



高职高专电子类专业工学结合规划教材

DSP应用技术

主 编 蒋水秀 何 钧
副主编 贾 宁 宁 凡 黄 睿



YZLI0890119701



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

DSP 应用技术

主 编 蒋水秀 何 钧
副主编 贾 宁 宁 凡 黄 睿



YZLI0890119701



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

内容简介

本教材以智能家居系统各个控制项目需求为主线,介绍了美国 TI 公司 TMS320F2812 DSP 芯片的总体结构及各个硬件功能模块原理,并阐述了利用 TMS320F2812 DSP 芯片在各个智能家居控制对象进行控制的方法。教材的导论讲述了 DSP 资讯、TMS320F281X 处理器的主要特点、课程任务与学习目标;项目一提出一个独立的 DSP 最小系统,使用便捷,精简到最少内容,以最低的门槛,引导学生入门;项目二至项目六分别提出了智能家居系统的各个控制需求,结合每种控制原理和方法,介绍了控制所用 TMS320F2812 DSP 芯片相应的外设资源,给出了具体的编程实例和非常详细的程序注释;项目七集成了以上各个项目需求,构成一个整体,用计算机应用软件控制,运转整个智能家居系统。

本教材体系新颖,内容丰富,实用性突出,可作为高职院校、应用型本科电子、电气、自动化及仪表等专业的教材和教学参考书,也可供相关领域的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

DSP 应用技术 / 蒋水秀,何钧主编. —杭州:浙江大学出版社, 2011.9

ISBN 978-7-308-09133-6

I. ①D… II. ①蒋… ②何 III. ①数字信号处理—高等职业教育—教材 IV. ①TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 193973 号

DSP 应用技术

蒋水秀 何 钧 主编

责任编辑 王 波

封面设计 联合视务

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 21.5

字 数 523 千

版 次 2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-09133-6

定 价 40.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

前 言

数字信号处理器(DSP 芯片)的出现在信号处理技术发展中具有划时代意义。DSP 是一种能执行高速数字运算与处理的微处理器 IC 电路,其处理速度比最快的 CPU 还快 10~50 倍。在当今的数字化时代背景下,DSP 已经广泛应用于通信与电子系统、自动控制、雷达、军事、航空航天、医疗等领域。它具有接口简单、稳定性好、编程方便、集成方便、保密性好的特点,成为通信、计算机、消费类电子产品等领域的基础器件,被誉为信息社会革命的旗手。业内人士预言,DSP 将是未来集成电路中发展最快的电子器件,并成为电子产品更新换代的决定因素。

美国德州仪器(Texas Instruments, TI)公司是 DSP 研发和生产的领先者,也是世界上最大的 DSP 供应商,TMS320F2812 是德州仪器(TI)公司专门为工业应用而设计的新一代 DSP 处理器,它既具有数字信号的处理能力,又具有强大的事件管理能力和嵌入式控制功能,特别适合用于需要大批量数据处理的测控领域,例如自动化控制、电力电子技术、智能化仪表、电机伺服控制。TMS320F2812 是 32 位的定点 DSP,采用了高性能的静态 CMOS 技术,时钟频率可达 150MHz(6.67ns),其核心电压为 1.8V,I/O 口电压 3.3V,Flash 编程电压也为 3.3V,它的性能大大优于当前广泛使用的 TMS320LF240x 系列。具有较高的性价比,利用它可以降低开发难度,缩短面市时间,有效地降低了开发成本。

《DSP 应用技术》基于智能家居 TMS320F2812 DSP 控制项目,为项目导向应用型实践教材,是作者在长期的开发实践和教学研究后编写的,作者总结了以前的相关书籍的优缺点,研究了应用型人才的学习特点,并结合自己的开发经验编写了这本教材。整个教材以智能家居系统各个控制项目需求为主线,介绍了美国 TI 公司 TMS320F2812 DSP 芯片的总体结构及各个硬件功能模块原理,并阐述了利用 TMS320F2812 DSP 芯片在各个智能家居控制对象进行控制的方法。教材首先讲述了 DSP 资讯、TMS320F281X 处理器的主要特点、课程任务与学习目标;进一步提出一个独立的 DSP 最小系统,使用便捷,精简到最少内容,以最低的门槛,引导学生入门;再分别提出了智能家居系统的各个控制需求,结合每种控制原理和方法,介绍了控制所用 TMS320F2812 DSP 芯片相应的外设资源,给出了具体的编程实例和非常详细的程序注释;最后集成以上各个项目需求,构成一个整体,用计算机应用软件控制,运转整个智能家居系统。《DSP 应用技术》为学生提供了大量的 C 语言实例程序,这些程序经过反复的测试验证,希望能够为广大教师和学生提供良好的技术资源。如果有问题可以通过邮件联系,邮箱为 jsxiu@yahoo.com.cn。

本教材内容包括:

导 论 DSP 资讯、TMS320F281X 简介,提出课程任务与学习目标。

项目一 引入 DSP2812 最小系统,TMS320F2812 外设介绍,TMS320F2812 最小系统

构成要素, CCS 使用与调试, TMS320F2812 控制与中断, 实施了基于 DSP2812 的流水灯控制。

- 项目二 引入家居时钟和声控项目, 介绍 F2812 串行外设通信接口 SPI 及中断, GPIO 模拟外设接口与 DS1302、ZLG7289、WTD020 通信, 实施了音乐制作、家居时钟实显、MP3 播放项目任务。
- 项目三 引入家居安防及无线远程控制项目, F2812 串行通信接口 SCI 和 F2812 多通道缓冲串行口 McBSP 外设介绍, 实施远程电话和短信报警、远程控制和彩信发送项目任务。
- 项目四 引入电动窗帘控制项目, 模数转换模块介绍, 窗帘电机分析与驱动, 实施了温度数据采集、亮度数据采集、电动窗帘的升降控制项目任务。
- 项目五 引入 DSP 智能家居控制项目, 事件管理器功能、EVB 中断和 PWM 电路介绍, 实施了烟雾报警控制、玄关照明控制、洗手间照明控制项目任务。
- 项目六 引入液晶显示项目, F2812 内部存储器空间介绍, 分析了片内存储器接口、外部扩展接口和液晶显示屏接口, 实施诗词展示和创意动画展示项目任务。
- 项目七 引入智能家居综合控制需求, 基于 SCI 与计算机串行口通信, 解析串口协议, 实施计算机软件综合控制项目。

本教材的特色:

1. 教材根据重应用、轻理论的思路进行设计, 以任务推动学习。以一个系统——一套智能家居系统为研究对象, 将该系统分解为各个项目, 体现 DSP 应用的不同方面, 通过各个项目的学习及实践, 最终使得学生掌握 DSP 开发应用的能力。
2. 章节内容的划分上, 该教材不再按照以往教材分章节依次介绍 DSP 的硬件结构组成及软件设计语言, 而是依托智能家居的平台, 按其中 DSP 的不同应用方面来划分章节。每一章首先引入项目需求, 按照 DSP 所应用的方面, 例如自动卷升窗帘, 再详细说明与此功能相对应的硬件模块以及软件设计; 最后提出功能上的细微变迁, 让学生通过自行设计实践来实现该目的。由此可见, 该教材的最大创新在于将理论部分和实践部分完全融合在一起, 并且让学生可以看得见、摸得着, 一套智能家居的实物样品就是学生的实验平台, 也是理论的依托, 更可激发学生的兴趣, 从而更好地理解 DSP 的应用。
3. 本教材不仅有企业参与, 更有其他院校 DSP 方向的专家进行指导, 共同完成内容的设置。教材中各章节的划分由 DSP 相关企业的专业技术人员指导分析, 共同定位, 力求面向 DSP 最主流以及最适合应用型人才的应用。同时在教学内容的安排及重点难点的编排上, 融入有多年 DSP 教学经验的其他院校的专家级教师的经验, 重实践, 轻理论, 深入浅出, 适合应用型人才的学习模式。
4. 本教材配备了相应的电子课件, 可供教师在教学中使用, 也可供学生复习或自学。

教学安排建议:

教学方式上, 以问题为基础、项目为导向进行教学指导的交互式教学法。理论教学采用电子课件与板书结合的方式进行; 实践教学采用课堂实训、集中实训、第二课堂的形式进行。

本书由蒋水秀、何钧主编。教材总共有导论以及7个项目,其中导论、项目一、项目四、项目六由蒋水秀老师编写,项目二和项目五由宁凡编写,项目三由贾宁、郭珊珊编写,项目七由赵武编写。黄睿承担了部分章节的编写和全书图片素材的整理优化。参与本书编写的还有张铮、施少君、王庆亮、谢琴、胡磊磊、陈达熙、沈云军、孙高纯、费晓峰、吴联保、何冰、严迪锋、佐若珞、张腾等,他们在素材准备、文字校对、统稿等方面做了许多不可或缺的辅助工作。在此一并表示感谢!

在本书的编写过程中,参阅了互联网上相关的文章和杂志,由于内容比较杂且细,这里不一一列举,一并对文章的作者表示感谢。没有这些参考资料,本书的内容不会这么丰富。

本教材以基于智能家居 TMS320F2812 DSP 控制的所有项目开发为基础,在编写教材和项目开发过程中,感谢 TI 中国大学计划、上海交通大学任润柏教授、杭州格盛电子科技有限公司、合众达电子技术有限公司对教材编写给予的大力支持与重要指导;合众达电子技术有限公司在开发过程中提供了 SEED-XDS510PLUS 仿真器开发工具、杭州景龙模型设计有限公司在项目开发中提供家居模型,对教材编写的顺利开展提供了及时的帮助。对以上所有企业和专家,在此一并表示感谢!

由于时间仓促有限,加上水平有限,书中错误和欠妥之处在所难免,恳请各位读者和同行批评指正。

编著者

2011年8月于杭州

目 录

项目 1 认识 DSP	1
任务 1.1 初识 DSP	1
任务 1.2 认识 TMS320F281X	5
任务 1.3 了解 DSP 课程任务与学习目标	11
项目 2 认识 DSP281X 最小系统	12
任务 2.1 DSP281X 最小系统构建	12
知识 1 TMS320F281X 外设介绍	14
知识 2 TMS320F281X 最小系统构成要素	21
任务 2.2 基于 DSP281X 的流水灯控制	24
知识 3 CCS 使用与调试	30
知识 4 TMS320F281X 控制	36
任务 2.3 流水灯定时控制	52
知识 5 TMS320F281X 中断	57
项目训练 2	71
项目 3 家居时钟和声控	72
任务 3.1 音乐制作	72
知识 1 F281X 串行外设接口 SPI	81
知识 2 F281X 的 SPI 中断	85
任务 3.2 家居时钟实显	90
知识 3 GPIO 模拟外设接口与 DS1302 通信	105
知识 4 GPIO 模拟外设接口控制 ZLG7289	108
任务 3.3 MP3 播放	111
知识 5 GPIO 模拟外设接口控制 WTD020	114
项目训练 3	116
项目 4 家居安防及无线远程控制	117
任务 4.1 远程电话和短信报警	117
知识 1 F281X 串行通信接口 SCI	135

知识 2 SCI 寄存器	144
任务 4.2 图像采集	153
知识 3 F281X 多通道缓冲串行口 McBSP	157
知识 4 McBSP 寄存器	179
任务 4.3 远程控制和彩信发送	186
知识 5 GPRS 通信模块	188
项目训练 4	191
项目 5 电动窗帘控制	192
任务 5.1 温度数据采集	192
知识 1 模数转换模块特点	203
知识 2 ADC 转换寄存器	209
知识 3 模数转换工作模式	219
任务 5.2 亮度数据采集	223
任务 5.3 电动窗帘的升降控制	225
知识 4 窗帘电机分析与驱动	231
项目训练 5	236
项目 6 智能家居控制	237
任务 6.1 烟雾报警控制	237
知识 1 事件管理器功能	241
知识 2 EVB 中断	243
知识 3 EVB 寄存器	245
任务 6.2 玄关照明控制	257
任务 6.3 洗手间照明控制	260
知识 4 PWM 电路	260
项目训练 6	268
项目 7 液晶显示	269
任务 7.1 诗词展示	269
知识 1 F281X 内部存储器空间	270
知识 2 片内存储器接口和片上 FLASH	272
知识 3 外部扩展接口	276
知识 4 液晶显示屏接口分析	293
任务 7.2 创意动画展示	307
项目训练 7	308

项目 8 智能家居综合控制	309
任务 8.1 SCI 与计算机串行口通信	309
任务 8.2 串口协议分析	310
任务 8.3 计算机软件分析	328
任务 8.4 项目综合实施	330
附录	332
参考文献	333

认识 DSP

【能力目标】

1. 会使用各种资料认识 DSP 及其生产商,并对 DSP 分类;
2. 规划 DSP 课程任务与学习目标。

【知识目标】

1. 认识 TMS320F281X;
2. 了解 TMS320F281X 开发过程。

任务 1.1 初识 DSP



什么是 DSP?

DSP 有两层含义:(1)从字面上来说,即为“数字信号处理 DSP(Digital Signal Processing)”,也就是说将现实世界的模拟信号转换成数字信号,再用数学的方法来处理此数字信号,得到相应的结果的过程。(2)目前,我们所说的 DSP 实际是指“数字信号处理器 DSP(Digital Signal Processor)”,它是一种特别适合于进行数字信号处理的微处理器。经典的数字信号处理有时域的信号滤波(如 IIR、FIR)和频域的频谱分析(如 FFT)。IIR、FIR 和 FFT 归根结底为 $\sum A_i \times X_i$,即乘加运算。“数字信号处理”的关键在于研发一种处理器,对这种处理器从结构上进行优化,使其更适合于乘加运算,从而高速实现 IIR、FIR 和 FFT 等数字信号处理。

美国 TI 公司从 20 世纪 80 年代初推出了第一款数字信号处理器 TMS32010 后,由此引发了一场“数字信号处理”革命。它强调运算处理的实时性,因此除了具备普通微处理器所强调的高速运算和控制功能外,主要针对实时数字信号处理,在处理器结构、指令系统和数据流程上做了大的改动。其特点如下:

(1)DSP 芯片采用了数据总线和程序总线分离的哈佛结构及改进的哈佛结构,因此比传统处理器的冯·诺依曼结构具有更高的指令执行速度(见图 1-1 和图 1-2)。

(2)DSP 芯片大多采用流水技术,即每条指令都由片内多个功能单元分别完成取指、译码、取数和执行等多个步骤,从而在不提高时钟频率的条件下减少了每条指令的执行时间。

(3)片内有多条总线可以同时进行取指令和多个数据存取操作,并且有辅助寄存器用于寻址,它们可以在寻址访问前或访问后自动修改内容,以指向下一个要访问的地址。

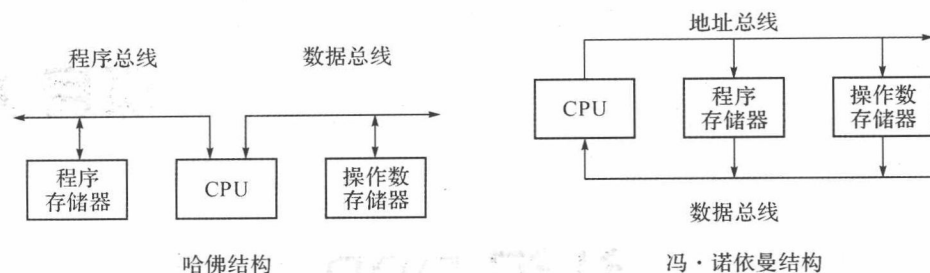


图 1-1 冯·诺依曼结构与哈佛结构比较



图 1-2 哈佛结构处理器指令流的定时关系

(4) DSP 芯片大多带有 DMA 通道控制器和串行通信口等,配合片内总线结构,数据块传送速度会大大提高。

(5)配有中断处理器和定时控制器,可以方便地构成一个小规模系统。

(6)具有软、硬件等待功能,能与各种存取速度的存储器同步。

(7)针对滤波、相关和矩阵运算等需要大量乘法累加运算的特点,DSP 芯片大多配有独立的乘法器和加法器,使得在同一时钟周期内可以完成乘、累加两个运算。

(8)低功耗,DSP 一般为 $0.5 \sim 4 \text{ W}$,而采用低功耗技术的 DSP 芯片只有 0.1 W ,可用电池供电。

正是 DSP 芯片的这些特点,使其运算速度要比通用微处理器(MPU)高。例如 FIR 滤波器的实现,每输入一个数据,对应每阶滤波器系数需要一次乘、一次加、一次取指和两次取数,有时还需要专门的数据移位操作。DSP 芯片可以单周期完成乘加并行操作,以及 $3 \sim 4$ 次数据存取操作,而普通 MPU 至少需要 4 个指令周期。因此,在相同的指令周期和片内指令缓存条件下,DSP 运算程度是普通 MPU 运算速度的 4 倍以上。



DSP 分类及应用

世界上主要 DSP 芯片供应商有 TI 公司、Motorola 公司、NEC 公司、AT&T 公司(现在的 LUCENT 公司)和 AD 公司等。其中 TI 公司是世界上最大的 DSP 芯片供应商,是全球数字信号处理技术的领导者。

按照 DSP 的用途来分,可分为通用型 DSP 芯片和专用型 DSP 芯片。通用型 DSP 芯片适合普通的 DSP 应用,如 TI 公司的一系列 DSP 芯片属于通用型 DSP 芯片。专用 DSP 芯片是为特定的 DSP 应用而设计的,更适合特殊的运算,如数字滤波、卷积和 FFT。Motorola 公司的 DSP56200,Zoran 公司的 ZR34881,Inmos 公司的 IMSA100 等就属于专用型的 DSP 芯片。

TI 公司常用的 DSP 芯片可以归纳为三大系列(图 1-3):

(1) TMS320C2000 系列,称为 DSP 控制器,集成了 Flash 存储器、高速 A/D 转换器以及可靠的 CAN 模块及数字马达控制的外围模块,适用于三相电动机、变频器等高速实时工控产品等需要数字化控制的领域。

(2) TMS320C5000 系列,这是 16 位定点 DSP。主要用于通信领域,如 IP 电话机和 IP 电话网关、数字式助听器、便携式声音/数据/视频产品、调制解调器、手机和移动电话基站、语音服务器、数字无线电、小型办公室和家庭办公室的语音和数据系统。

(3) TMS320C6000 系列 DSP,采用新的超长指令字结构设计芯片。其中 2000 年以后推出的 C64X,在时钟频率为 1.1GHz 时,可达到 8800MIPS 以上,即每秒执行 90 亿条指令。其主要应用领域为:

1) 数字通信:完成 FFT、信道和噪声估计、信道纠错、干扰估计和检测等。

2) 图像处理:完成图像压缩、图像传输、模式及光学特性识别、加密/解密、图像增强等。



图 1-3 TI 公司主推的三大 DSP 平台

本教材中以 2000 系列的 DSP 作为研究平台。实验系统中,选用的芯片为 C2000 系列 DSP 中的 TMS320F281X。图 1-4 所示为 C2000 系列芯片的应用领域。图 1-5 为 F281X 的内部结构框图。



DSP 系统的开发过程

典型的 DSP 系统如图 1-6 所示。图中的输入信号可以是语音信号、传真信号,也可以是视频,还可以是传感器(如温度传感器)的输出信号。输入信号处理一般是用 DSP 芯片和在其上运行的实时处理软件对 A/D 转换后的数字信号按照一定的算法进行处理,然后将处理后的信号输出给 D/A 转换器,经 D/A 转换、内插和平滑滤波后得到连续的模拟信号。

输入信号首先进行带限滤波和抽样,然后进行模数(Analog to Digital, A/D)变换将信号转换成数字比特流。根据奈奎斯特抽样定理,为保持信息的不丢失,抽样频率必须是输入带限信号最高频率的两倍。

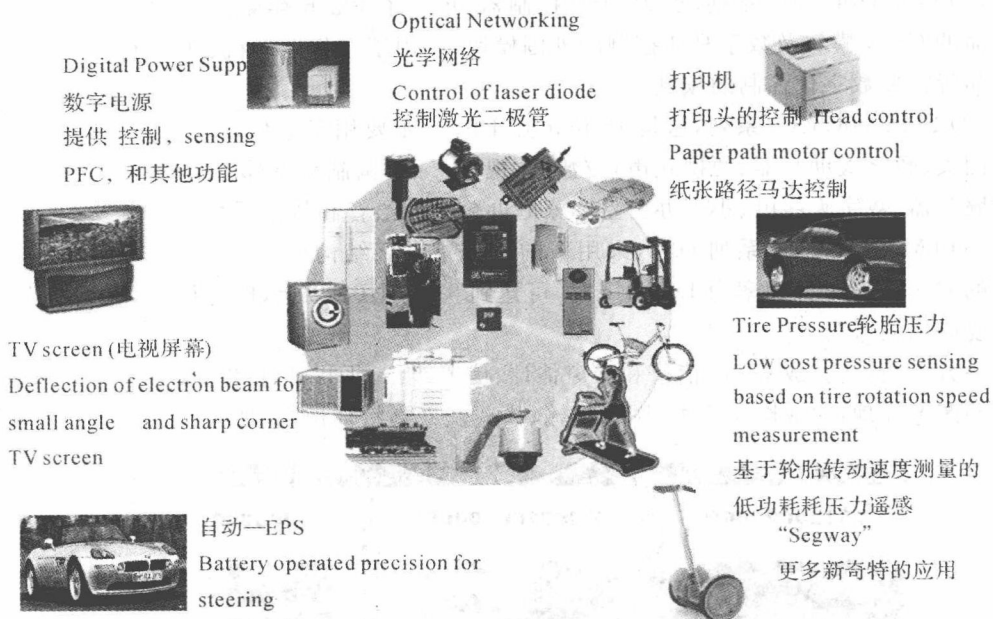


图 1-4 C2000 系列芯片的应用领域

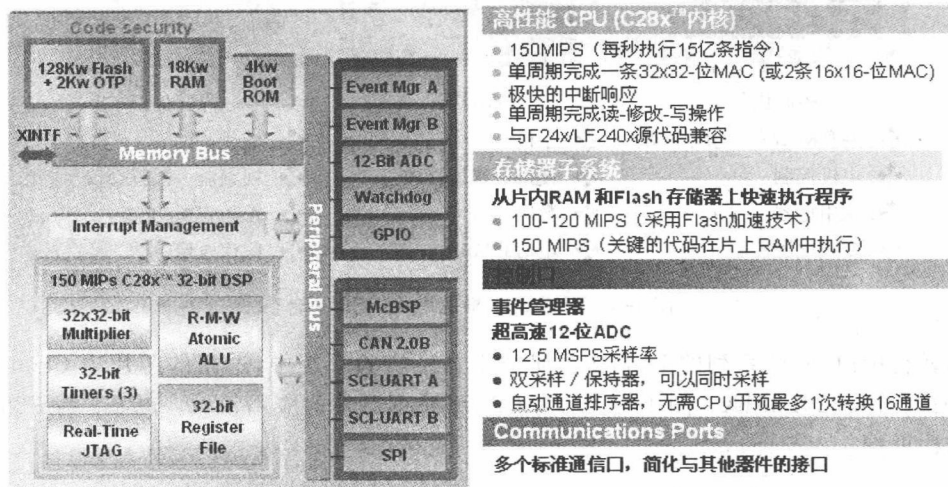


图 1-5 F281X 芯片内部结构示意图

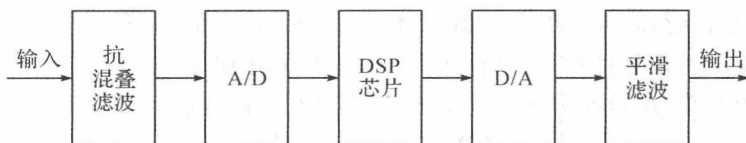


图 1-6 典型的 DSP 系统框图

DSP 芯片的输入是 A/D 变换后得到的以抽样形式表示的数字信号, DSP 芯片对输入

的数字信号进行某种形式的处理,如进行一系列的乘累加操作(MAC)。数字处理是 DSP 的关键,这与其他系统(如电话交换系统)有很大的不同,在交换系统中,处理器的作用是进行路由选择,它并不对输入数据进行修改。因此虽然两者都是实时系统,但两者的实时约束条件却有很大的不同。最后,经过处理后的数字样值再经 D/A(Digital to Analog)变换转换为模拟样值,之后再进行内插和平滑滤波就可得到连续的模拟波形。

DSP 系统的一般设计流程如图 1-7 所示。

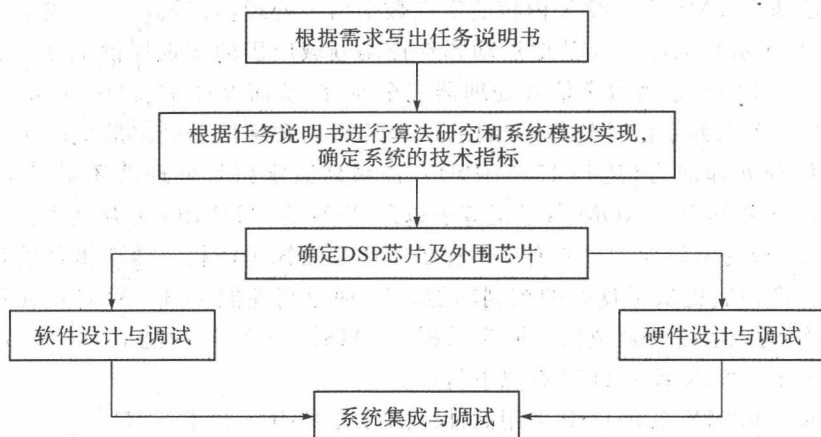


图 1-7 DSP 系统的一般设计流程

(1) 硬件设计与调试阶段:

根据系统技术指标要求着手进行硬件设计,完成 DSP 芯片外围电路和其他电路(如转换、控制、存储、输出、输入等电路)的设计。硬件调试一般采用硬件仿真器进行。

(2) 软件设计与调试阶段:

根据系统技术指标要求和所确定的硬件编写相应的 DSP 汇编程序,完成软件设计。当然,软件设计也可采用高级语言进行,如 TI 公司提供了最佳的 ANSIC 语言编译软件,该编译器可将 C 语言编写的信号处理软件变换成 TMS320 系列的汇编语言。实际应用系统中常采用高级语言和汇编语言的混合编程方法,采用这种方法,既可缩短软件开发的周期,提高程序的可读性和可移植性,又能满足系统实时运算的要求。软件调试一般借助 DSP 开发工具进行。

(3) 系统集成和调试阶段:

硬件和软件调试分别完成后,将软件脱离开发系统,装入所设计的系统,形成所谓的样机,并在实际系统中运行,以评估样机是否达到所要求的技术指标。若系统测试符合指标,则样机的设计完毕。

设计 DSP 系统,首先应确定所设计 DSP 系统的性能指标,选择合适的 DSP 芯片,不同的 DSP 应用系统由于应用场合、应用目的不尽相同,对 DSP 芯片的选择也是不同的。

任务 1.2 认识 TMS320F281X

TMS320X281X 系列 DSP 集微控制器和高性能 DSP 的特点于一身,具有强大的控制和

信号处理能力,能够实现复杂的控制算法。TMS320X281X 系列 DSP 片上整合了 Flash 存储器、快速的 A/D 转换器、增强的 CAN 模块、事件管理器、正交编码电路接口及多通道缓冲串口等外设,此种整合使用户能够以很便宜的价格开发高性能数字控制系统。281X 处理器采用 C/C++ 编写的软件效率非常高。下面我们以 TMS320F281X 为例简单介绍 DSP281X 系列芯片。

TMS320F281X 系列 DSP(数字信号处理器)是 TI 公司最新推出的数字信号处理器,该系列处理器是基于 TMS320C2XX 内核的定点数字信号处理器。器件上集成了多种先进的外设(如图 1-8 所示),为电机及其他运动频率控制领域应用的实现提供了良好的平台。同时代码和指令与 F24X 系列数字信号处理器完全兼容,从而保证了项目或产品设计的可延续性。与 F24X 系列数字信号处理器相比,F281X 系列数字信号处理器提高了运算的精度(32 位)和系统的处理能力(达到 150MIPS)。该系列数字信号处理器还集成了 128KB 的 Flash 存储器,4KB 的引导 ROM 数学运算表以及 2KB 的 OTP ROM,从而大大改善了应用的灵活性。128 位的密码保护机制有效地保护了产品的知识产权。两个事件管理器模块为电机及功率变换控制提供了良好的控制功能。16 通道高性能 12 位 ADC 单元提供了两个采样保持电路,可以实现双通道信号同步采样。TMS320F281X 功能框图如图 1-8 所示,归纳起来,TMS320F281X 系列 DSP 有以下特点。

(1) TMS320F281X 系列 DSP 采用高性能的静态 CMOS 技术:

- 主频达 150MHz(时钟周期 6.67ns);
- 低功耗设计;
- Flash 编程电压为 3.3V;
- 支持 JTAG 边界扫描接口。

(2) 高性能 32 位 CPU:

- 16×16 位和 32×32 位的乘法累加操作;
- 16×16 位的双乘法累加器;
- 哈佛总线结构;
- 快速中断响应和处理能力;
- 统一寻址模式;
- 4MB 的程序/数据寻址空间;
- 高效的代码转接功能(支持 C/C++ 和汇编);
- 与 TMS320F24X/F240X 系列数字信号处理器代码兼容。

(3) 片上存储器:

- 最多达 128 K×16 位(F2812)的 Flash 存储器;
- 最多达 128 K×16 位的 ROM;
- 1 K×16 位的 OTP ROM;
- L0 和 L1:两块 4K×16 位的单周期访问 RAM(SARAM);
- H0:一块 8K×16 位的单周期访问 RAM(SARAM);
- M0 和 M1:两块 1×16 位的单周期访问 RAM(SARAM);
- 引导(BOOT)ROM;
- 带有软件启动模式;

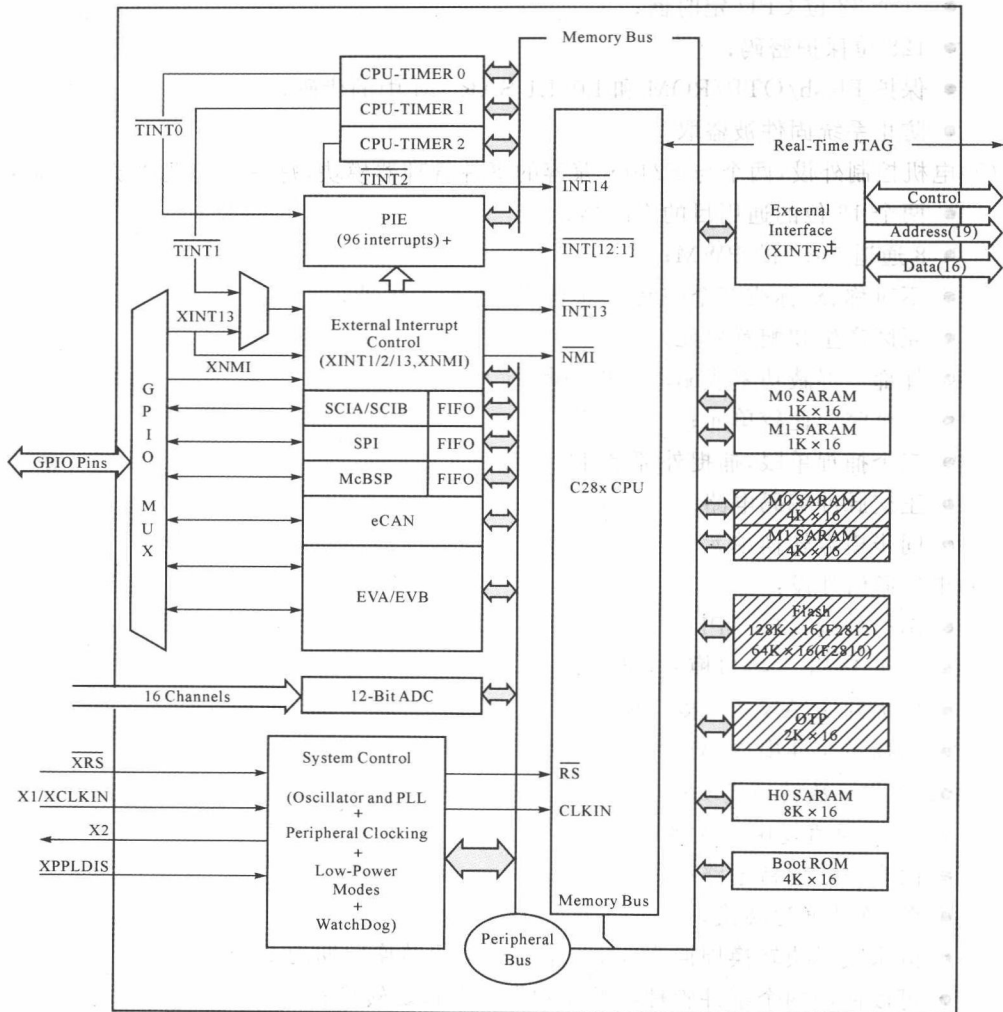


图 1-8 TMS320F281X 系列 DSP 功能框图

- 数学运算表；
- 外部存储器扩展接口(F281X)；
- 最多 1MB 的寻址空间；
- 可编程等待周期；
- 可编程读/写选择时序；
- 3 个独立的片选信号。

(4) 时钟和系统控制：

- 支持动态改变相环的倍频系数；
- 片上振荡器；
- 看门狗定时模块；
- 三个外部中断；
- 外设中断扩展模块(PIE)支持 45 个外设中断；

- 三个 32 位 CPU 定时器;
- 128 位保护密码;
- 保护 Flash/OTP/ROM 和 L0/L1 SARAM 中的代码;
- 防止系统固件被盗取。

(5) 电机控制外设, 两个与 F240X 兼容的事件管理器模块, 每一个管理器模块包括:

- 两个 16 位的通用目的定时器;
- 8 通道 16 位的 PWM;
- 不对称、对称或四个空间矢量 PWM 波形发生器;
- 死区产生和配置单元;
- 外部可屏蔽功率或驱动保护中断;
- 三个完全比较单元;
- 三个捕捉单眼, 捕捉外部事件;
- 正交脉冲编码电路;
- 同步模数转换单元。

(6) 串口通信外设:

- 串行外设接口(SPI);
- 两个 UART 接口模块(SCI);
- 增强的 eCAN 2.0 接口模块;
- 多通道缓冲串口(McBSP);
- 12 位模数转换模块;
- 2×8 通道复用输入接口;
- 两个采样保持电路;
- 单/连续通道转换;
- 流水线最快转换周期为 60ns, 单通道最快转换周期为 200ns;
- 可以使用两个事件管理器顺序触发 8 对模数转换;
- 高达 56 个可配置通用目的 I/O 引脚;
- 先进的仿真调试功能;
- 分析和断点功能;
- 硬件支持适时仿真功能;
- 低功耗模式和省电模式;
- 支持 IDLE, STANDBY, HALT 模式;
- 禁止外设独立时钟;
- 179 引脚 BGA 封装或 176 引脚 LQFP 封装(F281X);
- 128 引脚 LQFP 封装(F2810);
- -40℃~+85℃或-40℃~+125℃工作温度。

TMS320F281X 系列 DSP 是 TI 公司最新的 32 位定点数字信号处理器, 是基于 TMS320C2000 数字信号处理器平台开发的, 其代码与 24X/240X 数字信号处理器兼容。因此, 240X 的用户能够轻松的移植到新的 F281X 系列 DSP 平台上。F281X 系列 DSP 同时具有数字信号处理器和微控制器的特点, 尤其是 F281X 继承了数字信号处理器的诸多优点,