

# 上海电力大学

## DSP 原理与应用实验报告



实验名称: 读书报告题

专业班级: 集成电路设计与集成系统

姓 名: \_\_\_\_\_

学 号: \_\_\_\_\_

2024 年 1 月 6 日

## 一、研究背景及研究意义

数字信号处理 (DSP) 是指对模拟信号进行采样、量化、编码等操作, 将其转换为数字信号, 然后利用数字信号处理器 (DSP 芯片) 进行各种算法的实现, 以达到信号分析、处理、传输、存储等目的。DSP 技术在通信、计算机、消费电子、工业控制、医疗、军事等领域有着广泛的应用, 是信息时代的基础技术之一。

随着高帧频、高分辨率图像采集设备的广泛应用, 一方面增强了人类的视觉体验, 另一方面却给后端的图像处理系统带来繁重的处理任务和更高的性能要求。同时, 实时性、低功耗也是图像处理系统应对特定应用环境必不可少的考虑因素。综合考虑图像处理任务带来的巨大挑战, 图像处理系统逐步向着处理能力强、实时性强和环境适应性方向发展。[1]

具有强大运算性能的 DSP 在高速实时图像处理、高性能计算、大数据处理等领域发挥着处理复杂核心算法的作用。同时集成电路设计工艺不断提升, DSP 在保有高性能运算功能的同时还能获得低功耗特性。DSP 承担的是复杂的计算任务, 是制约一个图像处理系统的重要因素, 因此提升 DSP 性能已成为业界必须考虑和付诸实践的紧迫任务。通过提升 DSP 时钟频率来满足性能提升需求的方法, 由于和工艺的矛盾已达到瓶颈, 无法兼顾性能和功耗要求。平台集成多块 DSP 芯片的方法虽然能够提升系统的整体性能, 但带来尺寸过大、成本高和硬件设计复杂等不利因素, 另外软件设计方面需要考虑多 DSP 之间的数据相关性、协同工作机制, 增大了软件开发难度。综上所述, 不管是单片 DSP 频率提升还是板上多 DSP 方案都具有一定的局限性和不利因素的引入。[2]

因此, 研究 DSP 芯片在图像和音视频处理中的具体应用, 对于提高图像和音视频信号的质量、压缩比、实时性、安全性等, 以及促进多媒体技术的发展和 innovation, 具有重要的理论意义和实际价值。

## 二、研究现状

### 1. 具体应用

DSP 芯片在图像和音视频处理中的具体应用主要包括以下几个方面:

#### 1.1. 图像和音视频编解码

图像和音视频编解码是指对图像和音视频信号进行压缩和解压缩的过程, 以减少信号的数据量, 便于传输和存储。图像和音视频编解码涉及到多种标准和算法, 如 JPEG、MPEG、H.264、HEVC 等, 需要 DSP 芯片具有高速的运算能力和灵活的编程能力。DSP 芯片在图像和音视频编解码中的应用主要有以下几个方面:

(1) 数字电视: 数字电视是一种利用数字信号传输和接收电视节目的技术, 它可以提供更高的画质和声质, 以及更多的节目选择和互动功能。DSP 芯片在数字电视中的应用主要包括数字电视机顶盒、数字电视编码器、数字电视解码器等, 它们分别用于接收、压缩和解压缩数字电视信号, 以及实现一些增值服务, 如电子节目指南、视频点播、时移播放等。

(2) 数字音频: 数字音频是一种利用数字信号处理技术将声音信号转换为数字信号的技术, 它可以提供更高的音质和更多的音频格式和功能。DSP 芯片在数字音频中的应用主要包括数字音频播放器、数字音频编码器、数字音频解码器等, 它们分别用于播放、压缩和解压缩数字音频信号, 以及实现一些音频处理、混音、均衡、降噪等功能。

目前, 国内外的 DSP 芯片厂商都推出了专门针对图像和音视频编解码的产品, 如 TI 的 DaVinci 系列、ADI 的 Blackfin 系列、摩托罗拉的 MSC 系列等。

## 1.2. 图像和音视频增强

图像和音视频增强是指对图像和音视频信号进行滤波、去噪、增强、恢复等操作,以改善信号的质量和可视性。图像和音视频增强涉及到多种方法和技术,如小波变换、自适应滤波、超分辨率、深度学习等,需要 DSP 芯片具有高效的信号处理能力和丰富的外设接口。DSP 芯片在图像和音视频增强中的应用主要有以下几个方面:

(1) 图像去噪:图像去噪是指对图像信号进行滤波或其他操作,以消除或减少图像中的噪声,提高图像的清晰度和信噪比。DSP 芯片可以用于实现各种图像去噪算法,如中值滤波、均值滤波、小波阈值去噪、神经网络去噪等。图像去噪在数字相机、医学图像、遥感图像等领域有着重要的作用。

(2) 图像增强:图像增强是指对图像信号进行调整或变换,以改善图像的对比度、亮度、色彩、细节等,增强图像的视觉效果和信息表达。DSP 芯片可以用于实现各种图像增强算法,如直方图均衡、伽马校正、锐化、色彩平衡等。图像增强在美容、娱乐、安防等领域有着广泛的应用。

(3) 图像恢复:图像恢复是指对图像信号进行反变换或重建,以恢复图像中的失真或缺失的部分,还原图像的原始状态和内容。DSP 芯片可以用于实现各种图像恢复算法,如插值、反卷积、超分辨率、稀疏表示等。图像恢复在文物修复、图像修复、图像放大等领域有着重要的作用。

(4) 音频降噪:音频降噪是指对音频信号进行滤波或其他操作,以消除或减少音频中的噪声,提高音频的清晰度和信噪比。DSP 芯片可以用于实现各种音频降噪算法,如谱减法、自适应滤波、小波阈值降噪、神经网络降噪等。音频降噪在语音通信、语音识别、音乐处理等领域有着重要的作用。

(5) 音频增强:音频增强是指对音频信号进行调整或变换,以改善音频的音量、音质、音效等,增强音频的听觉效果和信息表达。DSP 芯片可以用于实现各种音频增强算法,如均衡器、混响器、压缩器、变声器等。音频增强在娱乐、教育、医疗等领域有着广泛的应用。

目前,国内外的 DSP 芯片厂商都提供了一些支持图像和音视频增强的功能和库,如 TI 的 Vision SDK、ADI 的 VisualDSP++ 等。

## 1.3. 图像和音视频分析

图像和音视频分析是指对图像和音视频信号进行特征提取、识别、分类、检测、跟踪等操作,以实现对信号的内容和语义的理解和应用。图像和音视频分析涉及到多种领域和应用,需要 DSP 芯片具有强大的计算能力和智能化能力。DSP 芯片在图像和音视频分析中的应用主要有以下几个方面:

(1) 人脸识别:人脸识别是指通过图像或视频中的人脸信息,来确定或验证一个人的身份的技术。DSP 芯片可以用于实现人脸检测、人脸对齐、人脸特征提取、人脸匹配等步骤,从而完成人脸识别的任务。人脸识别在安防、智能门禁、社交网络等领域有着广泛的应用。

(2) 车牌识别:车牌识别是指通过图像或视频中的车牌信息,来确定或验证一辆车的身份的技术。DSP 芯片可以用于实现车牌检测、车牌分割、车牌字符识别等步骤,从而完成车牌识别的任务。车牌识别在交通管理、停车场、高速公路等领域有着重要的作用。

(3) 行为识别:行为识别是指通过图像或视频中的人体姿态和动作信息,来确定或分析一个人的行为或情绪的技术。DSP 芯片可以用于实现人体检测、人体姿态估计、人体动作识别等步骤,从而完成行为识别的任务。行为识别在监控、教育、娱乐等领域有着广泛的应用。

(4) 目标跟踪:目标跟踪是指通过图像或视频中的目标信息,来确定或预测一个目标的

位置和运动状态的技术。DSP 芯片可以用于实现目标检测、目标匹配、目标跟踪等步骤,从而完成目标跟踪的任务。目标跟踪在雷达、导航、无人驾驶等领域有着重要的作用。

目前,国内外的 DSP 芯片厂商都在积极探索图像和音视频分析的解决方案,如 TI 的 TDA 系列、ADI 的 SHARC 系列、英特尔的 Movidius 系列等。

## 2. 软件开发

高性能多核浮点 DSP 处理器具有强劲的计算能力,适用于复杂信号处理应用。[3] 在片级驱动开发方面, TI 公司以 packages 形式提供了一整套完整的底层驱动源代码供开发者调用,这使得 DSP 处理器的各功能单元、外设接口对开发者完全透明。在实时操作系统 (Real Time Operating System, RTOS) 方面, TI 公司提供了成熟的嵌入式实时操作系统 SYS /BIOS, 该系统的核心为优先级抢占式多任务实时内核。调用者可通过一系列 API 访问该系统的各个模块,包括硬件中断、软件中断、任务、信号量、邮箱等。此外,该系统还支持图形化界面配置,可根据需要进行裁剪。但是, SYS/BIOS 目前对多核方面的支持还比较少。在算法方面, TI 提供了常用的信号处理库、数学库,这些库是根据 DSP 的指令集特点深度优化后的专用库,具有很高的运行效率。在集成开发环境 (Integrated Development Environment, IDE) 方面, TI 提供的基于 Eclipse 开放平台开发的 CCS, 集代码编辑、交叉编译、在线调试等功能于一体,支持 C /C ++、汇编、C /C ++ 汇编混合语言开发。并且,通过 IDE 提供的 XDC 技术,开发者能轻松将各类驱动、RTOS、算法库、第三方库集成到工程中。在软件运行形态上,由于 DSP 在各层次都提供了丰富的 API,开发者既可以开发出简洁高效的前后台应用,也可以开发出基于 R TOS 的实时多任务应用。在软件运行架构上, TI 目前未提供现成的多核架构,但开发者可以灵活地将前后台应用或 RTOS 应用部署在多核的任意核上,构成对称多处理 (Symmetric Multi - Processing, SMP) 或非对称多处理 (Asymmetric Multi - Processing, AMP) 多核运行模式。

## 3. 问题和不足

尽管国内外的 DSP 芯片在图像和音视频处理中的具体应用已经取得了一定的成果和进展,但仍然存在一些问题和不足,主要有以下几点:

### 3.1. DSP 芯片的性能和功耗之间的矛盾

随着图像和音视频信号的分辨率、帧率、码率等不断提高,对 DSP 芯片的性能要求也越来越高,但同时也会导致 DSP 芯片的功耗和散热问题加剧,尤其是在移动设备和嵌入式系统中,这会限制 DSP 芯片的应用范围和效果。

### 3.2. DSP 芯片的通用性和专用性之间的平衡

不同的图像和音视频处理应用可能需要不同的算法和优化,对 DSP 芯片的功能和架构也有不同的要求,因此, DSP 芯片需要在通用性和专用性之间找到一个合适的平衡点,既能满足不同应用的需求,又能保持一定的灵活性和兼容性。

### 3.3. DSP 芯片的创新和发展之间的挑战

随着图像和音视频处理技术的不断发展和创新,如深度学习、神经网络、边缘计算等,对 DSP 芯片的设计和实现也提出了新的挑战和机遇,需要 DSP 芯片厂商不断跟进和适应技术的变化,提供更先进和更智能的 DSP 芯片产品。

### 三、总结

DSP 芯片在图像和音视频处理中的具体应用是一个热门而有前景的研究方向,对于促进多媒体技术的发展和创⻝,以及提高人类的生活质量和社会效益,具有重要的意义。本文从研究背景及研究意义、国内外研究现状、存在的问题和不足三个方面对该方向进行了综述,旨在为相关的研究者和开发者提供一个参考和启示。为了进一步推动 DSP 芯片在图像和音视频处理中的具体应用的研究和发展,建议从以下几个方面进行努力:

优化 DSP 芯片的性能和功耗,提高 DSP 芯片的效率和可靠性,降低 DSP 芯片的成本和复杂度,扩大 DSP 芯片的应用范围和效果。

平衡 DSP 芯片的通用性和专用性,设计和实现更灵活和更兼容的 DSP 芯片,满足不同应用的需求和特点,提高 DSP 芯片的适应性和普适性。

跟进和适应图像和音视频处理技术的发展和创⻝,引入和融合更先进和更智能的技术和方法,提供更高级和更多样的 DSP 芯片功能和服务。

### 参考文献

- [1] 孙科林. 基于多核 DSP 的实时图像处理平台研究. PhD thesis, 电子科技大学, 2013. 一
- [2] 苏保禹. 基于 ti-c6678 的多核 dsp 图像处理系统研究. Master's thesis, 中国科学院研究生院(光电技术研究所), 2014. 一
- [3] 王洪林 & 甘洋. 高性能嵌入式信号处理器分析与比较. 电子信息对抗技术, 38(66). 2