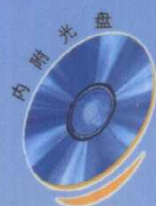


TMS320C5x

DSP



原理设计与应用

孙宗瀛 谢鸿琳 编著

TMS320C5x

DSP



805

TN911.72
518

TMS320C5x **DSP 原理设计与应用**

孙宗瀛 谢鸿琳 编著

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载,
也可到视听部复制

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2001- 4167 号

本书繁体字版由台湾全华科技图书股份有限公司出版, 版权归全华科技图书股份有限公司所有。本书简体字中文版由全华科技图书股份有限公司授权清华大学出版社出版。专有出版权属清华大学出版社所有, 未经本书原版出版者和本书出版者的书面许可, 任何单位和个人均不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部内容。

内 容 简 介

本书针对德州仪器的TMS320C5x DSP系列芯片, 从其基本原理、硬件结构、软件资源入手, 结合外围接口的一些基本实验详细介绍DSP汇编语言程序的设计方法, 并着重介绍了DSP的实际应用、FIR滤波器实验、无限脉动响应滤波器、电话拨号及解码、母音识别系统以及数理分析方法快速傅立叶变换(FFT)在DSP中的应用。

书中以丰富的实验范例, 提供给读者学习DSP指令和程序设计的技巧和经验, 并做到完全公开程序代码及应用电路; 更难能可贵的是, 本书所附的光盘中包括了德州仪器DSP芯片的完全参考手册。

本书适用于从事DSP技术的专业开发、研究人员, 也是电子、信息、电机等专业的高年级学生学习DSP的参考用书。

版权所有, 翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

TMS320C5x DSP 原理设计与应用/孙宗瀛, 谢鸿琳编著. —北京: 清华大学出版社, 2001
ISBN 7-900641-20-3

I. T… II. ①孙… ②谢… III. 数字信号-信号处理-数字通信系统, TMS320C5x DSP
IV. TN914.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 084095 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 朱英彪

印 刷 者: 北京鑫丰华彩印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 26 **字数:** 594 千字

版 次: 2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-900641-20-3

印 数: 0001~5000

定 价: 49.00 元(附光盘)

商标声明

- ◆ TMS320C5x是德州仪器工业股份有限公司(Texas Instruments Inc.)生产销售的数字信号处理芯片。
- ◆ QEDesign 1000及QEDesign 2000是Momentum Data Systems Inc.设计销售的数字滤波器设计软件。
- ◆ DSPWorks 是Momentum Data Systems Inc.设计销售的数字信号处理软件。
- ◆ EZ-DSP Tutor是Advanced Microcomputer Systems Inc.设计销售的数字信号处理学习套件。

除上述的注册商标外，其他凡本书中所提到的产品或名称，均为其所属公司之版权。

作者序

数字信号处理 (Digital Signal Processing, DSP) 是 20 世纪使科学及工程具体化最有影响力的技术之一。完全创新的变化已经广泛地表现在很多不同的领域中, 例如: 通信 (Communications)、医疗影像 (Medical Imaging)、雷达及声纳 (Radar and Sonar)、高保真音乐重现 (High Fidelity Music Reproduction)、石油勘探 (Oil Prospecting)、工业控制 (Industrial Control)。这些应用领域都已经发展出很深入的 DSP 技术、特有的算法、数学及特殊的技巧。

数字信号处理与计算机科学的其它领域不同之处, 在于它是使用独特的数据形式: 信号 (Signals)。在大部分的事例中, 这些信号都是由实际世界感知而来的数据, 例如地震的摇摆、视觉的影像、声音的波形等。因此, 数字信号处理可以非正式地定义为: 一种数学、算法及技术的应用, 以便处理经过转换为数字形式 (Digital Form) 的信号。它们包括广泛且多样的目标, 例如视觉影像的增强 (Enhancement)、语音的识别及产生、数据储存及传输的压缩等。总而言之, 数字信号处理是把通过时间与数值采样的信号, 做各种离散量化的数值处理, 以便掌握数据的精确度。因此, 像快速傅立叶变换 (Fast Fourier Transform, FFT)、Z 变换 (Z-Transform)、卷积运算 (Convolution)、关联运算 (Correlation)、最小平方方法 (Least Mean Square, LMS)、有限脉冲响应 (Finite Impulse Response) 等常用的数理分析方法, 都可以利用数字信号处理实现, 以提高整体的运算性能。

虽然, 数字信号处理系统的核心可以采用一般通用的微处理器 (General-Purpose Microprocessor), 也可以在个人计算机中完成。但是, 基于对复杂计算效率、精确性与实时性的需求, 逐渐有更多的系统采用专用的数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP) 来承担整个系统的计算任务。因此, 从 20 世纪 80 年代开始, 就有非常多的半导体厂商投入精力, 积极开发数字信号处理专用的处理器。DSP 处理器与微处理器最大的差异在于, DSP 处理器是采用哈佛结构 (Harvard Architecture), 利用不同的总线分别处理程序与数据。另外, DSP 亦有硬件乘法器, 既可以在一个指令周期完成 32×32 bit 的乘法, 也可以迅速地完成数学运算最常用到的乘加运算 (Multiply/Addition)。德州仪器公司 (Texas Instruments, Inc., TI) 的第一代 TMS32010 数字信号处理器于 1982 年问世; 紧接着在 1985 年, 推出第二代 TMS32020, 并且在 1986 年推出 CMOS 版本的 TMS320C25; 1991 年推出第五代的 TMS320C50。它们在 TI 的 DSP 芯片族系, 都属于 16bit 的定点运算处理器 (Fixed-Point Processor)。每一代的 DSP 芯片都有一系列的不同版本, 适用于不同的应用场合。因此, 通常以 'C5x' 来广泛地表示第五代 DSP 族系。

DSP 处理器拥有极佳的硬件结构, 以及丰富多变的指令集与寻址模式, 对于各种数字信号处理应用的实现都可以获得满意的运算性能。因此, 许多原来使用微控制器 (Microcontroller) 的产品, 逐渐被性/价比高的 DSP 芯片取代。但是, DSP 处理器不仅硬件结构有别于传统的微控器, 连指令的用法及寻址模式的应用都有相当大的差异, 导致工程人员在初学 DSP 处理器时, 所面临的各种问题及困扰比以往要多。因此, 如何通过系统

的方式有效地学习, 就变成 DSP 初学者必须面对的课题。

我们在研究智能型计算¹ (Computational Intelligence, CI) 时, 需要寻找快速的计算平台, 去实现 CI 所涉及的实时、复杂且大量的计算。因此, 同样面临进入 DSP 处理器领域的困扰——阅读了大批艰涩的使用手册之后, 还不知如何下手; 陌生的程序编写格式, 无法顺利地把以往的经验用上去; 复杂的指令集和多变化的寻址模式, 对编写有效率的程序是一大挑战。另外的困扰, 就是与应用相关的中文书籍和教材太少, 价格及功能都合适的 DSP 实验设备也很少。初学者所面临的种种困扰, 使得各大专院校虽然认识到 DSP 课程的重要性, 但是开设 DSP 应用课程的阻碍却丝毫没有减少。因此, 就触发编写这本教材的动机, 我们希望将当初自学 DSP 的经验, 通过这本循序渐进、理论与实务兼备的教材, 能够非常简单且有效地引导初学者, 迅速地学习 DSP 处理器的原理及应用的技巧。

本书以智控科技公司代理的 EZ-DSP Tutor 为实验示范设备, 它是美国 AMS 公司开发的以德州仪器的 TMS320C5x DSP 芯片为主的单板机, 硬件结构简单又附带完整的 I/O 外围电路, 提供数码管、键盘、麦克风、DTMF 编码器及音频放大电路。本书配合这些实验设备, 除了对模拟信号处理、正弦信号产生、简单的滤波器、随机数发生器等基础的 DSP 实验做详细的说明外, 也对 FIR、IIR、FFT、DTMF 及语音识别等 DSP 应用, 另辟专章详细地解释了原理及 DSP 应用的技巧。全书内容的编撰, 不只考虑 DSP 应用的需要, 也尽量以简单易懂的方式介绍相关的理论, 对于 DSP 入门者而言, 相信足可以满足学习及模仿的需要。撰写本书时, 我们参考了 AMS 公司原先为 EZ-DSP Tutor 编写的教材, 增加了许多数据以补充理论部分的不足, 并且对教材结构及部分内容做了大幅度的修改及重整, 期望这本经过本地化整理的教材能够符合读者的需求。本书各章节内容, 除了循序渐进地介绍 TMS320C5x DSP 的硬件及软件原理之外, 特别着重介绍 DSP 外围的原理及应用。全书内容足够为专科以上院校相关专业学生安排一学期的 DSP 芯片理论及实验的课程。另外, 对于德州仪器 DSK (DSP Starter Kit) 的使用者而言, 只要将本书中范例程序的格式按照 DSK 指定的格式进行修改, 再重新编译即可下载到 DSK 使用。

本书附带一张光盘, 内容包括下列文件及程序:

1. 德州仪器各系列 DSP 芯片的相关使用手册。
2. 德州仪器各系列 DSP 芯片的应用文献。
3. 智控科技公司提供的 Dspwork 及 QEDesign-2000 软件试用版。
4. 本书各章节范例程序的源代码文件。

本书原稿在 1999 年 6 月做了第一次的修正及内容的调整, 同年 7 月又做了第二次的修正并最后定稿。撰稿过程虽然力求严谨慎重, 但是书中谬误之处在所难免, 故期盼读者先进不吝指正。

编写本书耗时一年有余, 利用课余时间坚持理念, 感谢恩师杨英魁教授的谅解及指导, 也感谢我们的家人给予的关怀, 谨以此书献给他们。本书得以顺利出版, 还要特别感谢德州仪器公司王素卿经理及杜王平福工程师, 是他们提供了技术方面的支持及本书光盘中 TI

¹ 智能型计算是最近几年常被提及的软性计算技术(Soft Computation), 主要包括类神经网络(Neural Network)、模糊逻辑(Fuzzy Logic)及演化算法(Evolutionary Algorithms)。

DSP 文件引用授权事宜的协助。另外，要感谢智控科技公司的陈金树总经理及杨凯钧经理的协助，提供相关的软件及 EZ-DSP Tutor 引用的授权，使本书的内容增色不少。全华科技图书公司在陈本源及詹仪正两位先生的领导下，一直致力于科技教育本土化出版的工作，默默耕耘始终如一；本书在撰写过程中，承蒙他们的关心及鼓励，特别致谢。我们也要感谢版权部、编辑部同仁的费心制作，让本书能以最佳的风貌与读者见面。

孙宗瀛 谢鸿琳 谨志

《工控与电子精品系列图书》序

“以信息化带动工业化”是我国今后几年乃至更长时间第二产业发展的主题，也是我国科学技术发展的必由之路。世纪之初既有机遇又有挑战，作为一个工程技术人员怎样面对挑战而抓住机遇，使自己乘上工业化的快车！

每一位工程技术人员需要不断地去学习、去实践，丰富自己，才能跟上科技的步伐从而更适应激烈竞争的环境。本系列丛书完全从这个角度出发，使读者反复于学习与实践之间，不仅可以领会理论的精髓更可以掌握开发的技巧。

本系列丛书有以下特点：

实例丰富而详尽

针对目前图书市场现状，本系列丛书大多数以应用实例为主，其中有几本为应用实例集。文中所涉及硬件均有完整的电路图和源程序，更可贵的是大多数源程序都配有详尽的注释。涉及到操作步骤，更是详细而有序，手把手教习读者去开发真正的产品。

涉及范围广而精

本系列丛书针对目前乃至今后市场需求，由最底层的微电子技术到 EDA 工程，由信号处理技术到 DSP，由测控技术到单片机，由宽带网技术到智能建筑，讲解机理透彻，应用实例实用经典。本系列丛书还侧重于新技术的推广，为我国迎头赶上先进技术提供一些启发。

读者定位准确

本系列丛书中的每一本都是针对不同的工程技术人员，涉及到电子和工控行业大多数的技术人员，让每一位读者都可以找到适合自己的技术书籍。

本系列丛书的选题策划、稿件编辑，得到了广大高校教师和业内工程技术人员的大力支持与合作，才使得我们这个系列丛书能够以较高水准面向广大读者，在此表示衷心的感谢！

预祝每一位工程技术人员走向各自事业的成功！

《工控与电子精品系列图书》策划委员会
2001 年 8 月

《工控与电子精品系列图书》策划委员会

主 编： 王俊峰

总策划： 李华君 曾 刚

策 划： 曾 刚 朱英彪 苗建强 刘建昌 陈仕云 许存权

目 录

第 1 章 数字信号处理器介绍	1
1.1 数字信号处理的优点	2
1.2 数字信号处理的基本特性	4
1.2.1 DSP 的算法	4
1.2.2 定点与浮点解决方案	5
1.3 数字信号处理器简介	6
1.3.1 数字信号处理器的应用范畴	6
1.3.2 数字信号处理器的发展历史	8
1.3.3 数字信号处理器的特点	9
1.3.4 德州仪器的 TMS320Cxx 系列 DSP 简介	10
1.4 习题	12
第 2 章 TMS320C5x DSP 的硬件结构	15
2.1 TMS320C5x 系列简介	16
2.1.1 'C5x 版本 DSP 分类	16
2.1.2 TMS320C5x 系列的特征	17
2.2 TMS320C5x 的结构	18
2.2.1 TMS320C5x 的总线结构	19
2.2.2 TMS320C5x 的核心 CPU	20
2.2.3 TMS320C5x 芯片内的存储器	21
2.2.4 TMS320C5x 芯片内的外围	21
2.2.5 TMS320C5x 芯片的封装	22
2.3 TMS320C5x 的 CPU	23
2.3.1 CPU 的结构总览	24
2.3.2 中央算术逻辑单元 (CALU)	24
2.3.3 并行逻辑单元	30
2.3.4 辅助寄存器运算单元 (ARAU)	31
2.3.5 核心处理器的存储器映像寄存器	34
2.4 系统控制 (System Control)	37
2.4.1 程序地址的产生及控制	38
2.4.2 流水线操作 (Pipeline)	40
2.4.3 状态及控制寄存器	41
2.4.4 可循环计数器	42
2.5 TMS320C5x 的省电模式	42

2.6	TMS320C5x 的中断 (Interrupt)	43
2.6.1	复位 (Reset)	44
2.6.2	中断的操作	45
2.6.3	中断文本的储存 (Interrupt Context Save)	47
2.6.4	不可屏蔽式中断 (Nonmaskable Interrupt)	48
2.7	TMS320C5x 的存储器 (Memory)	48
2.7.1	存储器空间简介 (Memory Space Overview)	49
2.7.2	程序存储器	50
2.7.3	局部 (Local) 数据存储器	52
2.7.4	全局存储器 (Global Memory)	53
2.7.5	输入/输出空间	54
2.8	直接存储器存取 (DMA)	55
2.8.1	DMA 的主从式组态	55
2.8.2	外部 DMA	56
2.9	习题	57
第 3 章	TMS320C5x DSP 的软件资源	59
3.1	TMS320C5x 的存储器寻址模式	60
3.1.1	直接寻址模式	60
3.1.2	间接寻址模式	62
3.1.3	立即操作数寻址模式	67
3.1.4	特殊寄存器寻址模式	69
3.1.5	存储器映像寄存器寻址模式	70
3.1.6	环形寻址模式	71
3.1.7	位反转寻址模式	73
3.2	TMS320C5x 的指令集	74
3.2.1	累加器存储器参考指令	74
3.2.2	辅助寄存器及数据页指针指令	79
3.2.3	并行逻辑单元指令	80
3.2.4	T 寄存器、PREG 寄存器及乘法指令	80
3.2.5	分支指令	83
3.2.6	I/O 及存储器操作指令	84
3.2.7	控制指令	86
3.3	TMS320C5x 程序设计技巧	87
3.3.1	溢出 (Overflow) 的问题	87
3.3.2	倍率 (Scaling) 的问题	87
3.3.3	高精度算术运算	88
3.3.4	定点数及浮点数乘法 (Multiplication)	88
3.3.5	如何做 Q 格式的转换——以 Q15 为例	91
3.3.6	进位 (Rounding)	91

3.3.7 乘积之和 (Sum of Products) 的做法	92
3.3.8 重复执行 (Repeat Feature)	92
3.3.9 区块重复 (Block Repeat)	93
3.3.10 条件分支与流水线作业的问题	96
3.3.11 辅助寄存器更新与流水线作业的问题	98
3.3.12 硬件与软件堆栈管理的问题	99
3.4 习题	100
第 4 章 TMS320C5x DSP 学习机 EZ-DSP Tutor	103
4.1 EZ-DSP Tutor 简介	104
4.2 EZ-DSP 结构 (Architecture)	113
4.2.1 EZ-DSP 的存储器配置	113
4.2.2 EZ-DSP 的模拟接口电路 (AIC)	115
4.3 EZ-DSP 教学管理程序	116
4.3.1 软件安装	116
4.3.2 认识 EZ-DSP Manager 的操作环境	117
4.4 EZ-DSP Manager 命令	118
4.4.1 File 功能菜单	118
4.4.2 System 功能菜单	122
4.4.3 Run 功能菜单	124
4.4.4 Debug 功能菜单	125
4.4.5 Memory 功能菜单	128
4.5 CPU-52 硬件安装	131
4.6 EZ-DSP CPU-52 基本操作练习	133
4.7 习题	135
第 5 章 TMS320C5x 汇编语言程序设计	137
5.1 EZ-DSP Tutor 汇编语言入门	138
5.1.1 EZ-DSP Tutor 汇编程序的格式	138
5.1.2 热身一下——小程序练习	139
5.1.3 寄存器头文件的建立	142
5.1.4 牛刀小试	144
5.2 重复及区块重复的应用	146
5.2.1 利用重复指令做数据的连加	147
5.2.2 利用区块重复求序列数据的极值	148
5.2.3 利用循环方式求序列极值	150
第 6 章 DSP 外围接口基本实验	153
6.1 TMS320C5x 的外围	154
6.1.1 外围中断 (Peripheral Interrupts)	156

6.1.2	并行 I/O 端口 (Parallel I/O Ports)	156
6.1.3	I/O 端口的接口 (Interfacing to I/O Ports)	157
6.1.4	软件可编程等待状态发生器	158
6.1.5	一般用途的 I/O 引脚	159
6.1.6	定时器 (Timer)	160
6.1.7	串行传输接口 (Serial Port)	161
6.2	模拟接口电路	163
6.2.1	ADC 信号通道 (ADC Signal Channel)	164
6.2.2	DAC 信号通道 (DAC Signal Channel)	165
6.2.3	串行接口 (Serial Interface)	165
6.2.4	工作频率 (Operating Frequencies)	165
6.3	AIC 的主控方式 (Master Mode)	166
6.3.1	寄存器的设置 (Register Programming)	166
6.3.2	串行通信 (Serial Communication)	167
6.3.3	AIC 模块的初始化 (AIC Initialization)	167
6.4	EZ-DSP LAB 实验板	171
6.4.1	EZ-DSP LAB 的电路图	171
6.4.2	LAB 实验板的存储器映像 (Memory Map)	176
6.4.3	I/O 端口的接口 (Interfacing to I/O ports)	176
6.4.4	EZ-DSP LAB 设备的驱动程序	177
6.5	DSP 外围接口实验	181
6.5.1	EZ-DSP 配合 LAB 板的基本测试	181
6.5.2	AIC 初始化实验	182
6.5.3	改变采样频率的实验	184
6.5.4	回声的反馈 (Lookback with Echo) 实验	184
6.5.5	数字振荡器 (Digital Oscillator) 实验	187
6.5.6	A-Law Compandor 实验	192
6.5.7	虚拟随机二元序列发生器	197
6.5.8	极点滤波器 (All-pole Filter)	200
6.5.9	零点滤波器 (All-Zero Filter)	204
6.5.10	Radix-2 Buffertly 实验	206
6.6	习题	210
第 7 章	滤波器简介与 FIR 滤波器实验	213
7.1	离散时间系统响应	214
7.1.1	单一采样序列响应	214
7.1.2	连续信号采样响应与采样定理	215
7.1.3	信号锯齿现象与抗锯齿滤波器	216
7.2	DSP 系统基本概念	218
7.2.1	递归与非递归 DSP 系统	218

7.2.2 DSP 系统的特性	219
7.2.3 卷积和 (Convolution-summation)	220
7.2.4 DSP 系统之间的连接	221
7.3 数字滤波器 (Digital Filter)	222
7.3.1 FIR 滤波器基本概念	222
7.3.2 FIR 滤波器	224
7.3.3 误差的来源 (Source of Errors)	226
7.4 数字滤波器设计软件包	226
7.5 数字滤波器的实验	227
7.5.1 外接音源 FIR 的 DSP 实作	230
7.5.2 随机信号产生信号 FIR 的 DSP 实作	232
7.6 习题	234
第 8 章 无限脉冲响应滤波器	235
8.1 简介	236
8.2 IIR 滤波器的结构	237
8.3 带阻滤波器 (Band Stop Filter)	239
8.4 IIR 滤波器实验 (Laboratory)	239
8.4.1 IIR 滤波器的 DSP 实作	241
8.4.2 IIR 滤波器的进阶实作	245
8.5 习题	245
第 9 章 快速傅立叶变换 (FFT)	247
9.1 FFT 简介	248
9.1.1 信号的相量模型 (Phasor Model)	248
9.1.2 弦波信号的相量表示	249
9.1.3 傅立叶级数 (Fourier Series)	250
9.1.4 离散傅立叶级数	250
9.2 傅立叶变换 (Fourier Transform)	252
9.3 FFT 算法	254
9.4 FFT 实验	255
9.4.1 FFT 的 DSP 实作	255
9.4.2 DSP 实作的数据设置	257
9.4.3 DSP 实作的程序	260
9.4.4 FFT 实验步骤	267
9.5 习题	267
第 10 章 电话拨号及译码	269
10.1 简介	270
10.2 拨号音的产生 (Tone Generation)	270

10.3	音调检测 (Tone Detection)	272
10.4	Companding	273
10.5	DTMF 实验	275
10.5.1	DTMF 实验程序的数据设置	276
10.5.2	DSP 实作的程序	278
10.6	DTMF 检测	287
10.7	DTMF 产生	289
10.8	习题	290
第 11 章	元音识别	291
11.1	简介	292
11.2	元音识别系统	293
11.2.1	带通 FIR 滤波器	293
11.2.2	零-交越 (Zero-crossing) 检测	294
11.2.3	临界值检测器 (Threshold Detector)	294
11.2.4	改善 (Improvement)	295
11.3	元音识别实验 (Laboratory)	296
11.3.1	元音识别实验的数据设置	296
11.3.2	元音识别实验的 DSP 程序	298
11.3.3	实验练习	303
11.3.4	其他	304
11.4	习题	304
附录 A	TMS320C5x DSP 引脚与信号描述	305
附录 B	TMS320C5x DSP 常用指令	313
附录 C	EZ-DSP Tutor 规格与 EZ-DSP 320TK 实验平台	389
C.1	EZ-DSP CPU-52 的规格	390
C.2	EZ-DSP LAB Board 的规格	391
C.3	EZ-DSP 320TK 实验平台	392
附录 D	参考资料	395
D.1	参考书目	396
D.2	期刊杂志	397
D.3	互联网资源	397

第 1 章 数字信号处理器介绍

数字信号处理的优点

数字信号处理的基本特性

数字信号处理器简介

数字信号处理 (Digital Signal Processing, DSP) 是 20 世纪使科学及工程具体化的、最有影响力的技术之一。完全创新的改变已经广泛地表现在很多不同的领域上, 例如通信 (Communications)、医疗影像 (Medical Imaging)、雷达及声纳 (Radar And Sonar)、高保真音乐重现 (High Fidelity Music Reproduction)、石油勘探 (Oil Prospecting)、工业控制 (Industrial Control) 等, 这些应用领域都已经发展出很深入的 DSP 技术、特有的算法、数学及特殊的技巧。

数字信号处理与计算机科学的其他领域不同之处, 在于它是使用独特的数据形式: 信号 (Signals)。在大部分的事例中, 这些信号都是由实际世界感知而来的数据, 例如地震的摇摆、视觉的影像、声音的波形等。因此, 数字信号处理可以非正式的定义为: 一种数学、算法及技术的应用, 以便处理经过转换为数字形式 (Digital Form) 的信号。它们包括广泛且多样化的目标, 例如视觉影像的增强 (Enhancement)、语音的识别及产生、数据储存及传输的压缩等。

本章是一个开端, 希望通过一些基本概念的阐述, 能够在以下几个主题中, 显示出使用 DSP 的特点:

1. 使用数字信号处理相对于模拟信号处理的优点。
2. 数字信号处理的基本特性。
3. 数字信号处理器简介。

1.1 数字信号处理的优点

数字信号处理比模拟信号处理具有更多的优点。这些优点中最值得注意的是: DSP 系统可以很廉价地完成模拟电子很困难甚至不可能实现的工作。例如一个包含语音合成 (Speech Synthesis)、语音识别 (Speech Recognition) 和涉及错误校正编码 (Error-Correction Coding) 的高速调制解调器 (MODEM) 的应用系统, 就不是单纯地采用模拟电路可以办到的。因为这个应用系统需要完成的所有工作, 涉及各种信号处理及控制的组合, 使用模拟技术去实现是极端困难的。表 1.1 说明了模拟信号处理系统与数字信号处理系统的优点与能力, 同时也比较了它们的缺点与限制。另外, 数字信号处理系统比模拟信号处理系统更具特色的地方, 也特别说明如下:

■ 对环境的变化不太敏感 (Insensitivity to Environment)

数字系统对于环境条件变化的灵敏性, 天生就比模拟系统低。例如, 模拟电路的性能与温度有关, 但是除了极其严重的故障之外, DSP 系统的运行都与环境无关。也就是说, 不管在雪地或沙漠都一样, DSP 系统都会给予相同的反应。

■ 对器件裕度不太敏感 (Insensitivity to Component Tolerance)

模拟器件制造时会有特定的裕度, 例如电阻可以保证阻值误差在微不足道的 1% 以内。一个模拟系统的整体反应与所有被用到的模拟器件的实际值有关, 因此, 相同设计的两个模拟系统, 也会因为器件的差异导致一些不同的反应结果。相反,