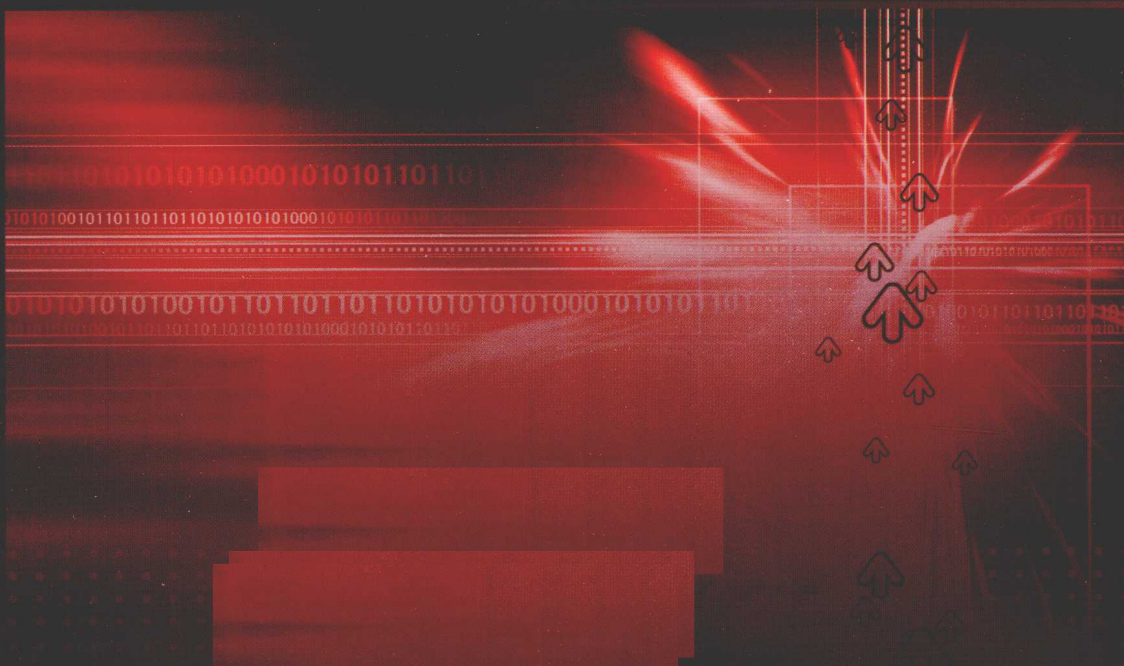




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

DSP及其应用实践

王 岩 编著
沈 毅 主审



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

DSP及其应用实践

王岩 编著
沈毅 主审



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

DSP(数字信号处理器)是一门应用性极强的学科,DSP的学习和使用无不与实践紧密相连,而任何知识的学习和技能的掌握都要有相应的指引,并在实践中磨练。希望本书能成为DSP学习者的有益指引和DSP应用者的实践指南。

现代DSP的知识浩如烟海,本书只能介绍其皮毛,希望读者能管中窥豹,以此进入DSP的绚丽世界。全书共分10章,以美国TI公司TMS320F281XDSP为核心,从DSP等微处理器的历史沿革开始,以DSP的基本知识入手,以配套DSP演示验证板辅助,由浅入深介绍了DSP的结构体系、存储器、系统控制和中断、引导装载、串行通信、数模转换器等主要内容。本书每一章都结合了DSP演示验证板的设计和编程,期待读者能够在学习后独立完成DSP系统的软硬件设计。

本书以工程应用为核心,适合于大专院校本科生及研究生使用,同时也可供专业开发人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

DSP 及其应用实践/王岩编著. —哈尔滨:哈尔滨
工业大学出版社,2010.12
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5603-3163-8

I . D… II . ①王… III . ①数字信号 - 信息处理 -
高等学校 - 教材 IV . TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 008048 号

责任编辑 杜 燕
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451 - 86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 15.25 字数 350 千字
版 次 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-3163-8
定 价 30.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

数字信号处理器(DSP)在国内外电子系统的设计开发中应用非常广泛,TI公司的TMS320系列DSP被很多用户选用,原因在于其技术领先和开发工具的普及。TMS320产品中2X系列DSP由于其简便易用、价格低廉等优点被广泛采用。2X系列产品中以281X为较高性能产品(283XX在281X基础上,扩展了浮点单元等功能,为最新型号产品),该系列DSP具有很高的运算速度、种类齐全的片上外设、功能强大的开发工具,适用于各类电子系统的开发。

本书以281XDSP为对象,面向期望开始学习DSP的入门者,也可供有一定经验的开发者参考。衷心期待读者能够通过本书进入DSP的多彩世界,能否入门,取决于读者自身的努力和外界条件的辅助,希望本书能够起到些微之力。

DSP的缩写通常代表两种含义:1. Digital Signal Processor,数字信号处理器;2. Digital Signal Processing,数字信号处理。两者关系密切,数字信号处理的理论和算法通常建筑在数字信号处理器这个硬件基础上,而数字信号处理器的产生与发展也是为了更好地实现数字信号处理的目的。本书的DSP则是专指数字信号处理器。

DSP发展到今天早已不局限于数字信号处理的领域,广泛应用于电气电子系统设计的各个分支,如美国TI公司2X系列DSP大量应用于工业控制、电机控制、数字信号处理等行业,2X系列DSP中283XXDSP内部含有浮点处理器,能够实现高性能数值运算;280XDSP具备高速运算性能的同时还具有体积小、价格低至单片机水平的优点。281XDSP是2X系列DSP中的成熟型号,具有高速的运算性能、丰富的接口外设、易用的开发工具、很高的性能价格比。

作为一本入门书,自然以DSP的初学者为对象,每一个初学者都希望学有所得。以此为目的,本书有不同于其他书籍的特点。

首先,DSP作为一种高性能的数字信号处理器件内容比较繁杂,本书只选择其中基础和重要的内容加以介绍,待读者掌握了基本内容之后,完全可以在此基础上自行深化。

其次,DSP作为一个工程性很强的学科,要学以致用就必须与实践相结合,为配合本书教学,我们设计了HIT-2812演示验证板,该演示验证板上设计实现了DSP的各种基本功能,同时演示验证板上的所有资源开放,本书第2章介绍了该演示板的结构设计,全书每一章都有配合该演示板的教学实验程序。通过与硬件设计及软件编程相结合,相信读者能够获得更大的收获。

本书从DSP的基本内容概述入手,共分十章,第1章和第2章介绍了DSP等微处理器的发展历史及沿革,对本书配套使用的HIT-2812演示验证板的结构设计及系统配置等内容做了详细阐述。第3章介绍了TI281XDSP的体系结构,并讲解了DSP的主要寄存器功能,同时对GPIO部分做了详细介绍,本章最后详细讲解了第一个演示程序,并对DSP的C语言编程中应用的数据结构等知识做了阐述。第4章主要介绍了DSP的存储器,包括存储系统结构,内部存储器和外部接口XINTF。第5章介绍了DSP系统控制和中断管理部分,

TI281XDSP 的中断管理比较复杂,包括 CPU 中断和 PIE 部分,此外本章还介绍了 CPU 定时器和看门狗模块部分。第 6 章介绍了 DSP 的引导装载系统,对各种引导模式及数据流结构做了说明。第 7 章和第 8 章分别介绍了 SCI 通信接口和 SPI 通信接口。第 9 章介绍了 DSP 的片上 AD 转换器。第 10 章给出了两个演示实例,分别是 CCS 探针点调试工具使用,及配套演示验证板的 DA 输出使用实例。

本书编写目的是为配合 DSP 教学的需求。笔者一直期望能够完成一本相对精彩并尽量准确的 DSP 入门书,但最终结稿时仍不可避免地存在诸多不妥之处,先于此向读者致歉。

感谢哈尔滨工业大学航天学院沈毅教授百忙中审阅了书稿,并提出了宝贵意见。感谢研究生王祇文完成了本书配套演示验证板的设计制作。感谢薛婷允协助完成书稿的校对并给予诸多支持。如果您对本书或 DSP 教学及应用有任何建设性意见请电邮至 E-mail: dsp_book@163.com.

作者
2010.10

目 录

第 1 章 开始 DSP 的学习之旅	(1)
1.1 DSP 和单片机的对比	(1)
1.2 为什么要采用 DSP	(6)
1.3 DSP 等微处理器的发展历史	(6)
第 2 章 DSP 实例解说	(13)
2.1 开始之前	(13)
2.2 DSP 最小系统	(28)
2.3 扩展功能	(36)
2.4 PCB 板设计	(38)
第 3 章 DSP 结构概述及通用输入输出端口 GPIO	(42)
3.1 什么是 TI28XDSP	(42)
3.2 TI28XDSP 结构中需要说明的问题	(43)
3.3 DSP2812 的 GPIO	(52)
3.4 演示程序	(56)
第 4 章 DSP 的存储器	(72)
4.1 片内存储器	(72)
4.2 外存储器和外部接口 XINTF	(75)
4.3 演示程序	(83)
第 5 章 DSP 系统控制与中断	(87)
5.1 系统控制与时钟	(87)
5.2 DSP 的 CPU 中断	(96)
5.3 DSP 片内外设的中断扩展管理(PIE)	(103)
5.4 CPU 定时器	(117)
5.5 看门狗模块	(121)
5.6 演示程序	(123)
第 6 章 DSP 的引导装载 Bootloader	(148)
6.1 引导 ROM 概述	(148)
6.2 引导装载 Bootloader	(149)
6.3 引导装载的数据流格式	(152)
6.4 引导装载程序	(158)
6.5 演示程序	(161)

第 7 章	SCI 串行通信接口	(165)
7.1	SCI 概述	(165)
7.2	SCI 通信结构	(167)
7.3	SCI 多机通信	(169)
7.4	SCI 中断和波特率设置	(171)
7.5	SCI 寄存器	(172)
7.6	演示程序	(178)
第 8 章	SPI 串行外设接口	(184)
8.1	SPI 模块概述	(184)
8.2	SPI 操作模式	(186)
8.3	SPI 中断和数据传输	(187)
8.4	SPI FIFO	(189)
8.5	SPI 寄存器	(190)
8.6	演示程序	(196)
第 9 章	A/D 转换器	(204)
9.1	AD 转换排序器工作原理	(205)
9.2	连续自动排序模式	(208)
9.3	启动/停止模式	(209)
9.4	同步采样和触发信号	(210)
9.5	排序转换的中断操作模式	(211)
9.6	ADC 时钟及其他	(212)
9.7	ADC 寄存器	(213)
9.8	演示程序	(221)
第 10 章	两个例子	(226)
10.1	例 1 探针点调试工具的使用	(226)
10.2	例 2 演示验证板的 DA 输出	(232)
参考文献		(236)

第 1 章

// 开始 DSP 的学习之旅

DSP 这个词在不同的领域具有不同的含义。本书中, DSP 指“数字信号处理器”, 但事实上 DSP 并非局限于数字信号的处理领域, 而广泛应用于电气控制的各个行业。当你需要一个高速、大容量、外设丰富的核心控制芯片时, DSP 很可能是个好选择。通过后面的章节, 我们将开始 DSP 的学习之旅。

1.1 DSP 和单片机的对比

开宗明义, 笔者猜想读者拿起这本书之前都会对 DSP 有所了解, 至少有所耳闻, 清楚 DSP 是一种用来设计硬件电路来实现某些电气功能的集成电路芯片。有此基础, 足以开始学习 DSP。

任何知识的学习、技能的掌握都需要一定的前期基础, DSP 也不例外。笔者很希望每一个想学习 DSP 的人都有这样的前期准备: 学习过一种单片机原理、有基本的模拟电路和数字电路知识、有一定的 C 语言和汇编语言编程经验、制作过简单的 PCB 板、有阅读英文文献的能力、强烈的求知欲、迫切的应用需求和渴望工程实践的愿望……, 如果读者具备这些条件, 毫无疑问可以轻松学习和掌握 DSP。然而先贤曾说过: 1% 的聪明才智和 99% 的辛苦汗水更能造就真正意义上的成功。所以, 无论你基础如何, 我们都可以开始 DSP 学习之旅。

真正开始之前, 先做一个对比。首先介绍 HIT - F2812 - V1.0 板, 这是与本书相配套的一块演示验证板, 在之后的学习中, 都将以这块板为例, 讲解 DSP 各部分的基本设计原理和软件编程规则, 通过学习之后, 每个读者最终都可以设计出同样的电路板。这也是本书的特色和独到之处。了解 DSP 应用板卡市场的读者应该知道, 目前市场上出售的 DSP 板卡上都设计有一片 CPLD, 用它来做芯片间的逻辑处理和译码等操作固然方便简单, 但同时也给初学者真正彻底掌握 DSP 硬件电路的设计带来了不可逾越的障碍。HIT - F2812 - V1.0 演示验证板全面开放, 以简单的设计方法实现了 DSP 基本功能, 该板可以不用改动或稍加改动即可应用在绝大多数场合。重要的是, 该板的所有设计细节都将在随后的章节中提及, 并有详细的电路图和 PCB 图供大家参考。

HIT - F2812 - V1.0 演示验证板简介: CPU——TMS320F2812, 运行速度 150 MHz, 指令周期 6.67 ns, 是一个 32 位高速处理器, 运算速度达到 1.5 亿次/秒, 仅仅这样的运算速度在 20 年前, 已经是巨型计算机的水准, 而今天我们仅仅付出百元人民币就可以轻易获得! 此外, 该 DSP 内部还带有高达 128K 的 FLASH 存储器、高速 AD 转换器、事件管理器、多种串行接口、支持 C 及 C++ 编程语言等。此外, 在板上扩展了 64KSRAM、4 路并行 DA 转换器、RS485 接口、SPI 接口、基本的 DI/DO 接口。依靠这块电路板, 可以完成大量的数据处理和控制工作。

图 1.1.1 为 HIT - F2812 - V1.0 演示验证板, 本书中的设计实例及演示程序均以该板为

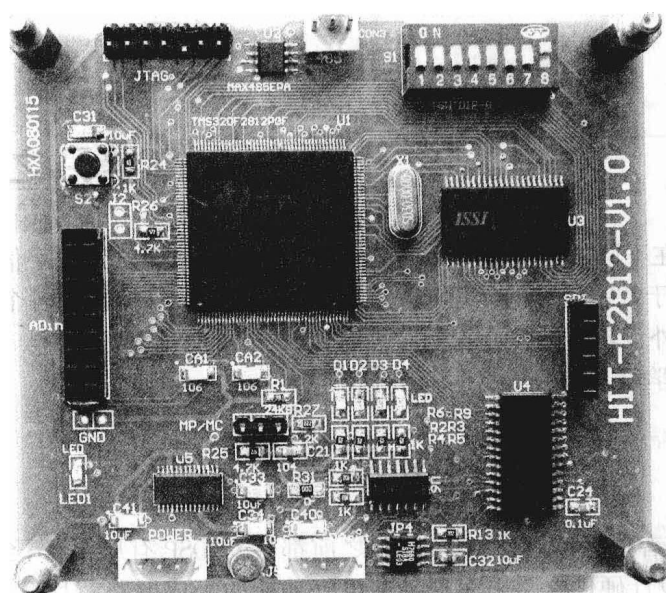


图 1.1.1 HIT-F2812-V1.0 演示验证板

基础。读者通过学习,最终都可以自己独立设计和制作这样的演示验证板,还可以稍加改变使之可以用于绝大多数控制应用场合。

图 1.1.2 为 HIT-F2812-V1.0 演示验证板的核心处理器,也就是本书的主角 DSP——TMS320F2812PGFA。图片中为该 DSP 的一种常用的封装形式(也就是通常所说的贴片形式)。之后的章节将详述它的各种特性。

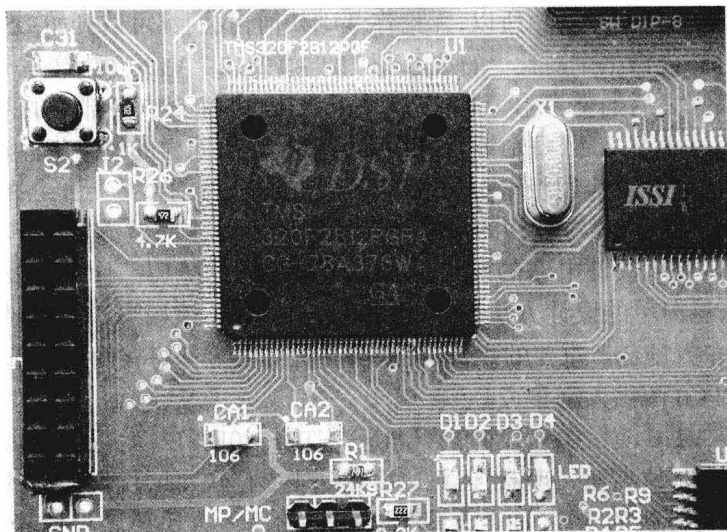


图 1.1.2 TI 公司 TMS320F2812DSP 外观

忘记历史等于背叛。在学习新知识之前,我们先用最尊敬的态度回顾一下微处理器的历史(在这里将主要对比 MCS51 单片机)。

如前所述,无论单片机还是 DSP 都是为了解决实际工程问题而诞生,也都是因实际需求而不断更新和发展。最早的单片机诞生于 20 世纪 70 年代,利用集成电路技术把中央处理

单元(Center Processing Unit,即 CPU)和数据存储器(RAM)、程序存储器(ROM)及其他 I/O 口集成在一块芯片上,构成一个最小的计算机系统。由于当时微电子技术尚处于初级发展阶段,单片机技术也处在萌芽时期,元件集成规模还较小,功能也比较简单。

1976 年 INTEL 公司推出了 MCS-48 单片机,并于 1980 年发布了 MCS-51 单片机。同时期前后也有其他公司的类似产品问世,如 Motorola 公司的 68 系列,此外还有著名的 6502、Z80 等。这些微处理器当年都有一段叱咤风云的历史:6502 作为 APPLE-II 的中央处理器(图 1.1.3)当之无愧地成为今天桌面 PC 的鼻祖;Z80(图 1.1.4)也是一代单板机英豪。20 世纪 80 年代的微电子科技发展历程可以说是一段最有趣味性的传奇历史,而这些微处理器无疑是当红主角。

6502 是 APPLE 计算机的 CPU,在上世纪 80 年代,APPLE 计算机曾是一代人心目中的圣器。

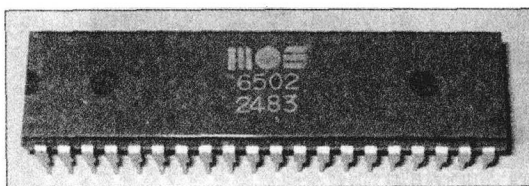


图 1.1.3 6502 微处理器外观

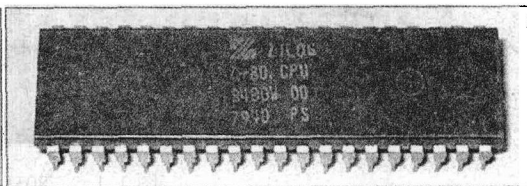


图 1.1.4 Z80 微处理器外观

滚滚长江东逝,浪花淘尽英雄。INTEL 的 MCS-51 早已停产多年,但其经典的体系结构和指令系统今天仍然被大量厂商仿效,大批高速多功能的兼容 51 芯片支撑着各类电子产品体系,可以说 INTEL 的 MCS-51 在单片机的产业历史中居功至伟。

图 1.1.5 是以 51 单片机为核心的控制电路板,板上附带了绝大部分功能,扩展了 RAM 和 ROM,通过 8255 扩展了单片机端口,通过 AD574 扩展了 AD,通过 0832 扩展了 DA,此外还扩展了 RS232 串行接口、实时时钟、键盘等。这些扩展功能不再赘述。

图 1.1.6 为 INTEL MCS-51 的兼容芯片 ATMEL AT89C51(主要区别是增加了 4KFlashROM,提高了易用性),该芯片是使用量较多的一个型号。上图中的几个芯片(AT89C51-CPU、27512-EPROM、61256-RAM),构成传统 51 单片机的核心部分。图中 8051 单片机、ROM、RAM、锁存器及 PAL 芯片组成的核心部分在 DSP 电路中基本可以用一片 DSP 来代替,同时运行速度至少有 2 个数量级的提升。

兼容芯片 ATMEL AT89C51 与传统 51 的区别这里不详述,只看相同点:

- 最高 12MHz 工作频率;
- 32 个数字输入/输出引脚;
- 128 字节 RAM 存储器;
- 2 个 16 位定时/计数器;
- 5 个中断源;
- 1 个串行端口,等等。

如上图所示,传统的 51 单片机的封装形式为 DIP40(双列直插 40 针引脚),体积较庞大,但这也带来了易用性——对于初学者学习、调试和使用单片机有很大方便,至少用万用表或

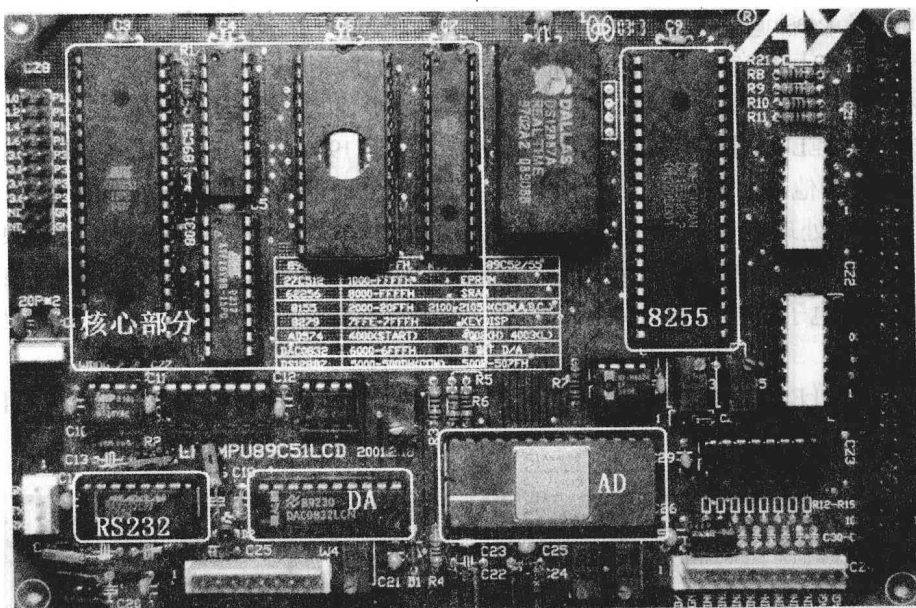


图 1.1.5 8051 单片机应用板

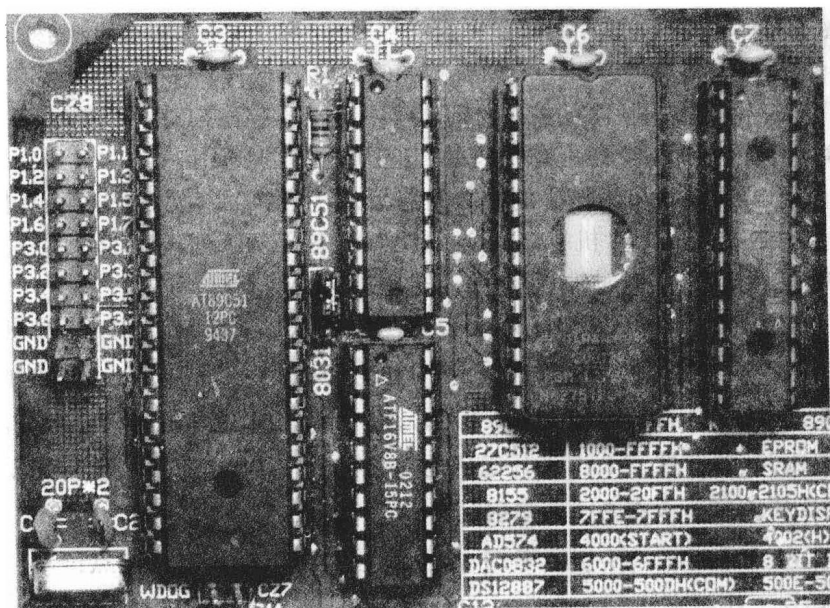


图 1.1.6 8051 单片机应用板核心部分

示波器表笔测试信号很方便(对应我们将要学习的 DSP,显然这种直接在芯片引脚上的测试要困难一些)。

相信很多人学习过 51 类单片机,所以这里只重复我们感兴趣的内容:即速度、容量、扩展性。

1. 速度。制作一个电子学控制系统,它的运行速度往往是我们首先要考虑的。在考察微处理器运行速度时常用 MIPS(Million Instructions Per Second)指标,即百万次指令/秒。IN

TEL 的 MCS-51(和很多现在的兼容 51 单片机类似),执行一条机器指令需要 12 个时钟周期,通常使用 12M 时钟频率,则 MCS-51 的机器指令速度为 1MIPS,同时,MCS-51 这种处理器,除单周期指令外,还有很多双周期指令,特别对于乘除法数学运算需要多达 4 机器周期,所以平均速度要低于 1MIPS。

2. 容量。MCS-51 内部 128 字节 RAM,兼容型号通常有 256 或 384 字节 RAM,同时兼容型号为了使用上的方便,通常还有内部程序存储器,如图中的 AT89C51 内部有 4KFlash 存储器。对于简单的应用这些存储器资源已经够用了。

3. 扩展性。MCS-51 通过复用的端口总线及外部锁存器可以扩展 RAM 和 ROM。通过中断线和数据地址总线也可以扩展 AD,DA 设备,也可以扩展串、并口等。

如上所述,典型的基本 51 单片机可以实现基本的电子学控制任务,适当的设计可以满足低成本、低速度的要求。而且经典的单片机体系结构也适合初学者入门和学习。当然,对于稍高一些的应用需求,就需要更高级别的设备来完成。由于 51 单片机的大行其道,后期兼容 51 芯片种类繁多,图 1.1.7、1.1.8 所示为其中典型的一种——Silabs 公司的 C8051F120 (即为 C8051Fxxx 系列中的一个型号)。它在兼容传统 51 指令的基础上大幅提高了性能。

1. 速度。采用兼容的高速内核,系统时钟通过可编程 PLL 最高可至 100 MHz 时钟频率,最重要的是 70% 指令的执行时间为 1~2 个时钟周期,也就是最高可以接近 100 MIPS。这一速度对于很多应用已经绰绰有余了(此速度实际上已经比很多低端 DSP 更快)。

2. 容量。内部 8K+256 字节 RAM,128K 字节 Flash 程序存储器。

3. 扩展性。8 路 12 位 AD,2 路 12 位 DA,64IO,串行接口,定时/计数器,监视定时器(看门狗),内置温度传感器,JTAG 调试接口等。

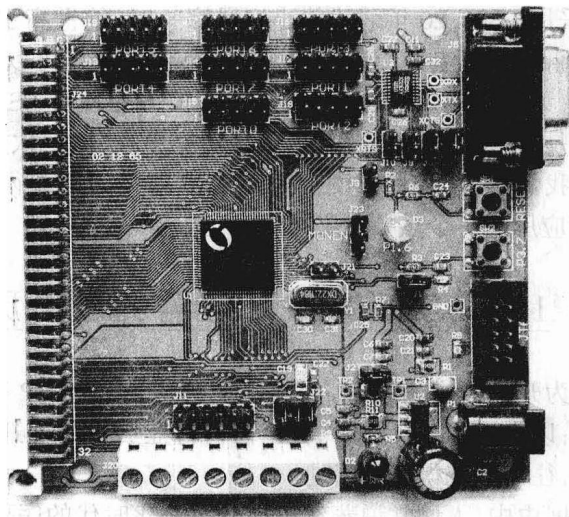


图 1.1.7 C8051F120 单片机应用板

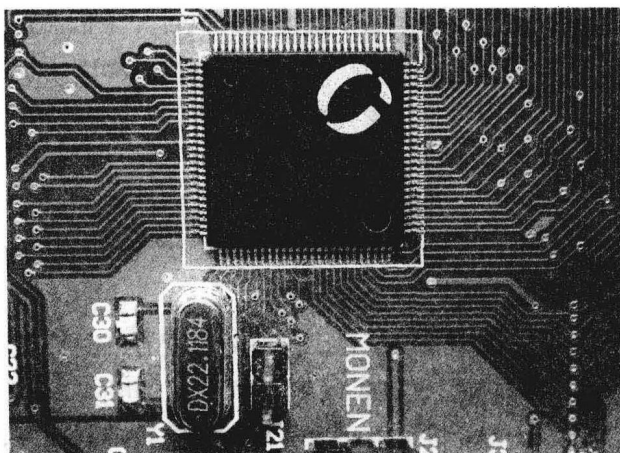


图 1.1.8 C8051F120 单片机

1.2 为什么要采用 DSP

做过实际系统设计的工程师都知道,大多数的电气控制类应用都包括:核心部分的 CPU (中央处理单元)、RAM/ROM 等组成中央控制部分,再辅以必要的外围器件,如 AD/DA、基本 IO 手段(如基本的拨码开关、LED 灯)、串/并行通信接口等。以此实现:能够接受外界的基本输入(数字量 DI、模拟量 AD 等),通过 CPU 提供的数据处理能力,按照相应功能的算法或程序,得到运算结果,并把结果通过基本输出手段送出(数字量 DO、模拟量 DA 等),同时还要具有和其他系统的标准通信能力(如串行接口等),这样就可以完成大部分的电气控制应用。

如此,为何要采用 DSP? 20 年前武侠小说风靡一时,绝世高手飞檐走壁无所不能,本人也曾是那些传奇故事的拥趸者,小说中的一句经典台词正好可以解释为何采用 DSP——天下武功,唯快不破。无论是单片机 MCU,还是数字信号处理器 DSP,抑或是桌面 PC 的 CPU,其发展过程无外不是追求速度更快、容量更大、功能更强,而每次升级换代都是为了获得更好的性能。而对于我们来说,某种程度上采用 DSP 就是为了获得一个更高速的单片机,这也是 DSP 在控制中应用的一个重要意义。

1.3 DSP 等微处理器的发展历史

既然本章是作为开篇的绪论内容,当然不能免俗,关于 DSP 等微处理器的发展历史一定要介绍。古语有:以史为鉴,可以知兴替。任何行业历史的变迁必能折射出未来的走向。简单回顾一下过去,往往能获得新的启迪。

在近代科技发展史中,人们常说蒸汽机拉开工业化时代的序幕。而近 30 年电子学领域(特别是微电子)的飞速发展则是支撑现代科技社会进步的主要动力。其中最引人注目的应该算是微处理器(Microprocessor),其定义和分类莫衷一是,这里的介绍源于本人的理解。

1. 通用处理器(GPP)

采用冯·诺依曼结构,程序和数据的存储空间合二为一,如早期 8-bit 微处理器 6502、Z80;之后 INTEL 公司的 8086/286/386/486/Pentium/Pentium II/ Pentium III, IBM 公司的 Power-PC 64-bit CPU(曾应用于 SUN Sparc、DEC Alpha、HP 工作站)等等。通用处理器采取各种方法如提高时钟频率、采用高速总线、多级 Cache、配置协处理器等提高计算速度。

图 1.3.1 就是上世纪 70 年代大名鼎鼎的 APPLE(苹果)计算机,它可是今天桌面 PC 的老前辈,CPU 就是前面提到的 6502。生于 20 世纪 70 年代的计算机爱好者应该对它情有独钟。

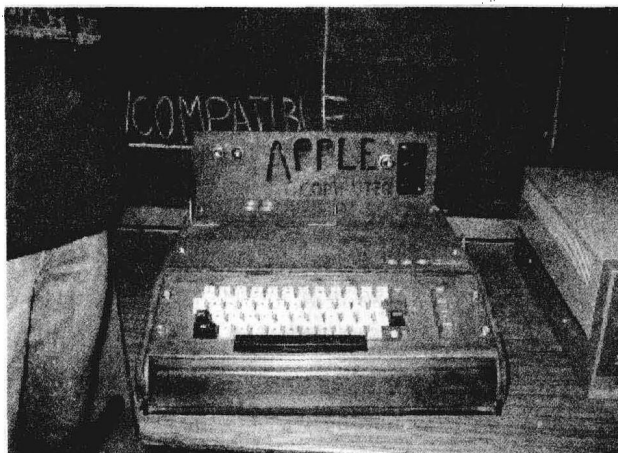


图 1.3.1 以 6502 为 CPU 的 APPLE 计算机

图 1.3.2, 1.3.3 为 INTEL 微处理器的早期型号 4004、8008,曾用于计算器中。这些微处理器虽然看似其貌不扬,但它们的构思和设计却为开创一个新时代而奠定基础。

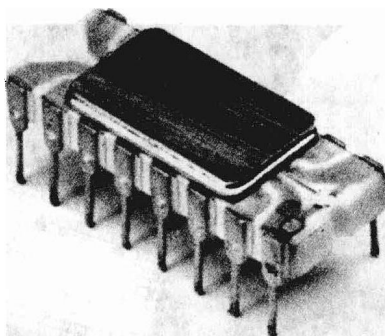


图 1.3.2 INTEL 4004 微处理器

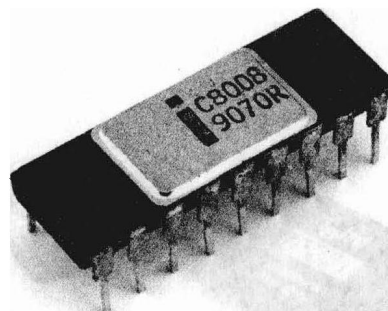


图 1.3.3 INTEL 8008 微处理器

图 1.3.4 为 INTEL 著名的 8086 微处理器,该处理器是今天广泛应用的桌面 PC 的开山鼻祖,虽然现代微处理器在架构和性能上与 8086 相比早已完成了无数次超越,但遥想当年,IBM 以 INTEL 8086 为 CPU、以微软 DOS 为操作系统的 PC 机,开创了一个微计算机的新时代,成就了无数辉煌的人物,更创造了现代计算机传奇般的历史。

图 1.3.5 为 INTEL 80286 微处理器,它同样应用在 PC 机中,在性能上 80286 比 8086 获得了很大的提高,更加奠定了 INTEL 在 PC 机微处理器市场中的主导地位。作者个人的第一

台 PC 机的 CPU 就是 80286, 内存 1M、硬盘 40M、5 英寸软驱, 这曾经的豪华配置花了作者近 9 000 元人民币。今天看来, 摩尔定律真的是电子时代的真理。

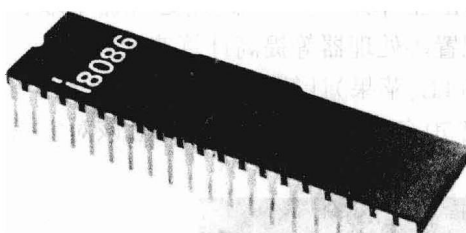


图 1.3.4 INTEL 8086 微处理器

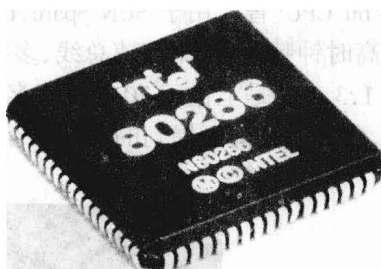


图 1.3.5 INTEL 80286 微处理器

图 1.3.6 为 INTEL 80386 微处理器, 从图中很容易看出它们的进化过程: 从双列直插形式的 8086, 到 PLCC 形式的 80286, 再到 BGA 形式的 80386, 微处理器芯片引脚在不断增加、功能在不断强大。以今天的眼光来看, 80386 更接近现代微处理器的概念, 追求高速大容量, 不断推陈出新。从 80386 开始 INTEL 配套推出数学协处理器 80387 以加快数值运算的速度, 作者还清楚记得, 当时 PC 主板上的 80387 插座居然没有任何的防误插设计, 装机伙计不小心把 80387 方向插错, 伴随着一缕轻烟升起的是店老板的怒火。

图 1.3.7 为 INTEL 80486 微处理器, 应该说 80486 是 INTEL 奠定 PC 微处理器王者地位的基石。80486 已完全具备现代微处理器的几乎所有特征, 相当于把经过优化的高速 80386 + 80387 + 高速缓存整合在一起。图 1.3.8 是作者保存的 486 时代的兼容产品 Cyrix 的 Cx486DX2/66 芯片, 今天台湾威盛已基本退出 PC 机 CPU 市场的竞争, 但当年这款 Cx486 却曾经热销过。

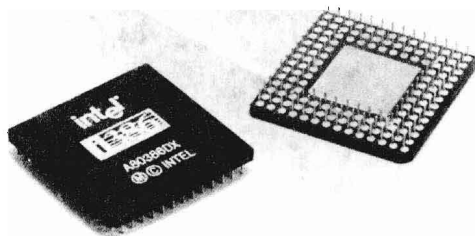


图 1.3.6 INTEL 80386 微处理器

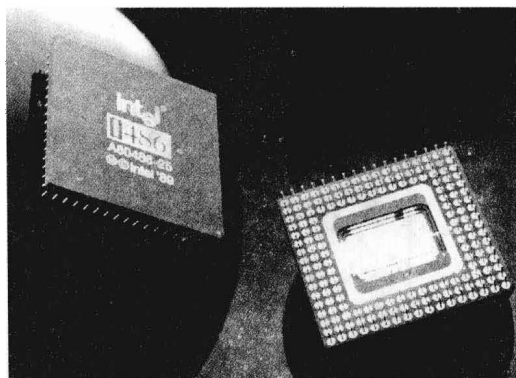


图 1.3.7 INTEL 80486 微处理器

2. 单片机 Single Chip Computer/ Micro Controller Unit(MCU)

单片机除通用 CPU 所具有的 ALU 和 CU, 还有存储器(RAM/ROM)寄存器、时钟、计数器、定时器、串/并口等, 有的还有 A/D, D/A。典型的如 INTEL 的 MCS-48/51/96 系列、MicroChip 的 PIC 系列、Motorola 的 HC68 系列等。图 1.3.9 为 ATMEL 的兼容 INTEL51 单片机 AT89C55WD, 图 1.3.10 为 Motorola 的 MC68X 单片机(带 EPROM 型)。

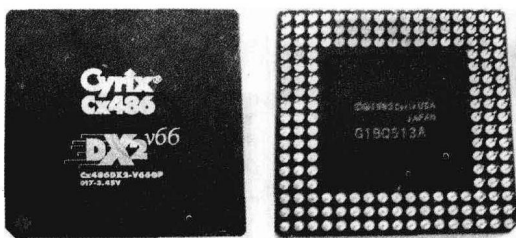


图 1.3.8 Cyrix 的 Cx486DX2/66 微处理器

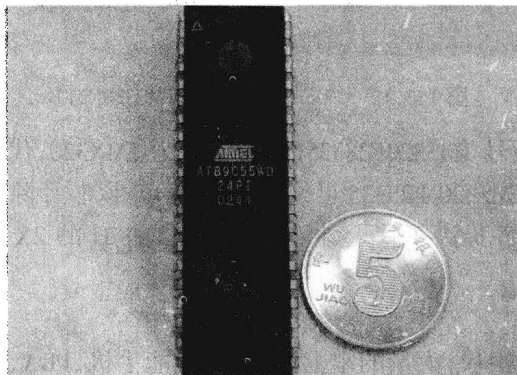


图 1.3.9 ATMEL 的兼容 INTEL51 单片机 AT89C55WD

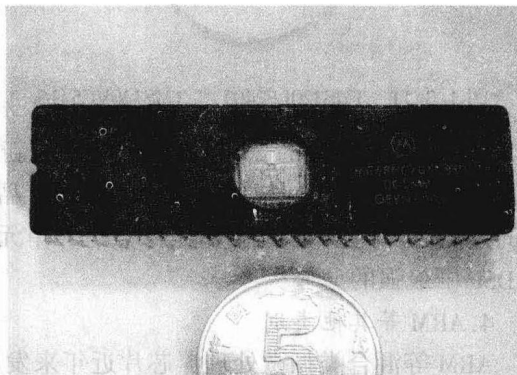


图 1.3.10 Motorola 的 MC68X 单片机(带 EPROM 型)

3. DSP

DSP 一般采用哈佛总线结构,程序和数据分开存储,其设计目的是为实现高速运算,所以采用了一系列措施保证数字信号的处理速度,如对 FFT 的专门优化等。

图 1.3.11 左边是 TI 的 2X 系列 DSP 中常用型号:TMS320LF2407,这个芯片运算速度达到 40MIPS,并且价格相对低廉,被广泛使用。图中右边的是 TI 的 5X 系列 DSP 中常用型号 TMS320VC5416,该芯片的运算速度高达 160MIPS,应用在一些需要高速计算的场合中。两种芯片都是 144 引脚,从图上放置的 5 角硬币,可以看出它们的大小尺寸。实际上 TI 的 2X 系列和 5X 系列 DSP 在内核上是很相似的。

图 1.3.12 中左边是 TI 的 2X 系列 DSP 中的高端型号 TMS320F2812,它是本书的主角,后续章节将以该芯片为核心来阐述 DSP 的相关内容;该芯片共有 176 个引脚,比上面的 TMS320LF2407 稍大,芯片功能也强大很多——运算速度为 150MIPS、内核 32 位、内部 128KFLASH 存储器等。图中右边是 TI 的 2X 系列 DSP 中的早期型号:TMS320F240,运算速度只有 20MIPS,内部 FLASH 存储器 16K,但该芯片的接口电平是 5V,可以很方便地和 TTL 器件连接,因此过去也被广泛应用。

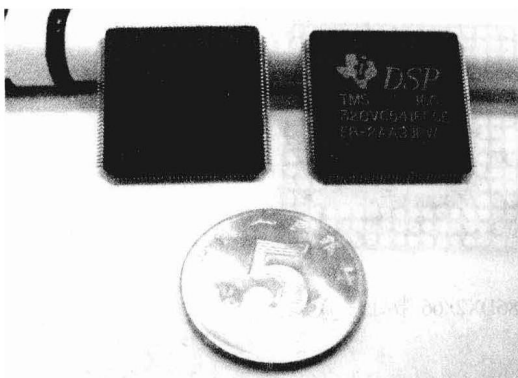


图 1.3.11 TMS320LF2407 和 TMS320VC5416

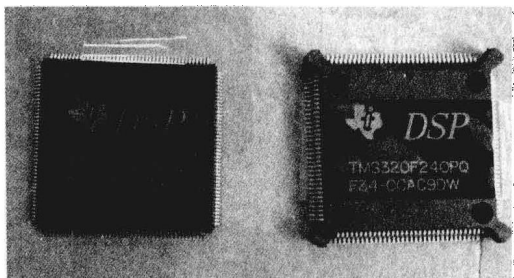


图 1.3.12 TMS320F2812 和 TMS320F240

图 1.3.13 是 TI 的 2X 系列 DSP 中的最新型号 TMS320F28335(图中型号为 TMX320, 代表芯片的测试阶段产品, 现在该芯片的正式产品 TMS320 F28335 已经投放市场)。该芯片除原有的定点运算内核外, 还扩展了浮点运算单元, 并提高了片上外设功能, 是目前 TI 的 2X 系列 DSP 中最强的型号。

4. ARM 等其他类别

ARM 等混合类型微处理器芯片近年来发展很快, 大量的掌上设备(如智能手机、PDA、游戏机等)都采用这类芯片, 该类芯片提供了高性能、丰富的资源和扩展能力。ATMEL、三星、飞利浦等公司都有该系列芯片生产, 图 1.3.14 为飞利浦公司的 ARM7 芯片 LPC2104, 该芯片为 32 位 ARM7 系统, 片内有 128KFLASH 存储器、64K RAM, 运行频率 60MHz, 体积如图所示, 很小巧, 适合便携设备使用。



图 1.3.13 TMX320F28335

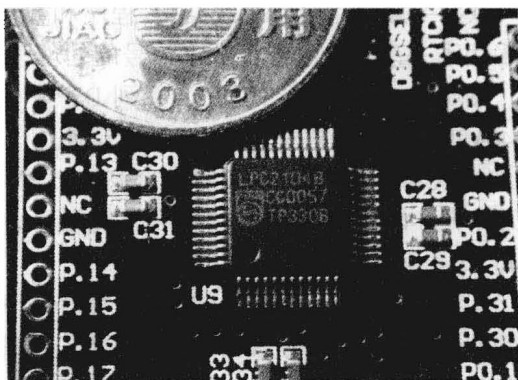


图 1.3.14 飞利浦的 ARM7 芯片 LPC2104

图 1.3.15 为 HP 公司 PDA 采用 ARM 处理器 S3C2410。图 1.3.16 为使用 ARM 处理器 S3C2410 的开发板, 图 1.3.17 为 ARM 处理器 S3C2410。

在目前的国内 DSP 市场中, TI 公司占有很大份额, 作为老牌电子器件制造商, TI 一直引导着 DSP 的发展方向。

- 1982 年, TI 推出了首款可编程通用数字信号处理器(DSP)——TMS32010, 该器件每秒可执行 5 百万条指令(5MIPS)。

- 1984 年, TI 推出第二代 DSP——TMS320C2X。