



21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

嵌入式系统开发基础

——基于8位单片机的C语言程序设计

侯殿有 编 著

ASCII码等带你巩固基础，做好程序设计铺垫
通用驱动程序教你融会贯通，实现人机界面设计
MCS-51单片机引你举一反三，应对各种相似处理器



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

嵌入式系统开发基础

——基于八位单片机的 C 语言程序设计

侯殿有 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

嵌入式控制系统大多具有小、巧、轻、灵、薄的特点,程序的代码不是很大而且对嵌入式微控制器的要求也不是很高,采用 8 位单片机和 C 语言来编写控制程序,可以满足大多数系统的要求。本书对使用广泛并有典型代表意义的 MCS-51 单片机及兼容机 STC89C51/89C52 的软硬件资源、外围设备接口和 C 语言编程语法做了详细的介绍。

嵌入式控制系统的人机界面设计是系统设计的第一步,也是比较困难的一步,本书在详细介绍 LCD 显示汉字、曲线和 ASCII 码原理基础上,给出了一个通用字模提取和建小字库程序及 3 种典型 LCD 显示驱动程序,这些资料对初学者和从事嵌入式开发的同行有很大的实用价值。

本书适合电气信息类专业学生使用,也可供开发者与自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式系统开发基础:基于八位单片机的 C 语言程序设计/侯殿有编著. —北京:北京大学出版社,2012.9
(21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-17468-5

I. ①嵌… II. ①侯… III. ①微型计算机—系统开发—高等学校—教材 IV. ①TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 205651 号

书 名: 嵌入式系统开发基础——基于八位单片机的 C 语言程序设计

著作责任者: 侯殿有 编著

策 划 编 辑: 郑 双 程志强

责 任 编 辑: 程志强

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-17468-5/TP•1240

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 25.25 印张 588 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 49.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

从 1979 年 Intel 公司首次发布 MCS-51 单片机产品以来, 30 多年过去了, 在这 30 多年中, 单片机世界发生了翻天覆地的变化, 出现了许多功能强大、能满足各种嵌入式产品需求的专用或通用嵌入式微处理器。

RISC(Reduced Instruction Set Computing, 精简指令集)微处理器, 是近几年在 CISC(Complex Instruction Set Computing, 复杂指令集)微处理器基础上发展起来的先进技术。

RISC 和 CISC 是目前设计制造微处理器的两种典型技术, 虽然它们都试图在体系结构、操作运行、软硬件、编译时间等诸多因素中做出某种平衡, 以求达到高效的目的, 但采用的方法不同, 因此, 它们在很多方面差异很大。

RISC CPU 包含较少的单元电路, 因而面积小、功耗低; RISC 微处理器结构简单、布局紧凑、设计周期短、易于采用最新技术、用户易学易用。所有这些特点, 使 RISC 技术受到众多微处理器厂家的青睐。

随着半导体产业进入超深亚微米乃至纳米加工时代, 在单一集成电路芯片上就可以实现一个复杂的电子系统, 诸如手机芯片、数字电视芯片、DVD 芯片等。在未来几年内, 上亿个晶体管、几千万个逻辑门都可望在单一芯片上实现。

SoC(System-on-Chip, 片上系统)设计技术始于 20 世纪 90 年代中期, 随着半导体工艺技术的发展, IC(Integrated Circuit, 集成电路)设计者能够将愈来愈复杂的功能集成到单硅片上, SoC 正是在集成电路(IC)向集成系统(Integrated System, IS)转变的大方向下产生的。

SoC 是集成电路发展的必然趋势, 是技术发展的必然, 是 IC 产业的未来。

片上程序存储器容量从原来的 4KB ROM 做到现在的 4KB Flash、甚至达到 64KB Flash, 使得单片机可以不使用仿真器在线编程, 即具有 IAP(In-Application Programming, 应用现场可调试功能)和 ISP(In-System Programming, 在系统编程功能)。

许多单片机片上集成了 WDT 技术(Watchdog Timer, 看门狗定时器)、SPI(Serial Peripheral Interface, 串行外设接口)、A/D 转换电路, 使单片机无需扩展就是一个嵌入式开发系统。

还有的单片机采用多核结构, 提高了浮点运算速度, 增强了数字信号处理能力。

单片机工作电压范围更宽, 出现了工作电压为 2.2~6V 的微处理器, 特别适合电池供电的手持式嵌入式产品。

此外, CPU 的工作频率从最初的几兆赫兹, 发展到现在的几十到上百兆赫兹。

在专用微处理器方面也出现了许多新产品。

例如, 日本脉冲马达株式会社(Nippon Pulse Motor Co., LTD, NPM)的 PCL6045B 运动控制微处理器芯片, 是一种通过总线接收命令、并产生脉冲控制步进电机或脉冲驱动型伺服电机的 CMOS 专用微处理器, 可以广泛应用于数控机床、机器人等数控机械的运动控制中。

德州仪器公司 TI 的 MSP430, 为高整合、高精度的微处理器系统, 是目前具有最低功耗的 Flash 16-bits RISC 微控制器, 可方便地实现心电信号的采集、处理、存储、打印。

美国 Veridicom 公司的 FPS100 固态指纹传感器是一种直接接触的指纹采集器件, 它是一种低功耗、低价格、高性能的电容式指纹提取微控制器。



这方面例子很多，在此不一一列举。

面对如此众多的单片机产品，初学者如何去学习和掌握？我们研制一个嵌入式产品如何选择作为核心的微处理器？

我们知道，单片机产品种类繁多，功能各异，但它们大多是从 MCS-51 单片机基础上发展而来，只是在功能上进行了增减，其指令系统基本相同，因此只要掌握了 MCS-51 单片机的硬件结构和软件编程，在遇到其他处理器时就比较容易处理了。

对于单片机选型，要综合考虑其功能指标。

主频高，当然运算速度快；但主频过高系统耗能就高，电磁干扰会加大，且容易发热，从而导致系统稳定系数下降。因此运算速度满足要求即可，不必盲目追求主频过高的产品。

现在出现了许多串行芯片，这些芯片一般体积小、能耗低，特别适合嵌入式系统小、巧、轻、灵、薄的使用要求，特别是掌上产品的要求。但串行芯片软件编程比并行芯片复杂，时序要求严格，特别是运行速度比并行芯片慢，因此到底使用哪种芯片要综合考虑。

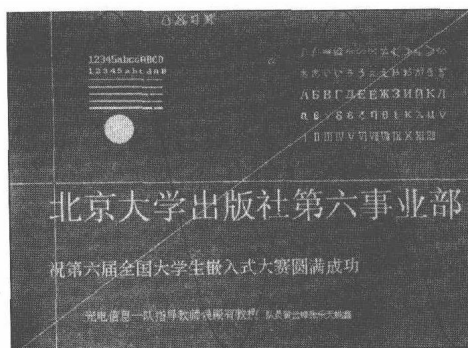
嵌入式控制系统人机界面设计是我们进行嵌入式控制系统设计首先遇到的问题，本书第 5 篇用 5 章内容对此进行了讨论，这部分内容是本书的重点。

本书资料主要来源是：多年 MCS-51 单片机 C 语言程序设计教学中使用的资料，笔者在 20 多年科研工作和指导学生参加各种大赛中积累的经验、程序、网上资源、一些公司的产品使用说明书或技术资料。

笔者对本书中使用或借鉴资料的个人或公司表示感谢。

对本书的意见和建议请与笔者联系，联系信箱：houdianyou456@sina.com。

☞：下图是利用程序 MinFonBase1.exe 提取字模并在 640×480 LCD 上显示的 8×8 、 8×16 ASCII 码、 16×16 、 24×24 、 12×12 、 48×48 点阵宋体汉字，各种曲线、图形、数学符号、日文片假名、希腊、罗马、俄罗斯文字符实例，实例中使用 32 位精简指令单片机 S3C2410。字模提取程序和 LCD 驱动程序均为作者研制，可在北京大学出版社网站 <http://www.pup6.cn> 下载。字模提取程序密码 194512125019。



编者
2012 年 3 月

目 录

第 1 篇 基础知识

第 1 章 嵌入式控制系统概论	3
1.1 单片机和嵌入式控制系统的 定义、嵌入式系统的分类	4
1.2 MCS-51 单片机在嵌入式 控制系统中的地位和作用	4
1.3 嵌入式控制系统的研究方法	5
1.3.1 交叉编译环境 Keil C51	5
1.3.2 Keil C51 的安装	6
1.4 程序的编辑、编译、调试和运行	7
1.4.1 建立项目	7
1.4.2 项目的运行模式	9
1.4.3 项目的编译模式	10
1.4.4 项目的调试	11
1.5 系统软件资源	13
1.5.1 寄存器库函数 reg51.h/reg52.h	13
1.5.2 字符函数 ctype.h	13
1.5.3 一般输入/输出函数 stdio.h	15
1.5.4 内部函数 intrins.h	16
1.5.5 标准函数 stdlib.h	17
1.5.6 字符串函数 string.h	18
1.5.7 数学函数 math.h	20
1.5.8 绝对地址访问函数 absacc.h	21
习题	22
第 2 章 MCS-51 单片机系统和 系统扩展	23
2.1 MCS-51 系列单片机	24
2.2 MCS-51 单片机的外部引脚和总线	24
2.2.1 输入/输出引脚	24
2.2.2 MCS-51 单片机的控制线	25
2.2.3 MCS-51 单片机的片外总线	26

2.2.4 MCS-51 单片机存储器结构 ...	26
2.3 MCS-51 单片机的最小系统	32
2.3.1 8051/8751 的最小系统	32
2.3.2 8031 最小应用系统	32
2.4 MCS-51 单片机系统扩展	33
2.4.1 存储器扩展概述	33
2.4.2 存储器地址译码	34
2.5 程序存储器扩展	35
2.5.1 使用一片程序存储器扩展	35
2.5.2 多片程序存储器的扩展	36
2.5.3 大容量程序存储器的扩展	37
2.6 数据存储器扩展	38
2.7 输入/输出扩展和使用	39
2.7.1 简单 I/O 接口扩展	39
2.7.2 I/O 口的使用(1)	41
2.7.3 I/O 口的使用(2)	43
习题	45

第 3 章 STC 89C51/89C52 单片机介绍	46
3.1 89C51/89C52 单片机资源和使用	47
3.1.1 89C51/89C52 单片机 片内资源	47
3.1.2 89C52 单片机程序调试	48
3.2 89C52 最小系统和仿真器使用	49
3.2.1 89C52 最小系统	49
3.2.2 仿真器使用	50
习题	50

第 2 篇 C51 语言程序语法

第 4 章 C51 语言基本语句	55
4.1 C 语言的特点及程序结构	56
4.1.1 C 语言的特点	56
4.1.2 C 语言和 C51 语言的 程序结构	56



4.2 C51 语言数据类型.....58	4.7.9 return 语句.....78
4.2.1 char 字符型(字节型).....58	习题.....78
4.2.2 int 整型.....58	第5章 C51 函数.....80
4.2.3 long 长整型.....58	5.1 函数的定义.....81
4.2.4 float 浮点型.....58	5.2 函数的调用与声明.....82
4.2.5 指针型.....58	5.3 函数的嵌套与递归.....84
4.2.6 特殊功能寄存器型.....59	5.4 局部变量和全局变量.....86
4.2.7 位类型.....59	5.4.1 局部变量.....86
4.3 C51 语言的运算量.....60	5.4.2 全局变量.....87
4.3.1 常量.....60	习题.....88
4.3.2 变量.....61	第6章 C51 构造数据类型.....89
4.3.3 存储模式.....64	6.1 数组.....90
4.3.4 绝对地址的访问.....64	6.2 指针.....92
4.4 C51 语言的运算符及表达式.....66	6.3 结构.....94
4.4.1 赋值运算符.....66	6.3.1 结构与结构变量的定义.....94
4.4.2 算术运算符.....66	6.3.2 结构变量的引用.....95
4.4.3 关系运算符.....67	6.4 联合.....97
4.4.4 逻辑运算符.....67	6.4.1 联合的定义.....97
4.4.5 “位”运算符.....68	6.4.2 联合变量的引用.....98
4.4.6 复合赋值运算符.....68	6.5 枚举.....98
4.4.7 逗号运算符.....68	习题.....99
4.4.8 条件运算符.....68	第3篇 MCS-51 单片机
4.4.9 指针与地址运算符.....69	内部资源及编程
4.5 表达式语句及复合语句.....69	第7章 MCS-51 单片机可编程
4.5.1 表达式语句.....69	并行 I/O 接口.....103
4.5.2 复合语句.....69	7.1 可编程并行 I/O 接口芯片 8255A.....104
4.6 C51 语言的输入/输出.....70	7.1.1 8255A 的结构和工作方式.....104
4.6.1 格式输出函数 printf().....70	7.1.2 8255A 与 MCS-51 单片机的
4.6.2 格式输入函数 scanf().....71	硬件接口与编程.....109
4.7 C51 语言程序基本结构与相关语句...72	7.2 可编程 I/O 扩展接口 8155.....111
4.7.1 C51 语言程序的基本结构.....72	7.2.1 8155 的结构和工作方式.....111
4.7.2 if 语句.....73	7.2.2 8155 与 MCS-51 单片机的
4.7.3 switch/case 语句.....74	连接和软件编程.....114
4.7.4 while 语句.....75	7.3 步进电机控制电路.....115
4.7.5 do while 语句.....76	7.4 输入/输出程序编写.....118
4.7.6 for 语句.....76	习题.....119
4.7.7 循环的嵌套.....77	
4.7.8 break 和 continue 语句.....77	



第 8 章 MCS-51 单片机的中断系统	121
8.1 中断的基本概念.....	122
8.2 MCS-51 单片机的中断系统.....	122
8.2.1 MCS-51 单片机的中断源.....	122
8.2.2 MCS-51 单片机的 优先级控制	124
8.2.3 MCS-51 单片机的 中断响应	125
8.2.4 中断应用举例	127
习题.....	128

第 9 章 MCS-51 单片机定时/计数器接口	129
9.1 定时/计数器接口概述	130
9.1.1 定时/计数器的主要特性	130
9.1.2 定时/计数器 T0、T1 的 结构及工作原理	130
9.2 定时/计数器的工作方式寄存器和 控制寄存器.....	131
9.2.1 定时/计数器的方式寄存器 TMOD.....	131
9.2.2 定时/计数器的 控制寄存器 TCON.....	132
9.3 定时/计数器的工作方式	132
9.4 定时/计数器的初始化编程及应用 ..	133
9.4.1 定时/计数器的初始化	133
9.4.2 定时/计数器的应用	134
9.4.3 PWM 调制与直流电机调速、 直流电机位置控制	140
习题.....	144

第 10 章 MCS-51 单片机串行接口	145
10.1 通信的基本概念.....	146
10.2 MCS-51 单片机串行口功能与 结构.....	146
10.3 MCS-51 单片机串行口工作方式 ..	149
10.3.1 方式 0	149

10.3.2 方式 1	150
10.3.3 方式 2 和方式 3	151
10.4 MCS-51 单片机串行口编程和 应用	151
10.4.1 串行口波特率计算	151
10.4.2 串行口的编程步骤	152
10.5 RS-232 和 RS-422、RS-485 通信 ..	158
10.5.1 RS-232 通信	158
10.5.2 RS-422 与 RS-485 串行接口	159
10.6 串行数据处理	163
习题	164

第 4 篇 MCS-51 单片机与外设接口

第 11 章 MCS-51 单片机与 键盘和显示器的接口	167
11.1 MCS-51 单片机与键盘的接口	168
11.1.1 独立式键盘	168
11.1.2 行列式键盘	170
11.2 MCS-51 单片机与 LED 显示器接口.....	173
11.2.1 LED 显示器的结构与 原理	173
11.2.2 LED 数码管显示器的 译码方式	174
11.2.3 LED 数码管的显示	175
11.2.4 LED 显示器与单片机的 接口	175
11.3 可编程键盘/显示接口芯片 8279	180
11.3.1 8279 内部结构和引脚	180
11.3.2 8279 的命令字和状态字 ...	182
11.4 8279 和 89C52 的接口.....	185
11.5 串行键盘/显示芯片 HD7279A 介绍	187
11.5.1 HD7279A 简介	187
11.5.2 HD7279A 命令时序.....	192
11.5.3 HD7279A 与 MCS-51 单片机接口	193
11.5.4 HD7279A 驱动程序.....	194



习题.....	196	13.3.1 串行日历时钟芯片	
第 12 章 MCS-51 单片机与		DS1302 简介	229
D/A、A/D 的接口	197	13.3.2 DS1302 的输入/输出、	
		DS1302 与单片机的接口 ..	234
12.1 A/D 转换原理及常用芯片介绍.....	198	13.4 单片机与单总线(1-wire)	
12.1.1 A/D 转换器原理.....	198	数字温度传感器的接口	240
12.1.2 ADC0809 芯片介绍	199	13.4.1 DS18B20 简介	240
12.2 ADC0809 与 MCS-51 单片机的		13.4.2 DS18B20 的内部结构	241
连接和软件驱动.....	200	13.4.3 DS18B20 的温度	
12.2.1 硬件连接	200	转换过程	243
12.2.2 软件编程	201	13.4.4 DS18B20 的软件	
12.3 12 位 A/D 转换芯片 AD574 介绍...202		驱动程序	246
12.3.1 AD574 的结构和引脚.....202		习题	248
12.3.2 AD574 与 89C52 的接口			
和驱动软件	204	第 5 篇 嵌入式系统人机界面设计	
12.4 MCS-51 单片机与 DAC 的接口	205	第 14 章 LED 点阵原理及驱动	251
12.4.1 D/A 转换器概述.....205		14.1 8×8LED 点阵原理及驱动	252
12.4.2 8 位 DAC0832 转换器与		14.1.1 发光二极管原理及应用	252
单片机的连接.....	206	14.1.2 8×8 发光二极管点阵	254
习题.....	211	14.1.3 8×8 二极管点阵驱动	255
第 13 章 MCS-51 单片机与		14.2 16×16LED 点阵原理及驱动	260
其他常用外围芯片接口	212	14.2.1 16×16 发光二极管点阵与	
13.1 MCS-51 单片机与 I ² C		计算机的连接	261
总线芯片接口.....	213	14.2.2 参考驱动程序	262
13.1.1 I ² C 总线简介	213	习题	266
13.1.2 I ² C 总线与 MCS-51		第 15 章 汉字和西文字符	
单片机接口.....	216	显示原理.....	267
13.1.3 CAT24WCXX 与单片机		15.1 英文字符在计算机中的表示	268
的接口与编程.....	217	15.1.1 ASCII 码.....	268
13.2 MCS-51 单片机与		15.1.2 英文字符的显示	268
并行时钟日历芯片接口.....	222	15.1.3 其他西文字符在计算机中	
13.2.1 并行日历时钟芯片 DS12887		的存储和显示	270
介绍.....	222	15.1.4 屏幕上“打点”	270
13.2.2 DS12887 与单片机的接口		15.1.5 汉字显示概述	271
和驱动程序.....	227	15.2 汉字字符集介绍	273
13.3 MCS-51 单片机与串行日历		15.3 汉字的内码	273
时钟芯片接口.....	229	15.4 内码转换为区位码	273



15.5 字模提取与小字库建立.....274	16.5 T6963C 的内嵌字符表..... 324
15.5.1 用 C 语言提取 16×16 点阵字模.....274	习题..... 325
15.5.2 24×24 点阵字模的 C 语言提取程序.....277	第 17 章 KS0108 液晶显示器
15.5.3 用 Delphi 提取字模和 建立小字库.....280	驱动控制..... 326
15.5.4 通用字模提取程序 MinFonBase 使用说明.....292	17.1 KS0108 液晶显示器概述..... 327
15.6 汇编语言字模与 C 语言字模 互相转换.....293	17.1.1 KS0108 的硬件特点..... 327
15.6.1 汇编语言字模转换为 C 语言字模.....293	17.1.2 KS0108 与微处理机的 接口..... 329
15.6.2 C 语言字模转换为汇编 语言字模.....295	17.1.3 KS0108 的电源和 对比度调整..... 329
15.7 自造字符点阵方法.....296	17.2 KS0108 的指令系统..... 330
15.7.1 自造字符点阵方法.....296	17.2.1 显示开/关指令..... 330
15.7.2 自造图形点阵方法.....297	17.2.2 行列设置命令..... 331
习题.....298	17.2.3 数据和状态读/写命令..... 331
第 16 章 T6963C 的汉字字符显示.....299	17.3 KS0108 的软件驱动程序..... 332
16.1 T6963C 的一般介绍.....300	17.4 ASCII 8×8 字符库..... 359
16.1.1 T6963C 的硬件特点.....300	习题..... 362
16.1.2 T6963C 的引脚说明及 功能.....300	第 18 章 HD61830 液晶显示器
16.1.3 T6963C 的状态字.....302	驱动控制..... 363
16.2 T6963C 指令系统.....303	18.1 HD61830 液晶显示器概述..... 364
16.2.1 指针设置指令.....303	18.2 HD61830 的指令系统..... 366
16.2.2 控制指令.....304	18.2.1 方式控制指令..... 366
16.2.3 数据读/写指令.....306	18.2.2 显示域设置指令..... 367
16.2.4 屏操作指令.....307	18.2.3 光标设置指令..... 368
16.2.5 位操作指令.....307	18.2.4 数据读/写指令..... 369
16.3 T6963C 和单片机的连接.....307	18.2.5 “位”操作指令..... 369
16.3.1 直接连接.....307	18.3 HD61830 液晶显示器 驱动控制程序..... 369
16.3.2 间接连接.....308	18.3.1 HD61830 液晶显示器 显示 RAM 结构..... 369
16.4 T6963C 的驱动程序.....308	18.3.2 软件程序..... 370
	18.4 HD61830 CGRAM 字符代码表..... 387
	习题..... 388
	参考文献..... 389

第 1 篇

基础知识

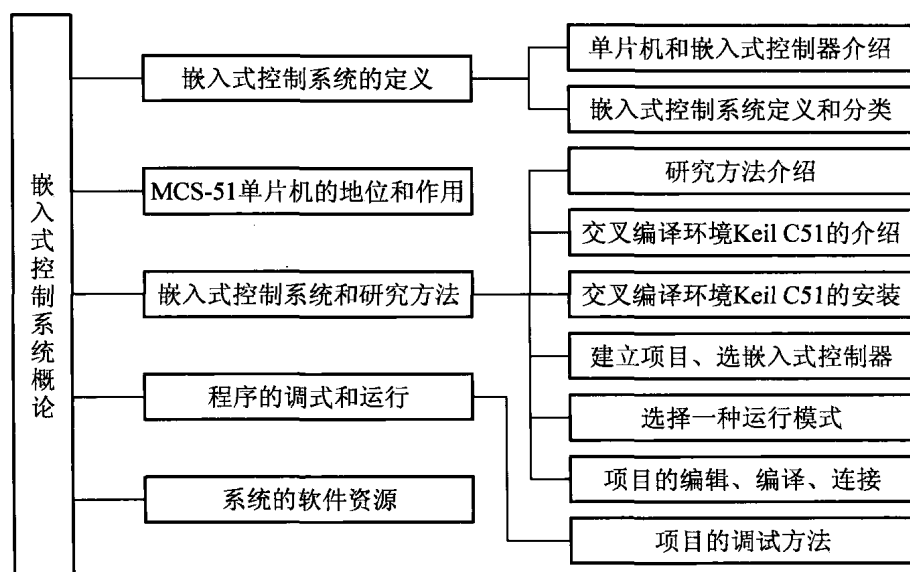


第 1 章

嵌入式控制系统概论

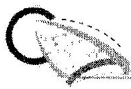


本章知识架构



本章教学目标和要求

- 了解单片机、嵌入式控制器、嵌入式控制系统的定义;
- 学会嵌入式开发环境 Keil C51 的安装,并在自己的计算机上安装一种嵌入式开发环境;
- 熟练掌握开发环境的使用,了解系统软件资源并学会使用;
- 熟练掌握项目的编辑、编译、连接和调试方法。



1.1 单片机和嵌入式控制系统的定义、嵌入式系统的分类

单片机就是在一片半导体硅片上集成了中央处理单元(CPU)、存储器(RAM/ROM)和各种 I/O 接口的微型计算机。这样一块集成电路芯片具有一台微型计算机的功能,因此被称为单片微型计算机,简称为单片机。

有些单片机功能比较齐全,称为通用单片机;有些单片机是专门为某一应用领域研制的,突出某一功能,例如,专门的数控芯片、数字信号处理芯片等,称为专用单片机。有时也将这两种单片机统称为微处理器。

单片机主要应用在测试和控制领域,由于单片机在使用时,通常处于测试和控制领域的核心地位并嵌入其中,因此也常把单片机称为嵌入式控制器(Embedded MicroController Unit),把嵌入某种微处理器或单片机的测试和控制系统称为嵌入式控制系统(Embedded Control System)。

在本书后面的叙述中,单片机和嵌入式控制器意义是相同的。

嵌入式控制系统在航空航天、机械电子、家用电器、自动控制等各个领域都有广泛应用,特别是家用电器领域是嵌入式控制系统最大的应用领域,MP3、MP4、MP5、数码相机、扫描仪、个人 PC、车载电视、DVD、PDA(Personal Digital Assistant,掌上电脑)……,到处都可以看到嵌入式控制系统的应用。

随着超大规模集成电路工艺和集成制造技术的不断完善,单片机的硬件集成度也在不断提高,已经出现了能满足各种不同需要、具有各种特殊功能的单片机。在 8 位单片机得到广泛应用的基础上,16 位单片机和 32 位单片机也应运而生,特别是以 ARM 技术为基础的 32 位精简指令系统单片机(RISC Microprocessor)的出现,由于其性能优良、价格低廉,大有取代 16 位单片机而成为高档主流机型的趋势。

嵌入式控制系统由于其内核嵌入的微处理器不同,在应用上大致分为两个层次,在系统简单、要求不高、成本低的应用领域,大多采用以 MCS-51 为代表的 8 位单片机。

随着嵌入式控制系统与 Internet 的逐步结合,PDA、手机、路由器、调制解调器等复杂的高端应用对嵌入式控制器提出了更高的要求,在少数高端应用领域以 ARM 技术为基础的 32 位精简指令系统单片机得到越来越多的青睐。嵌入式控制系统在高端应用领域还分为带嵌入式操作系统支持和不带嵌入式操作系统支持两种情况。

1.2 MCS-51 单片机在嵌入式控制系统中的地位和作用

1980 年,Intel 公司在 MCS-48 单片机基础上推出 MCS-51 单片机,MCS-51 单片机包括 3 个基本型 8031、8051、8751,还包括 3 个 CMOS 工艺的低功耗型 80C31、80C51、87C51。

虽然它们是 8 位单片机,但是它们品种多、兼容性好、功能强、价格低廉、性能稳定且使用方便,特别是设计和应用资料齐全,受到广大工程技术人员青睐,成为我国应用最为广泛的机型。在今后相当长的一段时间内,MCS-51 单片机还是嵌入式控制系统的主流机型。



由于 MCS-51 单片机技术先进且性能稳定,世界上许多大的半导体公司也在根据 Intel 公司技术生产 MCS-51 单片机或改进型 MCS-51 单片机。因此, MCS-51 单片机成为 8 位单片机的实际技术标准,也是嵌入式控制系统中使用最多的嵌入式控制器。

在计算机技术飞跃发展的今天, 16 位和 32 位单片机已经出现并逐步得到推广应用,但 MCS-51 单片机的应用还是非常广泛。MCS-51 单片机的设计思想在 16 位和 32 位单片机中得到了进一步的继承和发展。

如果掌握了 MCS-51 单片机的 C 语言程序设计方法,完全可以满足一般嵌入式控制系统的设计要求,因为嵌入式控制系统大多具有小、巧、轻、灵、薄的特点,中小简单系统占嵌入式控制系统的绝大多数,少数高端应用较少遇到。同时掌握 8 位嵌入式控制系统的设计方法可以为进一步学习 16 位和 32 位嵌入式控制系统打下基础。

1.3 嵌入式控制系统的研究方法

1.3.1 交叉编译环境 Keil C51

作为嵌入式控制器的单片机,不管是 8 位单片机还是 16 位单片机或 32 位单片机,由于受本身资源限制,其应用程序都不能在其本身上开发,我们开发应用程序,还需要一台通用计算机,如常用的 IBM-PC 或兼容机, Windows 95/98/2000 或 XP 操作系统, 16MB 以上内存, 20MB 以上硬盘存储空间(运行交叉编译环境 Keil C 最低配置)。也称这台通用计算机为“宿主机”,称作为嵌入式控制器的单片机为“目标机”,应用程序在“宿主机”上开发,在“目标机”上运行。“目标机”和“宿主机”之间利用计算机并口或 USB 口通过一台叫“仿真器”的设备相连,编译好的计算机可以识别的目标程序(二进制代码程序)可以从“宿主机”传到“目标机”,这也称为程序下载,也可以从“宿主机”传到“目标机”,称为程序上传。应用程序通过“仿真器”的下载和上传,在“宿主机”上反复修改,这个过程称为“调试”。调试好的应用程序,在“宿主机”上编译成“目标机”可以直接执行的机器码文件,通过一台称为“固化器”的设备下载并固化到“目标机”的程序存储器中(8 位单片机常用的程序存储器是 EPROM 或 Flash),整个下载过程称为烧片,也称程序固化。

程序固化是单片机开发的最后一步,以后“宿主机”和“目标机”就可以分离,“宿主机”任务完成,“目标机”可以独立执行嵌入式控制器的任务。嵌入式控制系统开发过程如图 1-1 所示。

通过以上叙述可知,在“宿主机”上运行的开发工具软件的功能非常重要,也称这套开发工具软件为交叉编译环境或集成开发环境,交叉编译环境首先应具有类似“Word”的功能,对我们用 C 语言编写的程序进行编辑,同时它还具有调试和编译功能,可以把调试好的应用程序编译成“目标机”可以直接执行的机器码文件。

在我国, MCS-51 单片机的开发多使用德国 Keil 公司的 μ Vision2/3 或南京伟福的 Wave6000。 μ Vision2/3 也称 Keil C51,是一款非常优秀的 MCS-51 开发工具,它功能强、使用方便,特别是运行稳定、抗干扰和防病毒能力强给使用者留下深刻印象。

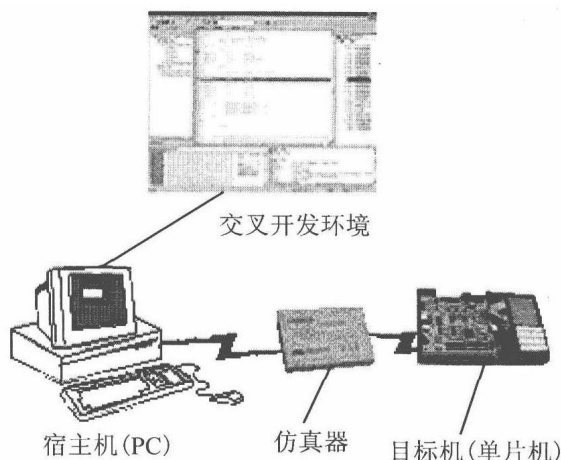


图 1-1 嵌入式控制系统开发过程

在北京大学出版社网站 <http://www.pup6.cn> 可免费下载本书的学习参考资料, 内有 Keil C51, 供读者下载学习使用。Wave6000 可从南京伟福官方网站 <http://www.wave-cn.com> 免费下载。

1.3.2 Keil C51 的安装

打开单片机编译器文件夹, 再打开 setup 子文件夹, 出现图 1-2 所示画面, 选中 Setup.exe 图标双击, 出现图 1-3 所示选择安装类型对话框。如果是第一次安装, 选择第一项。单击 Next 按钮, 出现图 1-4 所示选择安装版本对话框, 选 Full Version, 系统就开始安装, 确定安装路径 C:\Keil 和同意版权协议后, 系统还需要产品系列号, 系列号在 UP51V701.TXT 文件中。

接着在图 1-5 所示对话框中单击 Browse 按钮, 在上一级文件夹中找到 PK51 专业开发软件路径 C51addon 文件夹选中并确定, 出现图 1-6 所示对话框, 继续单击 Next 按钮就可一步步完成安装。



图 1-2 Keil C51 安装初始画面

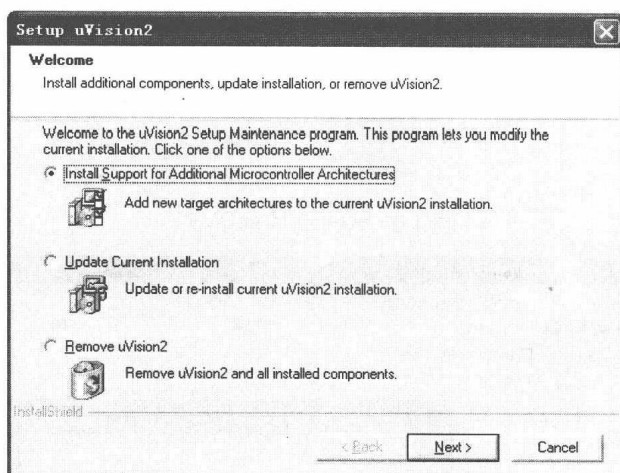


图 1-3 选择安装类型

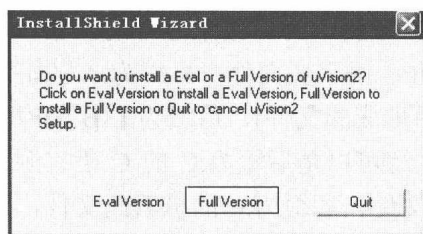


图 1-4 选择安装版本

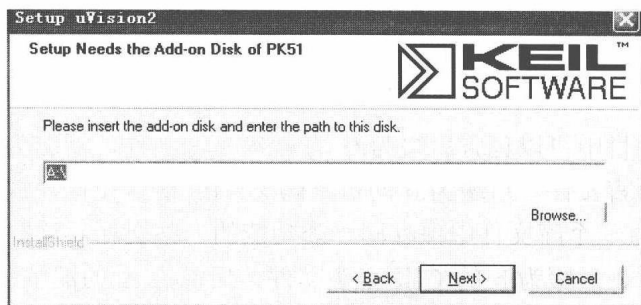


图 1-5 安装 PK51 专业开发软件

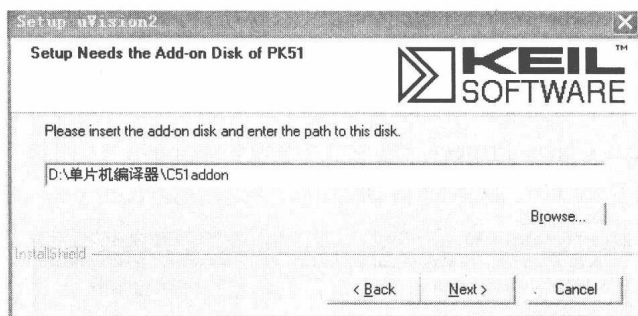


图 1-6 PK51 专业开发软件路径

1.4 程序的编辑、编译、调试和运行

1.4.1 建立项目

MCS-51 单片机程序的编辑和调试均在交叉编译环境 Keil C51 中完成, 非常方便。Keil C51 的图标如图 1-7 所示, 可以把它放在桌面上方便使用。双击此图标, 就会出现图 1-8