

DSP

开发应用技术

曾义芳 编著



北京航空航天大学出版社

TN911.72/204

2008

DSP 开发应用技术

曾义芳 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍 DSP 技术在众多科技领域中的应用,包括在数据采集和处理、现代通信技术、软件无线电、图像处理、语音信号处理、音/视频信号处理及消费电子产品、测控系统、电力和电机控制、水声和声纳及雷达信号处理、仪器仪表和其他领域中的应用。每章均围绕系统和设备的软硬件组成、功能、特点进行精炼的介绍。

本书系统性、概括性、实用性强,适合众多科技领域中的研究及开发人员参考,可作为大专院校数字信号处理课程的应用实例,也可作为企事业单位及公司培训技术人员的范本,更适合图书馆、情报资料室收藏。

图书在版编目(CIP)数据

DSP 开发应用技术/曾义芳编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2008.1

ISBN 978-7-81077-904-3

I. D… II. 曾… III. ①数字信号—信息处理②数字信号—微处理器 IV. TN911.72 TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 006058 号

©2008,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。
侵权必究。

DSP 开发应用技术

曾义芳 编著

责任编辑 王 超 冀润兰 张小卫

*

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(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:50.25 字数:1286 千字

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81077-904-3 定价:85.00 元

前言

随着微电子技术、计算机技术和超大规模集成电路技术的蓬勃发展,数字信号处理的理论不断更新、完善,并与其他科技领域逐渐渗透和融合,DSP 技术成为实现信号处理的重要手段和物质基础。

目前,DSP 厂家不断推出多种系列、各种类型、不同档次的 DSP 产品,以满足实际应用需要。而且,随着 DSP 性能的迅速提高和成本的大幅度下降,DSP 的应用范围不断扩大,已成为目前产量和销量增长最快的电子产品之一。

DSP 技术与软件无线电技术、可编程门阵列技术、嵌入式技术、片上系统(SoC)技术息息相关。DSP 与微处理器(MPU)、微控制器(MCU)的进一步结合,推动了 DSP 应用技术的发展。作为 DSP 技术的业内人士,不仅要了解 DSP 的基础知识和基本理论,更要了解和掌握 DSP 的开发和应用技术,以实现和完成数字信号处理和 DSP 应用技术方面的科研、创新及教学。

DSP 的应用可归结为如下方面:

(1) 通用数字信号处理

数字滤波、卷积、相关快速傅里叶变换(FFT)、希尔伯特变换、自适应滤波、窗函数、波形发生、离散余弦变换(DCT)、谱分析、模式匹配等。

(2) 通信信号处理

数据与数字通信、高速调制解调器、编/译码器、自适应均衡器、ADPCM 码变换器、信道复用、线路中继器、X.25 分组交换、未来终端、数字语音插值(DSI)、个人通信系统(PCS)、XDSL、传真、程控交换机、寻呼机、细胞电话、蜂房移动电话、可视电话、纠错编码、数字基站、MP3 和 AC-3 的直播卫星、地面的 DAB 和 SW、MW、AM 数字化广播、数字留言机、回音消除、噪声抑制、电视会议、保密通信、卫星通信、扩频通信、短波通信、图像数据通信、TDMA/FDMA、CDMA 等各种通信制式。随着互联网的迅猛发展,DSP 又在网络管理/服务、信息转发、IP 电话等新领域扮演着重要角色,而软件无线电和虚拟无线电的提出和发展进一步增强了 DSP 在无线通信领域的作用。

(3) 军事国防装置和系统

火控系统、战场 C³I 系统、导航、导弹制导、目标搜索跟踪、尖端武器试验、航空/航海舰船装置应用、航空航天试验、宇宙飞船、侦察卫星、电子干扰和电子对抗、战场侦察和战场信息搜集、战场联络和加密通信、无人侦察飞机和战车及坦克电子应用、单兵电台等。

(4) 图形/图像信号处理

二维和三维图形处理、三维图像变换和旋转、模式识别、图像增强、图像处理、图像压缩、图像运动估计、补偿、传送、动画制作和数据图、电子出版、电子地图、机器人视觉、人的眼底视图和指纹验证、机器眼、图形/图像工作站、同态处理和各种规模的图像处理系统、多媒体装置、彩色文件和图像传送、图像识别和跟踪、远程监控。

(5) 自动化控制

磁盘、光盘、打印机伺服控制、发动机控制、数控机床、机器人生产线控制、逆变器、数据采集、电机马达控制、引擎控制、电力线监控、遥控机械装置、功率性监视、安全性通路控制、振动

台等的控制。

(6) 语音处理

语音分析与检测、语音识别、语音编码、语音增强身份识别、人声合成、矢量编码、语音信箱、语音声码器技术、文本/语音转换、语音声谱图仪、语音工作站、语音存储、语训仪等。

(7) 雷达信号处理

雷达信号检测与估测、PD 雷达、合成孔径雷达(SAR)、抗干扰雷达和探雷雷达、战场侦察雷达、双基地雷达、气象雷达等信号处理、雷达动目标检测与测距及雷达成像、阵列天线与自适应波束控制等信号处理。

(8) 声纳信号处理

自适应波束合成、非线性噪声处理、潜艇噪声监测、吊放声纳全信号模拟、声纳定位测量、船舶行音探测、声纳船舰识别、水声浮标信号处理和监视、水听器频率与传送函数测量等。

(9) 仪器仪表和测试设备

测量数据谱分析、自动监测及分析、暂态分析、勘探、模拟试验、数字示波器、逻辑分析仪、信号发生器、虚拟仪器、模态分析和故障诊断设备、信令分析仪、振动分析仪、动态测试分析系统等。

(10) 地质、地震

大地电磁测深数据处理、地震勘探信号多通道实时信号处理、地震数据处理系统。

(11) 医学和生物医学工程

助听器、工业 CT 和医学、CT 扫描、超声波、心脑电图、核磁共振、生命监护和患者、医疗监控、胎儿心声检测和监护、无损检测、便携式健康监测产品、助听助视设备、内嵌人造器官、远程医疗设备、实时医疗仪表、整形术、超声设备等。

(12) 计算机与工作站

阵列处理机、计算加速卡、图形加速卡、多媒体计算机、计算机加速卡、高速大容量硬盘、扫描仪等。

(13) 个人数字助理

个人数字助理装置(PDA)、可穿戴计算设备等。

(14) 消费电子

数字电视、高清晰度电视、图像/声音压缩解压器、VCD/DVD/CD 播放机、电子玩具、游戏机、数字留言/应答机、汽车电子装置、高保真音响和音响合成、住宅电子安全和集成信息控制系统、家电脑控制装置和智能家电、PC 照相机、数码相机、数码录音机、数码录像机、数码摄像机和数据摄录放一体机、数字传呼机、动力工具、雷达探测器、网络电器、各种机顶盒(STB)、家庭影院系统、MP3 音乐播放机、游戏机、空调机、洗衣机、智能电冰箱和微波炉、自动售货机、住宅网关、Internet 电视、可佩戴式健康监护装置。

(15) 全球卫星定位系统

GPS、GLONASS 信号接收机、GPS/GIS 数据采集系统、GPS 车辆监控系统、汽车自主导航系统、GPS/GSM 移动目标定位管理系统等。

(16) 仿真与虚拟现实系统

仿真与虚拟现实输入和输出设备、自动驾驶和训练设备、娱乐设备和演示设备。

(17) 航空和航天电子设备

航空和航天电子综合设备、故障记录和分析设备。

(18) 汽车工业

自适应行驶控制、防滑制动装置、蜂窝电话、数字收音机、引擎控制、导航与全球定位、语音命令、振动分析、智能型(防撞)汽车。

全书共分10章:第1章介绍DSP在数据采集和处理系统中的应用;第2章介绍DSP在现代通信技术中的应用;第3章介绍DSP在软件无线电中的应用;第4章介绍DSP在图像处理系统中的应用;第5章介绍DSP在语音信号处理系统中的应用;第6章介绍DSP在音/视频信号处理及消费电子产品中的应用;第7章介绍DSP在测控系统中的应用;第8章介绍DSP在电力和电机控制系统中的应用;第9章介绍DSP在水声、声纳及雷达信号处理中的应用;第10章介绍DSP在仪器仪表和其他领域(医学和生物信息技术设备、GPS接收机和其他设备等)中的应用。可供科研院所科技人员、大专院校师生、公司和企业技术人员参考,也可供图书馆、资料室和情报室收藏。

本书在编著过程中,得到龙腾、周继成、陈志昊、赵勇、张伟明、康福珍、乔木、刘嘉、孙仲月、张国华、曾波、杜宝顺、陈永南、张慧敏、刘国营、马顺金、武斌、杨军军、李福鑫、高秀东、马新生、王秀玲、郭强、曹荣贵、王福林、孙华威、雷鸣、文书刚、梁红军、王靖、李文元、王跃科、李妙芹、曾丽、范京等专家的大力支持,也得到北京航空航天大学出版社专家们的帮助和指导。

由于编著者水平有限,书中不当和错误之处,恳请读者批评指正。

作者

2006年8月 于北京

目 录

第 1 章 DSP 在数据采集和处理系统中的应用

1.1 数据采集技术及 DSP 在视频和图像采集系统中的应用	1
1.1.1 数据采集技术的概念和类型及应用领域	1
1.1.2 DSP 在视频采集系统中的应用	2
1.1.3 DSP 在图像获取和采集系统中的应用	7
1.2 DSP 在数据采集模块和板卡及高速采集系统中的应用	19
1.2.1 DSP 在数据采集模块和板卡中的应用	19
1.2.2 DSP 在高速高精度采样处理系统中的应用	35
1.2.3 DSP 在通用数据采集系统中的应用	41
1.3 DSP 在中高速和低速数据采集系统中的应用	49
1.3.1 DSP 在雷达和通信数据采集系统中的应用	49
1.3.2 DSP 在振动和噪声分析及音频数据采集系统中的应用	60
1.3.3 DSP 在其他应用系统数据采集中的应用	64

第 2 章 DSP 在现代通信技术中的应用

2.1 DSP 在移动通信系统中的应用	71
2.1.1 通信技术和 DSP 的选用	71
2.1.2 正交频分复用技术及 DSP 的选用	72
2.1.3 OMAP 双核处理器及典型应用	77
2.2 DSP 在几个典型现代通信系统中的应用	88
2.2.1 DSP 在通信网络系统中的应用	88
2.2.2 DSP 在保密通信系统中的应用	99
2.2.3 DSP 在超短波和短波通信系统中的应用	106
2.3 DSP 在通信系统及电路部件中的应用	113
2.3.1 DSP 在通信系统及收发信机中的应用	113
2.3.2 DSP 在通信系统中实现的调制和解调技术	121
2.3.3 DSP 在通信电路部件中的应用	130

第 3 章 DSP 在软件无线电技术中的应用

3.1 软件无线电的基础知识	151
3.1.1 软件无线电的基本概念、发展及特点	151
3.1.2 软件无线电结构的数学观点和功能及使用的关键器件	158
3.1.3 典型的软件无线电系统结构	163

3.2 实现软件无线电的四种方案	172
3.2.1 实现软件无线电四种方案的粗略比较	172
3.2.2 虚拟无线电的特点、组成及其应用	176
3.2.3 用 DSP 实现的多处理器并行技术	183
3.3 软件无线电系统中的部件设计、标准化及其应用领域	189
3.3.1 前端部件的设计考虑	189
3.3.2 软件无线电的标准化	196
3.3.3 软件无线电的应用领域及发展趋势	201
3.4 软件无线电的部分产品和应用实例	202
3.4.1 软件无线电的部分产品	202
3.4.2 软件无线电的应用实例	209
第 4 章 DSP 在图像处理系统中的应用	
4.1 DSP 在通用图像处理、编/解码和压缩/解压缩系统中的应用	223
4.1.1 图像技术对 DSP 芯片的要求	223
4.1.2 基于 DSP 的通用图像处理系统	225
4.1.3 DSP 在图像编/解码和压缩/解压缩系统中的应用	236
4.2 DSP 在图像识别/跟踪及指纹识别系统中的应用	262
4.2.1 DSP 在图像识别系统中的应用	262
4.2.2 DSP 在图像识别跟踪系统中的应用	267
4.2.3 DSP 在指纹识别和隐藏信息识别系统中的应用	285
4.3 DSP 在图像处理系统中的应用	292
4.3.1 DSP 在成像系统中的应用	292
4.3.2 DSP 在图像检测系统中的应用	298
4.3.3 DSP 在其他图像处理系统中的应用	303
第 5 章 DSP 在语音信号处理系统中的应用	
5.1 语音信号处理的基本知识和 DSP 在语音编/解码系统中的应用	314
5.1.1 语音和语音信号处理的基本知识	314
5.1.2 DSP 在声码器中的应用	319
5.1.3 DSP 在语音编/解码系统中的应用	324
5.2 DSP 在语音通用系统和识别及压缩系统中的应用	334
5.2.1 DSP 在通用语音处理系统中的应用	334
5.2.2 DSP 在语音识别和合成系统中的应用	343
5.2.3 DSP 在语音压缩增强系统中的应用	351
5.3 DSP 在语音设备和装置及其他方面的应用	357
5.3.1 DSP 在语音处理模块中的应用	357
5.3.2 DSP 在语音设备和装置中的应用	362
5.3.3 DSP 在语音处理其他方面中的应用	370

第 6 章 DSP 在音/视频信号处理及消费电子产品中的应用

6.1 DSP 在视频和编/解码及多媒体系统中的应用	374
6.1.1 DSP 在视频信号处理方面的应用	374
6.1.2 DSP 在视频编/解码中的应用	381
6.1.3 DSP 在多媒体系统中的应用	397
6.2 DSP 在数字音频电子产品中的应用	408
6.2.1 DSP 在数字录放系统中的应用	408
6.2.2 DSP 在便携式数码唱机(或播放机)中的应用	418
6.2.3 DSP 在数字扩音系统和音频广播系统中的应用	427
6.3 DSP 在数码相机、可视终端及其他消费电子产品中的应用	430
6.3.1 DSP 在数码相机中的应用	430
6.3.2 DSP 在可视电话和视频会议终端上的应用	434
6.3.3 DSP 在其他消费电子产品中的应用	436

第 7 章 DSP 在测控系统中的应用

7.1 DSP 在列车和轴承控制及自动化控制系统中的应用	447
7.1.1 控制理论的发展、分类及 DSP 测控系统	447
7.1.2 DSP 在列车和轴承控制系统中的应用	448
7.1.3 DSP 在工业与自动化控制系统中的应用	462
7.2 DSP 在机器人和测控装置中的应用	468
7.2.1 DSP 在机器人控制系统中的应用	468
7.2.2 DSP 在一般控制和惯导系统感测装置中的应用	482
7.2.3 DSP 在惯导系统感测中的应用	493
7.3 DSP 在监视和测控及检测系统中的应用	497
7.3.1 DSP 在监视和监控系统中的应用	497
7.3.2 DSP 在测控装置和系统中的应用	506
7.3.3 DSP 在检测系统中的应用	517
7.3.4 DSP 在其他测控装置和系统中的应用	520

第 8 章 DSP 在电力和电机控制系统中的应用

8.1 DSP 在电力控制系统和装置中的应用	530
8.1.1 电力和电机控制与 DSP 技术	530
8.1.2 DSP 在电力控制系统中的应用	531
8.1.3 DSP 在电力控制装置中的应用	537
8.2 DSP 在汽车电机和工业电机控制系统中的应用	545
8.2.1 DSP 在汽车电机控制系统中的应用	545
8.2.2 DSP 在超声波电机和异步电机控制系统中的应用	548
8.2.3 DSP 在伺服和驱动系统中的应用	553

8.3 DSP 在变频调速技术和其他机电控制装置中的应用	558
8.3.1 DSP 在变频调速系统中的应用	558
8.3.2 DSP 在汽车控制装置中的应用	565
8.3.3 DSP 在其他机电控制装置中的应用	567
第 9 章 DSP 在水声和声纳及雷达信号处理系统中的应用	
9.1 DSP 在水声和声纳系统及装置中的应用	576
9.1.1 水声和声纳及雷达信号处理研究	576
9.1.2 DSP 在水声环境和水声信号处理中的应用	579
9.1.3 DSP 在水声其他设备和装置中的应用	584
9.1.4 DSP 在声纳信号处理系统中的应用	594
9.2 DSP 在复合制导和雷达信号处理系统中的应用	597
9.2.1 DSP 在复合制导信号处理中的应用	597
9.2.2 DSP 在汽车防撞雷达系统中的应用	602
9.2.3 DSP 在多种雷达信号处理系统中的应用	605
9.3 DSP 在雷达信号检测和模拟器及其他装置中的应用	619
9.3.1 DSP 在雷达信号检测处理中的应用	619
9.3.2 DSP 在雷达信号产生系统和模拟器中的应用	628
9.3.3 DSP 在雷达其他设备和装置中的应用	637
第 10 章 DSP 在仪器仪表和其他领域信号处理中的应用	
10.1 DSP 在分析仪器与通用仪器中的应用	648
10.1.1 仪器仪表与信号处理技术	648
10.1.2 DSP 在振动测试仪器仪表中的应用	651
10.1.3 DSP 在频谱和 FFT 分析仪中的应用	662
10.1.4 DSP 在示波器和波形产生器中的应用	665
10.2 DSP 在多种领域的仪器仪表中的应用	671
10.2.1 DSP 在通信监测仪器仪表中的应用	671
10.2.2 DSP 在电力监测仪器仪表中的应用	676
10.2.3 DSP 在其他领域的仪器仪表中的应用	684
10.3 DSP 在医学和生物信息技术设备中的应用	708
10.3.1 DSP 在心电监测设备中的应用	708
10.3.2 DSP 在其他医学设备中的应用	714
10.3.3 DSP 在生物医学和生物信息技术设备中的应用	725
10.4 DSP 在 GPS 接收机和其他设备中的应用	737
10.4.1 DSP 在 GPS 接收机中的应用	737
10.4.2 DSP 在传感器技术中的应用	748
10.4.3 DSP 在其他信息设备中的应用	752
参考文献	771

第1章 DSP 在数据采集和处理系统中的应用

1.1 数据采集技术及 DSP 在视频和图像采集系统中的应用

1.1.1 数据采集技术的概念和类型及应用领域

1. 简介

伴随着计算机技术和微电子学的高度发展,电子系统的数字化趋势越来越明显,数字系统已广泛应用于国民经济、国防建设与科学实验的各个领域。模拟信号的数字化技术是数字处理技术的基石,在电子系统中担当此任的就是数据采集系统。当今,数据采集系统不仅要面临极低速、大动态、高速宽带、高精度的挑战,而且从成本角度考虑,对采样时机、采样点数、采样速率的可控性也提出了较高的要求。一个适应面广且结构简单的采样系统无疑是人们所期望的,即使系统的单个开发和生产成本较高也同样可以接受。

2. 数据采样分类

数据采样形式按照速度分为实时采样和等效时间采样技术(变换采样)两大类。实时采样技术是以时间为顺序进行的采样技术,适用于任何波形信号,能满足大部分应用要求,主要有等间隔采样(定时)和变步长采样(等点)两种方式;变换采样技术可以实现超高速的数字转换,但要求信号波形是可以重复产生的,这样采样可以通过时序变换和随机变换两种方式实现。从频域上根据采样速率是否满足奈奎斯特采样要求,又将采样系统分为欠采样、过采样、奈奎斯特采样、带通采样等多类形式。究竟采用何种采样形式或采样率的选取,要根据实际的模拟信号环境和数据处理的要求而定。

3. 高速采样的关键技术

数据采样处理系统的高速技术主要体现在三个方面:高速宽带模/数转换(A/D)、高速信号处理器、高速总线体系。对于 A/D 和 DSP 的要求不言自明,而在组建一个高速采样处理系统时,高速总线最容易出现采集处理系统的瓶颈速度。高速总线体系应当包括总线以及总线的外挂器件,具体说来就是总线的高速负载能力,总线外挂器件的数据吞吐能力。总线越短,安排越合理,高速负载能力越强,外挂器件越少或速度越高,缓冲能力越强,则总线系统越具备速度优势。

4. 一般的信号流程

数据采集处理系统的一般信号流程是:模拟信号通过一个视频放大和带限的预采样滤波器,进入 A/D 进行采样量化(现代 A/D 一般集成了采样保持电路),A/D 量化信号读入 DSP 进行运算处理,DSP 的运算结果输出到指定设备进行后处理。作为高速采集处理系统,A/D

与 DSP 之间应有一个先进先出(FIFO)存储器进行数据缓冲或速度转换。如果有多路信号输入,则还有开关转换在模拟输入与 A/D 之间或是在 A/D 与 DSP 之间进行信号切换。但对于高速宽带信号,由于高隔离度的高频开关不易获得且信号间容易产生干扰,一般不提倡信号的切换,通常采用并行独立通道的方式处理,这样也较容易获得较好的实时性。

5. 数据采集技术的应用领域

数据采集技术是信号处理的一个非常重要的环节,广泛应用于通信、雷达及图像处理等领域。现代计算机的 CPU 运算速度越来越快,利用计算机进行运算和处理更加方便快捷。把采集到的高速数据通过 PCI 总线传输到计算机内存中,可以有效解决数据的实时传输和存储,更方便地进行信号的实时处理。

6. 数据采集卡的简单比较

要实现高速数据采集,不仅需要高性能的 A/D、D/A 设备,而且需要高速的数据传输。目前,基于计算机的数据采集卡主要有两种:ISA 总线和 PCI 总线。ISA 总线的传输速率低,适合低速应用场合;PCI 总线作为比较新的局部总线,以其较高的吞吐率,为中央处理器及高速外围设备提供一座桥梁。

1.1.2 DSP 在视频采集系统中的应用

1. 基于 DSP+CPLD 的视频采集系统

(1) 视频采集系统

视频采集系统由 DSP、CPLD 和视频转换芯片及缓存芯片组成,其硬件组成框图如图 1.1 所示。

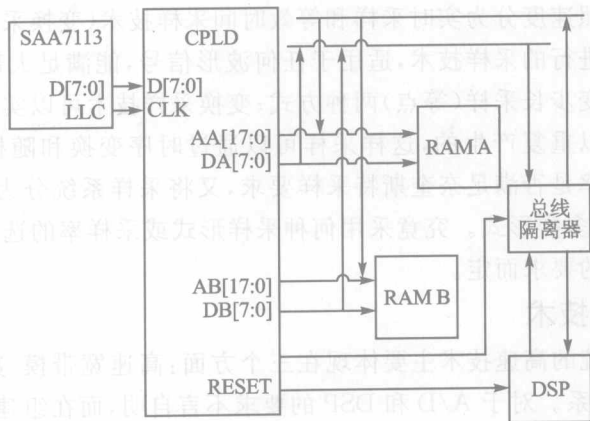


图 1.1 硬件组成框图

视频采集系统可分为采集、编码、传输三个模块。由摄像头提供模拟视频信号,数据采集模块负责将其转换为特定的数字信号,DSP 对其进行编码,然后通过传输模块发送出去。编码模块为块编码,如 H. 263、MPEG-2、MPEG-4 等,通常希望数据采集模块输出的是 YUV 4:1:1、CIF 的图像,系统要求实时、体积小。

CPLD 选用 XC95288XL,它是 Xilinx 公司的现场可编程逻辑器件,是一种具有丰富的 I/O 引脚的可编程逻辑器件,具有可编程、使用方便灵活的特点。不但可实现常规的逻辑器件功

能,还可实现复杂的时序逻辑功能。其主要功能特点为:执行速度快,所有引脚的脚对脚逻辑延迟为5 ns, f_{CNT} 可达 125 MHz;密度范围大,具有 36~288 个宏单元,800~6400 个可用门。CPLD 和视频转换芯片构成的硬件电路实现数据的采集。

视频信号转换芯片选用 SAA7113,它是 Philips 公司推出的一款视频信号转换芯片,通过简单的 I²C 总线可以对它实现编程控制;内部包含两路模拟处理通道,能实现视频源的选择、抗混叠滤波、A/D 转换、自动增益控制、时钟产生、多制式解码及亮度、对比度和饱和度控制。

模拟视频信号经处理后从 VPO(16 位)输出 720×576 的 YUV422 数字信号,并产生相应的行、场同步信号 HS,VS 以及与 HS 锁定的时钟信号 LLC 和 LLC2。数字图像数据由该芯片提供。

缓存芯片选用两片 SRAM(ISSI 的 IS 61LV2568 型),容量为 256 KB,用 CPLD 控制两片 SRAM 以乒乓方式工作,以实现数据流在系统中的数据通信。

(2) 视频采集流程

CPLD 采集程序可用 VHDL 或 Verilog 语言来实现在系统编程。系统复位后,用 DSP 模拟 I²C 总线对 SAA7113 初始化。初始化成功后,SAA7113 开始工作,将输入的模拟视频信号转换成 720×576 的 YUV422 数字信号,然后输入 CPLD。CPLD 一方面进行格式转换,输出 YUV4:1:1、CIF 格式的数字信号,另一方面还作为地址发生器,和 CIF 格式数据一起输入 RAM。CPLD 还产生 RAM 的读/写控制信号,使用 A 和 B 两片 RAM,以乒乓方式工作,每片保存一幅图像。在保存好一幅图像后,CPLD 以中断方式通知 DSP 作相应处理。

CPLD 逻辑流程如图 1.2 所示。

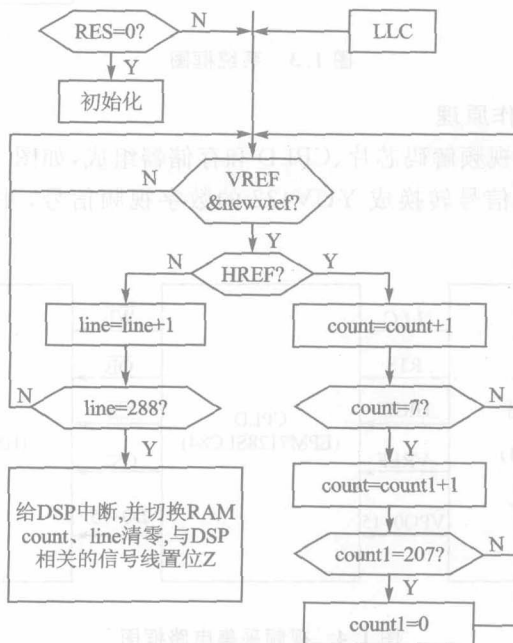


图 1.2 CPLD 逻辑流程图

2. DSP 在多功能视频采集处理和显示系统中的应用

(1) 系统组成

系统框图如图 1.3 所示。本系统由视频采集模块(SAA7111),DSP(TMS320VC5416)处理模块,大容量存储器模块(具有 IDE 接口的硬盘),液晶显示模块(LQ057Q3DC02)等组成。上电后,系统初始化,确定视频解码芯片的工作模式;DSP 复位,将外部 Flash 存储器中的程序导入其内部程序存储器中;摄像头将复合视频信号送视频解码芯片中,视频解码芯片按设定的模式将复合视频信号进行解码,输出需要的 YUV422 的数字视频信号;由 CPLD (EPM7128SLC84-15)将输出的 YUV422 的数字信号按像素逐个存入 SRAM 中;当一帧图像存完后,通知 DSP 读取,DSP 收到此信号后,将一帧图像从 SRAM 中读出,写入外接大容量存储器中,并送液晶显示模块进行显示。在系统中留有与上位机通信的接口。

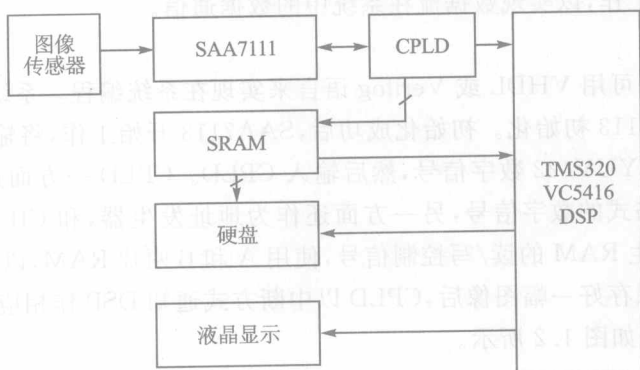


图 1.3 系统框图

(2) 视频采集处理电路工作原理

视频采集处理电路由视频解码芯片、CPLD 和存储器组成,如图 1.4 所示。视频采集模块负责将摄像机的模拟视频信号转换成 YUV422 的数字视频信号,并将图像逐帧存入 SRAM 中,通知 DSP 读取。

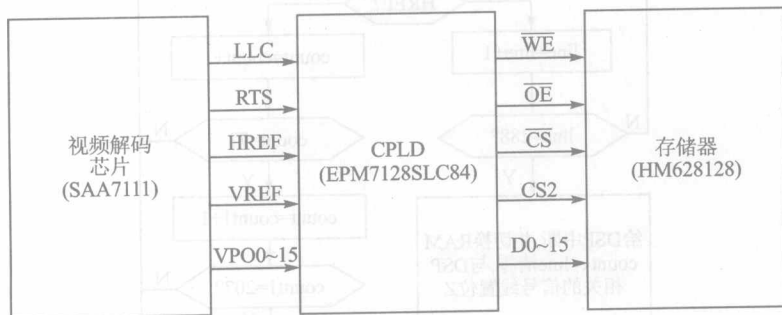


图 1.4 视频采集电路框图

在采集的过程中,视频解码芯片输出的 YUV422 信号、VREF(场同步)信号、HREF(行同步)信号、RTSO(奇偶场)信号和 LLC2(像素时钟)信号都与 CPLD 相连,当 RTSO=1,VREF=1,HREF=1 或当 RTSO=0,VREF=1,HREF=1 时,对像素时钟 LLC 信号进行计数,取一

帧图像中 320×240 的一块。CPLD 除了完成上述工作外,还要产生 SRAM 的地址、读写、选通等信号。因此,在 CPLD 中构造了一个 17 位计数器,以像素时钟 LLC2 信号为计数脉冲,其输出即产生 SRAM 的地址信号。SRAM 的读/写、选通信号可直接由 LLC2 信号及其取反后的信号组成。

DSP 模块负责将 SRAM 中的图像数据写入存储器中,并且能够对采集的图像数据按要求进行处理,如增强、锐化、柔化及伪彩色等处理。其工作流程是将编制的 DSP 程序写入外部 EPROM 中,并以 8 位并行导引方式将程序导入 DSP 内部程序存储器后自动开始运行,等待 CPLD 将一帧图像写入 SRAM,其写完一帧图像后,会发一个脉冲给 DSP, DSP 收到后从 SRAM 中将这一帧图像写入存储器中。按照用户要求执行相应的图像处理程序,图像处理完后,结果送液晶显示器显示。

3. DSP 在视频和图像采集系统中的应用

图 1.5 所示是一种视频和图像采集处理系统的部分原理框图。在该视频采集系统中,14 位并行 A/D 转换芯片(AD9240)用来实时采集摄像镜头传来的模拟量,并进行高速、精确的数据转换;然后在 EPLD 器件 EPM7128 的控制下经双端口 RAM 把数据传给 DSP(TMS320C32)芯片以进行处理。



图 1.5 视频数据采集处理部分原理框图

当来自摄像镜头的模拟信号经过前置放大电路、滤波电路和多路选择器进入 AD9240 并进行 A/D 转换后,在 EPLD 器件 EPM7128 的控制下把数据写入 DRAM 存储器 CY7C024,并同时写入 DSP;然后由 DSP 芯片 TMS320C32 利用自身的高速数据处理能力将大量数据一次性写入 RAM,并同时相关处理。

4. DSP 在雷达视频采集和处理系统中的应用

(1) 系统硬件

图 1.6 为系统硬件结构框图。利用高速 DSP 芯片 TMS320C6203B 和 PLX 公司的 PCI9054 桥芯片等在通用 PC 平台上实现了对雷达视频信号的采集和处理。硬件系统主要由 DSP、PCI 总线接口芯片和雷达前端组成。雷达前端完成雷达视频和同步信号的采集并对回波脉冲进行预处理。DSP 是系统核心,它可以完成各种算法的雷达视频压缩与处理,压缩后的数字视频降低了带宽,经 PCI 总线送到主机后,可以通过各种数据网络完成数字化雷达视频的实时传输,或在硬盘等媒体中同步记录数字化雷达视频和其他数据。雷达前端、所有时序和组合逻辑由现场可编程门阵列(FPGA)实现,系统具有数据处理能力强、结构灵活等优点。

(2) 系统软件

系统软件由 2 部分组成: DSP 应用软件,完成 DSP 的配置、雷达视频的压缩处理等工作;设备驱动程序,完成 PCI 即插即用和对硬件设备的直接操作等工作。数据流程如图 1.7 所示。

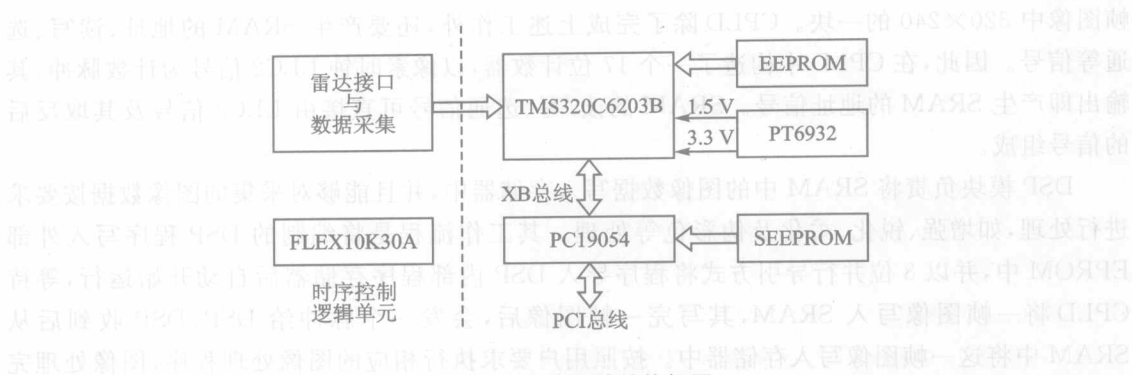


图 1.6 系统硬件结构框图

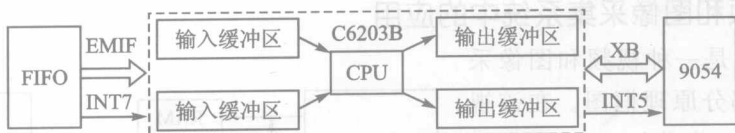


图 1.7 数据流程图

5. 基于 TMS320C6713 的视频采集系统硬件

(1) 系统硬件

由摄像头输入的模拟视频信号转换为数字信号首先需要经过 A/D 转换。进而通过缓冲、数字接口以及时序和逻辑控制电路,将数字信号送给 DSP。系统硬件框图如图 1.8 所示。

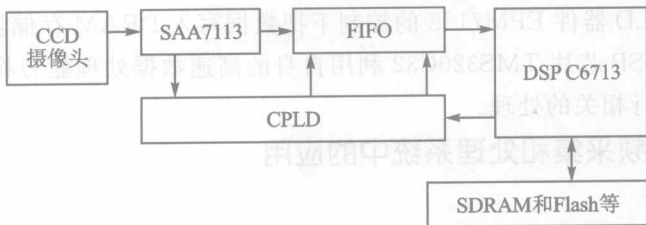


图 1.8 系统硬件框图

硬件系统实现的主要功能是:将摄像头送出的模拟电信号进行 A/D 转换,得到实际图像的数字信号。CPLD 则用来控制 FIFO 的读/写控制信号,通过 FIFO 的半满来触发 DSP 的中断;然后 DSP 通过 QDMA 的方式将图像的数字信号读取到外部存储器。

(2) 系统中主要元件的功能

① 视频转换由 SAA7113H 完成。SAA7113H 对模拟视频信号进行箝位、增益控制、行场分离、A/D 转换等操作,变成数字视频信号和行场同步信号输出,其中每帧图像信号都以奇偶场的形式输出。

② 缓冲部分由 FIFO 来完成。缓冲部分位于 SAA7113 和 DSP 之间,其写时序信号由 SAA7113 的行场等信号产生。而读时序信号由 DSP 的 EMIF 的控制信号产生。在本系统中 FIFO 采用 IDT 公司的 IDT72V256 实现。其中,FIFO 的半满引脚接到 DSP 的中断引脚上。CPLD 产生 FIFO 的读写时序控制信号。在本系统中 CPLD 采用 Xilinx 公司的 XC9572XL。

③ DSP 是整个系统的控制中心,首先要对 SAA7113H 进行初始化设置,然后给 CPLD 发出图像采集命令,最后通过 QDMA 方式从 FIFO 中读取图像数据,并进行数据处理。

④ SDRAM 和 Flash 等部分组成 DSP 的整个外围电路,其中还包括电源、复位、晶振等部分。SDRAM 为 C6713 的外扩的数据存储器,Flash 作为系统的程序存储器。

1.1.3 DSP 在图像获取和采集系统中的应用

1. DSP 在离心机测控系统中旋转计量图像获取方法中的应用

(1) 硬件系统

离心机测控系统由 6 大部分组成:离心机转子和支承子系统、真空及保护子系统、光路测量子系统、计算机自动测控子系统、计算机自动计量子系统及辅助子系统。这些子系统分工合作,实现对离心机的自动测控。

为了准确地获取计量柱的清晰图片,必须精确设计和制造钛杯透光槽、透明计量柱及折射镜,同时保证频闪灯与离心转子的同步。有关同步的硬件电路设计框图如图 1.9 所示。速度传感器脉冲到来时,转速计数器数据被存放到转速数据寄存器,同时转速计数器清零并重新开始计数;DSP 将转速数据寄存器数据传送给计算机,由计算机控制软件根据预先设置的参数 A

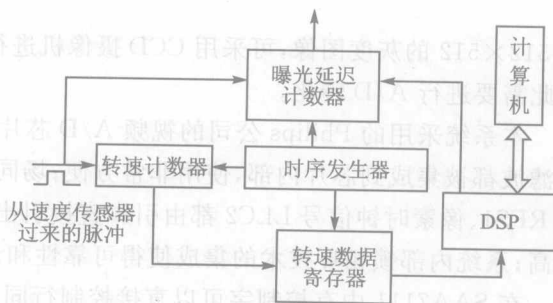


图 1.9 同步设计框图

(n)、B 等,计算出延迟时间,并将这个延迟时间数据传送给 DSP,再由 DSP 将该延迟数据设置到曝光延迟计数器中;当下一个速度传感器脉冲产生时,曝光延迟计数器开始减法计数,一轮计数完毕就输出一个触发脉冲,触发脉冲开启频闪灯,频闪灯闪亮,正好照射到经过石英玻璃上方的旋转离心杯;灯光穿过下钛杯透光槽,透过透明计量柱下壁,射入颜色不同的流体后,又依次经计量柱上壁、上钛杯透光槽、折射镜,到达摄像头,计量柱内的流体界面于是被摄像头捕捉;计算机保存该图像,对其进行分析处理,就可以获得计量柱内各流体的体积。

(2) 图像处理

图像处理实际上是一个边缘与边界探测问题。边缘与边界探测是数字图像处理的基本技术之一,常用的有 3 种算法:微分算子法、样板匹配法及边界和曲线增强法。

由于受到计量柱透明度、环境散光以及机械振动等因素影响,如果完全由软件自动处理,很难保证对每幅图像的分析处理都准确无误。实验中发现,出现错误几乎是不可避免的。为解决这一问题,进行了多个不同技术方案的比较性实验,最终选择一个仅需工作人员少许参与的半自动化解决方案。在离心机工作的每个转速下,将每个计量柱的图片保存下来(为减小存储量,保存前可对图像进行灰度化处理);然后利用专门编制的图像处理软件,在操作人员的协助下,对图像进行处理。实际操作表明,这种方法既可以实现离心机运行的完全自动化,提高运行效率,又可以保证测量结果的准确性。