



暨南大学  
JINAN UNIVERSITY

# 嵌入式系统

杨光华

物联网与物流工程研究院 / 电气信息学院

办公室：行政楼 631

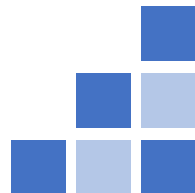
电邮：ghyang@jnu.edu.cn

电话：8505687

声明：课件中的部分文字、图片、视频等源于网络，相应版权属于原创人

# 课程简介

- 课程中文名：嵌入式系统
- 课程英文名：Embedded System
- 学分：2
- 总学时数：36；周学时数：2；授课：15+1周；  
复习、答疑：2周
- 先修课程：数字逻辑电路、微机原理与接口、C语言、汇编语言



# 课程简介

- 嵌入式系统是一门综合性学科，涉及电子、计算机、自动控制等诸多专业，综合性强
- 嵌入式系统是软件、硬件设计的完美结合
- 通过嵌入式系统课程学习，可以有效扩大自己的知识面，改善知识结构

# 课程简介 - 学习目标

## 理论联系实际，学以致用



掌握嵌入式系统的基本概念、基本知识

熟悉嵌入式系统的设计方法和开发流程

了解嵌入式系统行业的发展方向、最新进展以及成功实例

初步建立起嵌入式系统的工程应用概念和模型

# 教材及参考资料

- ARM9嵌入式系统设计基础教程，黄智伟等，北京航空航天大学出版社
- 基于STM32的嵌入式系统原理与设计,卢有亮,机械工业出版社
- 嵌入式实时操作系统及应用开发，罗蕾主编，北京航空航天大学出版社.
- Jean J.Labrosse. 嵌入式实时操作系统uC/OS-II(第2版). 北京航空航天大学出版社.及uC/OS-II ebook
- 嵌入式计算系统设计原理 （美）Wayne Wolf Computers as Components : Principles of Embedded Computing System Design

# 课堂报告

- 追踪嵌入式系统、物联网、大数据、云计算、人工智能等相关的领域国内外的最新进展与发展趋势，针对某一具体课题，收集相关资料并制作PPT，采用课堂汇报的形式为大家展示并介绍
- 以小组为单位，每小组4人，各有分工（收集资料、制作PPT、课堂汇报、现场问答），3月10日前提交分组名单（组长、组员）、3.24日前提交报告主题与汇报顺序
- 课堂汇报时间每组8分钟，每节课3个小组汇报，上课前一周小组长将PPT/视频提交预审（4.17日第一次汇报）

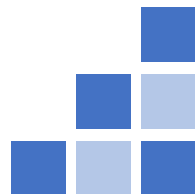


暨南大学  
JINAN UNIVERSITY

# 第1章 绪论

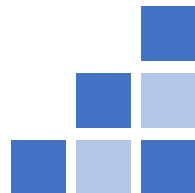
# 主要内容

- 嵌入式系统概述
- 嵌入式系统的发展趋势





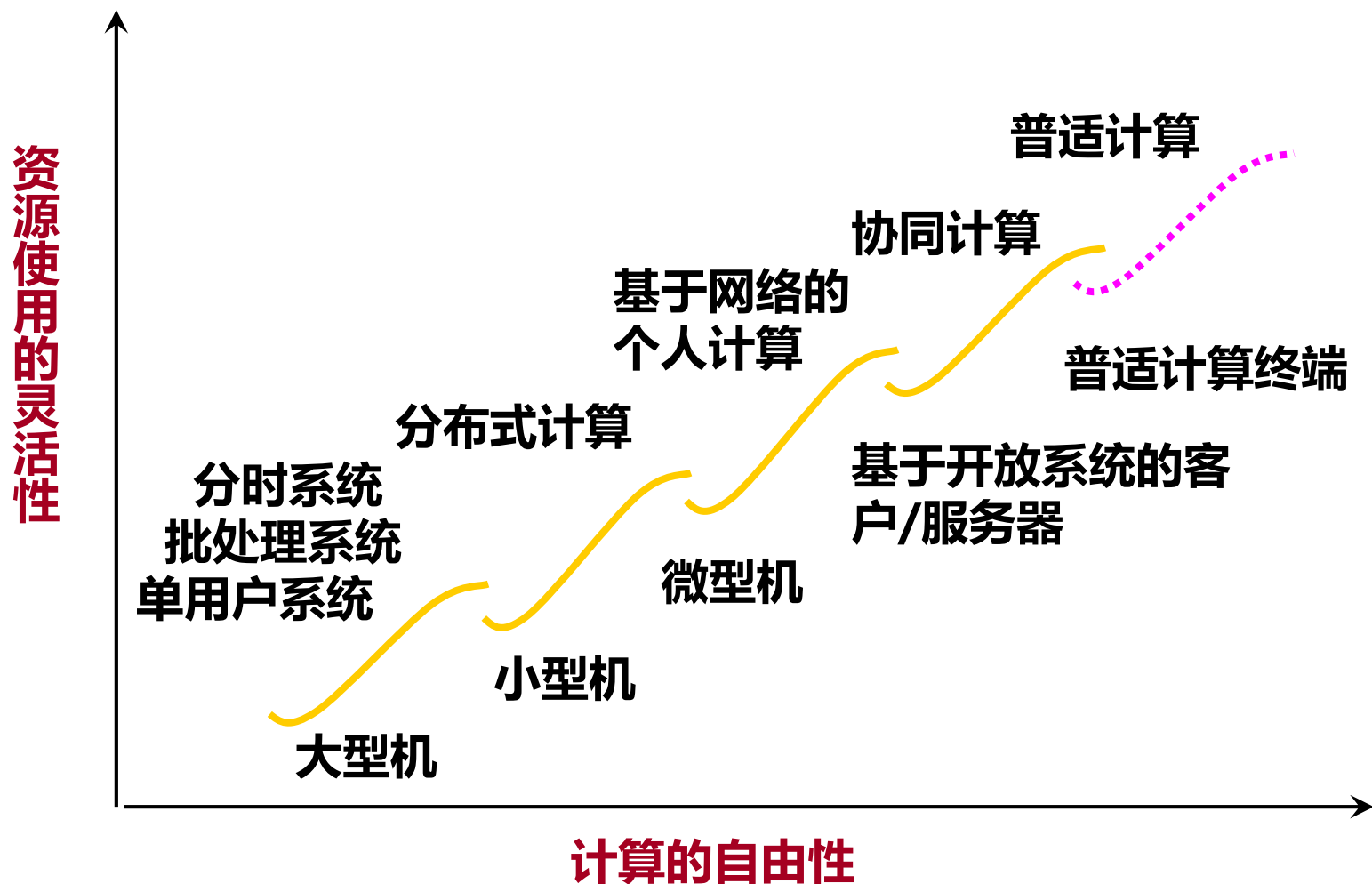
- 嵌入式系统概述
  - 无处不在的嵌入式系统
  - 嵌入式系统的定义
  - 嵌入式系统的发展历程
  - 嵌入式系统的特点
  - 嵌入式系统的分类
- 嵌入式系统的发展趋势



# 计算机发展的三大阶段

- 第一阶段：始于五十年代的由IBM, Burroughs, Honeywell等公司率先研制的大型机
- 第二阶段：始于七十年代的个人计算机
- 第三阶段：计算机正迈入下一个充满机遇的阶段——“后PC时代” 或 “无处不在的计算机”阶段

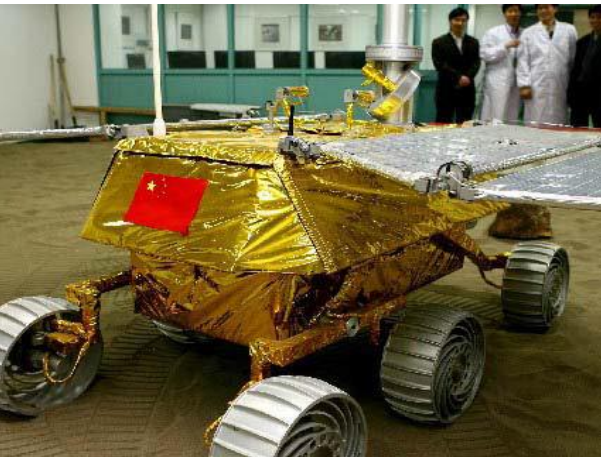
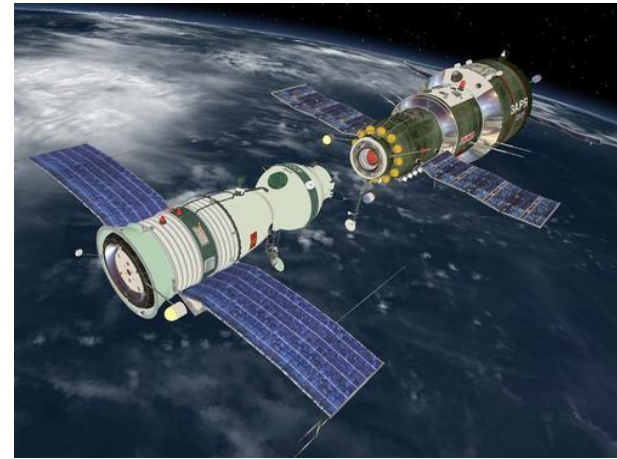
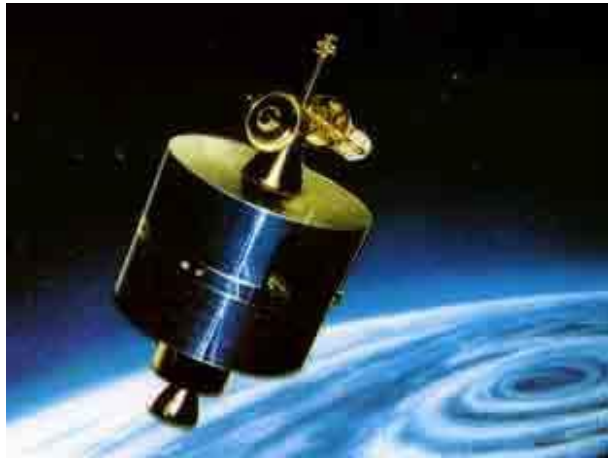
# 计算的发展过程



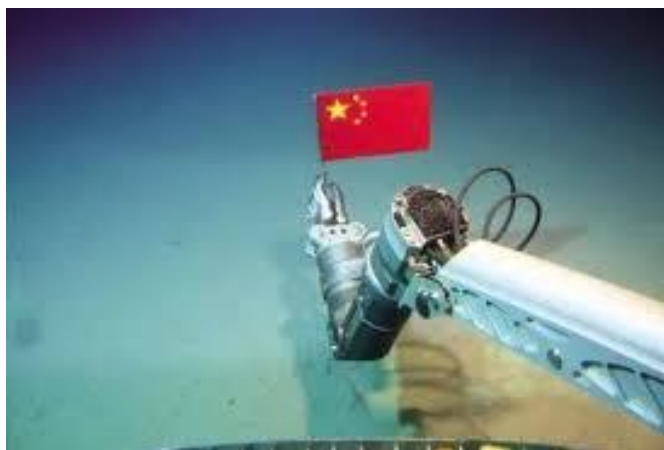
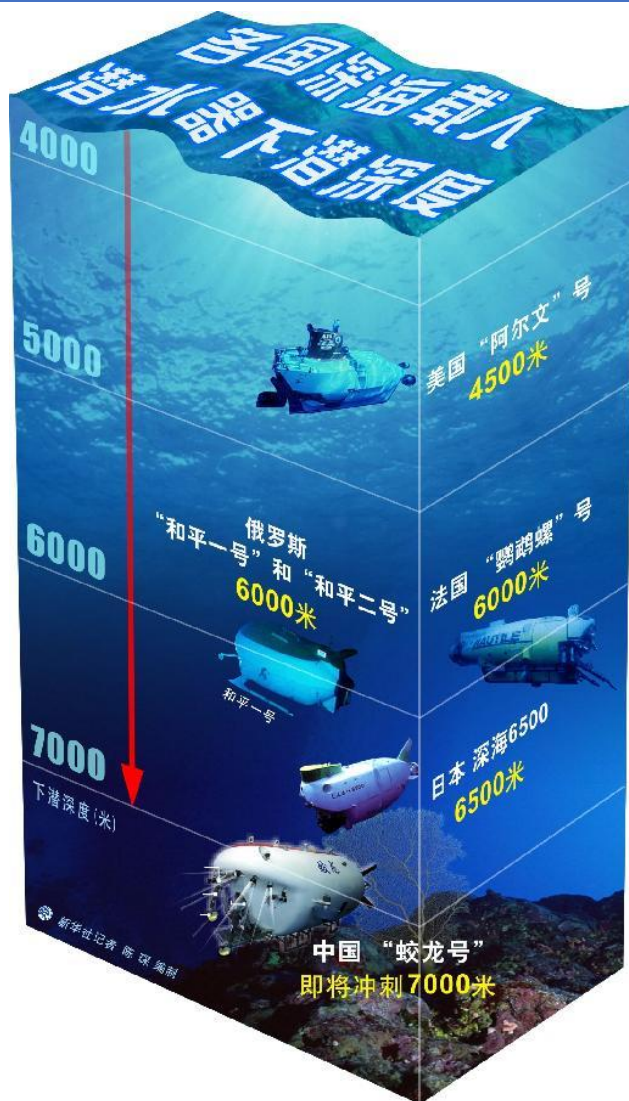
# 无处不在的计算机

全世界的计算机科学家正在形成一种共识：  
计算机不会成为科幻电影中的那种贪婪的怪物，而是将变得小巧玲珑，无处不在。他们藏身在任何地方，又消失在所有地方，功能强大，确有无影无踪。人们将这种思想命名为：“*无所不在的计算机*”

# 嵌入式系统 - 上天揽月



# 嵌入式系统 – 五洋捉鳖





# 嵌入式系统 - 鹰击长空

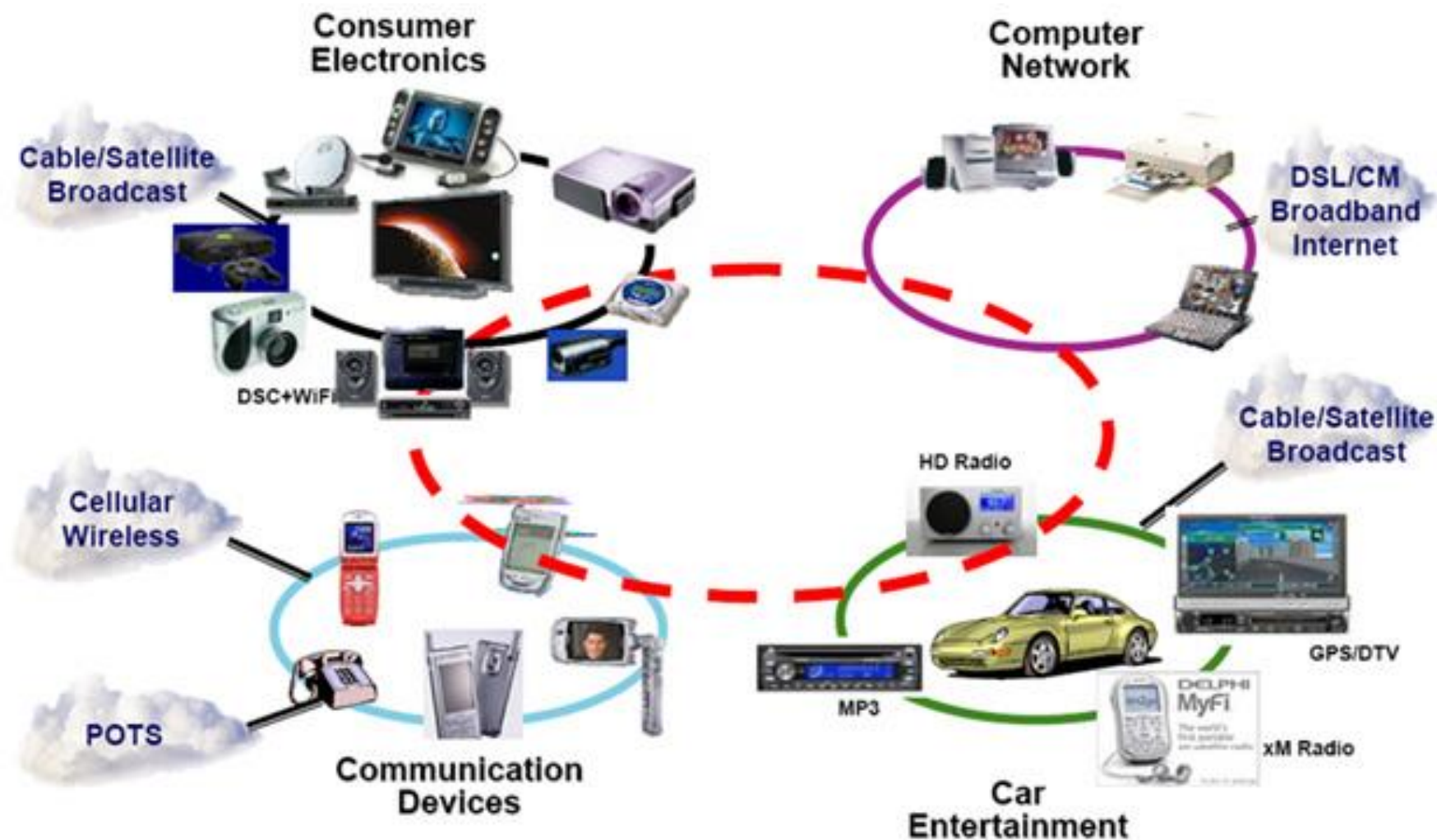


# 嵌入式系统 - 鱼翔浅底





# 嵌入式系统 – 行业应用（万类霜天竞自由）



# 嵌入式系统 – 行业应用（万类霜天竞自由）

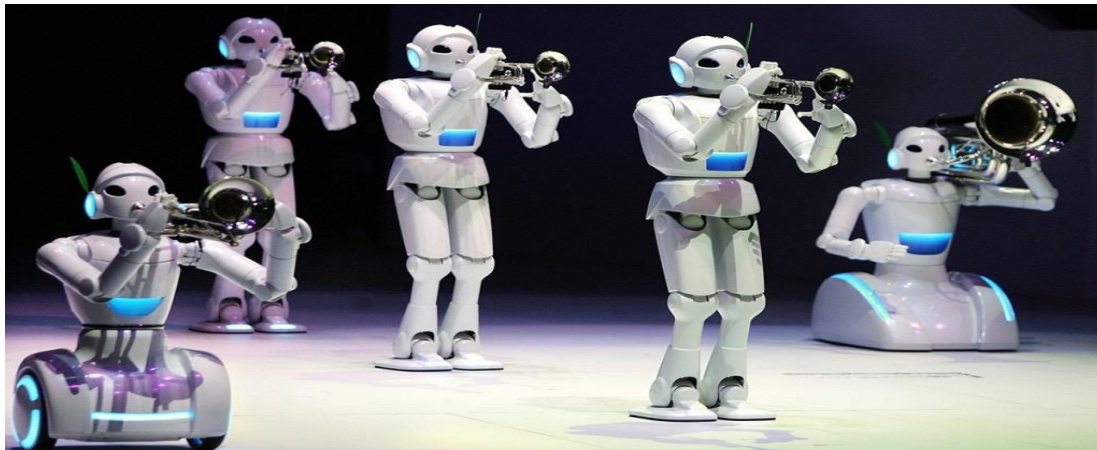


# 嵌入式系统 – 行业应用（万类霜天竞自由）





# 嵌入式系统 – 行业应用（万类霜天竞自由）



# 嵌入式系统无处不在

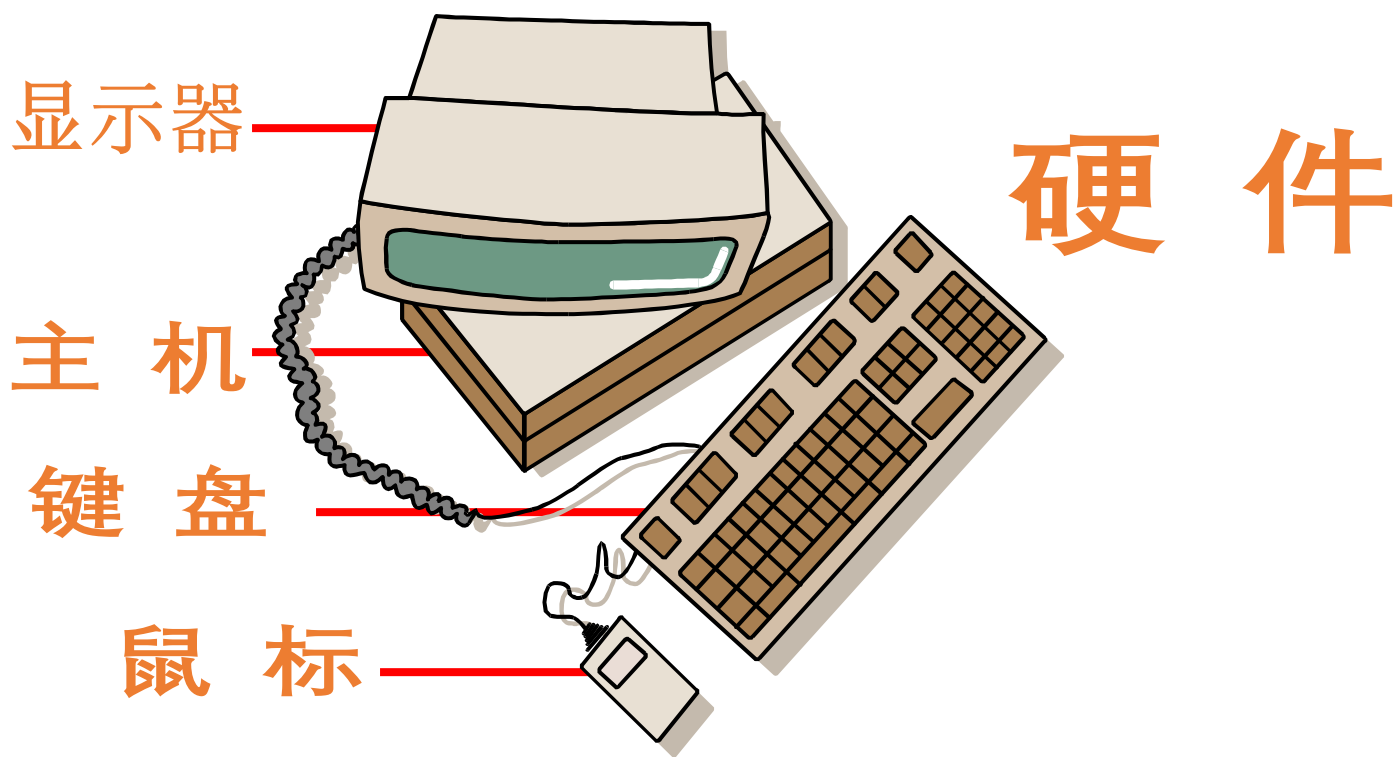
- 无处不在的计算机是计算机与使用者的比率达到和超过**100:1**的阶段
- 无处不在的计算机包括**通用计算机**和**嵌入式计算机系统**
- 在**100:1**比例中**95%以上**都是**嵌入式计算机系统**，并非通用计算机



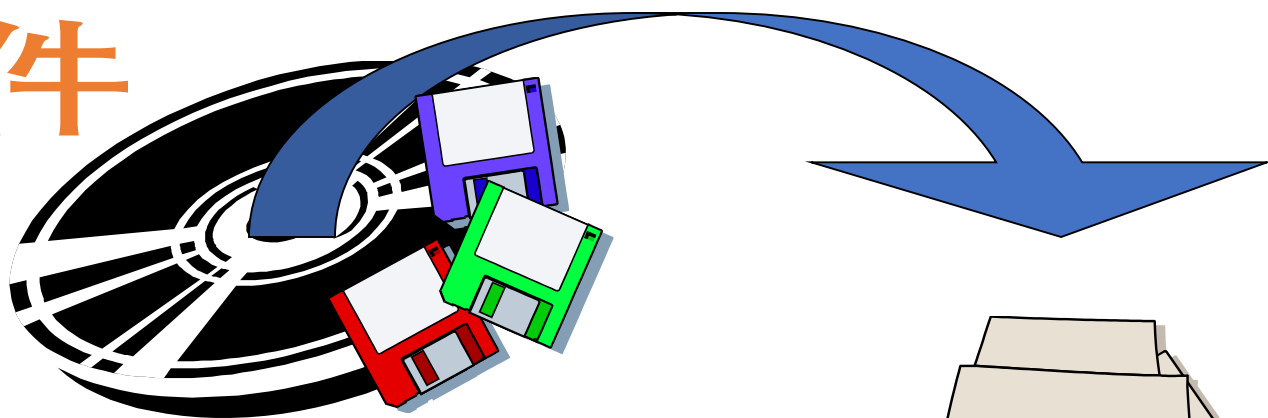
嵌入式设备无处不在，  
但桌面系统还依然有用

# 通用计算机 - 看得见的计算机

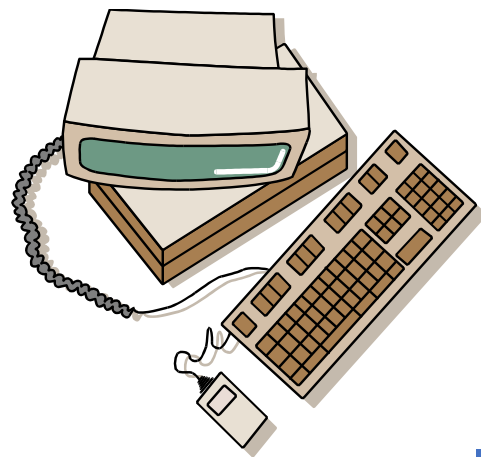
如：PC机、服务器、大型计算机等。



## 软件



应用程序可按用户  
需要随时改变,  
即重新编制



# 嵌入式系统定义

- 看不见的计算机，一般不能被用户编程, 它有一些专用的 I/O 设备, 对用户的接口是应用专用的
- An embedded system is a computer system contained within some larger device or product with the intent purpose of providing monitoring and control services to that device.
- Any sort of device which includes a programmable computer but itself is not intended to be a general-purpose computer.
- 通常将嵌入式计算机系统简称为嵌入式系统



# 嵌入式系统定义

- IEEE: “**Devices** used to **control** , **monitor** , or **assist** the operation of equipment , machinery or plants”.
- Wiki:一种 “完全嵌入受控器件内部，为特定应用而设计的专用计算机系统”
- 一般定义：**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**

# 嵌入式系统定义

- 嵌入式系统是将先进的计算机技术、半导体技术和电子技术与各个行业的具体应用相结合后的产物

包含有计算机，但又不是通用计算机的计算机应用系统

# 通用计算机与嵌入式系统对比

特征	通用计算机	嵌入式系统
<b>形式和类型</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 看得见的计算机</li><li>• 按其体系结构、运算速度和结构规模等因素分为大、中、小型机和微机</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 看不见的计算机</li><li>• 形式多样，应用领域广泛，按应用来分</li></ul>
<b>技术要求</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 高速、海量的数值计算</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 对象的智能化控制能力</li></ul>
<b>技术发展方向</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 总线速度的无限提升</li><li>• 存储容量的无限扩大</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 与对象系统密切相关的嵌入性能、控制能力与控制的可靠性</li></ul>
<b>组成</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 通用处理器、标准总线 and 外设</li><li>• 软件和硬件相对独立</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 面向应用的嵌入式微处理器，总线和外部接口多集成在处理器内部</li><li>• 软件与硬件是紧密集成在一起的</li></ul>

# 通用计算机与嵌入式系统对比

特征	通用计算机	嵌入式系统
<b>资源情况</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>资源不受限</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>资源受限</li></ul>
<b>开发方式</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>开发平台和运行平台都是通用计算机</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>采用交叉开发方式，开发平台一般是通用计算机，运行平台是嵌入式系统</li></ul>
<b>二次开发性</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>应用程序可重新编制</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>一般不能再编程</li></ul>
<b>对代码质量的要求</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>没有特别的要求，在存储空间上也没有太多的限制</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>要求高，要求可执行程序占用的存储空间少</li></ul>
<b>对稳定性和性能要求</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>在稳定性和性能方面的要求没有嵌入式系统那么严格</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>由于多任务同时运行，产生的错误比较多，因此在稳定性和性能方面的要求特别高</li></ul>

# 嵌入式系统定义

- 按照历史性、本质性、普遍性要求，嵌入式系统应定义为：

**嵌入到对象体系中的专用计算机系统**

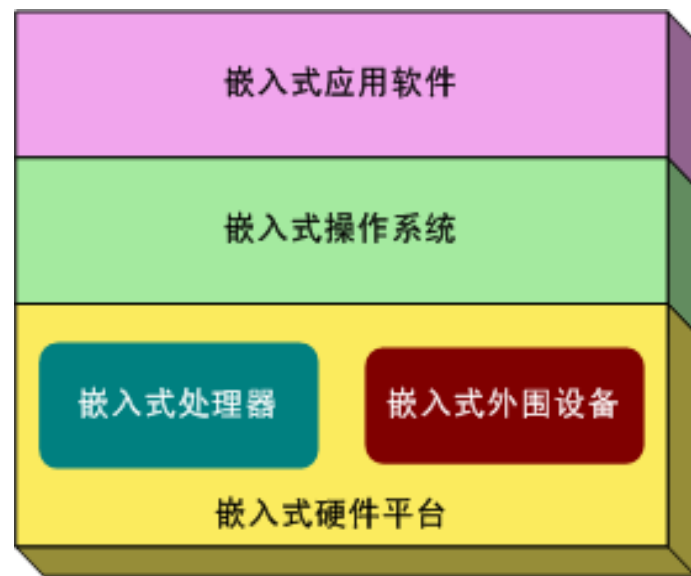
- 对象系统是指嵌入式系统所嵌入的宿主系统

# 嵌入式系统的三个基本要素

- 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，如物理环境（小型）、电气/气氛环境（可靠）、成本（价廉）等要求
- 专用性：软、硬件的裁剪性；满足对象要求的最小软、硬件配置等
- 计算机系统：必须配置有与对象系统相适应的接口电路

# 嵌入式系统的组成

- 嵌入式系统一般由嵌入式硬件和软件组成
- 硬件以微处理器为核心集成存储器和系统专用的输入/输出设备
- 软件包括：初始化代码及驱动、嵌入式操作系统和应用程序等，这些软件有机地结合在一起，形成系统特定的一体化软件



- 嵌入式系统与单片机

有没有关系？

有

是啥关系？

继承与发展

有没有区别？

有

嵌入式系统是不是单片机？

不是

单片机是不是嵌入式系统？

是



# 嵌入式系统与单片机

- 嵌入式系统  $\geq$  单片机系统
- 单片机开创了嵌入式系统独立发展道路
- 嵌入式系统的两种应用模式
  - 电子技术应用模式（单片机）
  - 计算机应用模式
- 单片机 = 嵌入式系统的低层应用
  - 底层性
  - 与对象系统的紧耦合

# 嵌入式系统与单片机

特征	单片机	嵌入式系统
<b>体系结构</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>多为4位、8位、16位机，不适合运行操作系统，难以进行复杂的运算及处理功能</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>主流是以32位嵌入式微处理器为核心的硬件设计和基于实时操作系统（RTOS）的软件设计</li></ul>
<b>设计方法</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>大多采用软硬件流水设计</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>强调基于平台的设计</li><li>软硬件协同设计</li></ul>
<b>设计核心与工作量</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>软硬件设计所占比例基本相同</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>核心是软件设计工作，占70%左右的工作量</li></ul>
<b>学习方法及途径</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>一般从硬件入手，从硬件体系结构、汇编语言到硬件设计、软件设计</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>可以从软件入手，从应用层编程到操作系统移植、硬件平台设计较好，按单片机设计的学习流程较难掌握</li></ul>

# 嵌入式系统的发展历程

- 嵌入式系统的**出现和兴起**（ 1960-1970 ）
- 嵌入式系统开始走向**繁荣**，软件和硬件日臻**完善**（ 1971-1989 ）
- 嵌入式系统应用**走向纵深**（ 1990年-现在 ）

# 嵌入式系统的出现和兴起

- **出现**：20世纪60年代以晶体管、磁芯存储为基础的计算机开始用于航空等军用领域。
  - 第一台机载专用数字计算机是奥托内蒂克斯公司为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)
  - 同时嵌入式计算机开始应用于工业控制。1962年一个美国乙烯厂实现了工业装置中的第一个直接数字控制(DDC)

# 嵌入式系统的出现和兴起

- **兴起**：在1965 ~ 1970年，当时计算机已开始采用集成电路，即第三代计算机。在军事、航空航天领域、工业控制的需求推动下。
  - 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
  - 1963年DEC公司推出PDP8并发展成PDP11系列，成为工业生产集中控制的主力军
  - 在军用领域中，为了可靠和满足体积、重量的严格要求，还需为各个武器系统设计五花八门的专用的嵌入式计算机系统

# 嵌入式系统开始走向繁荣

- 嵌入式系统大发展是在微处理器问世之后
  - 1973年至1977年间各厂家推出了许多8位的微处理器，包括 Intel 8080/8085，Motorola 的 6800/6802，Zilog的Z80和Rockwell的6502。
  - 微处理器不单用来组成微型计算机，而且用来制造仪器仪表、医疗设备、机器人、家用电器等嵌入式系统。
  - 仅8085/Z80微处理器的销售就超过7亿片,其中大部分是用于嵌入式工业控制应用

# 嵌入式系统开始走向繁荣

- 微处理器的广泛应用形成了一个广阔的嵌入式应用市场，计算机厂家除了要继续以整机方式向用户提供工业控制计算机系统外，开始大量地以插件方式向用户提供OEM产品，再由用户根据自己的需要构成专用的工业控制微型计算机，嵌入到自己的系统设备中
- 为了灵活兼容，形成了标准化、模块化的单板机系列。流行的单板计算机有Intel公司的iSBC系列、Zilog公司的MCB等
- 由于兼容的要求，这就导致了工业控制微机系统总线的诞生

# 嵌入式系统开始走向繁荣

- 1976年Intel推出Multibus，1983年扩展为带宽达40MB/S的Multibus II
- 1978年Prolog设计简单的STD总线广泛用于小型嵌入式系统
- 1981年Motorola推出的VME\_Bus则与Multibus II瓜分高端市场
- 目前在工业控制领域，嵌入式PC、PC104、CPCI（Compact PCI）总线已广泛应用到工业控制领域



# 嵌入式系统开始走向繁荣

- 单片机、DSP出现

- 随着微电子工艺水平的提高, 集成电路设计制造商开始把嵌入式应用所需要的微处理器、I/O接口、A/D、D/A转换、串行接口以及RAM、ROM通通集成到一个VLSI中, 制造出**面向I/O设计的微控制器**, 就是我们俗称的**单片机**
- 专门用于高速实时信号处理的数字信号处理器DSP

# 嵌入式系统开始走向繁荣

- 软件技术的进步使嵌入式系统日臻完善
  - 在微处理器出现的初期，为了保障嵌入式软件的时间、空间效率，软件只能用汇编语言编写
  - 由于微电子技术的进步，对软件的时空效率的要求不再那么苛刻了，嵌入式计算机软件开始使用PL/M、C等高级语言
  - 对于复杂的嵌入式系统来说除了需要高级语言开发工具外，还需要嵌入式实时操作系统的支持

# 嵌入式系统开始走向繁荣

- 80年代初开始出现了一批软件公司，推出商品化的嵌入式实时操作系统和各种开发工具。
  - **Ready System**(后来的Microtec Research、后来又被Mentor Graphic收购)公司:VRTX操作系统及Xray, Spectra工具
  - **Integrated System Incorporation** (ISI, 后被WindRiver公司合并):pSOS操作系统及pRISM工具
  - **WindRiver**公司:VxWorks操作系统及Tornado工具
  - **QNX**公司:QNX操作系统及工具
- 商用嵌入式实时操作系统和开发工具的出现和推广应用，使**嵌入式系统的开发从作坊式向分工协作规模化的方向发展**，促使嵌入式应用扩展到更广阔的领域

# 嵌入式系统应用走向纵深

- 进入20世纪90年代, 在分布控制、柔性制造、数字化通信和数字化家电等巨大需求的牵引下, 嵌入式系统的硬件、软件技术进一步加速发展、应用领域进一步扩大
  - 手机、数码相机、VCD、数字电视、路由器、交换机等都是嵌入式系统
  - 大多数豪华轿车每辆拥有约50个嵌入式微处理器
  - 最新的波音777宽体客机上约有1000个微处理器
  - 在不久的将来你会在你的家里发现几十到上百的嵌入系统在为你服务

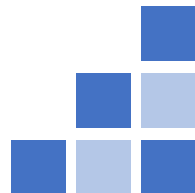
# 嵌入式系统应用走向纵深

- 嵌入式系统的硬件

- 4位、8位、16位微处理器芯片已逐步让位于32位嵌入式微处理器芯片
- 面向不同应用领域的 ( Application-Specific )、功能强大、集成度高、种类繁多、价格低廉、低功耗的32位芯片已大量应用于各种各样的军用和民用设备
- DSP向高速、高精度、低功耗发展
- DSP与通用嵌入式微处理器集成 ( SoC ) 已成为现实，并已大量应用于嵌入式系统，如手机、IP电话等
- 在工业控制领域，嵌入式PC大量应用于嵌入式系统中
- PC104、CPCI ( Compact PCI ) 总线因其成本低、兼容性好也已被广泛应用

- 嵌入式系统的软件

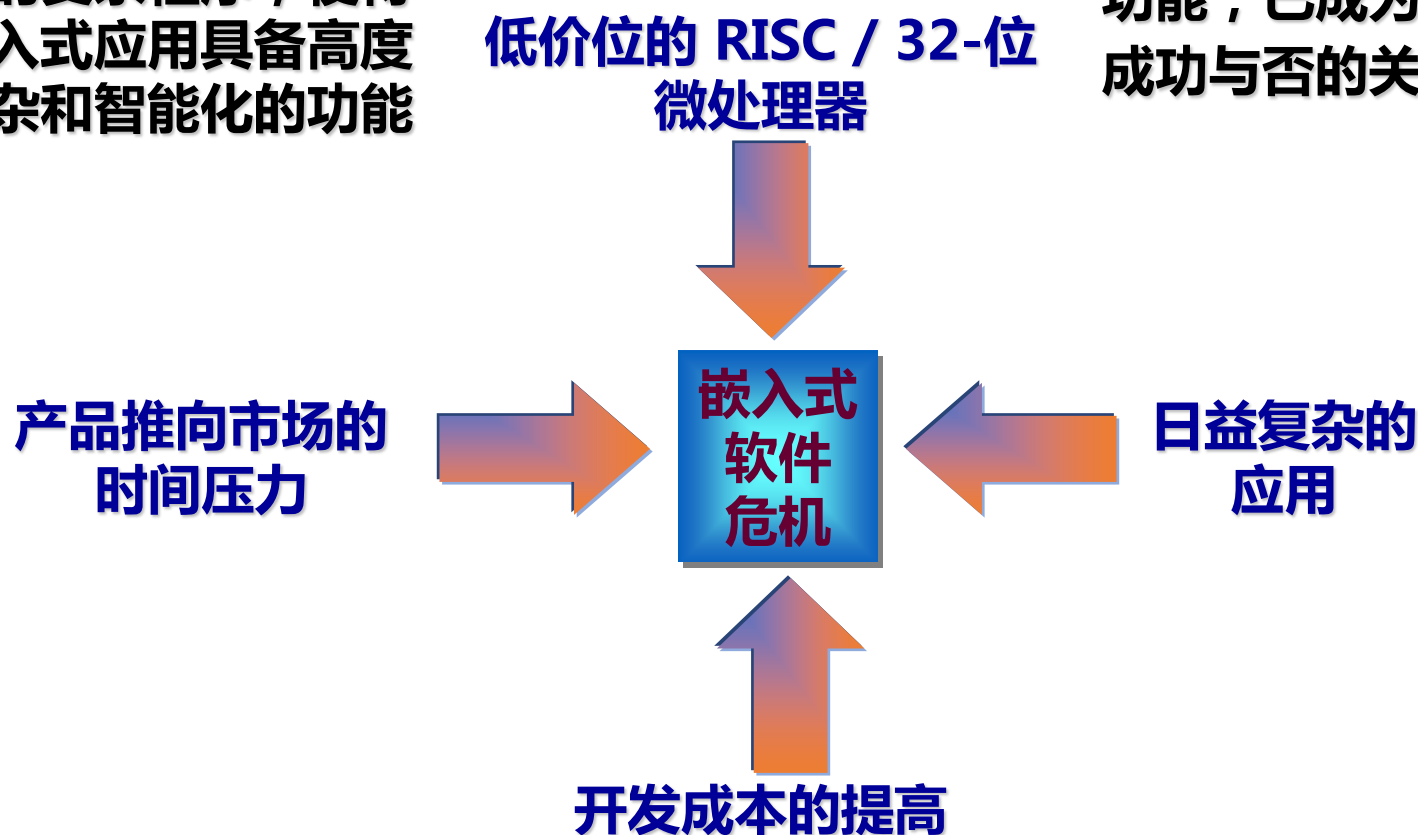
- 随着微处理器性能的提高，嵌入式软件的规模也随着发生指数型增长



# 嵌入式系统应用走向纵深

32位芯片将能够执行由上百万行C代码构成的复杂程序，使得嵌入式应用具备高度复杂和智能化的功能

软件的实现从某种意义上说决定了产品的功能，已成为新产品成功与否的关键因素。



# 软件体现价值



- DVD播放机

- 功能：视频 + 音频 ( incl. MP3 )
- 价格：200 – 600元



- iPod MP3播放机

- 功能：MP3

- 价格：

iPod nano	1 GB	1400元
iPod nano	4 GB	2200元
iPod	30GB	2800元
iPod	60GB	3800元

- 两者的硬件差异？
- 两者的价格差异？
- 核心价值在于：好的软件带给消费者最好的使用体验



# 嵌入式系统应用走向纵深

- 嵌入式系统已大量采用**嵌入式操作系统**
- 嵌入式操作系统功能不断的扩大和丰富，由80年代只有内核、发展为包括内核、网络、文件、图形接口、嵌入式JAVA、嵌入式CORBA及分布式处理等丰富功能的集合
- 此外，**嵌入式开发工具**更加丰富，其集成度和易用性不断提高，目前不同厂商已开发出不同类型的嵌入式开发工具，可以覆盖嵌入式软件开发过程各个阶段，提高嵌入式软件开发效率

# 嵌入式系统的特点

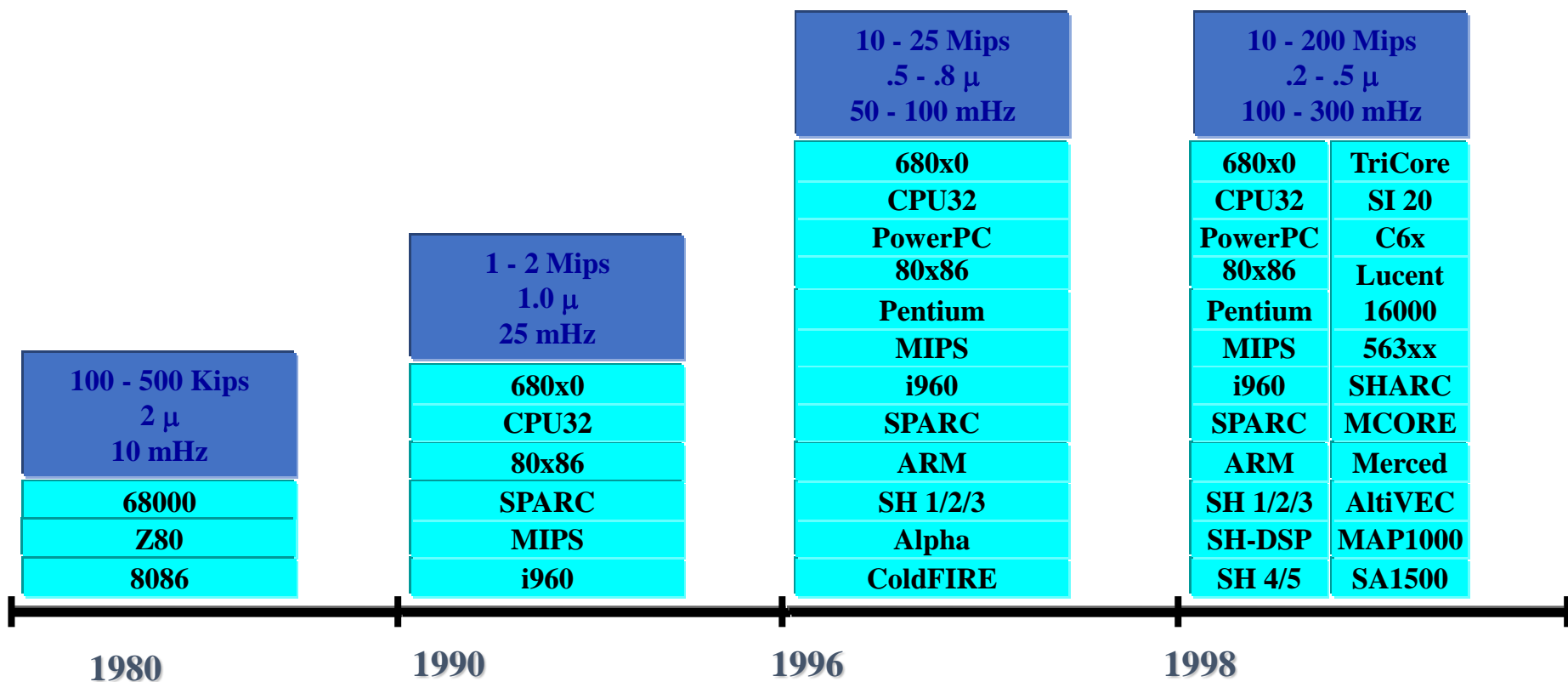
- 嵌入式系统通常是形式多样、面向特定应用的
- 嵌入式系统得到多种类型的处理器和处理器体系结构的支持
- 嵌入式系统通常极其关注成本
- 嵌入式系统有实时性和可靠性的要求
- 嵌入式系统使用的操作系统一般是适应多种处理器、可剪裁、轻量型、实时可靠、可固化的嵌入式操作系统
- 嵌入式系统开发需要专门工具和特殊方法

# 形式多样、面向特定应用

- 一般用于特定的任务，其硬件和软件都必须高效率地设计，量体裁衣、去除冗余，而通用计算机则是一个通用的计算平台
- 它通常都具有低功耗、体积小、集成度高等特点，能够把通用微处理器中许多由板卡完成的任务集成在芯片内部
- 嵌入式软件是应用程序和操作系统两种软件的一体化程序

# 处理器和处理器体系结构类型多

- 通用计算机采用少数的处理器类型和体系结构，而且主要掌握在少数大公司手里
- 嵌入式系统可采用多种类型的处理器和处理器体系结构
- 在嵌入式微处理器产业链上，IP设计、面向应用的特定嵌入式微处理器的设计、芯片的制造已相成巨大的产业。大家分工协作，形成多赢模式
- 有上千种的嵌入式微处理器和几十种嵌入式微处理器体系结构可以选择



# 微处理器的演变

# 关注成本

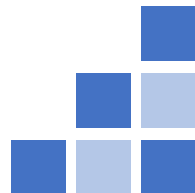
- 嵌入式系统通常需要注意的成本是系统成本，特别是量大的消费类数字化产品，其成本是产品竞争的关键因素之一
- 嵌入式的系统成本包括：
  - 一次性的开发成本NRE(Non-Recurring Engineering)成本
  - 产品成本：硬件BOM、外壳包装和软件版税等
  - 批量产品的总体成本 = NRE成本 + 每个产品成本 \* 产品总量
  - 每个产品的最后成本 = 总体成本 / 产品总量 = NRE成本 / 产品总量 + 每个产品成本

# 实时性和可靠性的要求

- 一方面大多数实时系统都是嵌入式系统
- 另一方面嵌入式系统多数有实时性的要求，软件一般是固化运行或直接加载到内存中运行，具有快速启动的功能。并对实时的强度要求各不一样，可分为硬实时和软实时。
- 嵌入式系统一般要求具有出错处理和自动复位功能，特别是对于一些在极端环境下运行的嵌入式系统而言，其可靠性设计尤其重要
- 在大多数嵌入式系统的软件中一般都包括一些机制，比如硬件的看门狗定时器，软件的内存保护和重新启动机制

# 适应多种处理器、可剪裁、轻量型、实时可靠、可固化的嵌入式操作系统

- 由于嵌入式系统应用的特点，像嵌入式微处理器一样，嵌入式操作系统也是多姿多彩的
- 大多数商业嵌入式操作系统可同时支持不同种类的嵌入式微处理器。可根据应用的情况进行剪裁、配置
- 嵌入式操作系统规模小，所需的资源有限如内核规模在几十KB，能与应用软件一样固化运行
- 一般包括一个实时内核，其调度算法一般采用基于优先级的可抢占的调度算法
- 高可靠嵌入式操作系统：时、空、数据隔离



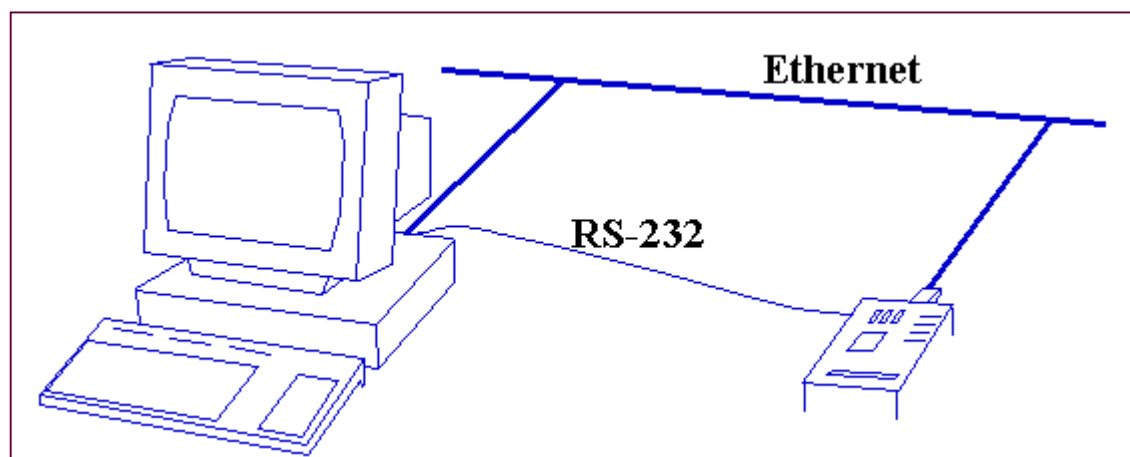


# 开发需要专门工具和特殊方法

- 多数嵌入式系统开发意味着软件与硬件的并行设计和开发，其开发过程一般分为几个阶段：
  - 产品定义
  - 软件与硬件设计与实现
  - 软件与硬件集成
  - 产品测试与发布
  - 维护与升级

# 开发需要专门工具和特殊方法

- 由于嵌入式系统资源有限，一般不具备自主开发能力，产品发布后用户通常也不能对其中的软件进行修改，必须有一套专门的开发环境。
- 该开发环境包括专门的开发工具（包括设计、编译、调试、测试等工具），采用交叉开发的方式进行，交叉开发环境如图所示。



# 嵌入式系统的分类

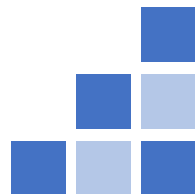
按嵌入式处理器的位数来分类

按应用来分类

按速度分类

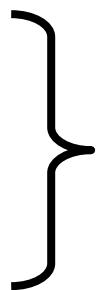
按确定性来分类

按嵌入式系统软件复杂程度来分类



# 按嵌入式处理器的位数来分类

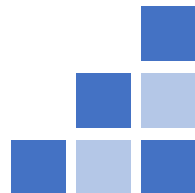
- 4位嵌入式系统
- 8位嵌入式系统
- 16位嵌入式系统
- 32位嵌入式系统
- 64位嵌入式系统



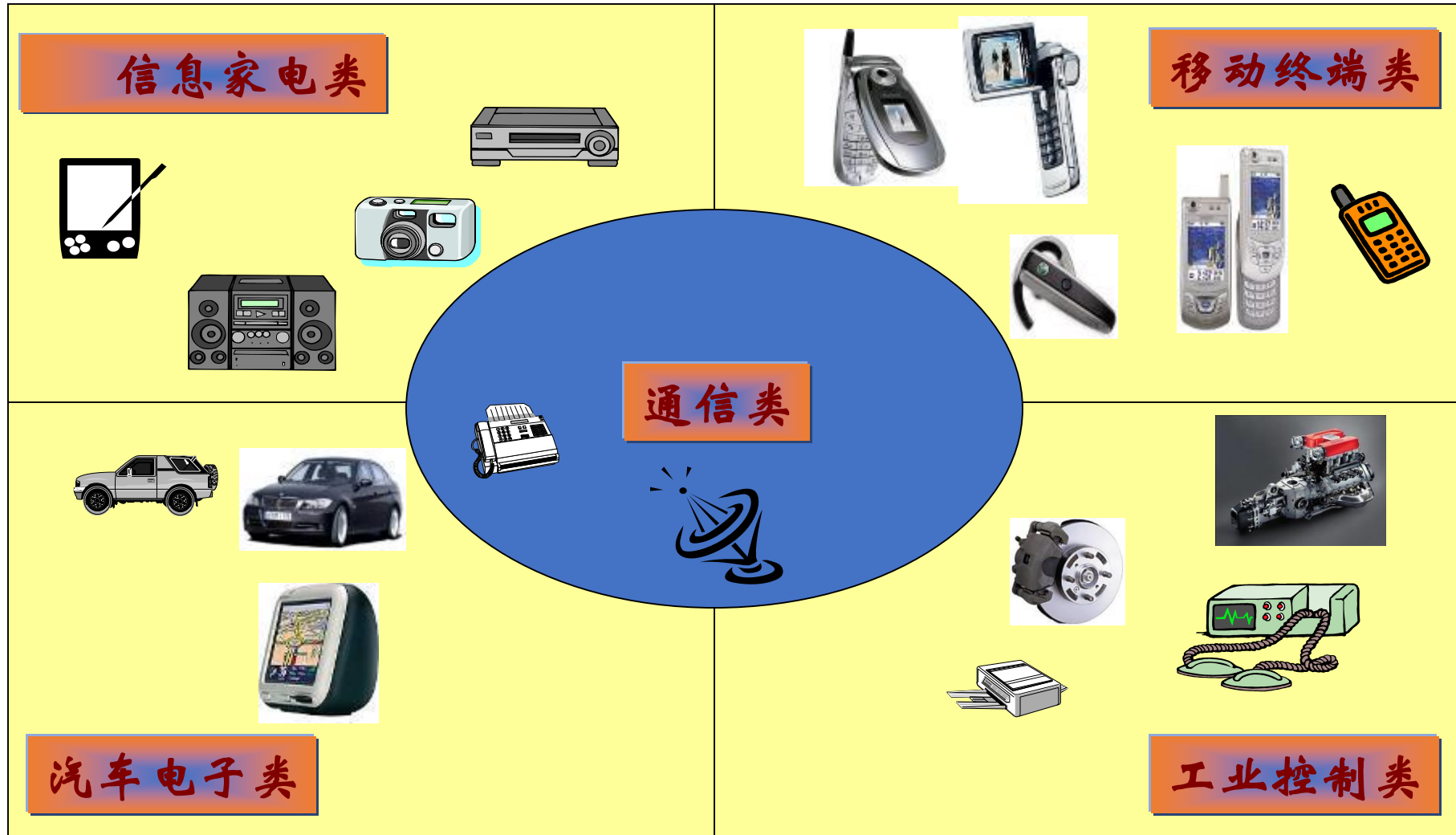
目前已大量应用

正成为主流发展趋势

高度复杂的、高速的嵌入式系统已开始采用



# 按应用来分类



# 按速度分类

- **强实时系统**, 其系统响应时间在毫秒或微秒级
- **一般实时系统**, 其系统响应时间在几秒的数量级上,其实时性的要求比强实时系统要差一些
- **弱实时系统**, 其系统响应时间约为数十秒或更长。  
这种系统的响应时间可能随系统负载的轻重而变化

# 按确定性来分类

根据确定性的强弱，可将嵌入式系统分为硬实时、软实时系统：

- **硬实时**：系统对系统响应时间有严格的要求，如果系统响应时间不能满足，就要引起系统崩溃或致命的错误
- **软实时**：系统对系统响应时间有要求，但是如果系统响应时间不能满足，不会导致系统出现致命的错误或崩溃

# 按嵌入式系统软件复杂程度来分类

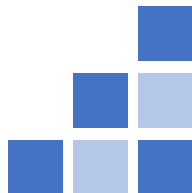
循环轮询系统

有限状态机系统

前后台系统

单处理器多任务系统

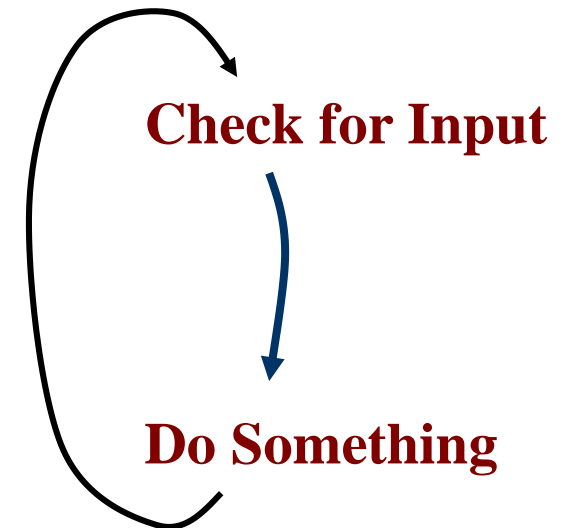
多处理器多任务系统





# 循环轮询系统

```
initialize()  
while(true)  
{  
    if (condition_1) action_1();  
    if (condition_2) action_2();  
    .....  
    if (condition_n) action_n();  
}
```



# 循环轮询系统

- 优点

- 对于简单的系统而言，便于编程和理解
- 没有中断的机制，程序运行良好，不会出现随机的问题

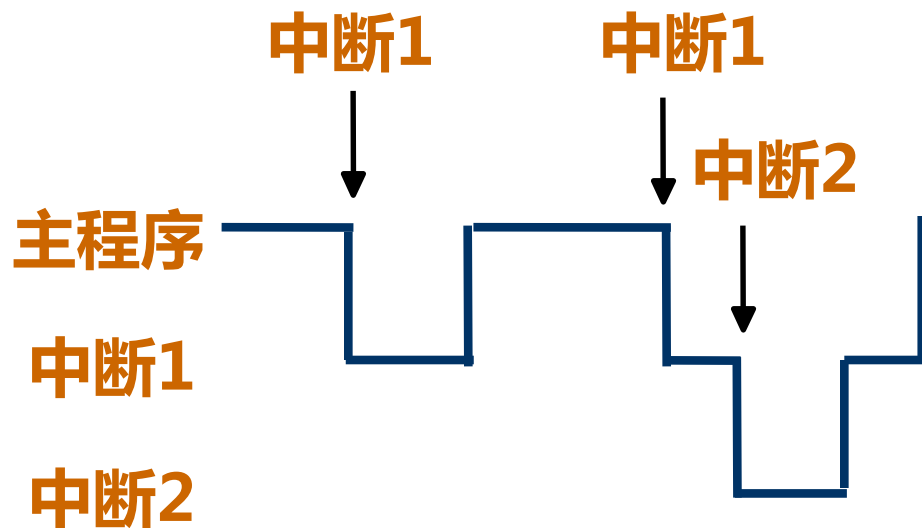
- 缺点

- 有限的应用领域
- 对于大量的I/O服务的应用，不容易实现
- 大的程序不便于调试

**适合于慢速和非常快速的简单系统**

# 前后台系统

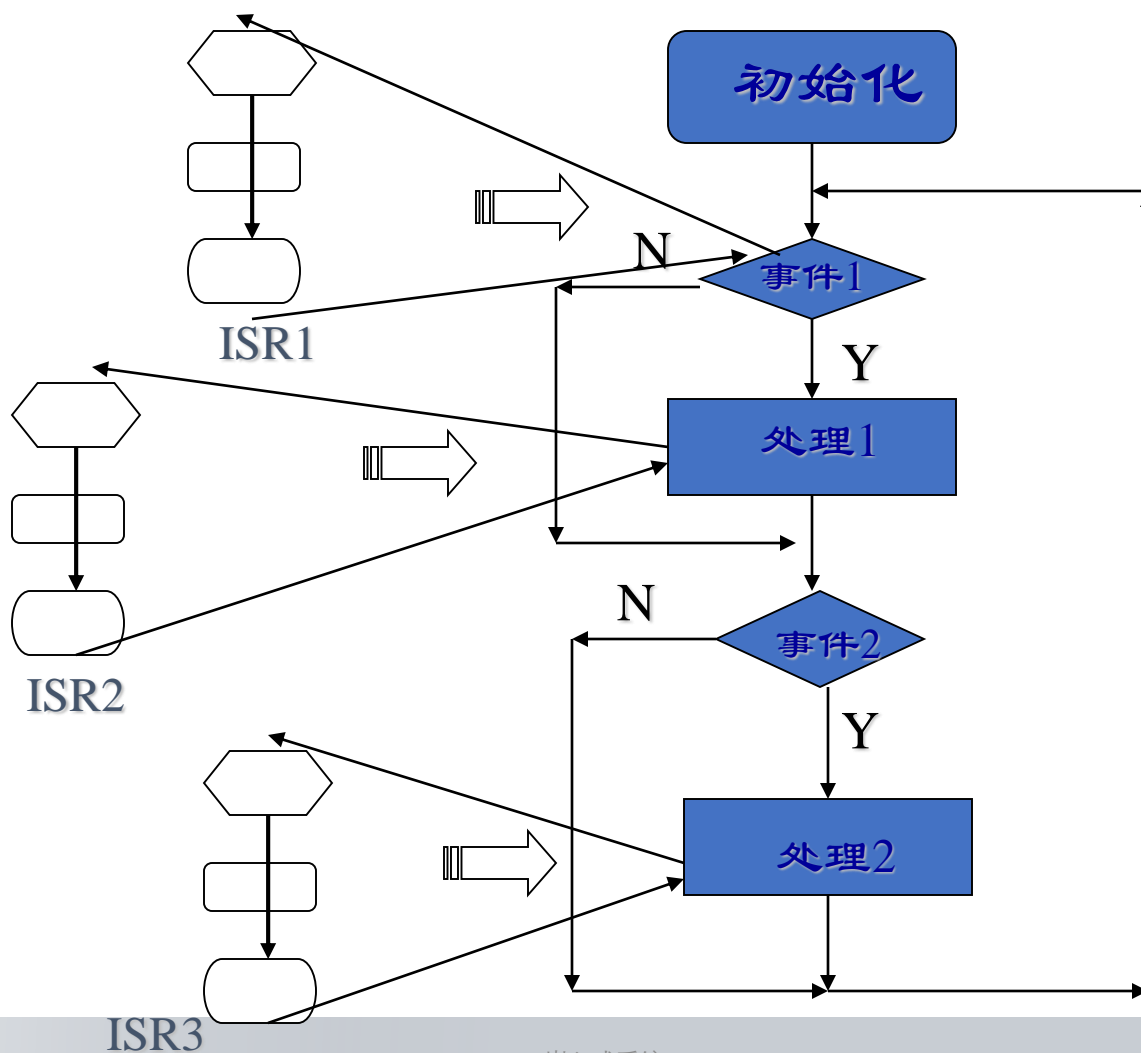
- 是中断驱动系统的一种
  - 后台是一个循环轮询系统一直在运行
  - 前台是由一些中断处理过程组成的
  - 当有一前台事件(外部事件)发生时, 引起中断, 进行前台处理, 处理完成后又回到后台(通常又称主程序)



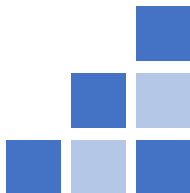
# 前后台系统

## 前台处理

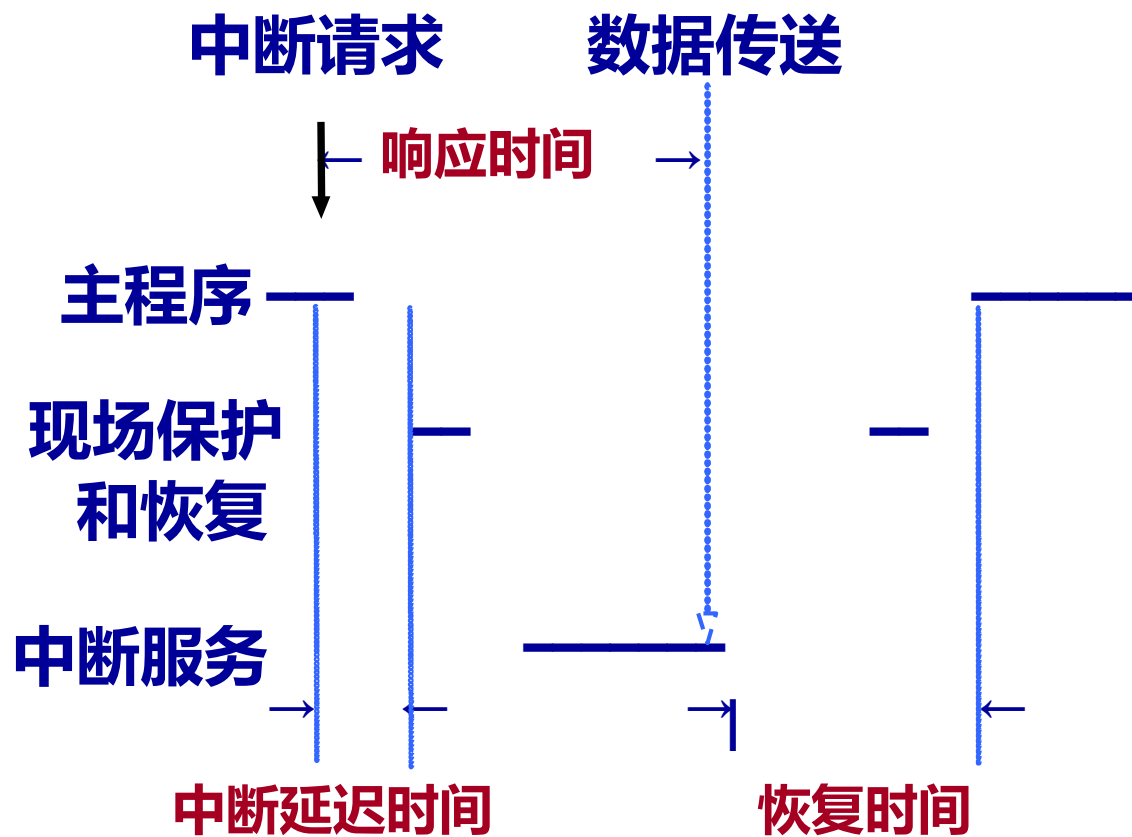
## 后台处理



- 需要考虑的是中断的现场保护和恢复，中断嵌套，中断处理过程与主程序的协调(共享资源)问题
- 系统的性能主要由中断延迟时间(Interrupt latency time), 响应时间(response time)和恢复时间(recovery time)来刻画



# 前后台系统



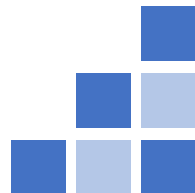
# 单处理器多任务系统

- 对于一个复杂的嵌入式实时系统来说，
  - 当采用中断处理程序加一个后台主程序这种软件结构难以实时的、准确的、可靠的完成时
  - 存在一些互不相关的过程需要在一个计算机中同时处理时

**需要采用实时多任务系统！**

# 单处理器多任务系统

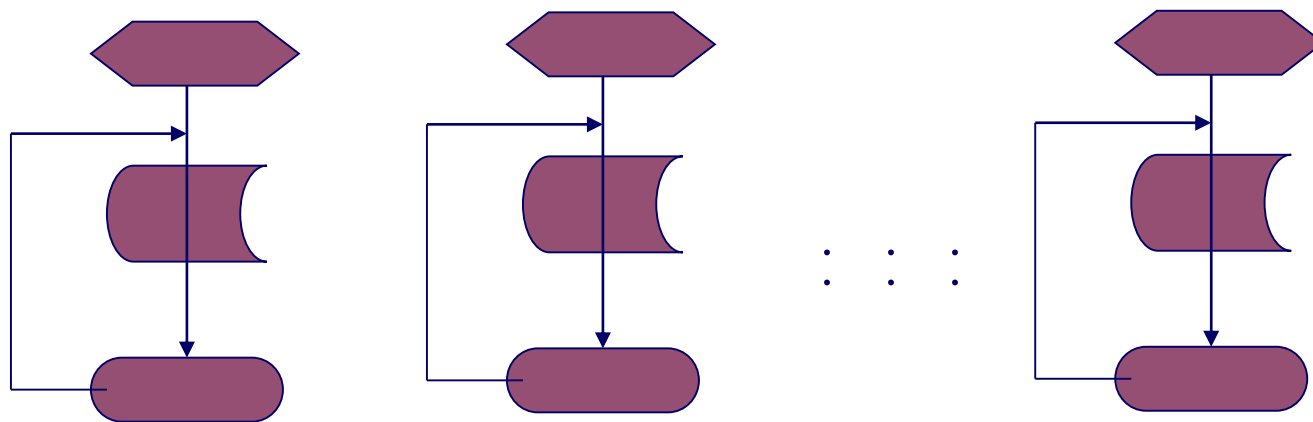
- 由多个任务，多个中断处理过程，实时操作系统组成的有机的整体
- 每个任务是顺序执行的，并行性通过操作系统来完成，任务间的相互通信和同步也需要操作系统的支持





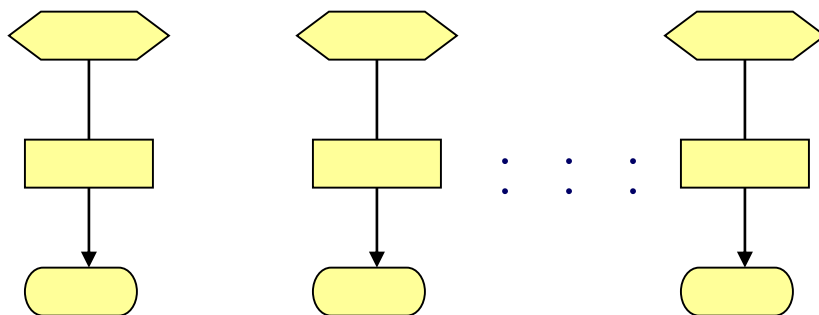
# 单处理器多任务系统

## 流程



后台

并发多任务  
Tasks



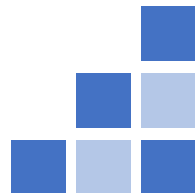
前台

ISRs

# 单处理器多任务系统

## 多任务系统

- 多个顺序执行的程序并行运行
- 宏观上看，所有的程序同时运行，每个程序运行在自己独立的CPU上
- 实际上，不同的程序是共享同一个CPU和其它硬件。因此，需要RTOS来对这些共享的设备和数据进行管理
- 每个程序都被编制成无限循环的程序，等待特定的输入，执行相应的任务等
- 这种程序模型将系统分成相对简单的，相互合作的模块



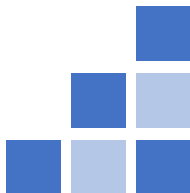
# 单处理器多任务系统

- 优点

- 将复杂的系统分解为相对独立的多个线程，达到“分而制之”的目的，从而降低系统的复杂性
- 保证系统的实时性
- 系统的模块化好，提高系统的可维护性

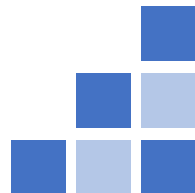
- 缺点

- 需要采用一些新的软件设计方法
- 需要增加功能：线程间的协调，同步和通信功能
- 需要对每一个共享资源互斥
- 导致线程间的竞争
- 需要使用RTOS，RTOS要增加系统的开销



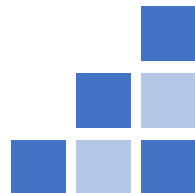
# 多处理器多任务系统

- 多任务可运行在多个处理器上，由操作系统统一调度，处理
- 宏观上看是并发的，微观上看也是并发的
- 多处理机系统分为紧耦合系统(tightly-coupled system) 和 松耦合系统 (loosely-coupled system)两种
- 多处理多任务系统目前还不成熟



# 主要内容

- 嵌入式系统概述
- 嵌入式系统的发展趋势



# 嵌入式系统的发展趋势

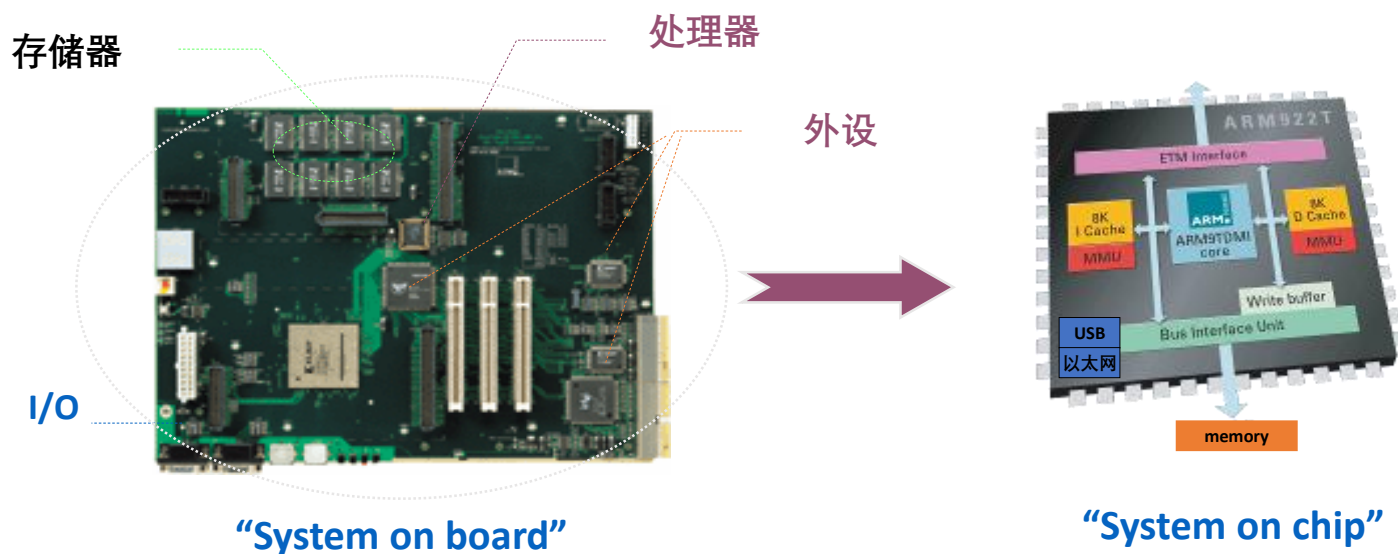
- 以信息家电、移动终端、汽车电子、网络设备等为代表的互联网时代的嵌入式系统，不仅为嵌入式市场展现了美好前景，注入了新的生命，同时也对嵌入式系统技术，提出新的挑战：
  - 支持日趋增长的功能密度
  - 灵活的网络联接
  - 轻便的移动应用
  - 多媒体的信息处理、低功耗、人机界面友好互动
  - 支持二次开发和动态升级等

# 嵌入式系统的发展趋势

- 形成行业的标准：行业性嵌入式软硬件平台
  - 嵌入式系统是以应用为中心的系统，不会象PC一样只有一种平台。
  - 吸取PC的成功经验，形成不同行业的标准。
  - 统一的行业标准具有开放、设计技术共享、软硬件重用、构件兼容、维护方便和合作生产的特点，是增强行业性产品竞争能力的有效手段
  - 如欧共体汽车产业联盟规定以OSEK标准作为开发汽车嵌入式系统的公用平台和应用编程接口

# 嵌入式系统的发展趋势

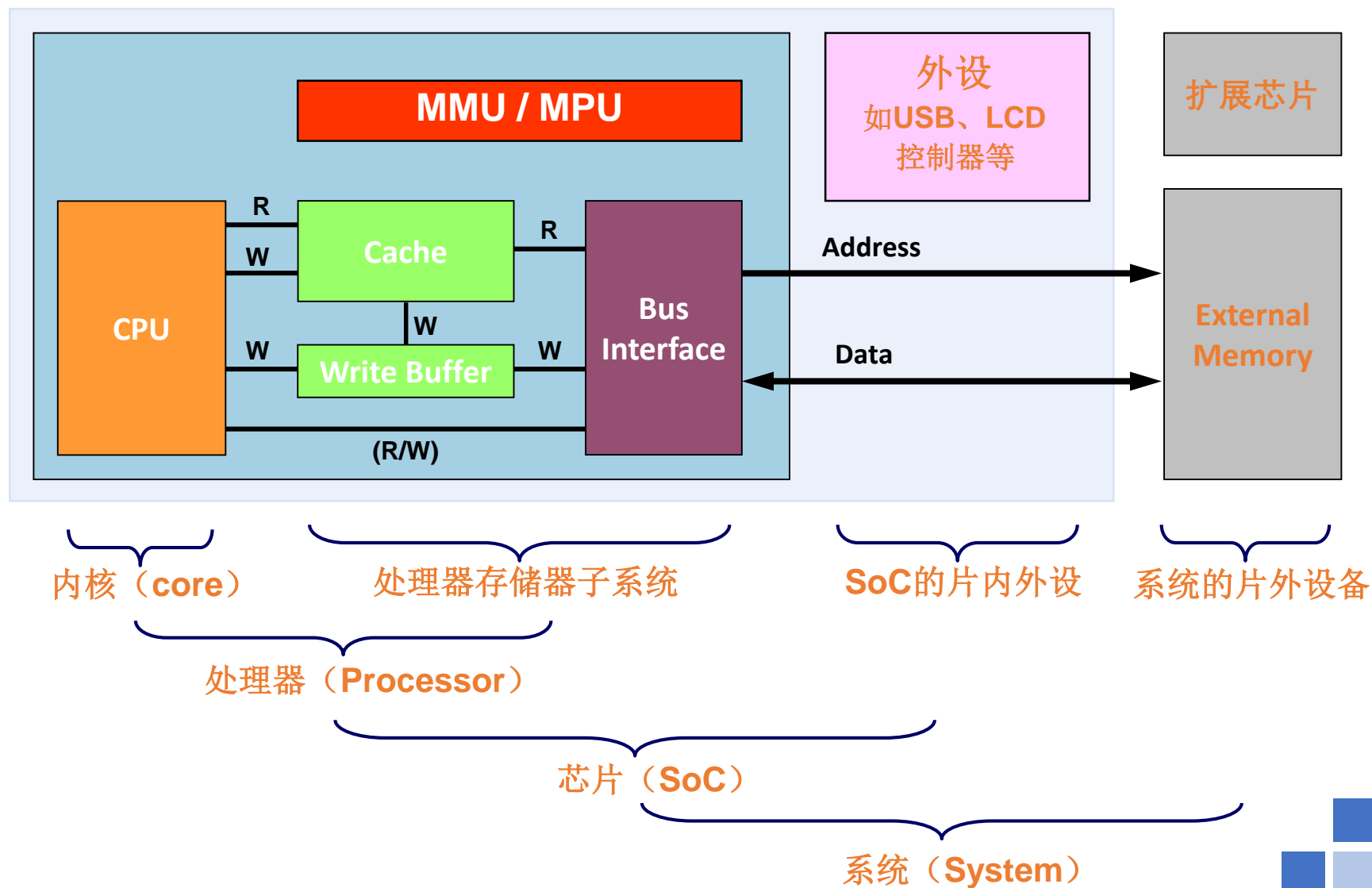
- 面向应用领域的、高度集成的、以32位嵌入式微处理器为核心的SOC ( System On Chip ) 将成为应用主流



- SoC给系统带来高性能之外更多更重要的好处
  - 稳定性、体积、散热、功耗 ……



# 嵌入式系统的发展趋势



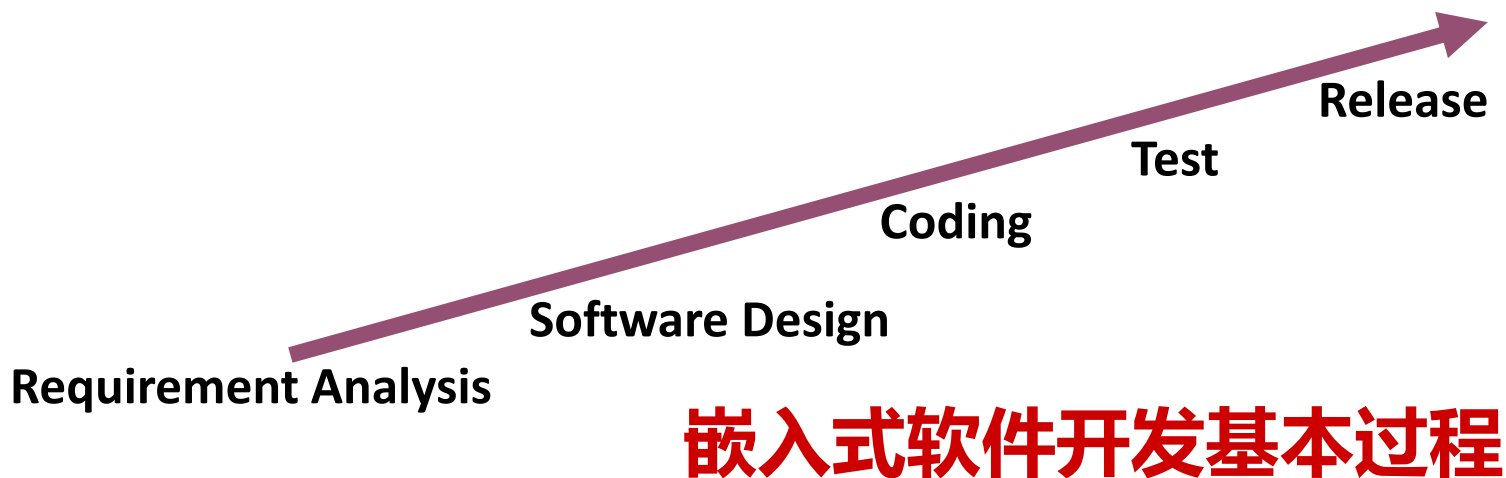
# 嵌入式系统的发展趋势

- 嵌入式应用软件开发需要强大的开发工具和操作系统的支持
  - 采用实时多任务编程技术和交叉开发工具技术来控制功能复杂性，简化应用程序设计、保障软件质量和缩短开发周期。
  - 嵌入式操作系统将在现有的基础上，不断采用先进的操作系统技术，结合嵌入式系统的需求向：
    - 可适应不同的嵌入式硬件平台
    - 具有可移植、可伸缩、功能强大、可配置、良好的实时性、可靠性、高可用方向发展

# 嵌入式系统的发展趋势

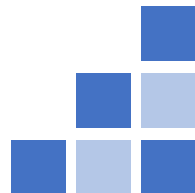
- 嵌入式开发工具

- 支持多种硬件平台
- 覆盖嵌入式软件开发过程各个阶段
- 高效
- 高度集成的工具集方向发展



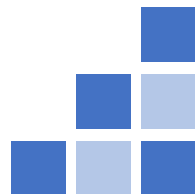
# 嵌入式系统的发展趋势

- 嵌入式系统联网成为必然趋势，驱动了大量新的应用
  - 针对外部联网要求，嵌入系统必需配有通信接口，需要TCP/IP协议簇软件支持
  - 针对内部联网要求，新一代嵌入式系统还需具备IEEE1394、USB、CAN、Bluetooth或IrDA通信接口，同时也需要提供相应的通信组网协议软件和物理层驱动软件
  - 为了支持网络交互的应用，还需内置XML浏览器和Web Server



# 互联的价值

- 嵌入式设备的互联性可提高对各种服务、内容和信息的访问能力
- 为动态修改嵌入式软件提供了可能，如：
  - 修改系统代码或“固件”
  - 增添新的应用软件模块
- 增强了系统和设备的可管理性



# 嵌入式系统的发展趋势

- 嵌入式系统向新的嵌入式计算模型方向发展
  - 支持自然的人机交互和互动的、图形化、多媒体的嵌入式人机界面。操作简便、直观、无须学习。如司机操纵高度自动化的汽车主要还是通过习惯的方向盘、脚踏板和操纵杆
  - 可编程的嵌入式系统。嵌入式系统可支持二次开发如采用嵌入式Java技术，可动态加载和升级软件，增强嵌入式系统功能
  - 支持分布式计算。与其他嵌入式系统和通用计算机系统互联构成分布式计算环境



# Thank you

