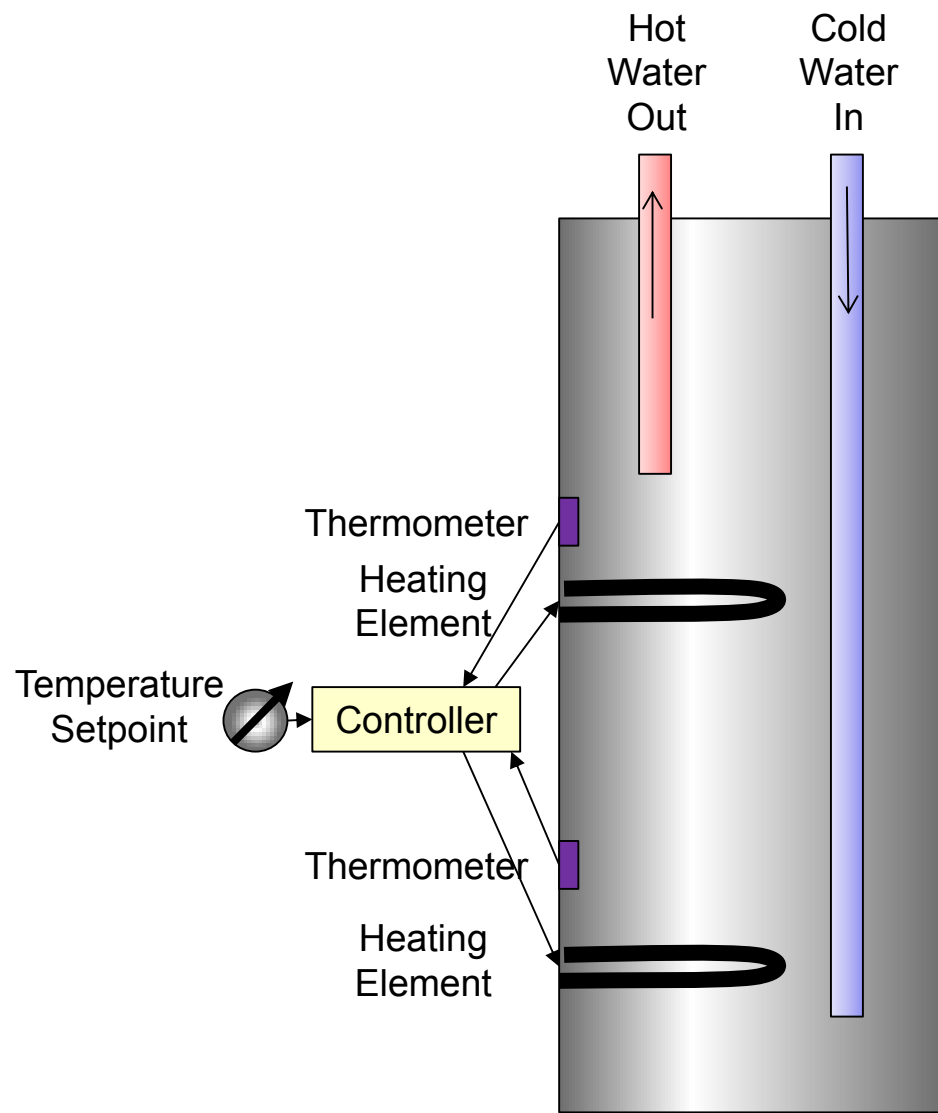
- 任何计算机都可以最终被简化为输入->计算->输出的模型
- 嵌入式系统往往就是这个模型的直接体现

# 自行车码表

- 功能
  - 速度和距离的测量
- 约束
  - 大小
  - 成本
  - 能耗
  - 重量
- 输入
  - 钢圈旋转检测
  - 模式按钮
- 输出
  - 液晶显示器
- 低性能MCU
  - 8-bit, 10 MIPS

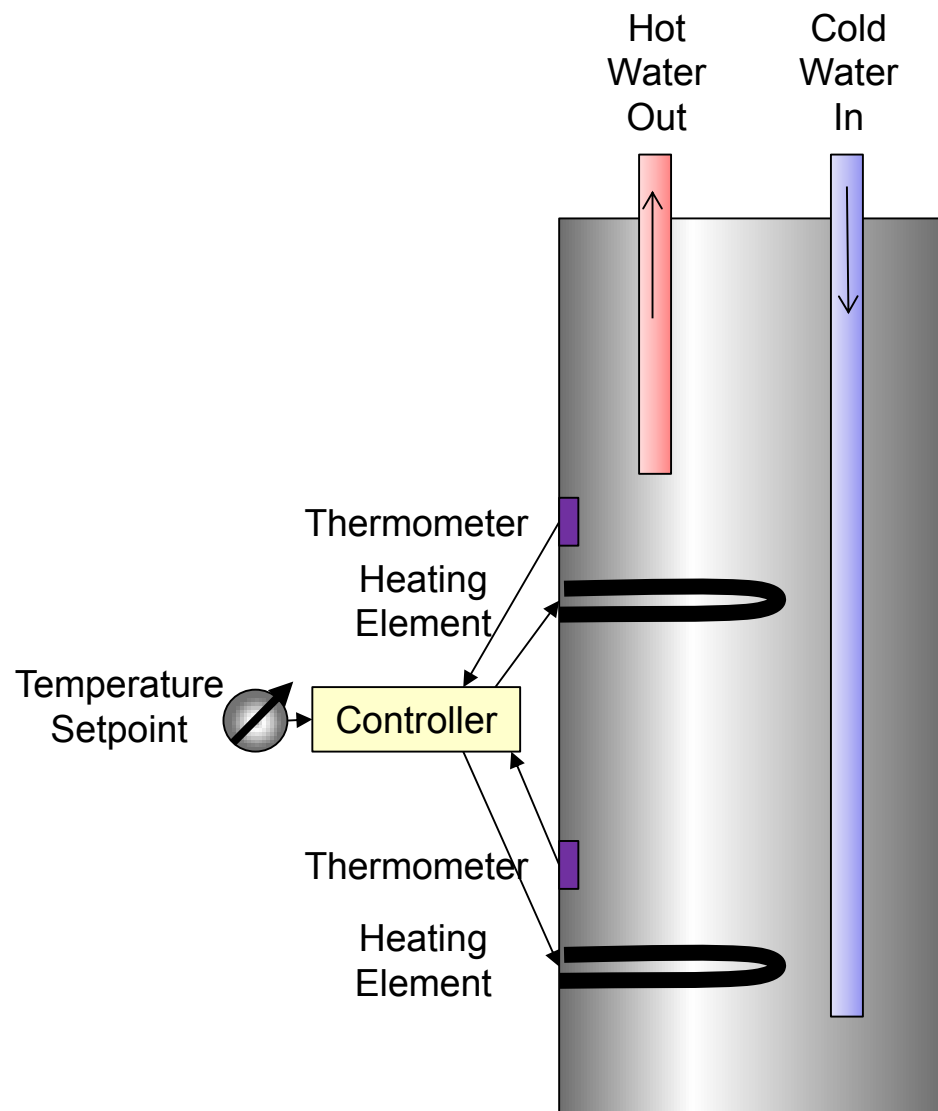


# 电热水器

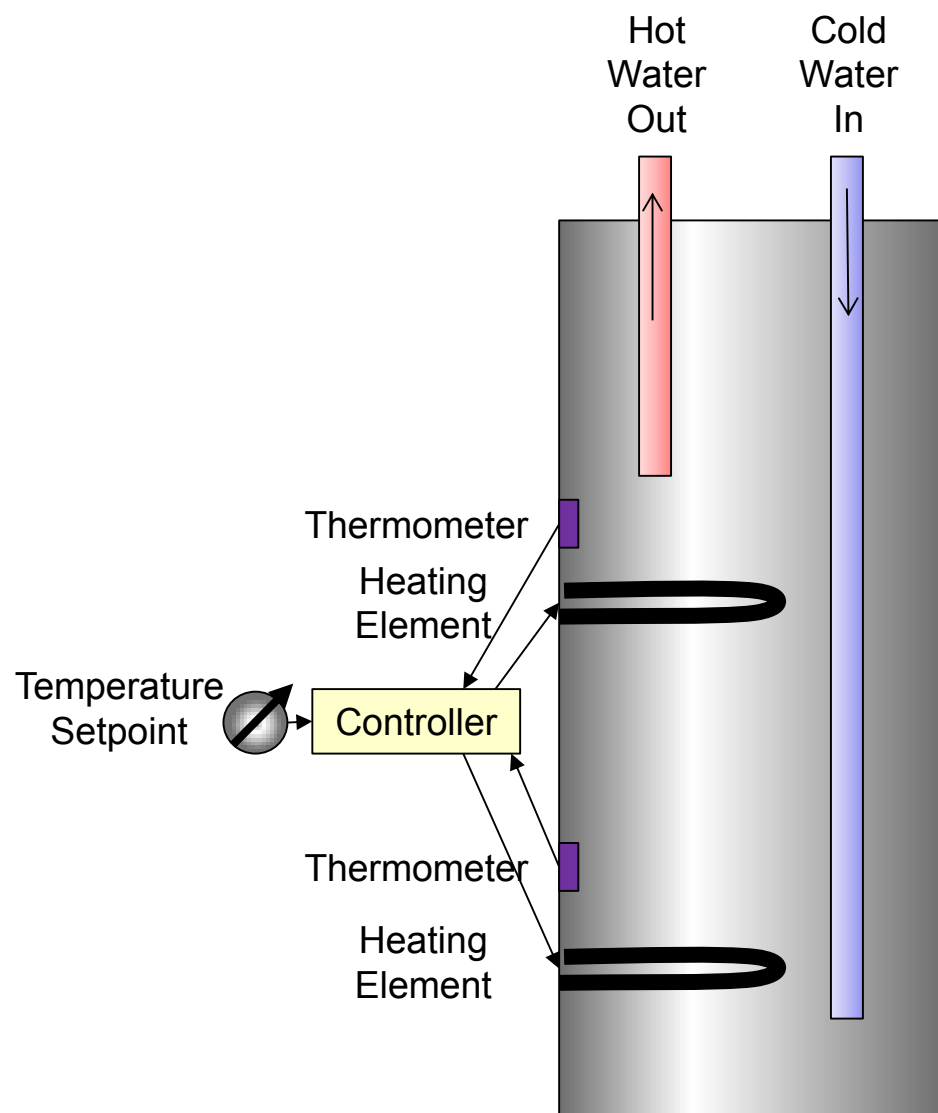


# 电热水器

- 嵌入式系统：由计算机检测温度，决定加热元件开关



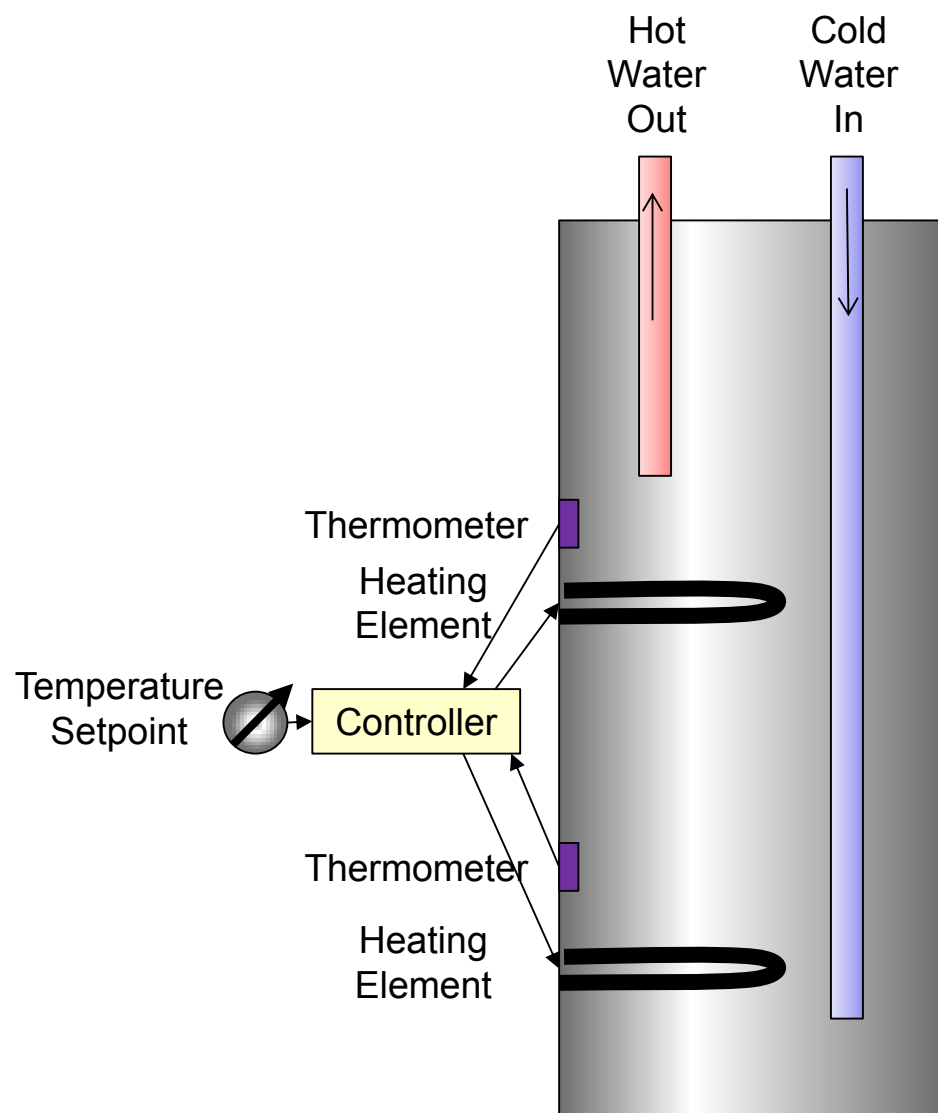
# 电热水器



- 嵌入式系统：由计算机检测温度，决定加热元件开关
- 控制电路系统：由电压比较器比较温度和设定值两个电压，决定加热元件开关



# 电热水器

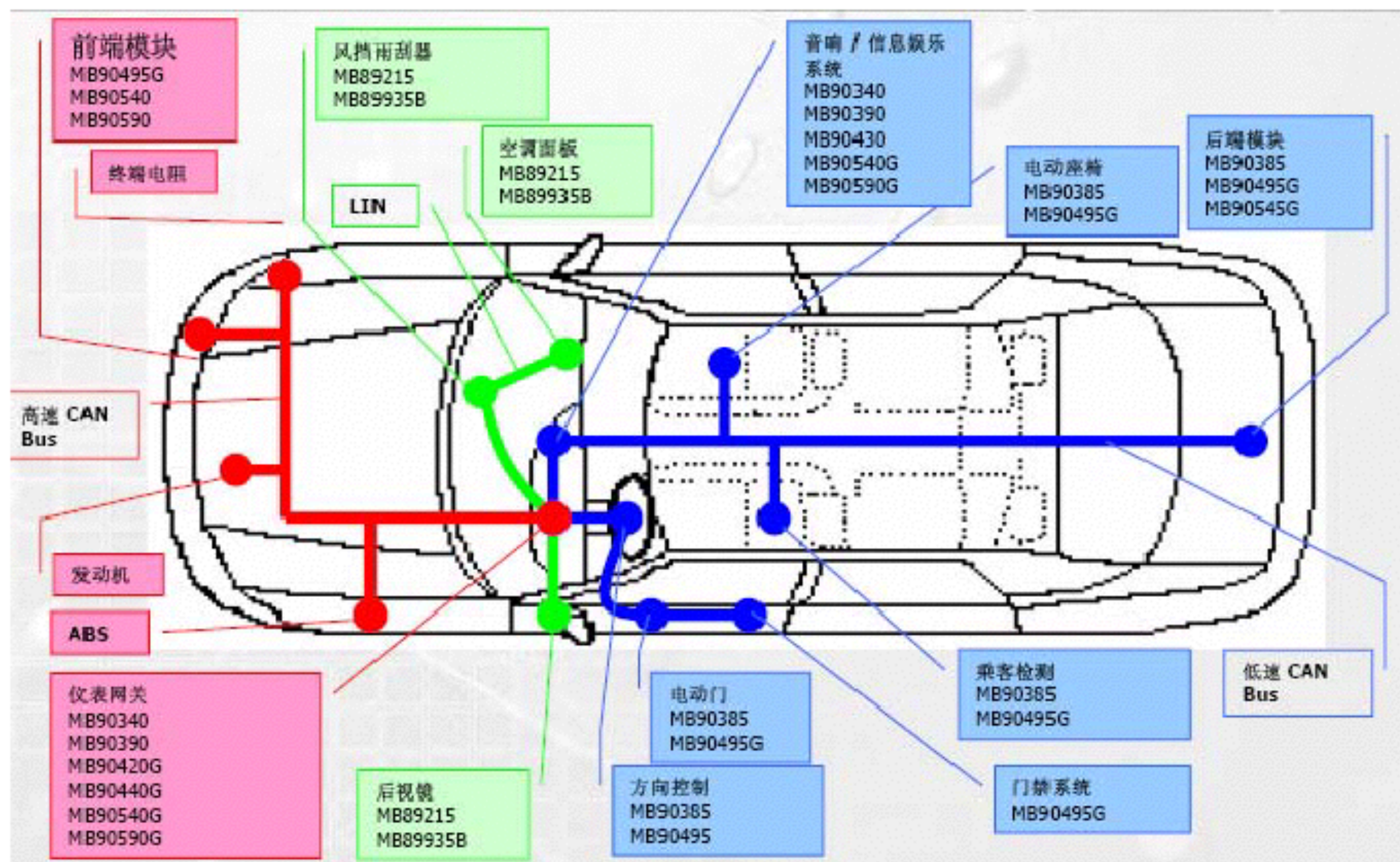


- 嵌入式系统：由计算机检测温度，决定加热元件开关
- 控制电路系统：由电压比较器比较温度和设定值两个电压，决定加热元件开关
- 电工系统：由双金属热耦元件在到达设计温度时断电

# 嵌入式热水器系统

- 新功能不需要额外的硬件就可以用软件实现（防冻）
- 如果控制器能够具有时间数据，可以设计软件实现的节能功能（夜间关闭、峰谷电）
- 如果加上互联网连接，可以设计软件实现的功能（远程监控、提前烧水、电网调峰）

# 汽车电子



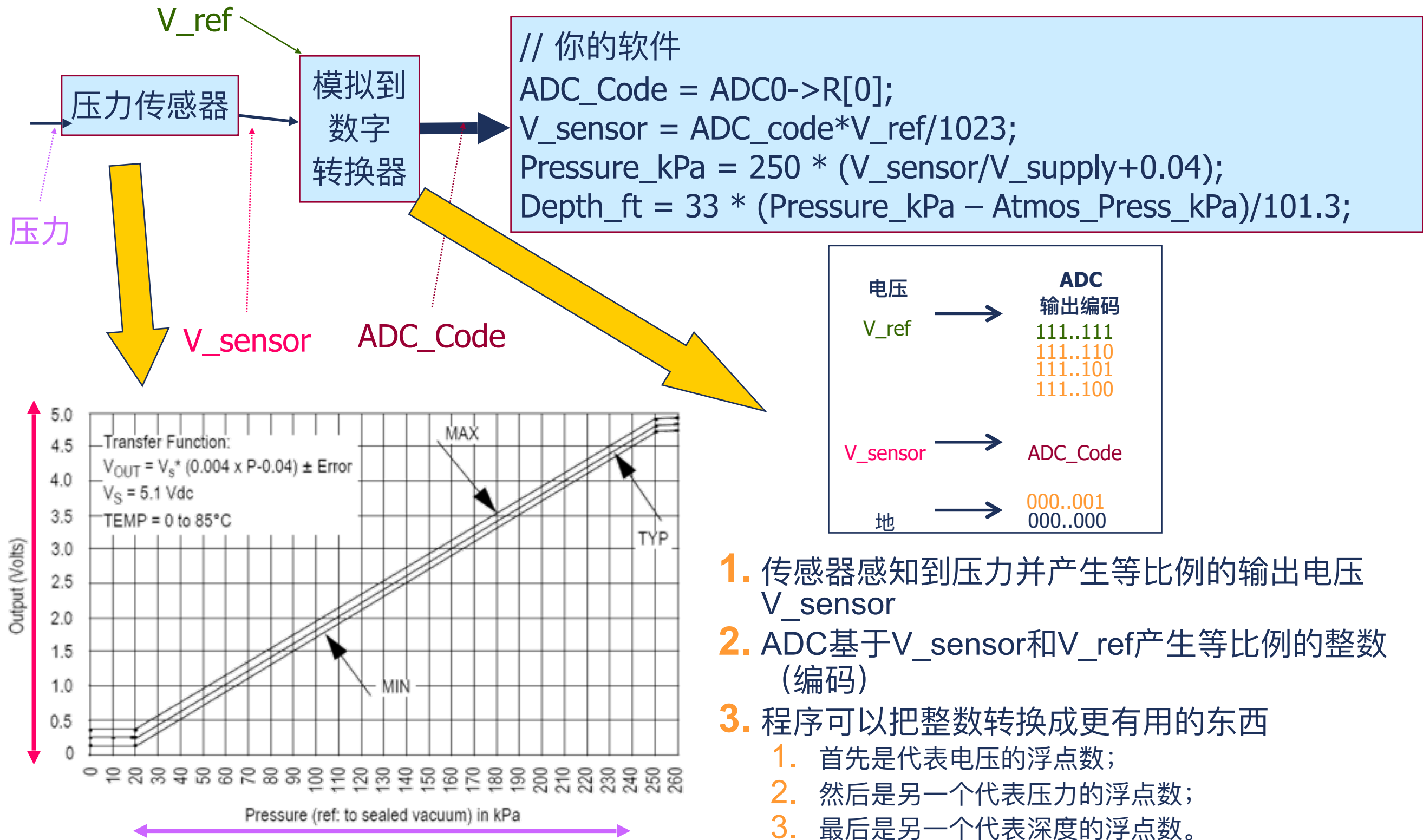
# 多机 vs 单机

- 多机：系统中有多个处理器，通过总线/网络连接
  - 局部任务就近处理，不受其他任务的影响
- 单机：系统中只有一个处理器，所有的传感器/动作器连接到单个处理器上
  - 单个强大的处理器，一份程序
- 历史上很多系统都在单机/多机上反复过
  - 民航飞机就走过单机->多机->单机->多机的路线
  - 卫星也是从单机迅速发展多机，但是现在单机（综合电子）又开始流行

# 嵌入式系统的优势

- 相比于没有软件的纯电子或逻辑系统
- 优异的性能和效率
  - 软件使得它可以实现精密的控制
- 较低的成本
  - 可以使用较廉价的元件
  - 降低了制造成本
  - 降低了运营成本
- 降低了维护成本
- 更多功能
  - 许多功能用其他方法是不可能或不现实的
- 更好的可靠性
  - 可以弥补失效的具有自适应性的系统
  - 有更好的诊断手段来改进维修时间

# 深度表



1. 传感器感知到压力并产生等比例的输出电压 V\_sensor
2. ADC基于V\_sensor和V\_ref产生等比例的整数(编码)
3. 程序可以把整数转换成更有用的东西
  1. 首先是代表电压的浮点数;
  2. 然后是另一个代表压力的浮点数;
  3. 最后是另一个代表深度的浮点数。



# 作业

- 设计一个嵌入式系统：电开水壶，如图所示。
- 该电开水壶的输入设备有哪些？
- 该电开水壶的输出设备有哪些？
- 请考虑给电开水壶设计增加两项功能以便提高安全性。简述要增加的功能是什么，硬件或软件上需要怎么调整。

