

为什么要学习嵌入式系统

- 工业化和信息化融合的需要
 - 原始社会、农业社会、工业社会、信息社会
 - 普适计算
- 嵌入式系统学科发展的需要
 - 与通用计算系统有不同的技术要求与技术发展方向
 - **IEEE 2004**年列入计算机工程的核心课程
 - 欧洲**Artist/Artist II** 对嵌入式系统设计和开发的大力推介
 - **Thomas A. Henzinger**, *adjunct professor of electrical engineering and computer sciences at the University of California, Berkeley*
 - 拆除计算机科学和电子工程学科的藩篱，建立科学的嵌入式系统设计学
- 科学型、应用型和创新型人才培养的需要
 - 嵌入式人才缺口
 - 通用计算低端人才饱和

什么是嵌入式系统

- 嵌入式系统泛指嵌入在电子产品或者机电产品中的专用计算机系统。
- 内含嵌入式系统的装置的例子



彪骐数字机顶盒



DL7100/DL7200

数字式示波器



数码摄像机



手机



无人车



NASA火星漫游者



路由器



Google眼镜



智能吸尘器



狗语翻译机



枭龙战机驾驶仓

三相四线费控智能电能表-DTZ2027

- ✔ 远程手机缴费
- ✔ 远程抄取电量
- ✔ 短信余额预警
- ✔ 远程控制断电通电



智能电表



美国AGM-86B战略空射巡航导弹



国产88式坦克



水下勘测螃蟹机器人



波士顿动力机器狗

◦ ◦ ◦ ◦ ◦ ◦

嵌入式系统的定义

- IEEE的定义

- **An embedded system is part of a large system and performs some of the requirements of that system**
 - for example, a computer system used in an aircraft or rapid transit system

- 英国电机工程师协会定义

- 嵌入式系统为控制、监视或辅助某个设备、机器或甚至工厂运作的装置
 - 用来执行特定功能
 - 以微电脑与周边构成核心
 - 需要严格的时序与稳定度
 - 全自动操作循环

- 国内常用的定义

- 嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础、软件硬件可裁剪、适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。

国内嵌入式系统定义

- 嵌入式系统是以应用为中心、以计算机技术为基础、软件硬件可裁剪、适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。
 - 嵌入式系统“三要素”
 - 计算机系统
 - 嵌入式系统必须是能满足对象系统控制要求的计算机系统，这样的计算机必须配置有与对象系统相适应的接口电路。
 - 嵌入性
 - 由于是嵌入到对象系统中，必须满足对象系统的环境要求
 - 物理环境
 - 电气/气氛环境
 - 成本要求
 - 专用性
 - 与通用计算机相区别
 - 软、硬件的裁剪性；满足对象要求的最小软、硬件配置等。
 - 嵌入式系统设计的目的，在于满足某种特殊功能，常用在各类实验仪器、办公设备、交通运输设备、电信设备、制造设备、建筑设备、医疗设备、航天设备、及个人电脑等设备之上。

区分：嵌入式系统与设备

- 嵌入式系统是计算机系统
 - 按照形态划分
 - 多板级（工控机）
 - 单板级（单板、模块）
 - 芯片级（MCU、SoC）
 - 按照软件划分
 - 监控程序
 - 各种实时系统
- 嵌入式设备是指内部有嵌入式计算机系统的产品、部件
 - 如：数码相机、电饭锅、洗衣机、空调

区分：嵌入式系统与通用计算机系统

- Eg：台式机与火星探测器系统
- 功能
 - 预先定义与通用
- 硬件、软件
 - 特定与无特定
- 技术发展方向
 - 通用计算机要求高速海量数值计算适合多种用途，技术方向是无限处理速度提升，无限存储容量扩大。
 - 嵌入式计算机系统的技术要求是特定对象的控制能力，技术方向是嵌入性能、控制能力与可靠性等。

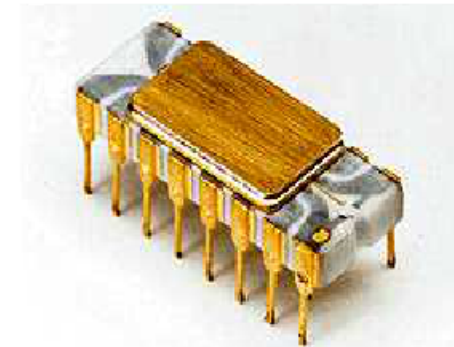
嵌入式系统并不是一个新的名词，它已存在大约60年的历史。在早期工业控制领域，计算机就已经被嵌入到对象系统实现特定的控制功能了。但由于那时的计算机无论是体积、功耗、运算能力还是价格等都难以满足各种设备特别是小型设备的需求。因此，严格意义上的嵌入式系统应该从微处理器出现开始算起。

● 嵌入式系统的诞生

- 1946年,电子计算机诞生后, 其应用快速深入各个领域, 控制专业人士感兴趣其智能化控制能力, 将微机经电气、机械加固并配上各种外围电路接口 , 嵌入到对象系统中实现对象系统的控制, 这种计算机与通用计算机有着不同的技术要求和技术发展方向, 称之为嵌入式计算机系统。
 - 60~70' s
 - 制造业
 - 1962年, 美国一个乙烯厂实现工业装置中的直接数字化控制 (DDC)
 - 1963年, DEC公司PDP11系列单板机
 - 航天领域
 - 1965年, Gemini3号采用机载数字计算机控制
 - 1968年, 阿波罗4号、土星5号
 - Charles Stark Draper首先在麻省理工学院仪器实验室开发出阿波罗导航计算系统

- 嵌入式系统伴随着VLSI与微处理器技术的发展而发展

- 真正意义上的嵌入式系统的兴起是在1971年，Intel公司推出了有史以来第一颗四比特微处理器4004，它为计算器而设计。
- 1972年，Intel推出8比特微处理器Intel8008，与4004 都属第一代微处理器, 典型应用是：计算器、打字机、微波炉、交通控制灯等。
- 1974年，第二代8位CPU Intel8080诞生，典型应用字处理机、导航系统等。同期代表性产品：Motorola的M6800， Zilog的Z80， Intel的8085等。
- 1978年，第三代CPU出现，8086微处理器是第一个被大家所重视及熟悉的16比特微处理器，其它还有Zilog的Z8000、Motorola的M68000等。1981年IBM推出基于8088的个人通用计算机系统IBM-PC。



第一颗四比特微处理器Intel 4004

- **1982年，DSP出现，高速数字信号实时处理**
 - 图像、语音等信号处理
 - 比同期的通用**CPU快10~50倍**
- **1983年，第四代32位微处理器问世。其典型代表是国家半导体公司所推出的32000系列、Motorola的68020、Intel的80386、80486等。**
- **1991年，第五代64位微处理器，以MIPS R4000为代表。**

	4位	8位	16位	32位	64位
嵌入式微处理器（单芯片型）	TMS1000 COPS	8048/49/50 8051/52 6801/04/05 Z8 3870	8096/97 68200 68200	ARM RISC MIPS RISC	MIPS RISC ARMCortex
嵌入式微处理器（一般用途型）	4004 4040	8085 8080 NSC800 Z80 6502 6802 6809	8086 80286 80186 Z8000	80386 80486 68000/10/20 /30/40 32032	PentiumII/I II

4位微处理器	计算器、遥控器、相机、电话、防盗器、玩具、充电器、简易计量表、交通灯控制器、LCD/CRT驱动器
8位微处理器	马达控制器、电视游戏机、空调、显示器、录音机、家电用品巡航导弹导航系统、文字处理机
16位微处理器	手机、摄像机、录放机、各种多媒体器件
32位微处理器	调制解调器、掌上电脑、路由器、激光打印机、彩色数码相机、卫星定位系统、网络家电等
64位微处理器	高端工作站、多媒体应用

- 嵌入式系统的发展分为几个阶段

- 第一阶段是以4位、8位单片机为核心的可编程控制器阶段，使系统具有检测、伺服等功能。
 - 该阶段主要特点：结构和功能相对单一、效率低、存储容量小、几无人机接口；无操作系统支持，通过汇编语言对系统进行直接控制；使用简单方便，价格便宜。
 - 系统应用范围：专业性较强的工业控制系统。
- 第二阶段是以8到16位嵌入式CPU为基础，以简单操作系统为核心的嵌入式系统阶段。
 - 该阶段主要特点：CPU种类繁多、通用性较差、系统开销小、操作系统的兼容性和扩展性较低、应用软件较为专业、用户界面不够友好、网络功能较弱。
 - 系统应用范围：智能化仪器仪表、智能化家电等

- 第三阶段是以32位RISC嵌入式CPU加嵌入式操作系统为标志。
 - 该阶段主要特点：嵌入式OS可运行于各种不同类型的处理器之上，操作系统内核小巧、高效、模块化程度高、具有文件和目录管理、支持多任务处理、支持网络操作、有图形窗口和用户界面等功能，有大量应用程序接口和各种组件，开发程序简单高效，能满足日益复杂的应用需求，缺点是兼容性、通用性和扩展性方面仍有待改进。
- 第四阶段是以基于Internet接入为标志的嵌入式系统阶段。
 - 该阶段（2000~2013）特点：技术逐步成熟。
 - 应用范围：手机、平板电脑的网络功能，洗衣机、电暖器、电冰箱等联网，提供远程控制功能等。
- 第五阶段是具有应用软件运行开发平台的嵌入式系统阶段。
 - 特点：支持各种网络通信协议，人机交互功能完善，支持各种办公软件，支持各种开发工具与平台等。
 - 应用：典型应用是智能手机。

嵌入式系统的特点

- 与通用计算机相比，嵌入式系统具有如下特点：
 - 与应用密切相关，执行特定功能；
 - 具有实时约束，有时限要求；
 - 嵌入式操作系统一般为硬或软多任务实时操作系统；
 - 系统可靠性要求高，常在恶劣环境下工作，需要可靠性保障机制，如看门狗等；
 - 系统资源紧缺具有功耗体积成本等约束，对嵌入式系统的软、硬件设计提出了更高要求；
 - 需要交叉开发环境和调试工具；

嵌入式系统的分类

- 有多种对嵌入式系统的分类方法，以下是部分分类方法：
 - 按用途分类：军用/民用
 - 按载体分类：宇航/车载 • • •
 - 按通信性质分类：无线/有线
 - 按网络性质分类：联网/单机
 - 按环境分类：普通/恶劣
 - 按功耗分类：低功耗/普通功耗
- 主要分类方法
 - 按硬件软件性质

嵌入式系统的分类

- 按照嵌入式系统的技术复杂度分
 - 无操作系统控制的嵌入式系统
 - **NOSES** , Non-OS control Embedded System ;
 - 小型操作系统控制的嵌入式系统
 - **SOSES** , Small OS control Embedded System ;
 - 大型操作系统控制的嵌入式系统
 - **LOSES** , Large OS control Embedded System 。
- 按照用途划分
 - 工业用
 - 军用
 - 民用

嵌入式系统的基本组成

- 软件硬件基本组件

硬件

- 嵌入式处理器
- 外围电路
- 外部设备

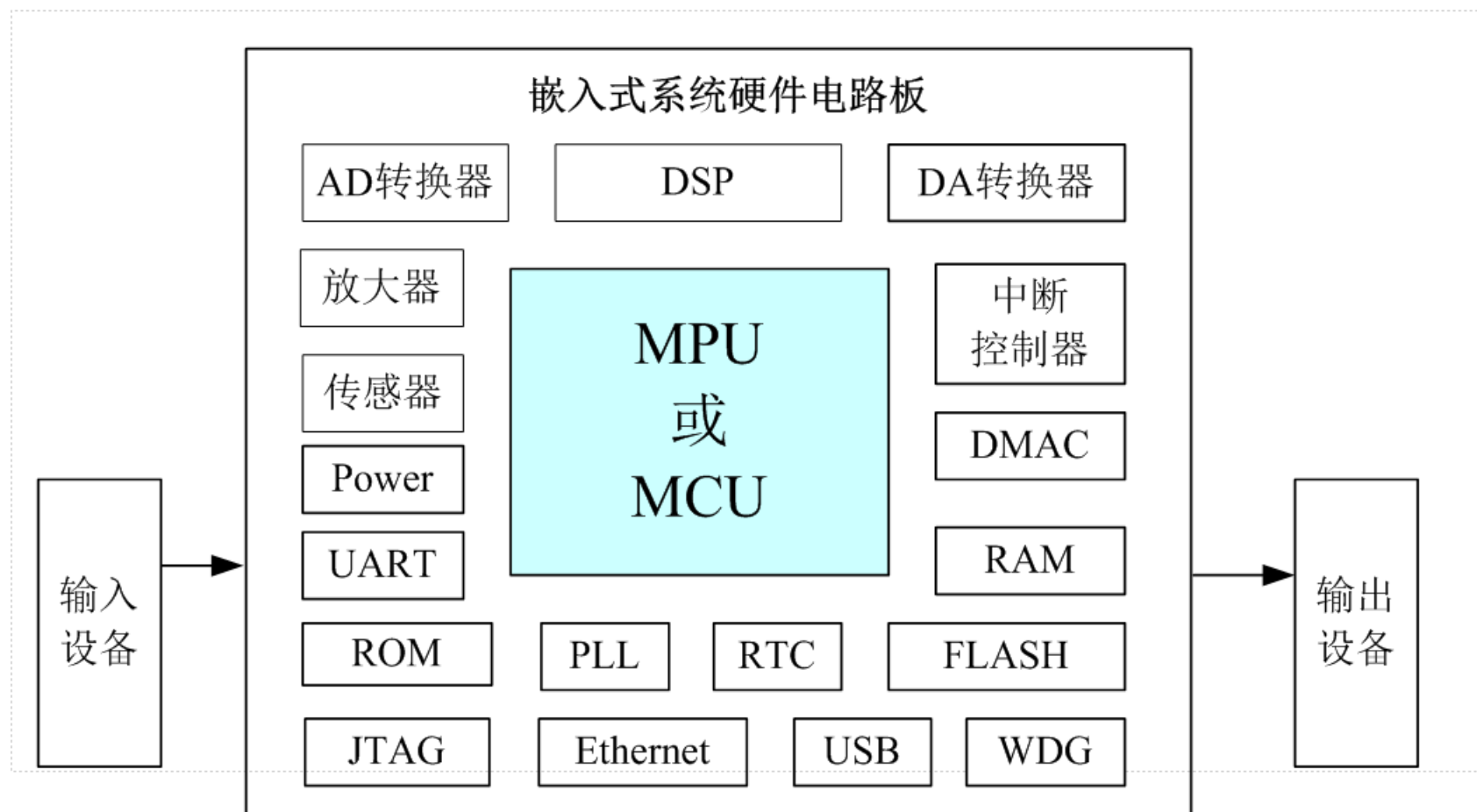
软件

- 实时操作系统 (RTOS)
- 板级支持包 (BSP)
- 设备驱动 (Device Driver)
- 协议栈 (Protocol Stack)
- 应用程序 (Application)

嵌入式系统的硬件组成

- 嵌入式系统的硬件由嵌入式处理器、外围电路和外部设备三大部分所组成。
 - 嵌入式处理器包括：嵌入式微处理器（MPU）、微控制器（MCU）、数字信号处理器（DSP）等。
 - 外围电路包括：时钟电路，各种I/O接口控制器电路（如中断控制器、DMA控制器、LCD控制器、串口、以太网口、USB、A/D D/A转换器、JTAG调试接口），各式总线等。
 - 外部设备包括：RAM、ROM、FLASH，LED、LCD屏、触摸屏，手写笔、键盘等。

典型嵌入式系统硬件组成框图



典型嵌入式系统硬件组成框图

