

M 68HC08 系列 单片机原理与应用

——嵌入式系统初步

张友德 涂时亮 陈章龙 编著

复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

M68HC08 系列单片机原理与应用/张友德,涂时亮,陈章龙
编著. —上海:复旦大学出版社,2001.9
ISBN 7-309-02954-2

I. M... II. ①张…②涂…③陈… III. 单片微型计算机,
M68HC08-基本知识 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 052002 号

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65642892(编辑部)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

经销 新华书店上海发行所

印刷 复旦大学印刷厂

开本 787×1092 1/16

印张 20

字数 492 千

版次 2001 年 9 月第一版 2001 年 9 月第一次印刷

印数 1—4 000

定价 32.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书首先阐明嵌入式系统的一般结构以及与单片机的关系。重点以新型的 M68HC08 系列单片机为主线,系统地论述了当今高性能单片机的系统结构,芯片内部常用的功能模块:Flash 存储器、并行口、异步串行口、串行外围扩展口、 I^2C BUS、MSCAN、USB、时基模块、多功能定时器、电机转速控制模块、A/D 转换模块等结构原理、功能特性和使用方法。以大量例子说明 M68HC08 汇编语言程序设计技术,并介绍了实时多任务操作系统。最后讨论单片机应用系统设计方法,还编排了软件实验、模块实验和单片机系统实验。

本书可以作为大专院校相关专业的“嵌入式系统基础”或“单片机应用”课程教材,也可以作为微机应用技术人员的技术参考书。

前 言

嵌入式系统是一种“嵌入”至应用产品之中的计算机系统。其中移动通信类产品(如手机、PDA等)是典型的新型嵌入式系统,是一类用途广、技术含量高、开发难度大的高技术产品,是科技界和信息产业界目前重点探索、研究、开发的一个课题,引起多方面的重视。而单片机的应用系统是嵌入式系统中应用面最广、量最大的产品。这类简易嵌入式系统目前已经在工业、农业、交通、通信、家电等各个领域大量涌现(如空调、冰箱、VCD/DVD机、电力系统远程终端RTU、IC卡终端、自动气象站、自动机床、自动控制炉窑等),为各个领域的技术改造和产品的更新换代起了极大的推动作用。如何选用高性能、高性价比的新型单片机,拓宽单片机的应用技术面,提高这类简易嵌入式系统的科技含量和产品档次,是科技界的另一个研究课题。

本书作为嵌入式系统的引子,以 Motorola 新近推出并大力推广的 M68HC08 系列单片机为典型代表,系统地论述了新型单片机系统原理和开发使用方法。本书可以作为各类大专院校相关专业的“嵌入式系统基础”或“单片机应用”课程的教材,也可以作为单片机科技人员开发 M68HC08 系列单片机应用系统的技术参考书。

本书共分九章。第一章阐明了嵌入式系统一般结构原理以及嵌入式系统与单片机的关系,并对目前流行的新型单片机和 M68HC08 系列单片机产品特性作概括性的介绍,第二章系统论述了 M68HC08 系列单片机系统结构和一般使用方法;第三章详述了 M68HC08 的指令系统;第四章至第六章依次讨论了多功能定时器接口模块、时基模块、电机转速控制模块、异步串行通信口、串行外围扩展口,多主机 I²C BUS 接口、MSCAN 控制模块、USB 模块、并行接口、A/D 转换器模块、模拟电路模块等功能特性、结构原理和使用方法;第七章以大量例子说明了 M68HC08 汇编语言程序设计方法,并介绍了实时多任务操作系统原理和设计方法;第八章探讨了单片机应用系统的设计方法,M68HC08 系列单片机开发工具的功能和使用方法以及单片机应用系统调试方法,并给出了两个应用系统设计实例。第九章为 M68HC08 单片机实验指导。各章后面均附有一定数量的习题和思考题。

本书的第五、七章由涂时亮编写,第一章由陈章龙编写、第八章由涂时亮、张友德合编、其余二、三、四、六、九章由张友德编写。陈章龙、涂时亮对全书作了全面审阅。

由于时间仓促,对新资料研究分析的时间不够长,新型单片机应用系统研制量不够多,所以书中错误难免。欢迎读者、行家批评指正。

编者

11554/06

目 录

第一章 嵌入式系统与单片机	1
§ 1.1 嵌入式系统	1
§ 1.1.1 嵌入式系统概述	1
§ 1.1.2 嵌入式系统硬件	1
§ 1.1.3 新型嵌入式系统软件	3
§ 1.2 单片机的内部结构	5
§ 1.3 典型的单片机产品	6
§ 1.4 M68HC08 系列单片机产品简介	9
§ 1.4.1 片内资源丰富、功能特别强的单片机类	10
§ 1.4.2 体积小、价格低的单片机	11
§ 1.4.3 特殊单片机	12
§ 1.5 单片机的应用——简易的嵌入式系统	14
第二章 M68HC08 系列单片机系统结构	16
§ 2.1 总体结构	16
§ 2.1.1 GP32 结构框图	16
§ 2.1.2 GP32 的封装和引脚说明	18
§ 2.2 中央处理器 CPU08	18
§ 2.3 存储空间分配	21
§ 2.3.1 存储映象图	21
§ 2.3.2 Flash 存储器	21
§ 2.3.3 RAM 存储器	23
§ 2.3.4 I/O 寄存器和控制寄存器	23
§ 2.3.5 监控 MON	24
§ 2.4 时钟发生器模块 CGM	24
§ 2.4.1 晶体振荡器电路	25
§ 2.4.2 锁相环 PLL 和基时钟选择电路	26
§ 2.4.3 锁相环编程方法	28
§ 2.4.4 锁相环滤波器	29
§ 2.4.5 M68HC08 其他类型的时钟模块	29

§ 2.5 复位	30
§ 2.5.1 复位功能	30
§ 2.5.2 复位信号源	30
§ 2.5.3 CPU 正常工作监视器 COP	31
§ 2.5.4 LVI 低电压禁止模块	32
§ 2.6 中断系统	32
§ 2.6.1 中断概念	32
§ 2.6.2 M68HC08 中断系统	33
§ 2.6.3 外部中断 IRQ	34
§ 2.6.4 键盘中断模块 KBI	35
§ 2.7 M68HC08 的其他功能模块	36
§ 2.7.1 低功耗方式	36
§ 2.7.2 结构寄存器 CONFIGX	37
§ 2.7.3 系统集成模块 SIM	38
§ 2.7.4 MON 模块	39
§ 2.7.5 断点模块 BREAK	39
§ 2.7.6 其他功能模块	39
第二章习题和思考题	40
第三章 M68HC08 指令系统	41
§ 3.1 指令格式	41
§ 3.1.1 汇编指令格式	41
§ 3.1.2 常用伪指令	41
§ 3.1.3 符号说明	42
§ 3.2 寻址方式	44
§ 3.3 M68HC08 指令系统	46
§ 3.3.1 指令类型	46
§ 3.3.2 数据传送指令	47
§ 3.3.3 算术运算指令	49
§ 3.3.4 逻辑运算指令	54
§ 3.3.5 位操作指令	56
§ 3.3.6 移位指令	56
§ 3.3.7 程序转移和控制类指令	58
第三章习题和思考题	62
第四章 定时系统(TIM、TBM、PWMMC)	64
§ 4.1 定时器接口模块 TIM	64
§ 4.1.1 TIM 的结构和功能	64

§ 4.1.2	TIM 寄存器	67
§ 4.1.3	TIM 的输出比较使用方法	70
§ 4.1.4	TIM 的输入捕捉使用方法	79
§ 4.2	时基模块(TBM)	83
§ 4.2.1	TBM 的结构和功能	83
§ 4.2.2	TBM 控制寄存器 TBCR	83
§ 4.2.3	TBM 应用方法	84
§ 4.3	用于电机控制的脉宽调制器(PWMMC)	85
§ 4.3.1	PWMMC 的结构和功能	85
§ 4.3.2	PWMHC 模块寄存器	88
第四章习题和思考题		91

第五章	串行口	93
§ 5.1	异步串行通信口(SCI)	93
§ 5.1.1	SCI 功能	93
§ 5.1.2	SCI 结构	94
§ 5.1.3	SCI 寄存器	96
§ 5.1.4	多机通信规程	102
§ 5.1.5	低功耗工作方式下的 SCI	103
§ 5.1.6	SCI 使用方法	104
§ 5.2	串行外围接口(SPI)	105
§ 5.2.1	SPI 简介	105
§ 5.2.2	SPI 结构	106
§ 5.2.3	SPI 寄存器	109
§ 5.2.4	SPI 使用方法	111
§ 5.3	多主机 I ² C 总线接口	113
§ 5.3.1	I ² C 总线简介	113
§ 5.3.2	多主机 I ² C 接口特性	114
§ 5.3.3	多主机 I ² C 寄存器	115
§ 5.3.4	多主机 I ² C 使用方法	118
§ 5.4	MSCAN 模块	122
§ 5.4.1	CAN 简介	123
§ 5.4.2	MSCAN08 结构	125
§ 5.4.3	MSCAN08 寄存器	129
§ 5.5	通用串行总线(USB)模块	135
§ 5.5.1	USB 简介	136
§ 5.5.2	USB 模块特性	138
§ 5.5.3	USB 模块寄存器	139

§ 5.5.4 USR 中断	146
第五章习题和思考题	147
第六章 并行接口和 A/D 模块	148
§ 6.1 并行接口	148
§ 6.1.1 M68HC08 并行接口的功能和结构	148
§ 6.1.2 GP32 的并行接口	149
§ 6.1.3 并行接口的应用实例	151
§ 6.2 A/D 转换模块	168
§ 6.2.1 GP32 的 8 位 A/D 模块	168
§ 6.2.2 GP32 的 A/D 模块的应用	170
§ 6.2.3 SR12 的 10 位 A/D 模块	172
§ 6.3 SR12 的模拟电路模块(AM)	176
§ 6.3.1 AM 结构和功能	176
§ 6.3.2 AM 控制状态寄存器	177
第六章习题和思考题	179
第七章 程序设计和实时多任务操作系统	181
§ 7.1 M68HC08 汇编使用方法	181
§ 7.1.1 汇编源程序格式	181
§ 7.1.2 汇编伪指令	183
§ 7.1.3 汇编产生的文件	185
§ 7.2 算术运算程序设计	186
§ 7.2.1 加减法	186
§ 7.2.2 无符号乘法	188
§ 7.2.3 无符号除法	189
§ 7.2.4 补码乘法	191
§ 7.2.5 补码除法	195
§ 7.3 数制转换	196
§ 7.3.1 整数十翻二	196
§ 7.3.2 小数十翻二	198
§ 7.3.3 整数二翻十	200
§ 7.3.4 小数二翻十	201
§ 7.3.5 十六进制数至 ASCII 码转换	202
§ 7.4 查表和散转程序	203
§ 7.4.1 简单查表	203
§ 7.4.2 线性插值查表	204
§ 7.4.3 简单散转	207

§ 7.4.4 查表散转	208
§ 7.4.5 命令字符串查表	209
§ 7.5 数据处理	211
§ 7.5.1 算术平均值法	211
§ 7.5.2 防脉冲干扰平均值法	212
§ 7.5.3 低通数字滤波	214
§ 7.6 监控 ROM	215
§ 7.6.1 监控方式进入方法	215
§ 7.6.2 监控命令	216
§ 7.7 M68HC08 Flash 存储器编程	217
§ 7.7.1 编程方法	217
§ 7.7.2 JL3 等 Flash 的编程方法	220
§ 7.8 实时多任务操作系统	221
§ 7.8.1 实时系统和中断处理	221
§ 7.8.2 实时操作系统简介	223
§ 7.8.3 实时任务调度	224
§ 7.8.4 任务通信控制	227
§ 7.8.5 实时时钟	231
§ 7.8.6 输入/输出和中断处理	233
§ 7.8.7 实时多任务操作系统环境下的应用软件设计方法	235
§ 7.8.8 M68HC08 实时多任务操作系统设计要点	238
第七章习题和思考题	239

第八章 单片机系统的设计	241
§ 8.1 单片机系统的设计	241
§ 8.1.1 单片机系统的研制过程	241
§ 8.1.2 总体设计	241
§ 8.1.3 硬件设计	243
§ 8.1.4 可靠性设计	243
§ 8.1.5 软件设计	244
§ 8.2 单片机的开发工具	245
§ 8.2.1 单片机开发工具的类型	246
§ 8.2.2 Motorola M68HC08 单片机开发工具	246
§ 8.2.3 SEMV-HC08 在线仿真器	250
§ 8.3 单片机系统的调试	260
§ 8.3.1 硬件调试	260
§ 8.3.2 软件调试	261
§ 8.3.3 综合调试	262

§ 8.4 多功能编程器——单片机系统设计举例(一)	262
§ 8.4.1 多功能编程器的功能需求	262
§ 8.4.2 硬件设计	263
§ 8.4.3 软件设计	266
§ 8.5 居民小区安全系统——单片机系统设计举例(二)	268
§ 8.5.1 报警器的功能要求	268
§ 8.5.2 报警器硬件设计	268
§ 8.5.3 报警器软件设计	272
第八章习题和思考题	282
第九章 M68HC08 单片机实验	284
§ 9.1 实验设备	284
§ 9.1.1 MC68HC08 GP32 综合实验板	284
§ 9.1.2 绘图仪实验台	285
§ 9.1.3 其他专用实验设备	285
§ 9.2 软件实验	286
§ 9.2.1 三字节十进制加法实验	286
§ 9.2.2 多字节无符号数加减法实验	287
§ 9.2.3 乘法和除法实验	288
§ 9.2.4 十—二进制数转换实验	289
§ 9.2.5 二—十进制数转换实验	289
§ 9.2.6 查表程序实验	290
§ 9.2.7 压缩 BCD 码转换成单字节 BCD 码实验	291
§ 9.2.8 防脉冲干扰平均值法实验	291
§ 9.3 MC68HC908 GP32 功能模块实验	292
§ 9.3.1 外部中断实验	293
§ 9.3.2 PLL 编程实验	294
§ 9.3.3 并行口输入输出实验	295
§ 9.3.4 软件定时器实验	296
§ 9.3.5 SPI 和七段显示器实验	296
§ 9.3.6 键盘输入——KBI、TIM、并行口综合实验	298
§ 9.3.7 A/D 转换器实验	299
§ 9.3.8 时基模块 TBM 实验	300
§ 9.3.9 CAP、PWM 电机转速测量实验	301
§ 9.3.10 CAP、PWM 电机转速控制实验	302
§ 9.3.11 SCI 串行通信实验	303
§ 9.4 MC68HC908 GP32 系统实验	304

第一章 嵌入式系统与单片机

§ 1.1 嵌入式系统

§ 1.1.1 嵌入式系统概述

嵌入式系统(Embedded System)是一种新型的、结构较为特殊的计算机系统。它将计算机(或单片机)嵌入至(深埋于)应用系统之中,是信息技术 IT(Information Technology)的最终产品。

嵌入式系统早期主要应用于军事和航空等领域,以后逐步广泛地应用于工业控制、通信、仪器仪表和家用电器等消费类领域。随着 Internet 的发展,新型的嵌入式系统正朝着信息家电和 3C(Computer, Communication, Consumer)产品方向发展。

高档的嵌入式系统由处理器内核、处理机系统、实时多任务操作系统和相应的应用软件组成(见图 1-1)。如个人数字助理 PDA(Personal Digital Associate)大多数都采用了 Motorola 公司的 M68000 处理器核的 32 位单片机 MC68EZ328(Dragonball)作为处理器,加上实时多任务操作系统 Palm OS(或 PPSM)以及通信、手写体输入、名片管理、字典和游戏等应用软件,和其他相关的外围部件组合而成。

习惯上单片机又称为微控制器 MCU(Microcontroller Unit)。它在一块芯片上集成了 CPU、RAM、ROM 和多种类型的 I/O 功能模块,具有体积小、功能强和性能价格比高等特点,各种各样的以单片机为核心的应用系统从广义上来说都是简易的嵌入式系统。这种系统开发方便,研制周期短,应用范围广。

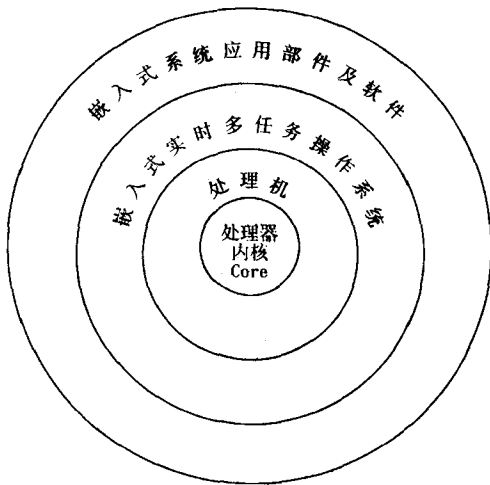


图 1-1 嵌入式系统结构框图

§ 1.1.2 嵌入式系统硬件

嵌入式系统硬件由嵌入式系统的核、由核构成的处理机/控制器和各种应用的 I/O 设备所组成。

一、嵌入式系统核

任何微处理器或微控制器 MCU(即单片机)都可以作为嵌入式系统的核。对于新型的高档嵌入式系统的核,要求处理速度快、存储容量大、I/O 功能强以及实时响应速度快。

以 X86 微处理器作为嵌入式系统的核,具有开发方便和移植容易等优点。但是其体积大、功耗高及实时性差等缺点也给其带来应用的局限。因此,采用 X86 微处理器为核的嵌入式系统在那些对体积和功耗的要求不高(如台式机顶盒、工业控制等)的应用领域较多。

数字信号处理器 DSP(Digital Signal Processor)具有数字信号处理快和处理能力强的优点,特别适合于声音、图像等多媒体信息的处理系统。但存在常规处理能力不强,寻址范围有限、I/O 功能弱、开发平台差等不足,很少单独作为嵌入式系统的核,而是作为新型嵌入式系统的一个组成部分。

RISC 处理器具有处理速度快和结构简单等优点,很适合作为新型嵌入式系统核,常用于 PDA、手机及 MP3 等嵌入式系统。但是其 I/O 及实时处理的能力不足,也限制了其应用的范围。

单片机是简单的嵌入式系统中最常用的核,具有 I/O 功能强、实时响应速度快、性能价格比高等优点,在家用电器、仪器仪表和控制领域得到了广泛应用。但一般的单片机由于其资源和寻址范围的不足,很难满足高档的新型嵌入系统的需求。

对于高档的新型嵌入系统来说,其核应采用 RISC 结构,同时又有嵌入式 DSP 及单片机的功能。如 Motorola 公司的 DSP56652(M-Core + DSP56600)、Intel 公司的 ARM-Piccolo、Hitachi 公司的 SH-DSP 和 Siemens 公司的 TriCore 等。

二、嵌入式系统的“嵌入”方式

嵌入式系统是把处理器/控制器(核)“量体裁衣”地嵌入到应用系统中,嵌入的方式有多种。

最简单方式是缩小体积的方式。由于开发平台采用 X86 的 CPU 和 Windows/DOS。根据应用的需要,把 PC 机尽可能嵌入到应用系统中,因此,采用缩小体积的方式,如采用 All-in-one 形式,尽可能把处理机/控制机的功能放在一块板上,同时,再采用固态盘(用闪存(Flash Memory)实现)取代磁盘,加固系统等措施。工业控制和仪器仪表很多都采用该方式。为了进一步缩小体积,就形成 PC-104 的标准,多层印板的尺寸只有 95.90mm × 95.90mm,并采用立式针状接口(类似于“三明治”的方式)。这种方式由于硬件只作了工艺结构上的改进,软件基本不需作变动。因此,实施比较方便。但是,对于嵌入式系统的要求来讲;体积仍偏大,实时性差、可靠性不高的弱点依然仍在。

目前常用的是片上系统 SOC(System On Chip)方式,即把嵌入式系统尽可能集成在一块芯片上。Intel 公司在 20 世纪 90 年代推出的 80386EX,以 80386 处理器为核,在一块芯片上集成了 PC 机常用的 I/O;定时时钟 RTC、中断控制器、DMA 控制器、定时/计数器、并行/串行 I/O 及 VGA 的 LCD 液晶显示驱动等(如图 1-2 所示)。现在,80386 微处理器已在市场销声匿迹,但是,80386EX 仍广泛应用。此外,AMD 公司的 Elan 300/400 则在 80386/486 微处理器基础上,集成度进一步提高,称为“新型微控制器”。也有的公司已把以 Pentium 为核心的 PC 机功能集成在一块芯片上,成为真正单片式 PC 机。我们可以把这种结构称为“宏单片机”。

美国国家半导体公司(NS 公司)的 SOC 方式则面向应用,为 DVD、机顶盒和便携式 Internet 接入 WebPad 等应用产品,分别推出了以 80586 微处理器为核的各种单片芯片。

以 RISC 为核的 SOC 方式芯片应用更为广泛。手机、高清晰电视 HDTV、机顶盒、PDA 等嵌入式系统产品都采用该方式的芯片。

为了便于 SOC 方式的设计, FPGA 的设计也融入了 SOC 的理念。Altera 公司的 Excalibur 芯片是在 FPGA 芯片中嵌入了 ARM、MIPS 和 Nios 等核,并把此方式设计称为 SOPC(System On Programmable Chip)方式。Xilinx 公司也把 Power PC 嵌入至 Virtex-II 的 FPGA 芯片中。

单片机就是最简单的 SOC 方式芯片。单片机为了适应新型嵌入式系统的需要,采用了一些新技术:

- 采用 RISC 或类 RISC 的 CPU,以提高处理机速度;
- 嵌入 DSP 功能,以增加数字信号处理能力;
- 采用 Flash 技术,以便于编程和系统的智能升级;
- 嵌入容量大的动态 RSM(eDRAM),以支持高级语言编程;
- 嵌入更多 I/O 功能,尽可能使嵌入式系统单片化;
- 面向应用的实时多任务 OS 作为固件直接嵌入在单片机中。

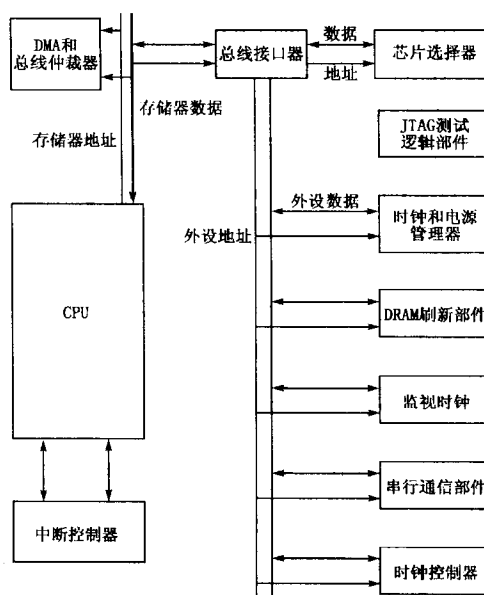


图 1-2 Intel 公司 80386EX 系统结构图

§ 1.1.3 新型嵌入式系统软件

新型嵌入式系统软件,由嵌入式实时多任务操作系统和相应的各种应用软件构成。

一、新型嵌入式实时多任务操作系统

在一般简单的嵌入式系统(如单片机应用系统)往往都没有嵌入式实时多任务操作系统,只有一些控制及管理的程序。随着应用对象增多和应用对象复杂程度增长,使得相应的控制及管理程序变得很复杂,增大了程序的设计和调试的难度,可靠性也相应降低。因此,对于新型的嵌入式系统,嵌入式实时多任务操作系统是必不可少的,是嵌入式系统的核心之一。实时多任务操作系统按其应用对象不同,有以下几类:

- 基于或与 Windows 兼容:
 - Windows CE、嵌入式 Linux、EPOC
- 工业与通信(传类)类:
 - VxWorks、VRTX、QNX、PSOS
- 单片机类:
 - iRMX、CMX、ESP
- 面向信息家电和 3C 产品类:
 - PalmOS、JavaOS、Visor、PPSM、HOPEN

前两类的实时多任务操作系统有几兆字节,对于新型的嵌入式系统仍显得太大,一般较适合于机顶盒之类的台式嵌入式系统。单片机类实时多任务操作系统只有几千字节,但功

能有限,只有一些简单的实时处理,多任务调度等功能,一般应用于由单片机构成的控制系统。最后一类的实时多任务操作系统一般由几十 K 至几千 K 字节构成,并可以根据不同应用进行裁剪。

面向应用并可裁剪的实时多任务操作系统称为特定应用的嵌入式实时多任务操作系统 ASOS(Application Specific Operating System)。

单片机类实时多任务操作系统是面向控制、通信及 Internet 等特定应用的嵌入式实时多任务操作系统,也是简单的特定应用嵌入式实时多任务操作系统 ASOS 的一种。本文的第七章将介绍这类实时多任务操作系统的设计方法。

二、嵌入式系统开发软件

嵌入式系统由于系统资源有限,对开发编程语言的要求是编码效率高、执行速度快和开发方便。

对于单片机一类简易嵌入式系统,一般采用汇编语言编程;随着嵌入式系统不断庞大和模块化设计的要求,也逐步采用效率较高的优化 C 语言。

随着 Java 编程语言的广泛应用,面向嵌入式系统的 KJava(K 级程序代码的 Java)也开始推出。如图 1-3 所示,新版的 Java 2 可以分成企业版(J2EE)、标准版(J2SE)和微型版(J2ME)。在系统资源有限的 PDA、POS、BP 机和手机的嵌入式系统,推出了 KVM 虚拟机,它是高度集成的 JVM(Java 虚拟机 Java Virtual Machine)。面向 CLDC(Connected, Limited Device Configuration)的设备。

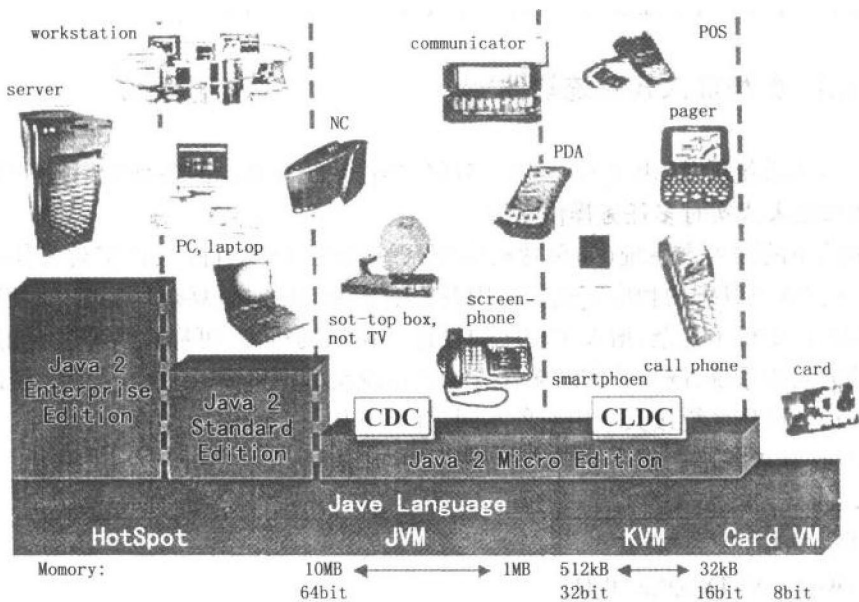


图 1-3 Java 编程语言示意图

用 KJava 语言编程,它要求嵌入式系统存储器大于 128K 字节(KVM 约占 40K ~ 80K 字节),可运行几十 K 至几百 K 字节的程序。由于 Java 语言有很好的无平台及可移植性。在 PC 机平台上编写 KJava 程序,很容易地装入 PDA、BP 机及手机等手持式嵌入式系统上运行。使上述这些设备成为移动式计算机,成为真正的 3C 产品。随着 KJava 的不断改进,会逐步

应用于全自动洗衣机、空调、冰箱等家用电器上。

§ 1.2 单片机的内部结构

单片机是以一个大规模集成电路为主组成的微型计算机。

单片机内部包含有中央处理器 CPU、时钟电路和中断控制电路、程序存储器、数据存储器、并行口、定时器以及特殊 I/O 部件。CPU 通过内部总线 and 其余的模块相连。典型的单片机内部结构如图 1-4 所示。

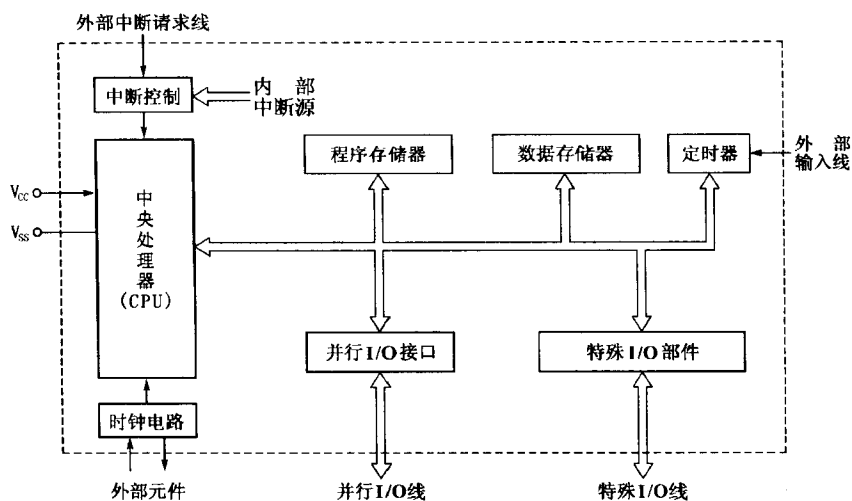


图 1-4 典型的单片机内部结构框图

一、中央处理器

中央处理器(CPU)是单片机的核心部件,它由运算器、控制器、中断部件、时钟和定时控制逻辑等组成。CPU 控制数据的处理和整个系统的各种操作。

不同系列的单片机具有不同功能特性的 CPU 和指令系统,在运算速度、中断、实时控制功能等方面差别很大,CPU 及其指令系统的功能决定了单片机主要的功能技术指标。

根据 CPU 字长(即一次数据运算或数据传送的位数)不同,单片机可以分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机等。

二、存储器

根据用途存储器可分为程序存储器和数据存储器,单片机应用系统一般需要较大容量的程序存储器和较少的数据存储器。

1. 程序存储器

单片机内部的程序存储器一般为 1K ~ 64K 字节,通常是只读存储器。因为单片机应用系统都是专用系统,一旦研制成功,其软件也就定型。程序固化到只读存储器,用只读存储器作为程序存储器,掉电以后程序不会丢失,从而提高系统的可靠性;另外,只读存储器集成度高、成本低。根据单片机内部程序存储器类型的不同又可分为下列单片机产品:

① ROM 型单片机:内部具有工厂掩膜编程的只读程序存储器 ROM。这种单片机是定制的,一般价格最低,用户将调试好的程序代码交给厂商,厂商在制作单片机时把程序固化到 ROM 内,而用户是不能修改 ROM 中代码的。

② EPROM 型单片机:内部具有 EPROM 程序存储器。对于有窗口的 EPROM 型单片机,可以通过紫外线擦除器擦除 EPROM 中的程序,用编程工具把新的程序代码写入 EPROM,且可以反复擦除和写入,使用方便,适合于研制样机。对于无窗口的 EPROM 型单片机,只能写一次,称为 OTP 型单片机,适合于小批量生产。

③ E²PROM 型单片机:内部含有 E²PROM 型程序存储器。用户可以使用编程工具,擦除 E²PROM 中程序后再写入新的程序,这种单片机使用更方便。

④ Flash Memory 型单片机:内部含有快速的 Flash Memory 程序存储器,用户可以用编程工具对程序存储器反复擦除和写入,使用也十分方便。

⑤ 无 ROM 型单片机:内部没有程序存储器,必须外接 EPROM 程序存储器。这种产品是不完整的单片机。

2. 数据存储器

单片机内部的数据存储器一般为静态随机存取存储器 SRAM,常用 RAM 表示,容量为几十字节至几 K 字节。也有用 E²PROM 存储器作数据存储器的。

三、输入/输出部件

几乎所有的单片机都有并行口和定时器,这是两种最基本的 I/O 部件。定时器用于定时操作和测量外部输入信号。并行口用于数据的输入/输出。除此以外,大部分单片机还有一些特殊的 I/O 部件,常见的有:

① 串行接口:同步或异步串行口,扩展串行口,I²C BUS 串行口,时钟同步串行口。

② 模数转换器 A/D:一般为 8 位或 10 位的多路逐次逼近式 A/D 转换器。

③ 多功能定时器:一般是 16 位多功能定时器,具有多路的输入捕捉、比较输出、PWM、定时等多种功能。

④ 显示器驱动器:常见的有 LED、LCD、VFT 等类型的显示驱动器接口模块。

⑤ 其他:双音频信号接收发送模块 DTMF,变频调速用的三相正弦波输出模块,基本定时实时中断模块,DMA 通道,监视定时器(Watchdog)模块等。

§ 1.3 典型的单片机产品

本节将介绍世界上著名的一些半导体厂商典型的单片机产品,使读者对目前的单片机产品有一个大概的了解,在开发单片机应用系统时,为单片机的选择提供参考。

一、Intel 公司的单片机

Intel 公司是最早推出单片机的大公司之一,有 MCS-48、MCS-51、MCS-96 三大系列单片机。目前 Intel 公司对单片机已不太注重,主要集中在微处理器的开发方面,最近推出嵌入式系统核 Strong ARM,Intel 的 MCS-51 系列单片机的结构为其他的一些大公司采纳,他们推出很多新型的 51 系列单片机,使这个系列单片机仍被广泛地应用。

1. MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是典型的 8 位单片机,采用模块式结构,Intel 公司或其他公司的新型 51 系列单片机产品都是以 8051 单片机为核心,或扩大了存储器的容量,或增加了特殊 I/O 部件后构成的,从而使它们完全兼容。

8051 单片机有 4K 字节 ROM 程序存储器,128 字节 RAM,4 个 8 位并行口,2 个 16 位的定时器,一个全双工的异步串行口(UART),最大可以扩展到 64K 字节的程序存储器和 64K 字节的数据存储器。内部有 128 个字节的特殊功能寄存器空间和 256 个字节 RAM 空间,为新型 51 系列单片机产品的研制和扩充留有充分的余地。

2. MCS-96 系列单片机

MCS-96 是 Intel 的一种 16 位单片机,它分为两大类,一类是 HMOS 产品,包括 809X、839X、879X(X=4~8)等。典型产品 8397BH,具有 16 位 CPU、8K 字节 ROM、232 字节 RAM、2 个 16 位定时器、8 路高速输入/输出,一个全双工异步串行口、8 路 10 位 A/D、20 个中断源、Watchdog 模块等。另一类采用 HCMOS 工艺生产,包括 8XC196KB/KC/KR/HC 和 80C198 等。典型产品 83C196KC。它和 8397BH 向上兼容,但速度快了一倍左右,增加了 10 条指令,I/O 功能也有很大加强(如增加外围传送服务 PTS)。MCS-96 共有 100~110 条指令,16 位乘法时间为 $2\mu\text{s}$,CPU 采用多累加器结构,编程十分方便。

二、Motorola 公司的单片机

Motorola 公司单片机品种特别多,8 位单片机主要有 M68HC05、M68HC08 和 M68HC11 三个系列,16 位单片机有 M68HC12 和 M68HC16 系列,32 位单片机有 683xx 系列。在我国目前应用最多的是 M68HC05 系列和 M68HC08 系列单片机。

1. M68HC05 系列单片机

M68HC05 是 Motorola 公司推出的一种采用 HCMOS 技术的 8 位单片机。它的典型代表为 MC68HC705C8A,它有 8 位 CPU、8K 字节 EPROM、304 字节 RAM、16 位多功能定时器、34 根 I/O 线(31 根双向 I/O 线,3 根中断和定时器输入/输出线)、串行通信口、串行扩展口、Watchdog、5 个中断向量(9 个中断源)。M68HC05 系列有几十种型号,它们的程序存储器(ROM、EPROM)和 RAM 容量、引脚封装、存储空间分配、I/O 功能各不相同,以适应各种应用场合的不同需要。

2. M68HC08 系列单片机

M68HC08 系列单片机是 Motorola 最新推出的 8 位新型单片机,也是 Motorola 公司目前大力推广的产品之一,以代替 M68HC05 系列的单片机。本书以后章节主要讨论该系列的单片机各个模块的功能特性和使用方法。

三、Toshiba(东芝)公司的单片机

近几年以来,东芝公司的单片机开始进入我国市场,东芝公司的单片机具有功能强、可靠性高、价格低等特点,特别适用于空调、电冰箱等家用电器产品。

东芝公司有 TLCS-470 系列 4 位单片机,TLCS870、TLCS870/X、TLCS870/C、TLCS-900 系列 8 位单片机,TLCS-900 系列 16/32 位单片机。这些单片机不但 CPU 和指令系统的功能强,而且片内外围部件丰富,提供汇编语言和 C-Like 语言的软件开发手段。随着东芝单片机开发工具的国产化和开发成本的降低,东芝单片机在我国有很大的应用前景。目前已提供 TLCS-870 系列国产的单片机开发工具——STF870A,可开发该系列的多种型号的产品。

TLCS-870 系列单片机基本特性如下:

(1) 标准的 8 位 CPU。