



第1章 单片机和嵌入式系统基础知识

何宾

2019.03

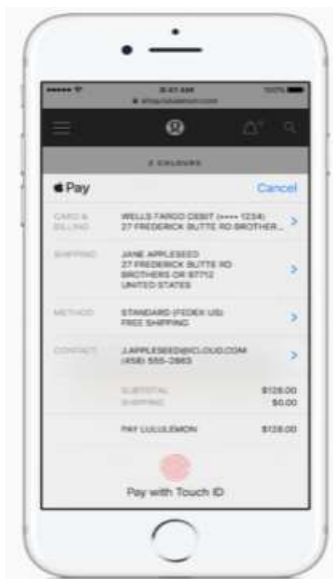


本章主要内容

- 嵌入式系统基本概念
- 8051微控制器内部架构
- 8051单片机硬件开发平台
- 运行第一个8051单片机程序
- 8051单片机编程语言

嵌入式系统基本概念

嵌入式系统是以**具体应用**为导向的，以**计算机技术**为核心的，根据具体应用对**硬件和软件系统**量身订做的便于**携带的微型计算机系统**。



嵌入式系统的主要特点

■ 体积小，重量轻

- 可以放在口袋中，拿在手中

■ 功耗低

- 电池供电，最多可以使用几天

■ 成本较低

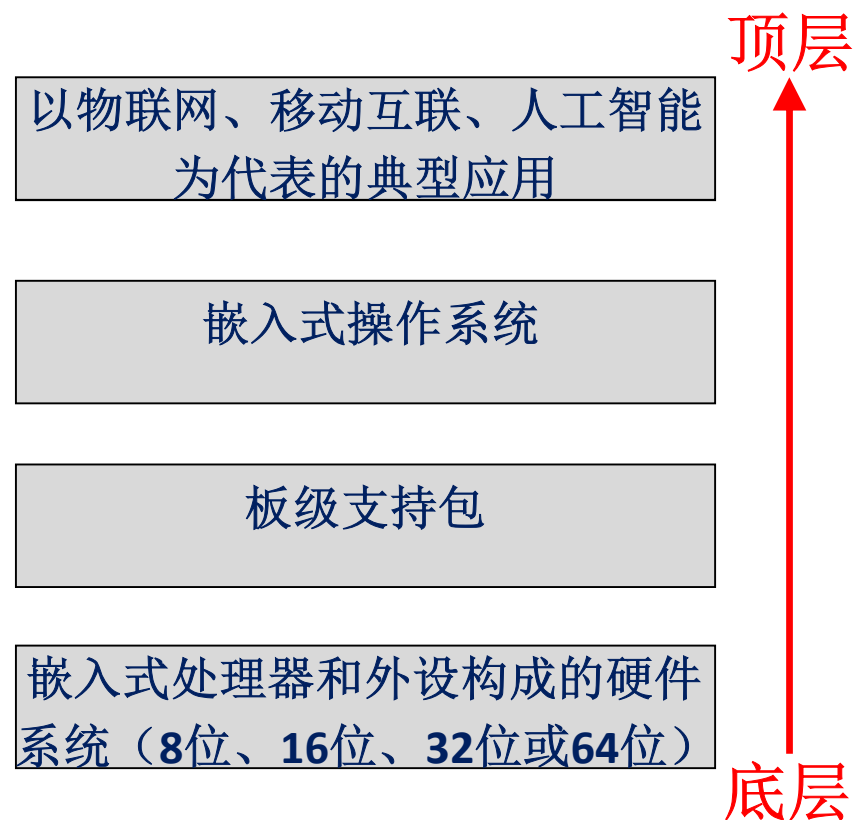
- 一般售价低于2000元

■ 丰富的应用支持

- 微信、移动支付等

嵌入式技术的构成

嵌入式技术是构建嵌入式系统的核心，它包含**软件**和**硬件**两个部分，这是**系统层面**的概念。



嵌入式系统硬件的构成

--嵌入式处理器

与中央处理单元的区别

□ CPU是单个处理器核，其性能高，同时功耗也大。

◆ Intel公司基于X86结构的CPU

◆ 特别注意!!! 对于Intel公司量产的包含多个CPU核的芯片而言，已经不是传统意义上的CPU。

◆ CPU需要额外的存储器系统和外设的支持。

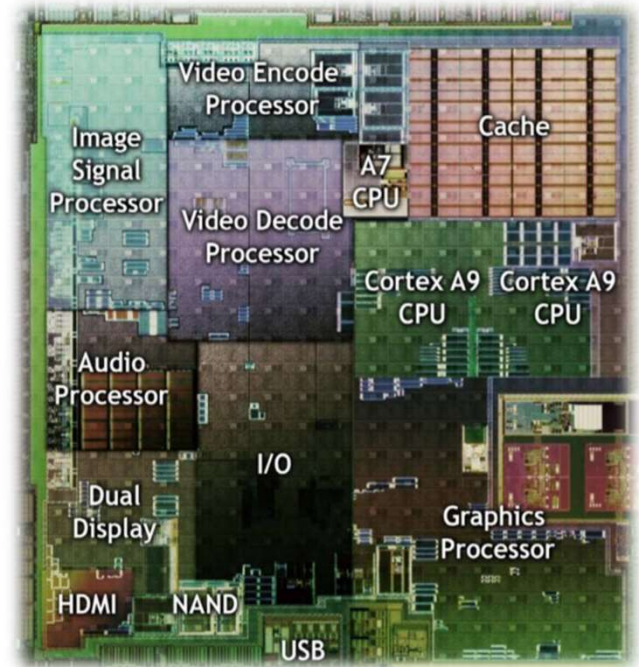
嵌入式系统硬件的构成

--嵌入式处理器

□ 对于嵌入式处理器而言，根据应用场合的不同，性能也有所不同，其功耗要小于CPU，但是性能低于CPU。

◆ 英伟达公司的高性能图睿2嵌入式处理器中，不但集成了ARM Cortex-A9双核CPU，而且还提供了高速缓存、USB接口、图像处理器、图像信号处理器等。

◆ 它是片上系统（system on a chip, SOC）



嵌入式系统硬件的构成

--嵌入式处理器

- 在嵌入式系统中还有一类性能相对较低的嵌入式处理器，我们通常将其称为微控制器（Micro Control Unit, MCU），也称为单片机。
 - ◆ 它只有一个处理器内核。典型的，ARM公司的Cortex-M0、Cortex-M3、Cortex-M4，以及Intel公司的MCS-51 CPU；
 - ◆ 其内部包含了存储器块、输入输出（I/O）和其它外设；
 - ◆ 主要应用于工业控制领域中。
- 注：（1）8051单片机就是指使用MCS-51 CPU内核的MCU，ARM单片机就是指使用ARM 32位低性能处理器内核（比如：Cortex-M0、Cortex-M0+）的MCU。
- （2）不管是CPU、高性能嵌入式处理器还是MCU，它们都是专用集成电路芯片（application specific integrated circuits, ASIC），属于“芯片”的范畴。

嵌入式系统硬件的构成

--供电系统

作用包含以下：

- 用于为嵌入式系统提供电源。
- 通过嵌入式处理器提供的不同电源管理模式，以满足嵌入式系统高性能和低功耗的要求。

嵌入式系统硬件的构成

--外部存储器系统

除了嵌入式处理器芯片提供的片内存储器外，还可以通过嵌入式处理器提供的外部存储器接口，在外部扩展大容量的存储器以满足高性能嵌入式系统的应用要求。

- 比如，运行IOS和安卓操作系统的嵌入式系统就需要提供大容量的DDR存储器系统。

嵌入式系统硬件的构成

--外部设备

通过嵌入式处理器芯片提供的外设接口，与外部设备进行连接。如：

- USB接口
- 以太网接口
- UART接口
- SPI接口

嵌入式系统软件 --组成架构

应用程序
(App)



嵌入式实时操作系统
(real-time OS, RTOS)



板级支持包
(board support package, BSP)

在**RTOS**之上，通过调用**API**，应用程序开发者，编写满足不同嵌入式应用要求的应用程序

与**PC/笔记本电脑**使用的**Windows**操作系统相比，由于嵌入式系统内存储器资源以及所使用处理器性能的限制，**嵌入式实时操作系统**需要进行裁剪，以满足实时性和占用最少存储器资源的要求

板级支持包提供了对外设的驱动支持以及与操作系统的接口。**注：板级支持包与操作系统之间互相独立。**

嵌入式系统软件 --组成架构

需要注意的是，对于低性能的MCU的嵌入式应用而言，可以没有嵌入式实时操作系统的支持。

- 程序员直接在板级支持包上通过调用应用程序接口API甚至直接通过操作硬件底层编写应用程序，这就是经常所说的“裸奔”。

嵌入式系统软件 --组成架构

在MCU上直接“裸奔”主要缺点包括：

□移植性差。

◆在不同MCU之间移植程序将变得异常困难。

□搞纯软件的很“头晕”

◆他们需要掌握不同MCU的架构以及指令集的细节问题，宝宝头疼🤔

◆由于没有操作系统的支持，使得无法实现多任务、分时的运行要求。

嵌入式系统软件

--8051也有操作系统

即使对于类似于MCU这样低性能的嵌入式处理器而言，都会有一个很小的操作系统提供多任务的运行支持。

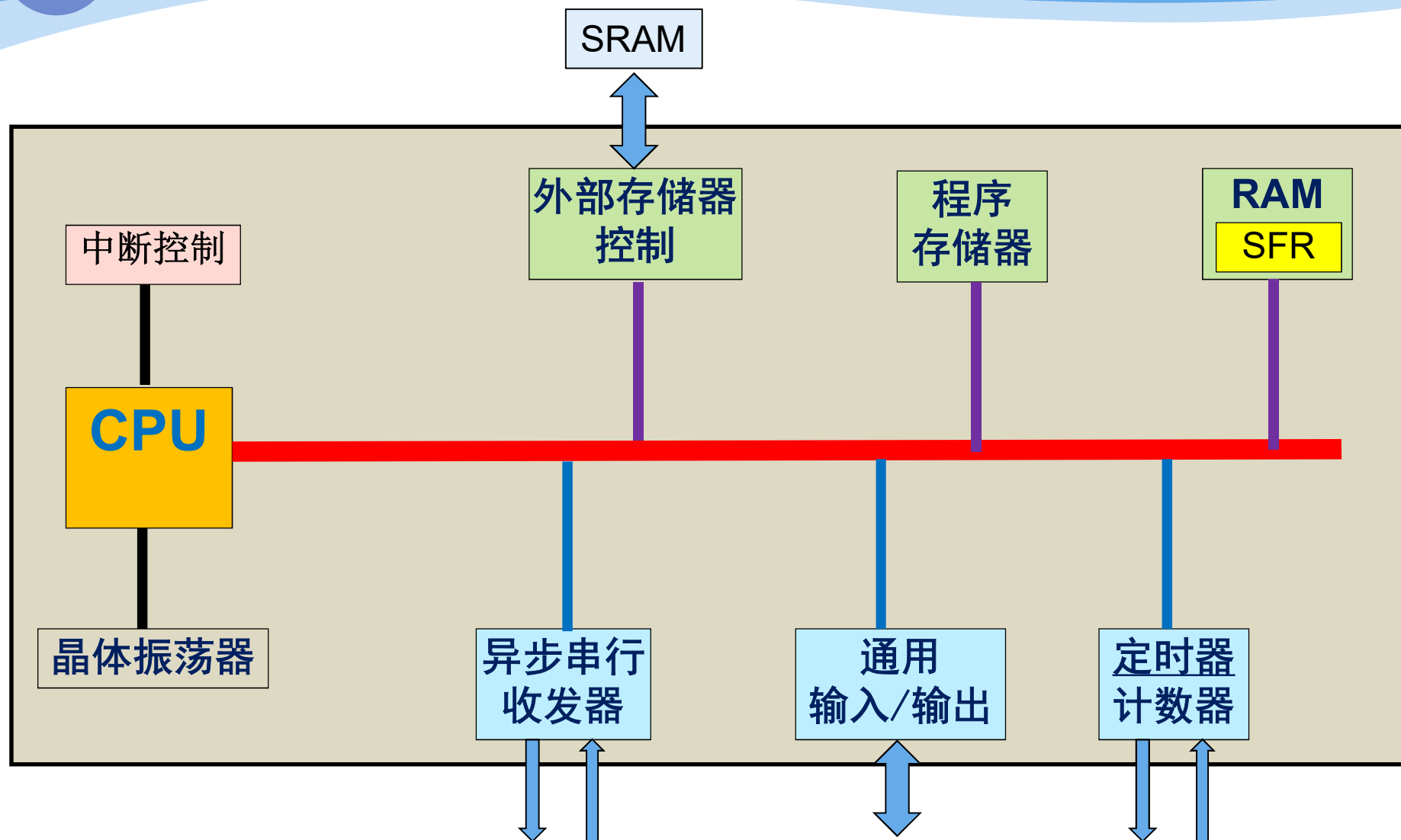
- keil μ Vision集成开发环境，内建RTX Tiny51操作系统。
- μ C/OS-II操作系统，建议运行在STC的8系列单片机上。

贴心小提示：你终于知道为什么STC单片机的片内扩展存储器容量越做越大的原因了吧，一个重要的原因就是**因为操作系统越复杂，所需要的存储器资源越多。**

注：STC15系列片内RAM容量增加到4KB，STC8系列片内RAM容量增加到8KB。

经典8051微控制器内部架构

--麻雀虽小，五脏俱全



8051微控制器内部架构

--中央处理单元

单片机系统的大脑和中枢，它完成下面最基本的功能：

□ 与不同地址空间的不同类型存储器交换信息。

◆ 通过对存储器的读和写操作，完成CPU和存储器的信息交换过程。

□ 执行逻辑和算术指令，基本和常用的指令包括：

◆ 加/减运算

◆ 逻辑按位或运算

◆ 逻辑按位与运算

◆ 逻辑按位异或运算

◆ 移位运算等

8051微控制器内部架构

--程序存储器

程序存储器用于保存将要执行的程序代码。

- 通常地，程序存储器采用非易失性工艺。
 - ◆ 大多数单片机的程序存储器采用Flash工艺；
 - ◆ 极少数的单片机采用一次可编程（one-time-programmable, OTP）工艺。

8051微控制器内部架构

--随机访问存储器

RAM (Random Access Memory) 存储器保存着在程序中所需要“暂时”保存的数据。

■ 在STC 8051单片机中，提供了用于不同目的RAM。主要有：

◆ 片内基本RAM

◆ 片内扩展RAM

} 采用了不同的编址和寻址方式，这点和**X86**有点像

■ 通过不同的指令，实现对这些RAM资源的访问（读/写）。

8051微控制器内部架构

--中断系统

用于CPU对外部紧急事件的处理。

- 当CPU正在执行当前的程序时，如果外部设备发出了中断请求信号时，如果CPU允许立即处理当前紧急事件时，则打断当前正在执行的程序，从而对紧急事件进行处理。
- 当CPU开始处理外部紧急事件时，会通过中断系统通知外部设备CPU已经开始处理紧急事件。

举个例子，你正在工作，别人打扰你？下面会发生什么事情？

8051微控制器内部架构

--定时器/计数器

在单片机中，它是一个最基本的功能部件。

- 可以对不同事件进行同步。

- ◆ 典型地，当定时器中的计数值到达预先设置的初值时，就会产生定时器中断信号。

- ◆ 通过这个信号，外部设备可以做出相应的判断。

- 一个部件实现两个功能：定时和计数。

8051微控制器内部架构

--外部设备接口模块

不同单片机厂商所提供的外部接口模块也不尽相同。但是，基本上都提供了通用IO（General Purpose Input & Output, GPIO）和RS-232接口等。

- 根据产品的应用范围，不同单片机厂商还提供了一些个性化的外设。
 - ◆ 典型的，STC公司在最新的15系列单片机中就集成了10位精度的模拟-数字转换器（Analog to Digital Converter, ADC）模块。

8051微控制器内部架构

--总线

总线是一组相关逻辑信号的集合。

- **目前大多数计算机系统都是基于总线的结构，总线包括：**
 - ◆ **控制总线**
 - ◆ **地址总线**
 - ◆ **数据总线**
- **对于单片机系统来说，总线分为内部总线和外部总线。其中：**
 - ◆ **内部总线用于连接芯片内各个模块单元；**
 - ◆ **外部总线用于将外设连接到单片机上。**
- **与复杂计算机系统相比，8051单片机内的总线架构相对要简单些。**