

DSP

技术完全攻略

——基于TI系列的DSP设计与开发

钟 睿 主 编
李尚柏 副主编
栗思科 审

● 内容特点

内容全面，包含TI公司三大系列DSP主要基本知识点
实用性强，基础知识点介绍浅显易懂，实例介绍深入浅出
条理清晰，内容翔实，结构合理

● 写作特点

理论介绍和实践举例相结合，相互对照，加强理解
结构新颖、条理清晰、突出重点、简洁明了
通用性与重点兼顾，尤其介绍了易忽略的重要知识点

● 适用对象

初学DSP的技术人员
对TI公司系列DSP感兴趣的技术人员
高等院校相关专业学生



化学工业出版社

DSP

技术完全攻略

——基于TI系列的DSP设计与开发

钟 睿 主 编
李尚柏 副主编
栗思科 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书采用通俗易懂、轻松灵活的语言介绍了 DSP 的设计与开发攻略,循序渐进地介绍了 TI 公司 C2000、C5000、C6000 三大主流 DSP 的基本结构、开发步骤以及应用实例。全书共分为三部分:基础原理部分介绍了 DSP 的基本概念以及主流 DSP 芯片的常用硬件资源;DSP 软件资源部分介绍了指令系统与 CCS 集成开发环境;实例部分重点讨论了 DSP 开发中最常见、最有特色的例程。同时还总结了一些非常有用,但有时容易忽略的知识点。本书内容实用,且系统性强、理论联系实际,能够使读者快速、全面地掌握 DSP 系统设计与开发技巧。

本书适合 DSP 技术初学者、从事 DSP 系统设计与开发的工程技术人员阅读使用,也可用作高等院校的电子、自动化、计算机等相关专业的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

DSP 技术完全攻略——基于 TI 系列的 DSP 设计与开发/钟睿主
编. 北京:化学工业出版社, 2015.1
ISBN 978-7-122-21756-1

I. ①D… II. ①钟… III. ①数字信号处理 IV. ①TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 206650 号

责任编辑:李军亮 耍利娜
责任校对:王素芹

装帧设计:刘丽华



出版发行:化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京市永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇鑫装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 27½ 字数 665 千字 2015 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:98.00 元

版权所有 违者必究

前言

»»»»»»»»»»

自从 20 世纪 80 年代初，世界上第一块可编程 DSP 芯片诞生以来，DSP 技术取得了飞速的发展，并已在众多领域得到了广泛应用。无论是在工业控制，还是在消费电子领域，无不体现了 DSP 技术带给人们生活的巨大变化。

随着 DSP 时代的到来，专业的 DSP 开发人才相当紧缺，因此，学习 DSP 技术受到了广大技术人员的追捧。其中，TI 公司的 DSP 产品无疑是目前市场的主流，占据了大部分市场份额，因此学习 TI 公司主流 DSP 产品的开发技术具有非常良好的工作前景。

初次接触 DSP 技术的开发人员或许有这样的疑虑，认为 DSP 技术和数字信号处理的理论算法等息息相关，由于很多开发人员畏惧其中复杂的数学公式，因此对学习 DSP 开发信心不足。然而编者仍要鼓励这部分因畏惧繁琐信号推导数学公式的读者，DSP 技术是一门涉及众多交叉学科知识点的学科，还有很多内容是偏向于上层应用技术，如计算机技术、电子技术等。也许因为缺少深入的理论知识，你暂时成不了 DSP 技术的专家，但这并不能阻碍你成为一名优秀的“工匠”。

本书编者一直从事 DSP 领域的科研、开发应用和教学工作，积累了丰富的经验。本书就是作者多年来在 DSP 领域工作经验的结晶，书中的应用实例也是从作者的工作实践中节选而来的，相信对初学者非常有帮助。

DSP 技术的学习和其他嵌入式芯片的学习基本一致，关注的永远是两个“永恒”的话题：能做什么和怎么做。能做什么，是指 DSP 的硬件结构、硬件资源，这些内容决定了一款 DSP 能完成哪些工作；怎么做，则是要求开发人员还需要了解一款 DSP 的指令系统、开发环境、基本硬件设计等内容，即让 DSP 去完成自己可以完成的工作。

市面上的 DSP 学习参考书不少，总体来说内容还是在回答上面的两个问题。但编者要指出的是，TI 公司 DSP 技术的内容是相当丰富的，一本书终归篇幅有限，即使内容介绍得再详细，比起 TI 公司提供的用户手册、开发手册等资料而言，一本书的内容实在还是太少了。那么书的意义在于哪里呢？编者以为书的意义在于提纲挈领，把重点的、常用的知识点有条理地介绍给读者。读者可以通过书先对 DSP 的知识点有初步的认识，然后再深入对照阅读 TI 公司的技术文档，相

互补充，这样一定是有所裨益的。

本书特点

本书的内容主要针对 DSP 初学者和对 DSP 具体开发需要帮助的读者。这部分读者往往希望对 TI 公司的 DSP 产品有一个总体了解；又或者希望能有几个详细的实例，解决开发中遇到的问题。因此本书在编排和目录组织上十分讲究，通过目录读者可快速地浏览和查阅所关心的内容。本书中的每个知识点都是以简短的篇幅介绍其中最基本、最常用的内容。通过精心设计的一些编程实例，阐述 DSP 的基本内容和设计方法，避免了枯燥而空洞的说教，在循序渐进的阅读中使读者掌握 DSP 系统的原理、开发流程和应用程序设计方法，从而激发读者对 DSP 系统的兴趣。

概括来讲，本书具有如下特点。

□取材广泛，内容丰富。包含 TI 公司 3 大主流系列 DSP 的基本知识点。既有原理介绍，又有应用实例分析。

□实例完整，结构清晰。本书选择的实例以及代码实现都有明确的针对性，且在内容安排上由浅入深、循序渐进。

□讲解通俗，步骤详细。每个实例的开发步骤都是以通俗易懂的语言阐述，并穿插图片和表格。

□代码准确，注释清晰。本书所有实例的代码都经过严格测试，并有详尽的注释，以便于读者理解核心代码的功能和逻辑意义。

组织结构

全书共分 12 章，可分为 3 部分。第 1 部分（第 1~4 章）为 DSP 的概念和硬件资源介绍，着重介绍 DSP 的结构组成、硬件资源等内容；第 2 部分（第 5、6 章）为 DSP 软件资源和开发环境介绍，着重介绍 DSP 指令系统、CCS 集成开发环境使用等内容；第 3 部分（第 7~12 章）为 DSP 开发实例介绍，着重介绍最基础、最常用以及一些容易忽略的应用范例。

读者对象

- DSP 技术初学者。
- DSP 系统设计和开发人员。
- 高等院校相关专业学生。
- 大中专院校相关专业学生。

编者与致谢

本书由钟睿主编，李尚柏副主编，粟思科审。其中，钟睿编写第 1~6 章，李尚柏编写第 7~12 章。全书内容与结构由钟睿规划、通稿，由粟思科审。书中源代码的调试工作亦由编者负责完成。

参与本书编写工作的人员还有王治国、钟晓林、王娟、胡静、杨龙、张成林、方明、王波、雷晓、李军华、陈晓云、方鹏、龙帆、刘亚航、凌云鹏、陈龙、曹淑明、徐伟、杨阳、张宇、刘挺、单琳、

吴川、李鹏、李岩、朱榕、陈思涛和孙浩。

感谢我的同事，在进行 DSP 系统的设计与开发中，大家共同讨论、互相启发，许多疑难问题才得以澄清。本书的部分内容也有他们的贡献。感谢我的家人，在他们的鼓励和支持下，我才坚持把这本书完成。

配套服务

我们为 DSP 读者和用户尽心服务，围绕 DSP 技术、产品和项目市场，探讨应用与发展，发掘热点与重点，提供技术支持，俱乐部 QQ：2216417551，欢迎读者讨论交流。

由于编者水平有限，加之 DSP 技术的快速发展，书中难免有不恰当的地方，恳请广大读者及同行专家批评指正。我们的联络方式：hwhpc@163. com。

编者

DSP

目录

◀◀◀◀◀◀

DSP

基础知识篇

第1章 新手入门

1.1 信号	2
1.2 数字信号处理	3
1.3 初识 DSP	4
1.3.1 DSP 概述	4
1.3.2 为什么 DSP 能算这么快	5
1.3.3 DSP 芯片的现状与发展趋势	7
1.4 DSP 的主流与非主流	9
1.4.1 N 多种 DSP	9
1.4.2 你会选择谁	10
1.4.3 TI 公司主流 DSP	12
1.5 DSP 和其他微芯片的比较	13
1.5.1 DSP 和单片机的比较	13
1.5.2 DSP 和 ARM 的比较	13
1.6 如何玩转 DSP	14
1.6.1 DSP 技术知识点准备	14
1.6.2 DSP 参考资料	14
1.6.3 DSP 开发流程	15
1.6.4 DSP 软件、硬件开发	16
1.7 要点与思考	16

第2章 数字控制利器——TMS320C24x系列

2.1 TMS320C24x 系列 CPU 简介	18
2.2 CPU 结构和内核	19
2.3 系统总线	20
2.4 CPU 内核	21
2.4.1 输入定标移位器	21

2.4.2	乘法器	22
2.4.3	中央算术逻辑单元	23
2.4.4	累加器 (ACC)	24
2.4.5	输出数据定标移位器	25
2.4.6	辅助寄存器算术单元	25
2.4.7	状态寄存器	26
2.5	存储器与 I/O 空间	28
2.5.1	片内存储器	28
2.5.2	程序存储器	29
2.5.3	数据存储器	30
2.5.4	I/O 空间	32
2.5.5	外部存储器接口	34
2.6	寻址方式	35
2.7	系统配置寄存器	36
2.7.1	系统控制和状态寄存器 1 (SCSR1)	36
2.7.2	系统控制和状态寄存器 2 (SCSR2)	38
2.7.3	器件标识号寄存器 (DINR)	38
2.8	中断	39
2.8.1	中断优先级和中断向量表	39
2.8.2	外设中断扩展控制器	42
2.8.3	中断向量表	43
2.8.4	全局中断使能	44
2.8.5	中断响应过程	44
2.8.6	中断响应延迟处理	45
2.8.7	中断寄存器	46
2.8.8	外设中断寄存器	46
2.8.9	复位与无效地址检测	51
2.8.10	外部中断控制寄存器	51
2.9	程序控制	52
2.9.1	程序地址的产生	52
2.9.2	流水线操作	54
2.9.3	无条件转移、调用和返回	55
2.9.4	有条件转移、调用和返回	55
2.9.5	重复指令	56
2.10	看门狗 (Watch Dog, 简称 WD)	57
2.11	TMS320x240x 的片上外设	58
2.11.1	通用 I/O 模块 (GPIO)	58
2.11.2	事件管理器 (EV)	60
2.11.3	捕获单元	69
2.11.4	正交编码脉冲 (QEP) 电路	72

2.11.5 模数转换模块 (ADC)	73
2.11.6 SCI 串行通信接口模块	79
2.11.7 SPI 串行外设接口模块	80
2.11.8 CAN 控制器模块	80
2.12 要点与思考	82

第3章 适合便携终端的低功耗产品——TMS320C54x系列

3.1 TMS320C54x 系列 CPU 简介	83
3.2 总线结构	85
3.3 CPU 内核	86
3.3.1 算术逻辑运算单元 ALU	87
3.3.2 累加器	88
3.3.3 桶形移位寄存器	89
3.3.4 乘法-加法累加单元 (MAC)	90
3.3.5 比较、选择和存储单元 CSSU	91
3.3.6 指数编码器	92
3.3.7 CPU 寄存器	92
3.4 存储器	94
3.4.1 存储器结构	95
3.4.2 程序存储器	96
3.4.3 数据存储器	98
3.4.4 I/O 存储器空间	100
3.5 中断系统	100
3.5.1 中断寄存器	100
3.5.2 中断控制	101
3.6 片内外设	105
3.6.1 通用 I/O 引脚	105
3.6.2 定时器	105
3.6.3 时钟发生器	106
3.6.4 主机接口 (HPI)	108
3.6.5 串行口	109
3.7 要点与思考	112

第4章 高性能的代表——TMS320C6000系列

4.1 TMS320C6000 系列简介	113
4.2 CPU 结构	114
4.2.1 程序执行机构	115
4.2.2 控制寄存器组	119
4.2.3 控制状态寄存器	119

4.3	存储器	120
4.3.1	程序存储器及其控制器	121
4.3.2	数据存储器及其控制器	122
4.4	中断	124
4.4.1	中断类型和优先级	124
4.4.2	中断源	124
4.4.3	中断寄存器	126
4.5	片内集成外设	126
4.5.1	外部存储器接口 (EMIF)	127
4.5.2	扩展总线 xBus	130
4.6	要点与思考	133

软件资源篇

第5章 开发好帮手——CCS集成开发环境

5.1	CCS 概述	135
5.2	CCS 的安装与配置	137
5.3	CCS 文件类型	138
5.4	CCS 基本界面	139
5.4.1	主界面	139
5.4.2	主菜单	139
5.5	CCS 开发入门	140
5.5.1	创建工程	140
5.5.2	项目文件操作	141
5.5.3	工程配置	142
5.5.4	工程从属关系	142
5.5.5	编译和运行程序	143
5.6	基础调试	144
5.6.1	调试设置	145
5.6.2	运行与单步调试	145
5.6.3	断点	147
5.6.4	探针点	147
5.6.5	观察窗口	149
5.6.6	内存窗口	150
5.6.7	寄存器窗口	152
5.6.8	反汇编模式/混合模式	152
5.7	基础软件	153
5.8	要点与思考	154

第6章 指挥工作靠软件——指令和C语言程序设计

6.1	概述	155
6.2	C2000 指令系统	155
6.2.1	C2000 寻址方式	155
6.2.2	C2000 常用指令集	156
6.2.3	C2000 常用伪指令	157
6.3	C5000 指令系统	157
6.3.1	C5000 寻址方式	157
6.3.2	C5000 常用指令集	158
6.3.3	C5000 常用伪指令	159
6.4	C6000 指令结构	160
6.4.1	C6000 系列的基本寻址方式	160
6.4.2	C6000 常用指令集	160
6.5	详细指令集	161
6.6	DSP 的 C 语言开发	171
6.6.1	简介	171
6.6.2	DSP C 语言数据类型	172
6.6.3	寄存器变量	172
6.6.4	pragma 伪指令	172
6.6.5	ASM 语句	173
6.6.6	I/O 空间访问	173
6.6.7	数据空间访问	173
6.6.8	中断服务函数	173
6.6.9	初始化系统	174
6.7	DSP 汇编语言/C 语言混合编程	174
6.7.1	混合编程环境设置	174
6.7.2	内嵌汇编语句	177
6.7.3	C 语言访问汇编程序变量	177
6.8	要点与思考	178

应用实例篇

第7章 实施工作靠硬件——基本DSP硬件平台搭建

7.1	概述	180
7.2	DSP 最小系统	181
7.2.1	电源电路设计	181
7.2.2	复位和时钟电路设计	184
7.2.3	JTAG 接口电路设计	186
7.3	C6x DSP 与 Flash 存储器的接口	187
7.3.1	C6x EMIF 接口	187

7.3.2	EMIF 与 Flash 存储器接口	191
7.3.3	Flash 编程示例	195
7.4	C6x DSP 与 SDRAM 存储器的接口	199
7.4.1	C6x 兼容的 SDRAM 类型	199
7.4.2	C6x EMIF 与 SDRAM 接口特点及其接口信号	201
7.4.3	C6x EMIF 的 SDRAM 控制寄存器	203
7.4.4	EMIF 支持的 SDRAM 命令及其时序参数	206
7.4.5	C6713B 与 MT48LC4M32B2 SDRAM 的接口	212
7.5	要点与思考	214

第8章 最常见DSP硬件资源配置与应用

8.1	概述	215
8.2	芯片支持库简介	216
8.2.1	CSL 架构	216
8.2.2	CSL 的命名规则和数据类型	219
8.2.3	CSL 函数	220
8.2.4	CSL 宏	221
8.2.5	CSL 的资源管理	222
8.2.6	芯片支持库的使用	223
8.3	定时器和中断应用程序设计	224
8.3.1	C6x 中断控制器	224
8.3.2	芯片支持库的中断模块 IRQ	230
8.3.3	定时器	233
8.3.4	芯片支持库的定时器模块 TIMER	235
8.3.5	定时器和中断应用实例	238
8.4	DMA 和 McBSP 应用程序设计	242
8.4.1	C54xx 的 DMA 控制器	243
8.4.2	芯片支持库的直接存储器访问模块 DMA	249
8.4.3	C54xx 的多通道缓冲串口 McBSP	252
8.4.4	芯片支持库的多通道串口模块 McBSP	262
8.4.5	DMA 和 McBSP 应用实例	265
8.5	要点与思考	276

第9章 让程序自己跑起来 —— DSP程序的引导

9.1	概述	278
9.2	LF240x DSP 程序的引导	279
9.2.1	引导硬件配置	279
9.2.2	SPI 同步传输协议和数据格式	281
9.2.3	SCI 异步传输协议和数据格式	281

9.3 C54x DSP 程序的引导	282
9.3.1 引导模式选择	283
9.3.2 HPI 引导	284
9.3.3 串行 EEPROM 引导	286
9.3.4 并行引导	288
9.3.5 标准串行引导	290
9.3.6 I/O 引导	291
9.3.7 产生引导表	292
9.4 C6x DSP 程序的引导	297
9.4.1 引导控制逻辑	297
9.4.2 两级引导过程	299
9.4.3 创建二级引导应用程序	300
9.4.4 编写用户引导程序	302
9.4.5 C6x 程序的烧录	305
9.4.6 关于用户引导程序的进一步讨论	308
9.5 要点与思考	313

第10章 回归原点——DSP在信号处理上的应用

10.1 概述	315
10.2 基于 DSP 的信号源设计	316
10.2.1 信号的生成与输出	316
10.2.2 正弦信号的产生	318
10.2.3 调幅信号的产生	326
10.3 FIR 滤波器	329
10.3.1 FIR 滤波器程序设计考虑	329
10.3.2 FIR 滤波器在 C54x DSP 上的实现	331
10.4 IIR 滤波器	337
10.4.1 IIR 滤波器程序设计考虑	337
10.4.2 IIR 滤波器在 C67x 上的实现	339
10.5 快速傅里叶变换 (FFT)	343
10.5.1 FFT 算法原理简介	343
10.5.2 FFT 算法的编程考虑	343
10.5.3 FFT 算法在 C67x 上的实现	346
10.6 要点与思考	352

第11章 也许有一天你就会遇到——DSP覆盖 (Overlay) 程序设计

11.1 概述	353
11.2 链接命令文件	354
11.2.1 MEMORY 指令	355

11.2.2	SECTIONS 指令	357
11.3	Overlay 源程序设计	363
11.3.1	程序功能划分的考虑	363
11.3.2	设计实例	364
11.3.3	Overlay 模块的动态加载	377
11.4	Overlay 程序的调试和运行	377
11.4.1	加载 Overlay 代码模块到外部内存	378
11.4.2	Overlay 代码的跟踪调试	378
11.5	要点与思考	382

第12章 给自己的程序打个分——DSP实时数据交换技术(RTDX)

12.1	概述	383
12.2	RTDX 详解	384
12.2.1	RTDX 的工作原理	384
12.2.2	RTDX 用户接口	385
12.2.3	RTDX 的 COM 接口	387
12.2.4	主机 RTDX 配置	393
12.2.5	RTDX 目标库缓冲区的配置	395
12.3	使用 RTDX 工具	397
12.3.1	RTDX 监视工具	397
12.3.2	RTDX 诊断工具	397
12.3.3	日志文件查阅工具	401
12.4	RTDX 工程实例	401
12.4.1	目标应用程序	402
12.4.2	主机客户程序	405
12.4.3	RTDX 程序的调试	409
12.4.4	RTDX 程序的性能考虑	411
12.5	RTDX 应用实例	412
12.5.1	目标应用程序	413
12.5.2	主机客户程序	421
12.6	要点与思考	424

参考文献

基础 知识 篇

DSP 技术是一门涉及众多交叉学科知识点且又被广泛应用的技术。毫无疑问, DSP 目前是信息技术领域应用的热点, 受到广大开发人员的追捧。初学者在学习 DSP 的时候充满激情, 一开始就扎进各种参考资料, 去研究硬件接口、软件编程等容易实践的内容。实际上, 这么做还只是单纯地将 DSP 当成了一种计算机技术去对待, 这是比较片面的。这样容易带来一个问题, 就是开发人员往往忽略了这门技术的意义、目的、应用领域、发展情况等。换句话说, 就是缺乏了解概述性的内容。而笔者认为, 掌握这些总体性的知识, 对开发人员来说, 也是有所裨益的。

笔者建议 DSP 初学者在入门的时候需要首先清楚或者至少了解以下几方面内容: ①DSP 是种什么器件? 和其他通用微处理器有什么区别? 它的主要特点和功能是什么? ②DSP 能用在哪些领域? 适合解决哪些问题? ③如何进行 DSP 入门学习? 需要做哪些软件和硬件开发的准备?

本书的第 1~4 章为 DSP 基础知识介绍, 说白了就是为读者介绍以上 3 点的内容。文字不求过多过细, 力求提纲挈领, 起到磨刀不误砍柴工的效果。第 1 章主要介绍一些概念性的内容, 第 2~4 章对基于 TI 公司的 DSP 进行了详细介绍。笔者以为, 对于初学者而言, DSP 的硬件资源, 包含 CPU 结构、存储器、寄存器等内容, 是最不容易学习的。所谓不容易, 并不是说这部分很难, 而是这些内容纷繁复杂, 不像实物可以动手把玩, 不像软件可以上机操作。这些内容往往都是停留在书面的文字, 是一些定义和描述, 非常枯燥, 而且往往记不住, 因此学习起来令人抓狂。此外, 由于书本的篇幅限制, 往往需要将书本提纲性的内容和 TI 公司的英文资料具体内容对照阅读, 这也使得部分对英语不“感冒”的读者感到麻烦。不过笔者仍然要强调, 学习微处理, 包括 DSP、ARM、单片机等, 无论怎么变化, 所学内容归纳起来就两句话: 能做什么, 怎么做。对应的就是 DSP 有什么硬件资源, 如何操作这些资源。所谓万事开头难, 只要多一点耐性, 掌握这些内容还是比较容易的。

新手入门



本章要点

- ◆ 数字信号处理的基本概念
- ◆ DSP为什么适合用于信号处理
- ◆ TI公司主流DSP的特点和应用

1.1 信号

信号，这个看似简单的名词，却很难给它一个非常准确的定义。通俗地讲，信号是运载信息的工具，是信息的载体，它通过某种物理形式表现出来，例如电波、光波、声波等。信号可以被人们获取、感知，这里所指的获取和感知，并不简单指人们能听得到，看得见，而是指把信号输入一个系统，通过系统的某些特殊处理，使人们能够提取到对信号中感兴趣的信息。这一处理过程就是信号处理，而这个系统则被称为信号处理系统。

最容易理解和认识的是模拟信号。它是指时间连续、幅度连续的信号。模拟信号的主要优点是信息密度高，由于不存在人为量化描述所造成的误差，因此，模拟信号可以尽可能逼近地反映自然界物理量的真实值。模拟信号的处理也相对简单，可以直接通过模拟电路组件来实现。然而，模拟信号极易受到环境中各种其他随机或者非随机信号的干扰，人们常把这种对原始信号的干扰称为噪声。当信号被多次复制，或进行长距离传输之后，这些噪声的影响会变得十分明显，从而使原始信号产生严重损害，使得人们几乎不可能通过信号处理从受损后的模拟信号获得最原始的信息。因此，即使模拟信号最能逼近描述真实的物理信号，在这种情况下也没有意义了。

与模拟信号对应的是数字信号。用最简单的话来说，数字信号是对模拟信号进行抽样、量化和编码的结果。抽样是指在时间上将模拟信号离散化；量化是指在幅度上将模拟信号离散化；编码则是按照一定的规律，将量化后的幅度值用二进制数字表示，然后转换成数字信号流。数字信号最大的优点是抗干扰能力强，无噪声累积，因此在通信、存储、多媒体、图像识别、医学工程、工业检测、雷达等领域有着极其广泛的应用。

1.2 数字信号处理

一般而言,人们最初接触数字信号多来自数字产品。尤其是在全球进入信息化时代后,无论普通群众还是专业人士,都不可避免地会接触到数字产品。其中最直观的感受莫过于来自消费电子产品领域,例如 CD、VCD、电脑、数字电话等,如雨后春笋般涌现的数字产品让人充分领略了数字化革命的成果。

以上种种成果的取得,都离不开数字信号处理技术。数字信号处理技术并非单指数字信号处理理论,而更多的是偏向应用实现技术。它以数字信号处理理论、硬件技术、软件技术为基础,研究数字信号处理算法及其实现方法。可以这么概括,数字信号处理是利用数字计算机或其他专门数字硬件,对数字信号所进行的一切变换或按照预设规则所进行的一切加工处理运算。可以对数字信号进行采集、变换、滤波、估值、增强等处理。这些处理的实质是对数字信号进行变换,使之能够更直观地表达,以符合人们的需要和习惯。

普遍认为,数字信号处理技术诞生于 20 世纪 40~60 年代。随着计算机和信息技术的飞速发展,数字信号处理技术也取得了迅速的发展。从内容来看,数字信号处理主要研究以下方面的内容。

- ① 信号采集技术(如 A/D)。
- ② 离散时间信号的分析(时域和频域分析)。
- ③ 离散时间系统分析(系统描述、系统函数、频率特性)。
- ④ 信号处理中的快速算法(FFT)。
- ⑤ 滤波技术(如 IIR、FIR 等)。
- ⑥ 信号的建模(AR、MA、ARMA 等模型)。
- ⑦ 信号处理的特殊算法(如 Chirp-Z)。
- ⑧ 信号处理技术的实现(如 DSP)。
- ⑨ 信号处理技术的应用。

可以看到,数字信号处理是围绕着理论、实现和应用等几个方面发展起来的。数字信号处理理论提高推动了数字信号处理应用的发展。反过来,数字信号处理的应用进步又促进了数字信号处理理论的提高。而数字信号处理的实现则是理论和应用之间的桥梁。数字信号处理是以众多学科为理论基础的,它所涉及的范围极其广泛。例如,在数学领域,微积分、概率统计、随机过程、数值分析等都是数字信号处理的基本工具,与网络理论、信号与系统、控制论、通信理论、故障诊断等也密切相关。基于高速数字计算机和超大规模数字集成电路的新算法、新实现技术、高速器件、多维处理和新的应用成为 DSP 学科发展方向和研究热点。

DSP 一般包含两种含义:一种是 digital signal processing,即数字信号处理;另一种是 digital signal processor,即数字信号处理器,一种专门从事数字信号处理的芯片。相应的,学习 DSP 技术,一方面要学习数字信号处理的理论和算法;另一方面又需要学习数字信号处理的硬件平台和开发软件。本书讨论的主要是处理器的相关内容,以后出现的 DSP,如不做特殊说明,也都指 digital signal processor,即器件的应用。

如果读者有志于学习数字信号处理理论知识,那么请阅读相关的专业教材。常有初学