

ARM

Cortex-M3嵌入式系统 设计和典型实例 ——基于LM3S811

来清民 来俊鹏 编著



源程序下载地址：
<http://www.buaapress.com.cn>的“下载中心”



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

ARM Cortex - M3 嵌入式系统设计和典型实例 ——基于 LM3S811

来清民 来俊鹏 编著



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 ARM Cortex - M3 LM3S811 为载体,以 C 语言为主线,以 MDK 平台为手段,采用项目设计思路,结合 LM3S811 基本的应用实例和生动的经典实例,把 LM3S811 繁杂、抽象的知识与生动的实例相结合,详细讲解 LM3S811 的结构体系,力图降低学习 LM3S811 的门槛,使 LM3S811 的初学者能够尽快掌握其基本知识和设计方法。主要内容包括 LM3S811 的实验设备及器材的使用介绍,MDK 集成开发环境和使用,LM3S811 的基本知识、程序设计基础和典型应用实例。

本书可作为高等院校计算机、电子信息、自动化、电力电气、电子技术及机电一体化等相关专业的嵌入式系统教学用书,也可作为高年级本科生、研究生及 LM3S811 爱好者自学的入门教材。

图书在版编目(CIP)数据

ARM Cortex - M3 嵌入式系统设计和典型实例:基于 LM3S811 / 来清民,来俊鹏编著. — 北京:北京航空航天大学出版社,2013.6

ISBN 978 - 7 - 5124 - 1119 - 7

I. ①A… II. ①来… ②来… III. ①微处理器—系统设计 IV. ①TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 076130 号

版权所有,侵权必究。

ARM Cortex - M3 嵌入式系统设计和典型实例 ——基于 LM3S811

来清民 来俊鹏 编著

责任编辑 宋淑娟

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:27.5 字数:586 千字

2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 1119 - 7 定价:59.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

ARM 公司于 2005 年推出了 Cortex - M3 内核,就在当年,ARM 公司与其他投资商合资成立了 Luminary(流明诺瑞)公司,并由该公司率先设计、生产与销售基于 Cortex - M3 内核的 ARM 芯片——Stellaris(群星)系列 ARM 芯片。Cortex - M3 内核是 ARM 公司整个 Cortex 内核系列中的微控制器系列(M)内核,该内核主要应用于低成本、小引脚数和低功耗场合,并具有极强的运算能力和中断响应能力。

Luminary Micro 的 Stellaris 系列微控制器包含运行在 50 MHz 频率下的 ARM Cortex - M3 MCU 内核、嵌入 Flash 和 SRAM、一个低压降的稳压器、集成的掉电复位和上电复位功能、模拟比较器、10 位 ADC、SSI、GPIO、看门狗和通用定时器、UART、I²C、运动控制 PWM 及正交编码器输入,从而使 Cortex - M3 非常适合于楼宇和家庭自动化、工厂自动化和控制、工控电源设备、步进电机、有刷和无刷直流电机及交流感应电机等领域的应用。因此,国内很快形成了学习 LM3S811 嵌入式技术的热潮,很多电子竞赛和大专院校的嵌入式系统课程也转向以 LM3S811 芯片为主。但是,市场上具有 LM3S811 应用实例的著作仍然较少,读者迫切需要通俗易懂的 LM3S811 实用教材。

本书紧密结合读者的学习习惯和认知规律,从学习的目的出发,采用项目驱动机制,以 LM3S811 为对象,精选了 24 个典型工程实例,包括基础应用及经典综合应用,从入门到精通,深入介绍了 ARM Cortex - M3 芯片的基础应用与综合项目开发的流程、方法和技巧,具有很强的实践指导性。本书不仅以软、硬件工程的思想由浅入深地介绍 Cortex - M3 的相关知识及项目开发技巧,而且在介绍处理器芯片功能的同时,又深化了编程设计的应用,使读者能够迅速掌握 Cortex - M3 的技术。

读者在学习本书时,不必对每一个库函数都达到掌握和应用的程度,而是通过对项目进行编程和练习,在使用中掌握各个库函数的调用;也不必严格遵循章节顺序,对难于理解的某些章节可以暂时跳过去,先从书中的实际项目出发,进行有针对性的学习,待到熟悉和掌握了 ARM Cortex - M3 的基本特性之后,再回过头来攻克难点,这样,可达到事半功倍的效果。

全书共 14 章,具体内容安排如下:

第 1~2 章简要介绍 ARM Cortex - M3 处理器内核结构及指令系统、LM3S811 的开发过程及方法、步骤。读者通过学习,将对 ARM Cortex - M3 有一个入门性的



认识,为后续学习打下基础。第3~12章结合项目实例详细介绍存储器和系统控制、GPIO模块、中断系统、通用定时计数模块、通用异步串行通信(UART)模块、同步串行通信接口(SS1)模块、I²C接口模块、电压比较器模块、模/数转换器(ADC)模块、看门狗定时器和脉冲宽度调制 PWM 模块的功能及使用方法,这些是 ARM Cortex - M3 的最基本内容。第13章主要讲解 LM3S811 的典型应用和综合应用,包括 LM3S811 驱动矩阵式键盘、12864 液晶显示和步进电机,以及基于 SHT21 的温度/湿度测控与万年历系统、超声波测距和频率测定系统。通过对这些经典实例的学习,能够使读者迅速掌握 ARM Cortex - M3 的特点,快速提高编程水平,实现从入门到精通的目标。第14章首先介绍 μ C/OS - II 操作系统的特点,然后阐述 μ C/OS - II 在 LM3S811 上的移植实例。

本书第13章由来俊鹏编写,其余各章由来清民编写,全书由来清民统稿。

在本书编写过程中得到了很多人的支持和帮助。首先感谢学校给我提供了电路与系统重点学科这样一个可以去奋斗的平台;感谢我的同事和领导的支持与帮助;感谢我的父母,是他们从小培养了我的学习能力和对知识的孜孜追求;感谢我的学生胡荷娟同学,她在繁忙的学习中验证了书中大部分的实验例程。

本书在编写过程中参考了国内外一些同人在 LM3S811 应用工程等方面的文献及资料,参考了广州致远电子股份有限公司编写的 LM3S811 应用手册和 ARM Cortex - M3 说明书,在此对他们的辛勤劳动表示衷心感谢。

由于作者水平有限,且全书完成得比较仓促,对于书中出现的错误和不妥之处,恳请读者批评指正,并提出宝贵意见。有兴趣的朋友可发送邮件到 lqm_911@163.com 与作者交流,也可发送邮件到 emsbook@gmail.com 与本书策划编辑交流。

作 者

2012 年 12 月

目 录

第 1 章 ARM Cortex - M3 处理器内核结构概述	1
1.1 嵌入式系统概述	1
1.1.1 嵌入式系统概念	1
1.1.2 嵌入式系统的应用	4
1.1.3 嵌入式系统的分类及其发展	6
1.2 ARM Cortex - M3 内核	7
1.2.1 ARM Cortex 处理器技术特点	8
1.2.2 ARM Cortex - M3 处理器技术特点	9
1.3 ARM Cortex - M3 内核结构	10
1.4 Thumb - 2 指令集架构	13
1.5 嵌套向量中断控制器(NVIC)	15
1.6 存储器保护单元(MPU)	16
1.7 调试和跟踪	17
1.8 总线矩阵和接口	18
1.9 Luminary Micro 的 Stellaris 系列 LM3S811 简介	19
1.9.1 Stellaris 系列 ARM Cortex - M3 简介	19
1.9.2 LM3S811 简介	20
1.9.3 LM3S811 内部结构图和引脚图	25
习 题	29
第 2 章 ARM Cortex - M3 LM3S811 的开发过程	30
2.1 Keil μ Vision4 的安装和使用	30
2.1.1 Keil μ Vision4 简介	30
2.1.2 Keil μ Vision4 的安装	31
2.1.3 Keil μ Vision4 的使用	33
2.2 ARM Cortex - M3 LM3S811 实验工具及器材	38
2.2.1 本书实例所用部分器件和模块介绍	38
2.2.2 实验板电路原理	39
2.2.3 驱动软件、工具软件和库软件简介	46



2.2.4	LM Flash Programmer 的安装	49
2.2.5	Keil 软件的设置	50
2.2.6	基于 ARM Cortex - M3 微处理器的编程方法	54
2.3	项目 1: 流水灯的实现	56
2.3.1	功能实现	56
2.3.2	硬件电路连接	56
2.3.3	C 程序分析和设计	58
2.3.4	LM3S811 程序调试快速入门	61
2.4	项目 2: 对角灯的实现	63
2.4.1	功能实现	63
2.4.2	硬件电路连接	63
2.4.3	C 程序分析和设计	63
2.4.4	程序调试和运行	65
习 题		65
第 3 章	LM3S811 的存储器和系统控制	66
3.1	LM3S811 的存储器	66
3.1.1	SRAM 存储器	67
3.1.2	ROM 存储器	67
3.1.3	Flash 存储器	67
3.1.4	有关 Flash 存储器的常用库函数	69
3.2	项目 3: Flash 存储器的简单擦写	71
3.2.1	Flash 存储器简单擦写的功能	71
3.2.2	程序分析	71
3.3	JTAG 简介	76
3.3.1	LM3S811 的 JTAG 模块结构	76
3.3.2	JTAG 口失效的可能原因	77
3.3.3	预防 JTAG 口失效的解决方法	77
3.4	系统控制(SysCtl)	78
3.4.1	LDO 控制	78
3.4.2	时钟控制系统结构	81
3.4.3	主振荡器(MOSC)的晶体配置	82
3.4.4	PLL 频率配置	82
3.4.5	PLL 模式	82
3.5	PLL 的初始化和配置	83
3.6	ARM Cortex - M3 内核的工作模式	89
3.7	复位控制	91

3.7.1 LM3S811 的复位源	91
3.7.2 复位控制库函数	92
3.8 外设控制	94
3.9 其他功能	98
3.10 中断操作	101
3.11 项目 4: 变调的蜂鸣器	102
3.11.1 任务要求与分析	102
3.11.2 硬件电路设计	102
3.11.3 程序设计	104
3.11.4 程序调试和运行	107
习 题	108
第 4 章 通用输入/输出 (GPIO) 模块结构和使用	109
4.1 项目 5: 按键控制 LED 灯亮灭	109
4.1.1 任务要求和分析	109
4.1.2 硬件电路设计	109
4.1.3 程序设计	109
4.1.4 程序调试和运行	113
4.2 LM3S811 的 GPIO 口结构	115
4.2.1 GPIO 概述	115
4.2.2 GPIO 口结构	116
4.3 GPIO 库函数及应用	118
4.3.1 GPIO 库函数概述	118
4.3.2 GPIO 端口的使用	119
4.3.3 GPIO 库函数的使用方法	119
4.3.4 GPIO 基本设置函数	120
4.3.5 GPIO 引脚类型设置函数	122
4.3.6 GPIO 引脚读/写函数	125
4.3.7 GPIO 中断函数	126
4.4 项目 6: 用 GPIO 端口驱动数码管	128
4.4.1 任务要求和分析	128
4.4.2 硬件电路设计	128
4.4.3 程序设计	130
4.4.4 程序调试和运行	133
习 题	135



第 5 章 LM3S811 的中断系统	136
5.1 项目 7: 用按键控制 LED 灯闪烁花样	136
5.1.1 任务要求和分析	136
5.1.2 硬件电路设计	136
5.1.3 程序设计	138
5.1.4 程序调试和运行	140
5.2 LM3S811 的中断系统概述	142
5.3 LM3S811 的中断库函数	143
5.3.1 中断使能与禁止函数	143
5.3.2 中断优先级函数	145
5.3.3 中断服务函数注册与注销函数	146
5.4 中断函数的设置和使用	147
5.4.1 中断函数的使能、配置和使用	147
5.4.2 使用外部中断 INT0 的程序流程	149
5.5 项目 8: 有等级高低的 LED 灯	149
5.5.1 任务要求与分析	149
5.5.2 硬件电路设计	149
5.5.3 程序设计	151
5.5.4 程序调试和运行	153
习 题	154
第 6 章 通用定时器	155
6.1 项目 9: 精确时钟信号发生器	155
6.1.1 任务要求和分析	155
6.1.2 硬件电路设计	155
6.1.3 程序设计	157
6.1.4 程序调试和运行	158
6.2 通用定时器的功能和配置	160
6.2.1 定时器的功能和工作模式	160
6.2.2 定时器的设置和使能	162
6.3 通用定时器库函数	163
6.3.1 配置与控制函数	163
6.3.2 计数值的装载与获取函数	167
6.3.3 运行控制函数	168
6.3.4 匹配与预分频函数	169
6.3.5 中断控制函数	170

6.4 项目 10: 按键控制的 16 位计数器	172
6.4.1 任务要求和分析	172
6.4.2 硬件电路设计	172
6.4.3 程序设计	173
6.4.4 程序调试和运行	174
习 题	176
第 7 章 通用异步串行通信(UART)的结构和功能	177
7.1 通用异步串行通信概述	177
7.1.1 通信与串口的概念	177
7.1.2 异步通信	178
7.1.3 串行数据通信的波特率	178
7.2 LM3S811 UART 的特性和内部结构原理	178
7.2.1 LM3S811 UART 的特性	178
7.2.2 LM3S811 UART 的内部结构原理和功能	179
7.3 LM3S811 的 UART 与电脑 COM 端口连接	183
7.4 UART 模块常用库函数	184
7.4.1 配置与控制函数	184
7.4.2 使能与禁止函数	187
7.4.3 数据收/发函数	188
7.4.4 中断控制函数	191
7.5 项目 11: LM3S811 的 RS-232 通信	193
7.5.1 任务要求和分析	193
7.5.2 硬件电路设计	193
7.5.3 程序设计	193
7.5.4 程序调试和运行	196
习 题	197
第 8 章 同步串行通信接口(SSI) 的结构和功能	198
8.1 同步串行通信接口概述	198
8.1.1 同步通信概念	198
8.1.2 LM3S811 的同步串行通信接口的性能	198
8.2 同步串行通信接口的通信协议	199
8.2.1 Texas Instruments 同步串行帧格式	200
8.2.2 Freescale SPI 帧格式	201



8.2.3	Micro Wire 帧格式	205
8.3	SSI 功能概述	206
8.3.1	位速率和帧格式	207
8.3.2	FIFO 操作	207
8.3.3	SSI 中断	208
8.4	SSI 库函数	208
8.4.1	配置与控制函数	208
8.4.2	数据收/发函数	210
8.4.3	中断控制函数	211
8.5	项目 12: 利用同步串口动态扫描 8 位数码管	212
8.5.1	任务要求和分析	212
8.5.2	硬件电路设计	212
8.5.3	程序设计	215
8.5.4	程序调试和运行	217
	习 题	217
第 9 章	I ² C 接口的结构和功能	218
9.1	I ² C 通信概述	218
9.1.1	I ² C 总线特征和术语	218
9.1.2	I ² C 总线原理简介	219
9.2	I ² C 通信规则	220
9.2.1	I ² C 总线的数据传输格式	220
9.2.2	数据有效性(data validity)	222
9.2.3	起始和停止条件(START and STOP conditions)	222
9.2.4	字节格式(byte format)	222
9.2.5	应答(acknowledge)	223
9.2.6	仲裁(arbitration)	223
9.3	LM3S811 的 I ² C 功能	224
9.3.1	SCL 时钟速率	224
9.3.2	中断控制	224
9.3.3	回环操作(loopback operation)	225
9.3.4	主机命令序列	225
9.3.5	从机状态控制	225
9.4	I ² C 库函数	226
9.4.1	主机模式收/发控制函数	226
9.4.2	主机模式中断控制函数	230

9.4.3 从机模式收/发控制函数	231
9.4.4 从机模式中断控制函数	232
9.4.5 中断的注册与注销函数	233
9.5 项目 13: 基于 I ² C 总线的实时时钟控制系统	234
9.5.1 任务要求和分析	234
9.5.2 硬件电路设计	234
9.5.3 程序设计	236
9.5.4 程序调试和运行	243
习 题	243
第 10 章 电压比较器 (COMP) 和模/数转换器 (ADC)	244
10.1 电压比较器概述	244
10.2 电压比较器的功能	245
10.3 常用电压比较器库函数	245
10.3.1 配置与设置函数	246
10.3.2 中断控制函数	248
10.4 项目 14: 模拟比较器实验	251
10.4.1 任务要求和分析	251
10.4.2 硬件电路设计	251
10.4.3 程序设计	253
10.4.4 程序调试和运行	254
10.5 模/数转换器概述	255
10.6 LM3S811 的 ADC 功能描述	256
10.6.1 采样序列发生器	256
10.6.2 模块控制	256
10.6.3 中 断	257
10.6.4 优先级设置	257
10.6.5 采样事件	257
10.6.6 硬件采样平均电路	257
10.6.7 模/数转换器	257
10.6.8 差分采样	258
10.6.9 测试模式	259
10.6.10 内部温度传感器	259
10.7 ADC 应用注意事项	260
10.8 ADC 库函数	262
10.8.1 ADC 采样序列操作函数	262



10.8.2	ADC 处理器触发函数	267
10.8.3	ADC 过采样函数	268
10.8.4	ADC 中断控制函数	269
10.9	项目 15: CPU 温度监测系统	271
10.9.1	任务要求和分析	271
10.9.2	硬件电路设计	271
10.9.3	程序设计	273
10.9.4	程序调试和运行	275
习 题		276
第 11 章 看门狗定时器的结构和配置		277
11.1	看门狗定时器概述	277
11.1.1	看门狗定时器的概念	277
11.1.2	看门狗定时器的工作原理	277
11.1.3	看门狗定时器的应用和编程	277
11.2	LM3S811 的看门狗	278
11.2.1	LM3S811 看门狗的结构和特征	278
11.2.2	LM3S811 看门狗的功能	278
11.2.3	看门狗定时器的正确使用方法	280
11.3	看门狗定时器库函数	280
11.3.1	运行控制函数	280
11.3.2	装载与锁定函数	281
11.3.3	中断控制函数	283
11.4	项目 16: 用信号灯演示 LM3S811 的看门狗功能	284
11.4.1	任务要求和分析	284
11.4.2	硬件电路设计	284
11.4.3	程序设计	285
11.4.4	程序调试和运行	286
习 题		287
第 12 章 脉冲宽度调制(PWM)模块		288
12.1	项目 17: 利用 PWM 调节 LED 灯的亮度	288
12.1.1	任务要求和分析	288
12.1.2	硬件电路设计	288
12.1.3	程序设计	288
12.1.4	程序调试和运行	291

12.2 脉冲宽度调制概述	291
12.2.1 脉冲宽度调制的特点	291
12.2.2 脉冲宽度调制的基本原理	291
12.2.3 脉冲宽度调制的具体过程	293
12.2.4 脉冲宽度调制的方法	294
12.2.5 脉冲宽度调制的应用	294
12.3 LM3S811 的 PWM 模块	295
12.3.1 PWM 模块结构	295
12.3.2 Stellaris 系列单片机的 PWM 特性	296
12.3.3 LM3S811 的 PWM 功能	296
12.4 PWM 库函数	299
12.4.1 PWM 发生器配置与控制函数	299
12.4.2 死区控制函数	303
12.4.3 同步控制函数	304
12.4.4 输出控制函数	305
12.4.5 PWM 发生器中断和触发函数	308
12.4.6 故障管理函数	311
12.4.7 故障中断函数	314
12.4.8 总中断控制函数	315
12.5 项目 18:利用 PWM 演奏《化蝶》(梁祝)乐曲	317
12.5.1 任务要求和分析	317
12.5.2 硬件电路设计	317
12.5.3 程序设计	317
12.5.4 程序调试和运行	323
习 题	323
第 13 章 LM3S811 典型应用实例精讲	324
13.1 项目 19:矩阵式键盘和 12864 液晶驱动	324
13.1.1 键盘概述	324
13.1.2 LCD12864 液晶显示模块介绍	326
13.1.3 任务要求和分析	332
13.1.4 矩阵式键盘和液晶显示驱动电路	332
13.1.5 程序设计	334
13.2 项目 20:按键控制步进电机正反向变速	341
13.2.1 步进电机介绍	341
13.2.2 任务要求和分析	346



13.2.3 硬件电路设计	346
13.2.4 程序设计	346
13.3 项目 21: 基于 DS18B20 的测温系统	352
13.3.1 DS18B20 简介	352
13.3.2 硬件电路设计	354
13.3.3 程序设计	356
13.4 项目 22: 基于 SHT21 的温度/湿度测控与万年历系统	362
13.4.1 温湿度传感器 SHT21	362
13.4.2 日历芯片 DS1302	365
13.4.3 硬件电路设计	368
13.4.4 程序设计	368
13.5 项目 23: 超声波测距和频率测定系统	388
13.5.1 超声波测距介绍	388
13.5.2 数字频率计的设计基础	390
13.5.3 液晶显示模块 LCD1602 简介	391
13.5.4 硬件电路设计	397
13.5.5 程序设计	397
习 题	404
第 14 章 LM3S811 的 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的移植	405
14.1 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 介绍	405
14.1.1 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 操作系统的特点	405
14.1.2 $\mu\text{C}/\text{OS}$ 内核介绍	406
14.1.3 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 内核结构	407
14.2 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的移植代码说明	409
14.2.1 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的移植条件	410
14.2.2 移植模板的层次结构	410
14.2.3 各层文件说明	411
14.3 项目 24: $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 在 LM3S811 上的移植实例	413
14.3.1 软件工程介绍	413
14.3.2 Target.c 的编写	414
14.3.3 Main.c 的编写	421
14.3.4 下载 HEX 文件	423
习 题	424
参考文献	425

ARM Cortex - M3 处理器内核结构概述

1.1 嵌入式系统概述

嵌入式系统在近年风靡起来,从 20 世纪 70 年代单片机的出现,到今天各式各样的嵌入式微处理器和微控制器的大规模应用,嵌入式系统不仅反映了当代最新技术的先进水平,也为社会科技发展做出了不可估量的贡献。

1.1.1 嵌入式系统概念

1. 什么是嵌入式系统

嵌入式系统是计算机、通信、半导体、微电子、语音图像数据传输,甚至传感器等先进技术与具体应用对象相结合后的更新换代产品,是技术密集、投资强度大、高度分散、不断创新的知识密集型系统。

嵌入式系统不仅与一般 PC 机上的应用系统不同,而且与针对不同具体应用而设计的嵌入式系统之间存在很大差别。嵌入式系统一般功能单一、简单,在兼容性方面要求不高,而且在规模大小和成本方面限制也较多。

那么怎样理解嵌入式系统的概念呢?这有必要从现代计算机的发展历史来了解嵌入式系统的由来,并从学科建设的角度来探讨嵌入式系统较为准确的定义。

(1) 始于微型机时代的嵌入式应用

电子数字计算机诞生于 1946 年,在其后漫长的历史进程中,计算机始终是供养在特殊机房中的实现数值计算的大型昂贵设备。直到 20 世纪 70 年代,随着微处理器的出现,计算机才出现了历史性的变化。以微处理器为核心的微型计算机以其小型化、价廉、高可靠性的特点,迅速走出机房;基于高速数值计算能力的微型机,表现出的智能化水平引起了控制专业人士的兴趣,要求将微型机嵌入到一个对象体系中,实现对象体系的智能化控制。例如,将微型计算机经电气加固、机械加固,并配置各种外围接口电路,安装到大型舰船中构成自动驾驶仪或轮机状态监测系统。这样,计算机便失去了原来的形态和通用的计算机功能。为了区别于原有的通用计算机系统,把嵌入到对象体系中,实现对对象体系智能化控制的计算机称为嵌入式计算机系



统。因此,嵌入式系统诞生于微型机时代,嵌入式系统的嵌入性本质是将一个计算机嵌入到一个对象体系中去,这一观点是理解嵌入式系统的基本出发点。

(2) 现代计算机技术的两大分支

由于嵌入式计算机系统是将计算机嵌入到对象体系中,实现对对象体系的智能化控制,因此,它有着与通用计算机系统完全不同的技术要求和技術发展方向。

通用计算机系统的技术要求是高速、海量的数值计算,技术发展方向是总线速度的无限提升和存储容量的无限扩大;而嵌入式计算机系统的技术要求则是对对象体系的智能化控制能力,技术发展方向是与对象体系密切相关的嵌入性能、控制能力和控制的可靠性。

早期,人们将通用计算机系统进行改装,在大型设备中实现嵌入式应用。然而,对于众多的对象系统(如家用电器、仪器仪表、工控单元……),无法嵌入通用计算机系统,况且嵌入式系统与通用计算机系统的技术发展方向完全不同,因此,必须独立地发展通用计算机系统与嵌入式计算机系统,这就形成了现代计算机技术发展的两大分支。

如果说微型机的出现使计算机进入到现代计算机发展阶段,那么嵌入式计算机系统的诞生,则标志着计算机进入了通用计算机系统与嵌入式计算机系统两大分支并行发展的时代,从而形成 20 世纪末计算机的高速发展时期。

(3) 两大分支发展的里程碑事件

通用计算机系统与嵌入式计算机系统的专业化分工发展,促进了 20 世纪末、21 世纪初计算机技术的飞速发展。计算机专业领域集中精力发展通用计算机系统的软、硬件技术,不必兼顾嵌入式应用的要求,通用微处理器迅速从 286、386、486 发展到奔腾系列;操作系统则迅速扩大计算机基于高速、海量的数据文件处理能力,使得通用计算机系统进入到尽善尽美的阶段。

而嵌入式计算机系统则走上了一条完全不同的道路,这条独立发展的道路就是单芯片化道路。它动员了原有的传统电子系统领域的厂家与专业人士,接过起源于计算机领域的嵌入式系统,承担起发展与普及嵌入式系统的历史任务,迅速将传统的电子系统发展到智能化的现代电子系统时代。

因此,现代计算机技术发展的两大分支的里程碑意义在于:它不仅形成了计算机发展的专业化分工,而且将发展计算机技术的任务扩展到传统的电子系统领域,使计算机成为进入人类社会全面智能化时代的有力工具。

2. 嵌入式系统的定义与特点

如果已经了解了嵌入式(计算机)系统的由来与发展,那么对嵌入式系统就不会产生过多的误解,而是能够历史地、本质地、普遍适用地定义嵌入式系统。

(1) 嵌入式系统的定义

按照历史性、本质性和普遍性要求,嵌入式系统应定义为“嵌入到对象体系中的