嵌入式系统概述

主要内容

- 嵌入式系统的定义
- 无处不在的嵌入式系统
- 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

1

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。

2

第二阶段：始于七十年代的个人计算机。

3

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。

无处不在的计算机

施乐公司Palo Alto研究中心主任Mark Weiser认为：

“从长远来看，PC机和计算机工作站将衰落，因为计算机变得无处不在：例如在墙里、在手腕上、在手写电脑中(象手写纸一样)等等，随用随取、伸手可及”。

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”。

嵌入式系统定义

- 随着计算机技术、网络技术和微电子技术的快速发展，人们进入了后PC时代，后PC时代是一个嵌入式系统（Embedded System）的网络时代，嵌入式技术将主宰后PC时代。
- “嵌入式系统”实际上是“嵌入式计算机系统”的简称。
- 对“嵌入式系统”有各种不同的定义。

嵌入式系统定义

- 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）。

  可以看出此定义是从应用上考虑的，嵌入式系统是软件和硬件的综合体，还可以涵盖机电等附属装置。

嵌入式系统定义

- 国内普遍被认同的定义:

  嵌入式系统是“以应用为中心，以计算机技术为基础，软硬件可裁减，适用于应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统”。

  嵌入式系统就是一个具有特定功能或用途的隐藏在某种设备中的计算机软硬件集合体，没有固定的特征形状。

嵌入式系统定义

- 嵌入式系统三要素：
  - 嵌入、专用、计算机
  - 嵌入性：嵌入到对象体系中，有对象环境要求
  - 专用性：软、硬件按对象要求设计、裁减
  - 计算机：实现对象的智能化功能

嵌入式系统定义 - others

- 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.”
- 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－看得见的计算机

- PC机、服务器、大型计算机等

硬 件

诸如主机、显示器、键盘、鼠标等看得见部件

通用计算机－看得见的计算机

软件

应用程序可按用户
需要随时改变,
即重新编制。

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
形式和类型	◘ 看得见的计算机。 ❖ 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。	◘ 看不见的计算机。 ❖ 形式多样，应用领域广泛，按应用来分。
组成	◘ 通用处理器、标准总线和外设。 ❖ 软件和硬件相对独立。	◘ 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。 ❖ 软件与硬件是紧密集成在一起的。
开发方式	开发平台和运行平台都是通用计算机	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。
二次开发性	应用程序可重新编制	一般不能再编程

嵌入式系统无处不在

嵌入式系统无处不在 – CPS

彼此互连

嵌入式系统无处不在

5.07
weibo.com/3317338462

iShare
5V 1A
RESET
SD-CARD

LechenTek

Application area Automotive electronics: clearly cyber-physical

- Functions by embedded processing:
  - ABS: Anti-lock braking systems
  - ESP: Electronic stability control
  - Airbags
  - Efficient automatic gearboxes
  - Theft prevention with smart keys
  - Blind-angle alert systems
  - ... etc ...

- BMW 745i Sedan
  - there are more than 70 microprocessors
  - the computation is embedded in the Transmission Electronic Control Unit (ECU), Engine ECU and more

- Boeing 777
  - 1280 CPUs onboard
  - 7 million lines of code
  - Flight control systems,
  - anti-collision systems,
  - pilot information systems,
  - power supply system,
  - flap control system,
  - entertainment system,
  - …

- Autonomous Vehicles
  - networked embedded systems
  - safety- and mission-critical

Wearable Computing

无人机

机器人

仿人机器人

航天领域

CRI online
新闻
国际在线

勇气号

7
JPL

©www.cfp.cn 版权作品 请勿转载
CRI online
新闻
国际在线

其他应用…

Anti-lock brakes
Auto-focus cameras
Automatic teller machines
Automatic toll systems
Automatic transmission
Avionic systems
Battery chargers
Camcorders
Cell phones
Cell-phone base stations
Cordless phones
Cruise control
Curbside check-in systems
Digital cameras
Disk drives
Electronic card readers
Electronic instruments
Electronic toys/games
Factory control
Fax machines
Fingerprint identifiers
Home security systems
Life-support systems
Medical testing systems

Modems
MPEG decoders
Network cards
Network switches/routers
On-board navigation
Pagers
Photocopiers
Point-of-sale systems
Portable video games
Printers
Satellite phones
Scanners
Smart ovens/dishwashers
Speech recognizers
Stereo systems
Teleconferencing systems
Televisions
Temperature controllers
Theft tracking systems
TV set-top boxes
VCR's, DVD players
Video game consoles
Video phones
Washers and dryers

不断增长中。。。

嵌入式系统的发展历程

1960-1970

嵌入式系统的出现和兴起

1971-1989

嵌入式系统开始走向繁荣，软件和硬件日臻完善

1990年-现在

嵌入式系统应用走向纵深

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，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。
- 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、芯片的制造已形成巨大的产业。分工协作，形成多赢模式。

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。
- 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

- 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

目前已大量应用

- 32位嵌入式系统

正成为主流发展趋势

- 64位嵌入式系统

高度复杂的、高速的嵌入式系统已开始采用

按应用来分类

信息家电类

移动终端类

通信类

汽车电子类

工业控制类

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

Key recent trends

- Increasing computation demands, increasing complexity
  - e.g. multimedia processing in set-top boxes, HDTV
- Increasingly networked
- Increasing need for flexibility
  - time-to-market under ever changing standards
- HW-SW co-design
- Higher integration: more blocks on the same chip
- IP reuse, platform based design, NoC vs. Bus
- Systems are designed and built as “systems of systems”.
- Diversity in design methodologies, platform dependent, lack of standards

System-on-Chip (SoC)

- SoC refers to integrating all components of an electronic system into a single chip (what motivates such integration?):
  - Microprocessors, microcontrollers, DSP's
  - ASIC's, FPGA's
  - Memories, IO's, A/D and D/C converters
  - Analog, mixed-signal, RF blocks, voltage regulators
- Communication infrastructure: Bus based, Network-on-Chip (NoC).
- System-level design (automation) and simultaneous optimization of numerous design metrics is key challenge.
- A SoC is a complex embedded system.

Increasing integration:
Complex embedded systems --> SoCs

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

参考书目

- 嵌入式计算系统设计原理(第2版)，Wayne Wolf著，李仁发译，机械工业出版社。
- 嵌入式系统导论：CPS方法。作者： (美)Edward Ashford Lee　Sanjit Arunkumar Seshia 。译者：李实英 贺蓉 李仁发。机械工业出版社。
- 嵌入式系统原理及应用开发技术。桑楠主编。高等教育出版社。
- ARM体系结构与编程，杜春雷著，清华大学出版社。
- 嵌入式实时操作系统μC/OS-II(第2版)，Jean J. Labrosse著，邵贝贝等译，北京航空航天大学出版社。
- 嵌入式系统基础教程。俞建新，王建，宋健健编著。机械工业出版社。
- ARM/Intel/Samsung电子文档。

Thank you!