

摘 要

随着计算机软件、硬件技术日新月异的发展和普及,人类已经进入了多媒体信息化时代,基于多媒体技术的监控系统在视觉监视领域发挥着越来越重要的作用。如今,许多商场、银行和智能小区中都安装了监控系统,许多工矿企业都希望利用监控系统实现机房、厂房的无人值守以及防火防盗的自动化、智能化。特别在银行金库、军用仓库等重要场所,可靠性好、智能化程度高的监控系统具有很大的需求市场。现存的视频监控系统主要由工控机和视频图像采集卡构成,存在系统稳定性差、价格高昂等缺点。本文设计了一种基于数字信号处理器(DSP)的视频监控系统,系统以TI的TMS320vc5402为核心处理器,通过高速视频解码电路完成对模拟视频信号的数字化采集。

本文先对该系统所涉及的一些基础理论进行了分析,然后介绍了系统的总体设计思路和具体的软硬件设计工作。在介绍系统的硬件时,主要对硬件的重要组成部分如视频信号的采集、压缩和存储等进行了讨论。系统中的视频采集部分包括视频输入部分和视频处理部分,本设计采用了集成的视频处理芯片SAA7113来实现对模拟视频输入信号进行数字转换,采用I²C总线作为器件的编程接口。系统通过DSP的I/O口线,由DSP的软件编程来模拟实现I²C总线的通信,来完成对视频解码芯片的配置和通讯。并且采用了一种利用SRAM芯片的帧存储方法来解决视频信号的采集问题。在视频的压缩问题上,本文考虑到性价比及开发周期等因素,采用的是硬件压缩方式。图像的数据量相比较其他信号来说要大的多,要解决这种大量存储的问题,系统采用IDE硬盘作为存储介质。同时针对DSP芯片片内资源的不足,使用扩展方法来满足系统的需求。

为了实现视频监控的智能化,文中最后探讨了一种基于视频序列像素时空相关性检测的运动目标检测算法。将该算法在matlab中进行仿真,实验结果证明了这种算法的有效性和适应性,且具有良好的应用前景。

关键字: 视频监控 数字信号处理器 采集 运动检测

Abstract

With the development and prevalence of computer software and hardware technology, the human has entered the multimedia information age. Monitoring system based on multimedia technology has played a more and more important role in the video monitoring field. Have all installed the monitoring system in a lot of markets, banks and intellectual districts, a lot of industrial and mining enterprises all hope to make use of monitoring system to realize nobody on duty in the computer lab, factory building and automation and intelligent of fireproofing and theftproofing. Especially in the important locale such as bank, cashbox and military storage, the reliable and intelligentized monitoring system have heavy demand market. Most of video monitoring systems on the market are composed of industrial control computer which work unstably, and the price is too high. In order to get ride of these defects, in this paper we design a new system based on digital signal processor. The system based on the core processor TMS320vc5402 accomplish the digital gather of analog video signal through high speeding video decode circuit.

This text first analyse some basic theories that the system has involved, then introduce the general design solution and specific hardware and software design work of the system. While introduce the hardware, we mainly discuss the important component of the hardware such as collection, compression and storing of the signal of the video, etc. Video gather part include video input and output, the design adopt the integrated video chip SAA7113 to realize the signal conversion of analog video input signal, it adopt the I²C bus as programming interface of the device. This system passes I/O line, imitate to realize I²C bus by the software programming of DSP, to finish disposition and communication of video decoding chip. It has adopted a kind of frame store method that utilize SRAM chip to solve the collection of video signal. On compression of the video, this text adopts hardware compression method considering the price and development period. As the data amount of picture is larger the other signal, this system adopts IDE hard disk as storing medium to solve the capacity. Direct against DSP deficiency of resources in chip, we use the method of expanding

to meet system's demands. In order to realize intellectuality of video monitoring, we finally discuss a kind of motion detection algorithm on the basis of video array space-time relativity in the article. The algorithm is emulated in the Matlab, the experimental result proves the validity and adaptability of algorithm, and it has good application prospects.

Key words

Video monitoring, digital signal processor, collection, motion detection

第 1 章 绪论

1.1 研究背景及意义

随着人们对生活和工作环境的安全性要求的不断提高，建筑物的安全防范系统的重要性就越来越突出。其中，视频监控系统以其直观、方便、信息内容丰富等特点越来越受到人们的重视，使其成为安全防范系统的重要组成部分。近年来，随着计算机、网络以及图像处理、传输技术的飞速发展，视频监控技术也得到了飞速发展。

目前的视频监控产品正经历着从模拟化向数字化、网络化的迈进过程，视频监控产品已广泛应用在科学研究、工农业生产、交通运输、资源的遥感探测、医疗卫生、空间探测、航天探测等等各个领域内的方方面面。在实际的工程应用中，监控系统基本上是不停机工作的，因此系统除了对算法本身有很高的要求以外，视频信号处理的速度和高稳定可靠性是至关重要的。因此无论是从国家的战略高度还是国民生产的具体需要，都急需研制新一代的数字视频监控系统，而超大规模集成电路和嵌入式软硬件技术的迅猛发展，为我们找到了一种解决问题的新思路，即研制嵌入式结构的数字视频监控系统。

基于嵌入式设备的监控系统的优点表现在：由于这种系统的硬件是一个同处理器和软件捆绑较为紧密、功能专一、设计专门的独立的设备，不像插卡系统那样受通用计算机系统中其它软件硬件的影响，因此性能上更稳定，且便于安装、维护，易于实现系统的模块化设计，便于管理、维护、降低费用；另一方面，由于功能的单一，只要算法选择正确，系统的实时性就可以得到保证，而且控制功能较 PC 系统容易实现且远为强大。

前端一体化、视频数字化、监控网络化、系统集成化是视频监控系统公认的发展方向，而数字化是网络化的前提，网络化又是系统集成化的基础，所以，视频监控发展的最大两个特点就是数字化和网络化^[5]。

数字化是 21 世纪的特征，是以信息技术为核心的电子技术发展的必然，数字化是迈向成长的通行证，随着时代的发展，我们的生存环境将变得越来越数

字化。

视频监控系统的数字化首先应该是系统中信息流（包括视频、音频、控制等）从模拟状态转为数字状态，这将彻底打破“经典闭路电视系统是以摄像机成像技术为中心”的结构，根本上改变视频监控系统从信息采集、数据处理、传输、系统控制等的方式和结构形式。信息流的数字化、编码压缩、开放式的协议，使视频监控系统与安防系统中其它各子系统间实现无缝连接，并在统一的操作平台上实现管理和控制，这也是系统集成化的含义。

视频监控系统的网络化将意味着系统的结构将由集总式向集散式系统过渡。集散式系统采用多层分级的结构形式，具有微内核技术的实时多任务、多用户、分布式操作系统以实现抢先任务调度算法的快速响应。组成集散式监控系统的硬件和软件采用标准化、模块化和系列化的设计，系统设备的配置具有通用性强、开放性好、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、人机界面友好以及系统安装、调试和维修简单化，系统运行互为热备份，容错可靠等优点。系统的网络化在某种程度上打破了布控区域和设备扩展的地域和数量界限。系统网络化将使整个网络系统硬件和软件资源的共享以及任务和负载的共享，这也是系统集成的一个重要概念。

最先进的安全防范理论加上高科技成果，结合功能强大的两级防护网，将监控现场受破坏的可能性降到最低，为监控现场提供最安全的保障，使人身和财产免受不必要的损失。这是一个企业发展的基础。由于采用计算机控制，只要事先设备好监控方式，就可实现整个监控系统的全自动化管理，从根本上实现监控系统的无人值守或少值守，以便更好地利用人力资源。由它直接或间接带来的经济效益将是不可估量的。

1.2 国内外研究现状

视频监控系统的发展大致经历了三个阶段。在九十年代初以前，主要是以模拟设备为主的闭路电视监控系统，称为第一代模拟监控系统。但由于视频监控系统中信息流的形态没有变，仍为模拟的视频信号，系统的网络结构主要是一种单功能、单向、集总方式的信息采集网络，介质专用的特点，因此系统尽管已发展到很高的水平，已无太多潜力可挖，其局限性依然存在，要满足更高的要求，数字化的是必由之路。

九十年代中期，随着计算机处理能力的提高和视频技术的发展，人们利用计算机的高速数据处理能力进行视频的采集和处理，利用显示器的高分辨率实现图像的多画面显示，从而大大提高了图像质量，这种基于 PC 机的多媒体主控台系统称为第二代数字化本地视频监控系统。

九十年代末，随着网络带宽、计算机处理能力和存储容量的快速提高，以及各种实用视频处理技术的出现，视频监控步入了全数字化的网络时代，称为第三代远程视频监控系统^[1]。第三代视频监控系统以网络为依托，以数字视频的压缩、传输、存储和播放为核心，以智能实用的图像分析为特色，引发了视频监控行业的技术革命，受到了学术界、产业界和使用部门的高度重视。

与传统的模拟监控相比，数字监控具有许多优点。

第一，便于计算机处理。由于对视频图像进行了数字化，所以可以充分利用计算机的快速处理能力，对其进行压缩、分析、存储和显示。通过视频分析，可以及时发现异常情况并进行联动报警，从而实现无人值守。

第二，适合远距离传输。数字信息抗干扰能力强，不易受传输线路信号衰减的影响，而且能够进行加密传输，因而可以在数千公里之外实时监控现场。特别是在现场环境恶劣或不便于直接深入现场的情况下，数字视频监控能达到亲临现场的效果。即使现场遭到破坏，也照样能在远处得到现场的真实记录。

第三，便于查找。在传统的模拟监控系统中，当出现问题时需要花大量时间观看录像带才能找到现场记录；而在数字视频监控系统中，利用计算机建立的索引，在几分钟内就能找到相应的现场记录。

第四，提高了图像的质量与监控效率。利用计算机可以对不清晰的图像进行去噪、锐化等处理，通过调整图像大小，借助显示器的高分辨率，可以观看到清晰的高质量图。此外，可以在一台显示器上同时观看多路视频图像。

第五，系统易于管理和维护。数字视频监控系统主要由电子设备组成，集成度高，视频传输可利用有线或无线信道。这样，整个系统是模块化结构，体积小，易于安装、使用和维护。

正是由于数字视频监控具有传统模拟监控无法比拟的优点，而且符合当前信息社会中数字化、网络化和智能化的发展趋势，所以数字视频监控正在逐步取代模拟监控，广泛应用于各行各业。

在国外，美国、欧洲和日本已经开展了大量相关项目的研究。例如，1997年美国国防高级研究项目署设立了以卡内基梅隆大学为首、麻省理工学院等高

校参与的视觉监控重大项目 VSAM, 主要研究用于战场及普通民用场景进行监控的自动视频理解技术;实时视觉监控系统 W4 不仅能够定位人和分割出人的身体部分, 而且通过建立外观模型来实现多人的跟踪, 并可以检测人是否携带物体等简单行为; 英国的雷丁大学已开展了对车辆和行人的跟踪及其交互作用识别的相关研究; IBM 与 Microsoft 等公司也正逐步将基于视觉的手势识别接口应用于商业领域中。国内也有很多厂家生产出了具有自动报警功能的监控系统, 许多科研机构如中国科学院自动化研究所模式识别国家重点实验室(NLPR)视觉监控组对该领域作了大量的研究, 在人运动的视觉分析、交通行为事件分析、交通场景视觉监控和智能轮椅视觉导航等领域取得了许多科研成果。在当前, 国际上一些权威期刊如 IJCV, CVIU, PAMI, IVC 和重要的学术会议如 ICCV, CVPR, ECCV, IWVS 等将人的运动分析研究作为主题内容之一;国内智能视觉监控学术会议也每年召开一次, 为该领域的研究人员提供了更多的交流机会。

在国内, 智能视觉监视技术在公共保安领域中的应用带来了监控系统的巨大变革。而今, 许多科研人员把最先在军事制导中得以广泛应用的运动目标检测和跟踪技术成功引入到监控系统中, 构建出了新一代的智能化监控系统。这类系统克服了传统监控系统只提供监控人员“眼睛”、仍需要监控人员时刻根据场景控制云台跟踪运动目标的缺陷, 它自己就具有简单的自主监控能力——能实时的对监视场景的运动目标进行检测和跟踪^[2]。最近的趋势更是把人体识别引入到监控系统中, 设计能完全替代监控人员的、可用于无人值守情况下的高智能化监控系统。

1.3 主要研究内容

目前市场上已经投入使用的视频采集设备多以计算机插卡的形式存在, 这种形式的采集卡依靠强大的 PC 机功能可以实现复杂的高质量图像处理任务, 但是该类型的采集卡的使用环境受到 PC 机的限制而不便于移动和安装。本视频监控系统使用 TI 公司的 DSP 处理器芯片 Tms320c5402 作为主芯片, 从而可以使该系统作为独立的单元存在, 并且具有体积小、处理能力强且功耗低、系统易于管理和维护的特点, 该系统为嵌入式数字化视频监控提供了解决方案。

本文的章节安排如下:

第一章从视频监控系统发展的需求和必要性出发, 论述了本文研究的意义,

然后概括分析了视频监控系统的国内外研究现状和存在的问题，指出视频监控系统还不成熟，有待进一步的研究和提高，并对本文所做主要工作以及每一章的内容做了简要的介绍。

第二章介绍了本文所用的一部分专业基础知识，包括数字视频图像编码和基本的运动检测算法等，为后面几章做了铺垫。

第三章具体介绍了基于 DSP 的视频监控系统的总体结构和硬件设计。除了介绍系统的核心处理器 Tms320c5402 外，还介绍了视频采集与压缩电路、硬盘的存储电路。

第四章具体讨论了系统的软件设计，包括总体软件设计，运动检测算法，给出了详细的设计思想及软件流程图。

最后对本文所做的主要工作进行了总结。根据在实际工作中的体会，总结了论文工作的主要收获和所做工作的不足，指出了在今后的研究工作中要继续深入的环节，对后面的工作做了展望。

第 2 章 基础理论分析

2.1 基本概念

自然界常见的各种颜色光，都可由红绿蓝三种颜色光按不同比例相配制而成；同样绝大多数颜色光也可以分解成红绿蓝三种色光，这就是色度学中最基本的原理——三基色原理。有的颜色含有红色成分多一些，其它成分少一些。针对含有红色成分的多少，可以人为地分成 0 到 255 共 256 个等级，0 级表示不含红色成分，255 级表示含有 100% 的红色成分。同样，绿色和蓝色也可以被分成 256 级，这样，根据红绿蓝各种不同的组合我们就可以表示出 $256 \times 256 \times 256$ (约 1600 万) 种颜色。

视觉上的彩色可用亮度、色调和饱和度来描述，任何一种彩色光都是这三个特征的综合效果。

亮度是光作用于人眼时所引起的明亮程度的感觉，它与被观察物体的发光强度有关；由于其强度不同，看起来可能亮一些或暗一些。对于同一物体照射的光越强，反射光也越强，感觉越亮；对于不同的物体在相同照射情况下，反射越强者看起来越亮。显然，如果彩色光的强度降至使人看不清了，在亮度等级上它应与黑色对应；同样，如果其强度变得很大，那么亮度等级应与白色对应。此外，亮度感还与人类视觉系统的视敏功能有关，即使强度相同，颜色不同的光进入视觉系统，也可能产生不同的亮度。

色调是当人眼看到一种或多种波长的光所产生的彩色感觉，它反映颜色的种类，是决定颜色的基本特征。如红色、绿色等都是指色调。不透明物体的色调是指该物体在日光照射下，所反射的各光谱成分作用于人眼的综合效果；透明物体的色调则是透过该物体的光谱综合作用的效果。

饱和度是指颜色的纯度，即掺入白光的程度，或者说是指颜色的深浅程度。对于同一色调的彩色光，饱和度越深，颜色越鲜明，或者说越纯。例如，当红色加进白光之后冲淡为粉红色，其基本色调还是红色，但饱和度降低；换句话说，淡色的饱和度比深色要低一些。饱和度还和亮度有关，因为若在饱和的彩

色光中增加白光的成分，由于增加了光能，因而变得更亮了，但是它的饱和度却降低了。如果在某色调的彩色光中掺入别的彩色光，会引起色调的变化，掺入白光时仅引起饱和度的变化。

通常把色调和饱和度通称为色度，即亮度表示某彩色光的明亮程度，而色度则表示颜色的类别和深浅程度。

2.2 色彩系统

常见的色彩系统有：

(1) RGB 色彩系统

在实际中用的最多的是 RGB 系统。计算机屏幕的显示通常用的是这种系统，它是通过颜色相加来产生其它颜色，这种做法通常称为加色合成法。

(2) CMY 色彩系统

CMY 色彩系统也是一种常用的表示颜色的方式。在印刷工业上通常使用这种色彩系统(一般所称的四色印刷 CMYK 则是加上黑色)，它是通过颜色相减来产生其它颜色的，所以我们称为减色合成法。

(3) YIQ 色彩系统

YIQ 色彩系统通常被北美的电视系统所采用(属于 NTSC 系统)，这里 Y 不是指黄色，而是指颜色的透明度，即亮度。其实 Y 就是图像的灰度值，而 I 和 Q 则是指色调，即描述图像色彩及饱和度的属性。RGB 与 YIQ 之间的对应关系如下：

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

(4) YUV 色彩系统

YUV 色彩系统被欧洲的电视系统所采用(属于 PAL 系统)，其中 Y 和上面的 YIQ 色彩系统中的 Y 相同，都是指透明度。U 和 V 虽然也是指色调，但是和 I 与 Q 的表达方式不完全相同。RGB 与 YUV 之间的对应关系如下：

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.148 & -0.289 & 0.437 \\ 0.615 & -0.515 & 0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

(5) YCbCr 色彩系统

YCbCr 色彩系统也是一种常见的色彩系统, JPEG 采用的色彩系统正是该系统。它是从 YUV 色彩系统衍生出来的。其中 Y 还是指透明度, 而 Cb 和 Cr 则是将 U 和 V 做少量调整而得到的。RGB 色彩系统和 YCbCr 色彩系统之间的对应关系如下:

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2990 & 0.5870 & 0.1140 & 0 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5000 & 128 \\ 0.5000 & -0.4187 & -0.0813 & 128 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ 1 \end{bmatrix}$$

2.3 数字视频图像编码

未压缩的数字视频数据量对于目前的计算机和网络来说无论是存储或传输都是不现实的, 因此应用数字视频的关键问题是数字视频的编码压缩技术。

视频编码一般来说分为三个阶段: 第一是信号处理阶段, 它是把视频图像信号进行变换、处理, 使数据处于容易压缩、量化的状态; 第二是量化阶段, 量化简单说是用少量值表示多量值的过程, 压缩过程主要是在这里, 信号的失真也在这里产生; 第三是无失真编码, 即产生输出数据流。对视频图像采用不同的处理、量化和熵编码方法, 就产生了不同的视频图像压缩方法。

视频编码方法从信息损失的角度可分为无损压缩和有损压缩。无损压缩指压缩后的数据经解压缩还原得到的数据与原始数据完全相同; 而有损压缩后的数据经解压缩还原得到的数据与原始数据不完全相同^[10]。下面对几种常用的编码方法进行介绍。

(1) 熵编码

熵编码是基于信号统计特性的无损编码技术, 解码后能无失真地重建图像。熵编码的基本原理是给出出现概率大的符号一个短码字, 而给出出现概率小的符号一个长码字, 这样使最终的平均码长很小。常用的熵编码方法有游程编码、Huffman 编码和算术编码。

游程编码主要用于量化后出现大量等值系数的情形。将一个相同值的连续串用(游程, 灰度)来表示, 降低了表示一个等值连续串的数据量。

Huffman 编码是由霍夫曼提出的一种不等长最佳编码方法, 它利用信源的统

计特性进行编码。Huffman 编码必须知道信源的概率分布，而这一般是无法做到的，通常用对大量数据进行统计后得到的近似分布代替。

算术编码是 80 年代发展起来的一种熵编码方法。在算术编码中，一个信息串用 0 和 1 之间的一个实数区间来表示，随着信息串长度的增加，表示它的区间就不断减小，因而表示该区间所需的位数也不断增加。信息串中的每个符号根据统计模型为自己定义的出现概率来划分区间，概率大的符号对区间的划分小于概率小的符号，因而向编码串加入的位数也少。解码器接收到信息串后，根据符号的概率区间就可以逐位判别信息串所对应的符号串。可以根据信源的统计特性来设计具体的算术编码器，也可针对未知概率分布的信源设计出能够自适应其分布的算术编码器，并且这两种编码方法均可用硬件实现。

(2) 预测编码

预测编码分为线性预测和非线性预测，可以进行帧内预测编码和帧间预测编码。预测编码是基于图像数据的空间和时间冗余性，用相邻的已知像素(或图像块)来预测当前像素(或图像块)的值，然后对预测误差进行量化和编码。

线性预测编码的预测系数固定，编码传输的是当前值与预测值的差值，所以又称为差分脉冲编码调制，即 DPCM(Differential Pulse Code Modulation)。帧内预测利用相邻像素的空间相关性，如 JPEG 算法中直流系数的编码就是采用预测编码，即用前一个 8×8 数据块的直流系数作为当前 8×8 数据块的直流系数的预测值，编码发送的是二者之差。其优点是算法简单，易于硬件实现。缺点是对信道噪声及误差很敏感，会产生误码扩散，使图像质量大大下降。同时，帧内 DPCM 的编码压缩比很低，因此现在已很少独立使用，一般要结合别的编码方法共同使用。

帧间预测编码主要利用相邻图像序列间的时间相关性来达到压缩的目的，可获得比帧内预测高得多的压缩比，帧间预测在图像编码中占有很重要的位置。帧间预测编码一般是针对图像块的预测编码，它采用的技术有帧重复法、阈值法、帧内插法、运动补偿法和自适应交替帧内/帧间编码法等，其中运动补偿预测编码现已被各种视频图像编码标准采用，得到了很好的结果^[8]。这类图像编码方法的主要缺点在于对图像序列不同的区域，预测性能不一样，特别是在快运动区，预测效率很差。而且为了降低预测算法的运算复杂度和提高预测精度，一般要对图像进行分块后再预测，这势必造成分块边缘的不连续。

(3) 变换编码

在图像和视频信号编码中，变换编码是应用最广泛的压缩方法之一，它较预测编码更能有效地去除图像的空间相关性。它是对变换系数进行编码，而不是对图像的原始像素值进行编码。变换编码通常是将空间域相关的像素点通过正交变换映射到另一变换域上，使得变换后的系数之间的相关性降低。理想的情况是：(1)所有系数独立；(2)能量集中于少数几个系数；(3)这些系数集中于一个最小的区域内。利用少数重要系数就能很好地恢复图像，而人眼几乎觉察不出某些系数的丢失。

变换编码可以用矩阵运算表示。首先，把图像分成互相不重叠的 $N \times N$ 的像素块 $X(i, j)$ ，变换编码就是用一线性可分离的和归一化的 $N \times N$ 变换矩阵 T 作用于像素阵 $X(i, j)$ ，获得 $N \times N$ 的变换系数矩阵 $F(u, v)$ ，如下式所示：

$$[F(u, v)] = [T] \cdot [X(i, j)] \cdot [T]^T$$

其中，上标 T 表示矩阵的转置，这个变换应该是正交的和可逆的，从而像素矩阵 $X(i, j)$ 可以用一线性可分离的逆变换来重建，如下式表示：

$$[X(i, j)] = [T]^T \cdot [F(u, v)] \cdot [T]$$

可用于变换编码的变换的种类很多，有 KLT 变换(又称 Hotelling 变换)、离散余弦变换(DCT, Discrete Cosine Transform)和 Walsh-Hadamard 变换等。KLT 变换是均方误差最小的最佳变换，但没有通用的变换矩阵内核，对新给定的每一幅图像数据都必须计算一次变换矩阵，因此没有被广泛应用。在实际的编码工作中，人们常采用 DCT 变换。在现行的变换编码方法中，对大多数图像信源来说，DCT 变换是最接近 KLT 变换的方法。

(4) 分形编码

以分形几何迭代函数系统理论为数学基础的分形图像压缩编码技术是近年来产生的新的图像压缩编码技术，其出发点在于图像的信息冗余反映在图像整体与其不同尺度下的局部之间的相似性上，但更普遍的情形是图像的局部之间存在相似性。八十年代后期，M.Barseley 等人引入迭代函数系统(IFS, Iterated Function system)来刻画这种相似性，提出分形图像编码的概念并指出其潜在的高压缩比图像编码能力。M.Barseley 的学生 Jacquin 提出基于迭代压缩变换(ICT, Iterated Compression Transform)的分形图像编码方法。分形编码的基本思想是：把原始图像分解为互不重叠的图像区块(Range Block)，对于每个区块寻找一个域块(Domain Block)，分形变换后形成它们的最佳逼近。其中域块也是由原始图像分割出的图像块，域块的位置及分形变换的参数构成图像的分形码。在编码过

程中采用拼贴定理, 确保在分形变换为压缩映射的情况下, 由任意初始图像经过分形迭代产生的吸引子可以逼近原始图像。因此分形编码的解码过程是一个分形迭代的过程。分形块编码分为变换域分形编码和空间域分形编码, 但这两种方法的解码重建图像的主观质量较差, 在高压缩比时存在严重的方块效应。后来 Davis 提出了分形图像编码的小波理论, 把分形图像编码溶入变换编码的框架, 提出了子树自量化的小波变换域分形编码方法, 取得了分形图像编码中最好的编码效果。

(5) 模型编码

模型编码技术是近几年发展起来的一种很有前途的低比特率编码方法。它利用了计算机视觉和计算机图形学中的方法和理论, 其基本出发点是在编、解码两端分别建立起相同的模型。基于模型的编码器并不压缩实际的量化数据, 而是采用一个表示景物(一般是人, 人脸等)的模型, 传送的信息是告诉接收方如何改变模型以匹配输入景物(如眨眼, 扭头等)。基于模型的解码器也有一个与对应编码器相同的模型, 解码器利用收到的数据调整其模型, 然后生成供显示的图像。基于模型的图像编码方法利用先验模型来抽取图像中的主要信息, 并以模型参数的形式表示他们, 因此可以获得很高的压缩比。然而在模型编征方法的研究中还存在很多问题, 例如如何利用人的视觉特性等, 这些问题使得它的应用范围受到很大限制, 而且走向实用还需要一段时间。

(6) 小波编码

近年来, 小波变换得到人们的普遍重视。小波变换可以对时间和频率同时进行分解, 这是傅立叶变换无法做到的。小波变换已经开始被应用到图像数据压缩、图像检测、图像拼接中, 而且实验结果表明, 在某些情况下, 小波变换要优于 DCT 等其他正交变换, 小波变换成为图像压缩编码的热点之一。实际上, 比较适合于用 DCT 变换进行压缩的图像是那些信号带宽很窄的图像, 这类图像进行 DCT 变换后, 在其系数矩阵上, 非 0 值将分布在非常有限的局部区域上, 这将会取得令人满意的压缩效果。当信号的带宽很宽时, 非 0 值分布在相当大的区域上, 这使得重建图像丢失了大量的细节, 边缘信息总比原始图像模糊, 因而很难取得好的压缩效果。

小波变换弥补了 DCT 变换不适合对带宽较宽的信号进行压缩的不足。小波变换是一种频率上伸缩自由的变换。当信号带宽较宽时, 可以通过放大的方法使得描述能够满足精度的需要。小波变换是一种不受带宽约束的图像压缩方法。

特别是 S.G.Mallat 提出的离散小波变换快速算法奠定了离散小波变换在图像处理和图像编码等领域得应用基础。

2.4 视频运动检测基本算法

在数字视频监控系统中，图像序列的运动检测及报警不仅可以自行替代监视人员的部分工作，提高监视系统的自动化水平，而且也可提高监控存储的效率。数字视频监控系统对图像序列自动进行运动检测，一旦发现运动物体的位置和方向满足一定条件，就发出报警信号来通知监视人员及时有效处理。这可在很大程度上减轻监视人员的视觉负担^[12]。数字监控系统绝大多数都有存储模块，可对监控场景图像数据进行连续存储。然而，由于数字监控系统的工作时间长，数据存储量相当庞大，给存储容量提出了较高的要求。存储监控图像的目的几乎都是记录监控场景中的动作，如果长时间记录无运动图像，存储的信息量极少，就失去了存储的意义。这也需要有一个运动检测算法判断监控图像的全部或部分有无运动的发生、控制存储模块的动作，有效地节省存储数据，减少不必要的回放。由此可见，图像序列的运动检测和报警算法在数字视频监控系统中有较强的实用价值。

视频运动检测的要求和实际影响因素图像序列的运动检测算法由于其应用范围的不同，通常采用不同的方法。本文主要讨论在具体的数字视频监控系统中对由静态摄像机捕获的场景图像序列进行的运动检测。对于特定的应用场合，有不同的检测方法，相对应于数字视频监控系统中，最基本的要求是检测出图像内部的人或物体有无运动发生，较高的要求是检测出运动物体的位置和方向，如果存在满足特定的位置和方向条件的运动物体，就提供报警。运动报警需要通过视频监控得到图像序列，来获得场景中物体是否运动或者其运动方向的信息，实际上图像序列的亮度分量已经包含了物体运动的绝大部分信息，因此运动检测一般采用的图像数据是灰度图像序列。对多目标同时运动的图像序列进行运动分析和检测存在极大的困难，本文主要考虑图像序列中同时运动的物体的数量较少的情况。影响运动检测效果的不利因素有：光照条件的变化，图像画面的轻微抖动(通常是由摄像机引起)，非生物的机械运动及小动物的运动。光照条件的变化，使监控图像序列中无运动物体出现的图像大多数像素的灰度值有了较大变化；图像画面的轻微抖动会使图像中静态物体的边缘有轻微变化，

易造成检测错误；非生物的机械运动和小动物的运动会使误警率提高。

下面本文对目前几种常见的运动检测方法作一介绍^[22]。

(1) 连续帧间差分法

连续帧间差分法的基本思想：如果在一幅图像的某一位置物体发生变化，那么对应于该位置的灰度也将发生变化，而物体没有发生变化的部分，则灰度不发生变化或发生很小变化。该方法只需比较序列图像中相邻两幅图像的对应像素灰度的差别。其算法略述如下：

$$DF(i, j, t) = |I(i, j, t) - I(i, j, t-1)|$$

$$M(i, j, t) = 1 \text{ 如果 } DF(i, j, t) > Th; \text{ 否则 } M(i, j, t) = 0$$

其中： i, j 表示像素位置坐标， t 表示帧号， Th 表示阈值， $DF(i, j, t)$ 表示相邻帧的帧差图像， $I(i, j, t)$ 表示当前视频帧原图， $M(i, j, t)$ 表示运动图像。

基于连续帧间差分法的运动目标检测其主要优点是：算法实现简单；程序设计复杂度低；易于实现实时监视；由于相邻帧的时间间隔较短，因此该方法对场景光线的变化不太敏感，受目标阴影的影响也不太大，可以说连续帧间差分法对动态环境有较好的适应性。

然而，这种方法在使用过程中还存在两个问题：一是两帧间目标的重叠部分不容易检测出来，即只检测出目标的一部分；二是检测出目标在两帧中变化的信息，这样会存在较多的为目标点，检测出的目标比实际的目标大一些。分析原因，前者是由于我们直接用相邻的两帧相减后，保留下来的部分是两帧中相对变化的部分，因此两帧间目标的重叠部分不容易被检测出来；后者是由于相邻两帧必然存在的灰度变化所产生的。

(2) 背景差分法

背景差分法是目前视频运动分割中尤其是视频监控中最常用的一种方法，它是利用当前图像与背景图像的差分来检测运动区域的一种技术，传统的实现背景差分方法分为三部分：首先，为背景中每个象素进行统计建模；其次，将当前图像和背景模型进行比较，计算出在一定阈值限制下当前图像中出现的偏离背景模型值较大的那些象素，据此，再对图像进行二值化处理，从而得到前景象素集合(运动对象)；此外，模型还要进行周期性的背景更新以适应动态场景变化。背景差分法表述如下：

$$d(i, j, t) = |I(i, j, t) - B(i, j, t)|$$

$$D(i, j, t) = 1 \text{ 如果 } d(i, j, t) > Th; \text{ 否则 } D(i, j, t) = 0$$

其中： $d(i, j, t)$ 表示差值图像， $I(i, j, t)$ 表示当前视频图像， $B(i, j, t)$ 表示背景图像， $D(i, j, t)$ 表示目标运动图像， Th 是二值化时的阈值。

此方法的主要特点是：要求使用当前被监视环境中的一幅静态背景；利用背景图像与当前帧图像的差进行运动目标检测。

基于背景差分的运动目标检测虽然较连续帧间差分法可以提取出更为完整的目标图像，但所采集到的背景图像随着时间的推移，会对光照和外部条件造成的场景变化比较敏感，会出现许多伪运动目标点，影响到目标检测的效果。

(3) 光流法

光流是空间运动物体的被观测表面上的像素点运动的瞬时速度场。光流场是通过二维图像来表示物体点的三维运动的速度场。由 Horn 和 Schunk 在 80 年代早期建立的“光流分析法”，是数字视频处理学科中二维运动估算的重要方法。其研究的对象是二维运动(或称投影运动)，即为真实世界中的三维运动以透视或正交的投影方式在图像平面上形成的“视在运动”，这一运动对应着图像中不同目标的相对位置改变，也就对应着图像前后帧相应位置灰度的改变，Horn 与 Schunk 将图像平面特定坐标点上的灰度瞬时变化率定义为“光流矢量”。这里已经显示了光流分析法的一些弱点：在某些情形下，图像中视频目标的运动不能反映为灰度的变化，如单色圆球绕其直径自转；另外，图像中光源的运动而不是视频目标的运动会导致灰度的变化，而这些都是光流分析法所能隔离或屏蔽的。但就大多数现实世界的投影运动而言，光流分析是有效的估算方法。而且，运动估算研究的是“视在运动”而非真实运动，所以可以对任何与图像亮度变化无关的运动不加以考虑。因此，光流场是一个二维矢量场，它包含的信息即是各像点的瞬时运动速度矢量信息。

光流计算基于如下两个假设：(1)任何物体点所观测到的亮度随时间是恒定不变的；(2)图像平面内的邻近点以类似的方式进行移动(速度平滑性约束)。

假设我们有一个连续的图像。 $f(x, y, t)$ 表示在 t 时刻坐标 (x, y) 处的灰度值，将动态图像序列表示为关于位置和时间的函数，并进行泰勒公式展开为：

$$f(x+dx, y+dy, t+dt) = f(x, y, t) + f_x dx + f_y dy + f_t dt + o(\partial^2)$$

其中： f_x, f_y, f_t 分别表示 f 的偏导数。假设像素的直接邻域在时间间隔 dt 内移动 dx, dy 距离，忽略高阶项则有：

$$-f_t = f_x \frac{dx}{dt} + f_y \frac{dy}{dt}$$

设估计的速度为 c : $c = \left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}\right) = (u, v)$

$$E^2(x, y) = (f_x u + f_y v + f_t)^2 + \lambda(u_x^2 + u_y^2 + v_x^2 + v_y^2)$$

其中, $u_x^2, u_y^2, v_x^2, v_y^2$ 表示作为错误偏导数平方和。

估计的速度为:

$$u = \bar{u} - f_x \frac{P}{D}, \quad P = f_x \bar{u} + f_y \bar{v}$$

$$v = \bar{v} - f_y \frac{P}{D}, \quad D = \lambda^2 + f_x^2 + f_y^2$$

由上述速度估计公式可知其估计过程是一个并行的迭代过程, 迭代多次后才能达到收敛, 相当费时难满足应用实时性的要求, 同时高阶项在多数情况下并非完全消失因而忽略它时将导致估计误差, 另外, 由于噪声、多光源、阴影、透明性和遮挡性等原因, 使得计算出的光流场分布不是十分可靠和精确, 因此, 在没有硬件的支持下采用光流方法进行运动检测计算实时性和实用性较差。

(4) 一些新方法

在运动检测中还有一些其它的方法, 如利用基于卡尔曼滤波的自适应背景模型以适应天气和光照的时间变化; 利用自适应的混合高斯背景模型(即对每个像素利用混合高斯分布建模), 并且利用在线估计来更新模型, 从而可靠处理光照变化、背景混乱运动的干扰等影响。

第 3 章 系统硬件设计

3.1 系统概述

基于 DSP 的视频监控系统的总体设计思想是采用 TI 公司的高速数字信号处理器作为主控芯片，将采集后的视频信号放入帧缓存中，然后利用动态检测算法对用户设定的区域进行判别，如果有异物侵入或其他用户需要掌握的情况发生，就将该幅图像压缩后存储在硬盘上；也可压缩、存储实时视频图像。同时也能回放出来。

图 3-1 为系统设计结构图。

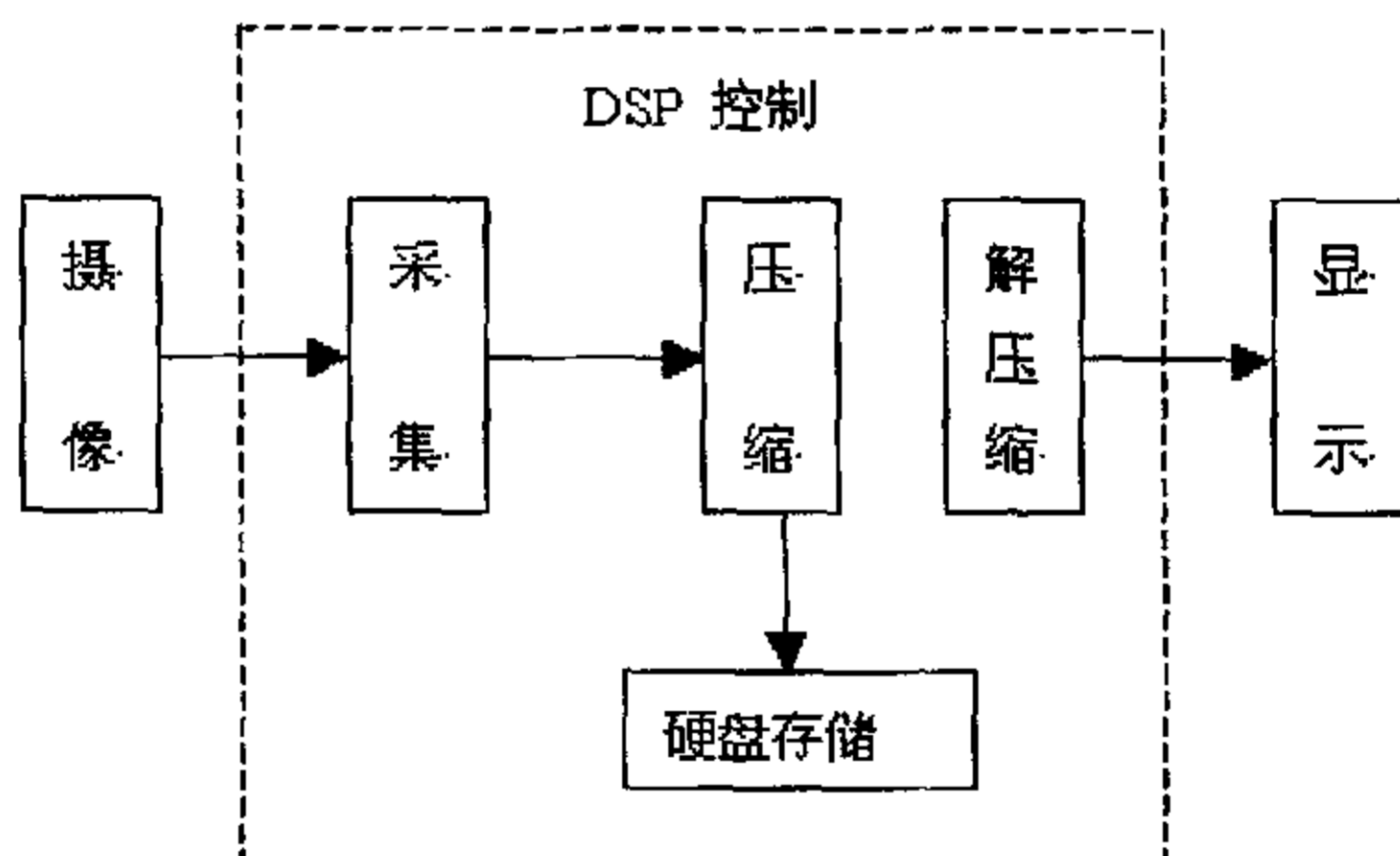


图 3-1 系统设计结构图

该系统中，数据采集量大，数据处理速度要求高，寻址方式多样，所以可考虑高端通用处理器或 DSP。本系统采用 TI 公司的数字信号处理器 (DSP)TMS320VC5402 作为核心处理器，为实时视频监控系统的应⽤带来了新的思路。

为了简化系统规模、提高可靠性、提高性能，本设计采用了集成的视频处理芯片来实现对模拟视频输入信号进行数字转换。该类芯片将预处理、增益控制、抗混叠滤波、A/D 转换、同步电路，时钟发生器等功能集成在单个的芯片中，

避免了系统对高性能分立元件的要求，节省系统设计成本。采用集成视频处理芯片，在改变电路特性的时候，只需要重新对器件进行软件编程，加载新的寄存器初值即可^[24]。避免了更换元件，调节元件参数给系统调试带来的不便；使系统的集成度提高，减少了系统开发的复杂度和开发时间。视频输入处理芯片内部 A/D 转换器的位数高，其精度也就相应的高，相对的其芯片的价格就昂贵了。此外，芯片对特殊总线接口的支持也使得芯片的价格差异非常大。所以芯片的选取的原则是在满足系统要求的前提下，使用 A/D 位数少的处理芯片，尽量减少芯片功能资源的冗余，提高性能价格比。从价格和性能等各方面因素考虑后，选择了符合本系统性能要求的 Philips 公司出产的 SAA7113 芯片。

对于视频信号的压缩，可以采用硬件或软件的方式，考虑到性价比及开发周期等因素，采用硬件方式。在该系统中，希望系统既能压缩连续的视频信号，也能对指定的单帧图像进行压缩，同时也要进行一定的压缩规范标准，可采用 M-JPEG 方式^[17]。MJPEG 压缩芯片将 A/D 转换芯片输入的 YUV 格式的数据进行 MJPEG 格式的压缩。MJPEG 由 JPEG 图像连接组成，相对 JPEG 图像每幅都有自己的量化表和 Huffman 码表。MJPEG 可以仅使用一张量化表和 Huffman 码表对连续几十帧甚至上百帧图像进行压缩，仅当数据发生丢失时才需要重新载入量化表和 Huffman 码表。这一优点大大降低了系统视频解码时所需要的开销。在实际应用中采用 ZORAN 公司的 ZR36060 来完成 MJPEG 的压缩和解压缩。

存储的介质可用 IDE 硬盘。对被监控的对象可进行长时间的监控，节约了大量的录像磁带^[3]。IDE 接口的硬盘驱动器提供了两种数据传输模式：PIO 模式和 DMA 模式。由于 PIO 模式控制相对容易，提供了一种编程控制输入/输出的快速传输方法。该模式采用高速的数据块 I/O，以扇区为单位，用中断请求方式与 CPU 进行批量数据交换。在扇区读写操作时，一次按 16 位长度通过内部的高速 PIO 数据寄存器传输。

复杂可编程逻辑器件，用于向 DSP 的数据存储器、程序存储器以及一些芯片提供逻辑控制信号。

在系统的总体设计中，视频采集电路、压缩电路和存储电路是系统的基本部分。整个系统采用脱离 PC 机的独立方式工作，可以克服以前的视频监控系统在实际应用中稳定性差，不适于恶劣环境使用，价格高昂等缺点，是符合监控技术发展趋势的先进视频监控系统。

3.2 系统的硬件设计

3.2.1 系统主控芯片

由于数字信号处理有别于普通的科学计算,它强调运算处理的实时性,因而 DSP 除了具备普通微处理器所强调的高速运算和控制能力外,其针对实时信号处理,在处理器结构、指令系统、指令流程上都作了很大改进^[13]。

与普通微处理器相比, DSP 具有以下一些显著特点:

- (1) 采用改进的哈佛结构,片内有独立的程序总线 and 数据总线,可以同时访问指令和数据;
- (2) 支持流水线操作,取指、译码和执行等操作可以重叠执行;
- (3) 在一个指令周期可以完成一次乘法和一次加法运算;
- (4) 硬件支持低开销或无开销循环及跳转;
- (5) 具有单独的 DMA 控制器,可以在不影响 DSP 处理速度的情况下作并行的高速数据传输。

目前国内外应用最广泛的定点 DSP 是 TI 公司的 TMS320C54x 系列,它以极高的性能价格比(如 TMS320VC5402 DSP 具有 100MIPS 的性能,售价仅 5 美元)和极低的功耗,在便携产品、无线通信、网络、工业和电信系统等方面得到广泛应用。目前, TMS320C54x DSP 已应用于世界上近三分之二的数字式手机中。另外值得一提的是, TMS320C5402 DSP 的销售量已突破一百万片大关,也充分说明了它的性能和价格有极大的优势。本系统采用的 DSP 正是来自 TMS320C5000 家族的 TMS320VC5402。

它具有一个 40 位的算术逻辑运算单元,内含两个累加器和一个 40 位的桶形移位器,能在单周期内完成 32 位操作数的加/减法运算。C5402 片内有 8 条数据或地址总线,构成增强型哈佛结构的总线系统。指令按流水线方式执行,能在单周期内完成读两个操作数和写一个操作数的操作。为了充分利用这种多总线结构和流水线操作的优点, TI 公司专门开发了一套并行指令,能在单周期内执行一次存储/加载操作和一次算术运算。

C5402 内部有 16K516bits DARAM 和 4K516bits ROM,可以作为程序存储器或数据存储器,另外还有两个多通道缓冲串行口、一个 8 位 HPI 接口、两个 16 位定时器、一个六通道 DMA 控制器和一个 PLL 时钟发生器^[14]。

TMS320VC5402 DSP 的主要特性如下:

(1) CPU

- 先进的多总线结构(1 条程序总线, 3 条数据总线和 4 条地址总线);
- 40 位算术逻辑运算单元(ALU), 包括 1 个 40 位桶形移位寄存器和 2 个独立的 40 位累加器;
- 17 位×17 位并行乘法器, 与 40 位专用加法器相连, 用于非流水线式单周期乘法/累加(MAC)运算;
- 比较、选择、存储单元(CSSU), 用于加法/比较选择;
- 指数编码器, 可以在单个周期内计算 40 位累加器中数值的指数。

(2) 存储器

- 64K 字数据存储器空间, 1M 字程序空间, 64K 字 I/O 空间;
- 片内 ROM 可配置为程序/数据存储器;
- 双寻址在片 RAM(DARAM);

(3) 指令系统

- 单指令重复和块指令重复操作;
- 块存储器传送指令;
- 32 位长操作数指令;
- 同时读入 2 或 3 个操作的指令;
- 能并行存储和并行加载的算术指令;
- 条件存储指令;

(4) 在片外围电路

- 软件可编程等待状态发生器;
- 可编程分区转换逻辑电路;
- 带有内部振荡器或外部时钟源的在片锁相环(PLL)时钟发生器;
- 2 个多通道缓冲串行口(McBSP);
- 2 个 16 位可编程定时器;
- 8 位并行主机接口(HPI)。

3.2.2 电源设计

系统中所选用的 TMS320VC5402 芯片的输入输出接口电压为 3.3V, 内核电压降低到 1.5V, 这样降低了功耗, 有利于系统的稳定, 但也给电源供电和其他

芯片的选择带来了麻烦，系统中其它芯片接口电压必须为 3.3V，至少也要兼容 3.3V。电源设计中需要考虑的主要问题是功率是否满足的问题，在本设计中，因为是双电压供电，还需要考虑上电顺序的问题。

TMS320VC5402 的最大工作频率是 100MHz，此时所消耗的峰值功率为 180mW，加上系统其他芯片的消耗，经推算亦不会超过 1.8W。

TMS320VC5402 对于上电顺序的理想要求是，电源的核电压 V_c 应先于 I/O 电压 V_d 上电，关断时 V_c 应晚于 I/O 电压 V_d 断电。但在 V_d 只能先上电的情况下，应保证 V_d 不大于 V_c 2V，而且整个上电过程应在 25mS 内完成。这样要求的原因在于，如果 V_c 先于 V_d 上电，只是芯片周边输入输出无效，对于芯片本身没有损害，但如果次序相反，则芯片的缓冲和驱动部分将处于一个未知的状态，容易对芯片造成损害。

根据上述的分析，设计中选用了 TI 公司的集成电源模块 TPS767D318，它的输出为 3.3V 和 1.8V 双路输出，芯片本身可以提供较为严格的上电次序，再加上搭配的外围器件，保证了系统对上电次序的要求和对功率的要求。

3.2.3 复位电路

对于实际的 DSP 应用系统，特别是产品化的 DSP 系统，其可靠性是一个不容忽视的问题，由于系统的时钟频率较高，在运行时极有可能发生干扰和被干扰的现象，严重时可能会出现死机现象^[4]。为了克服这种情况，除了在软件作一些保护措施外，硬件上也必须作相应的处理。硬件上最有效的保护措施就是采用具有监视功能的自动复位电路。

自动复位电路除了具有上电复位功能，还具有监视系统运行，并在系统发生故障或死机时再次进行复位的能力。其基本原理就是通过电路提供一个用于监视系统运行的监视线，当系统正常运行时，应在规定的时间内给监视线提供一个高低电平发生变化的信号，如果在规定的时间内这个信号不发生变化，自动复位电路就认为系统运行不正常并重新对系统进行复位。我们采用了 MAXIM 公司生产的多功能微处理器监控电路 MAX706T，如图 3-2 所示。该芯片具有上电自动复位功能、手动复位功能、看门狗功能以及电压检测功能，能满足 3V 电源系统和 5V 电源系统的需要。在系统上电、掉电、复位按键按下以及电源电压降低的情况下，复位比较器能够保证输出准确可靠的复位信号；其内部的看门狗电路能监视微处理器的运行，当 1.6s 内其输入信号的状态没有改变时将发

出报警信号；MAX706T 内部还有一个独立的门限检测器，该检测器可以监视另一个电源电压，当该电源电压过低时发出电源故障信号。

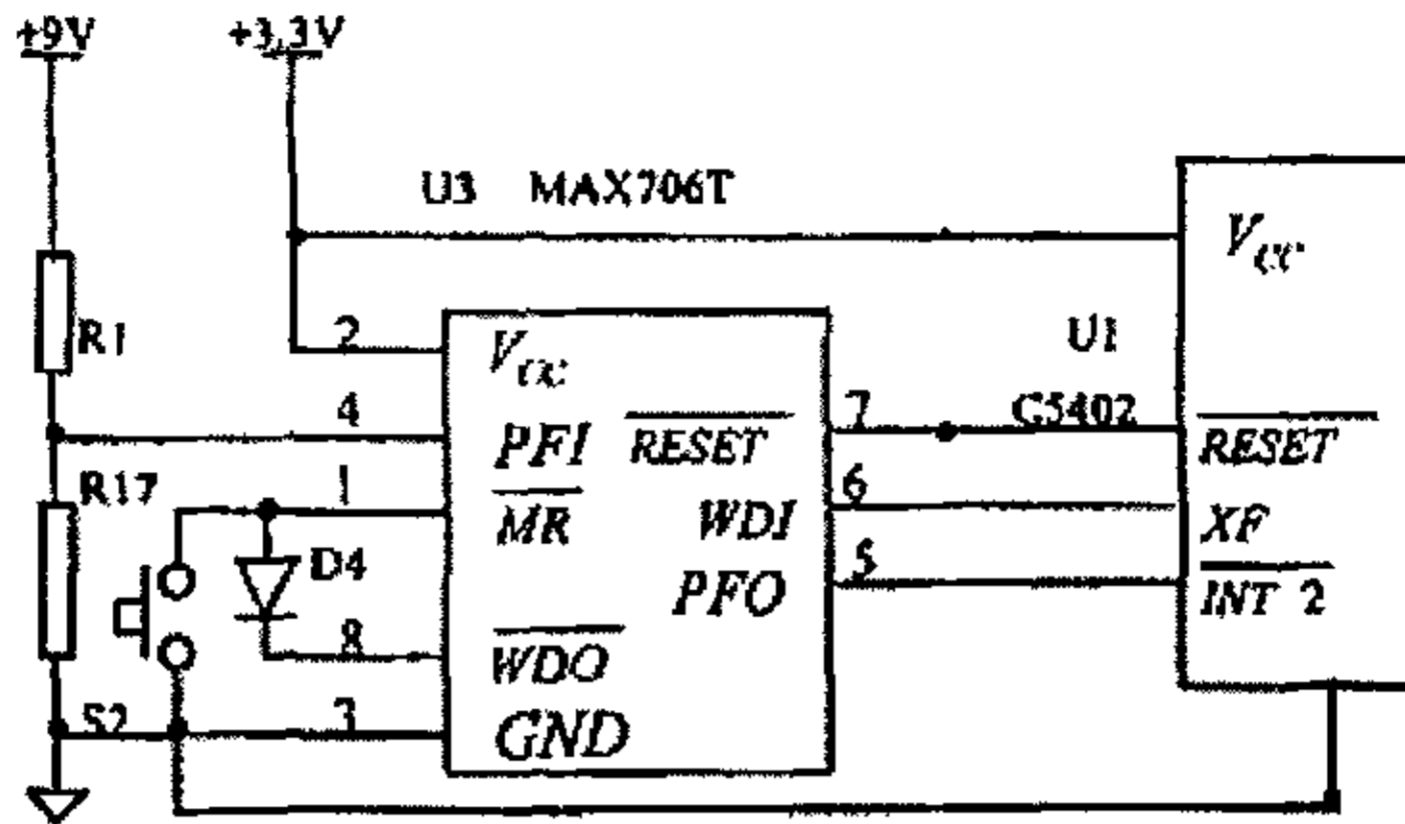


图 3-2 监控电路

3.2.4 存储器配置

C5402 的内部仅有 16KW 的随机存储器和 4KW 的只读存储器，不能满足需要，因此扩展了 512KB 的帧缓冲器用来存放原始图象数据，并且扩展了 32KB 的 FlashROM 用来存放应用程序，二者都映射到 C5402 的外部数据空间。由于 C5402 的数据空间仅为 64KW，因此采用内存页扩展技术，将外部数据空间分为 16 页，每页 32KB。用 C5402 的一个扩展输出口作为扩展内存的页选择信号，选择 0-16 页。用 C5402 的 A15 脚控制扩展存储器片选信号的产生，当 A15=0 时选择片内 DARAM；当 A15=1 时选择片外 SRAM。存储器的配置如图 3-3 所示。

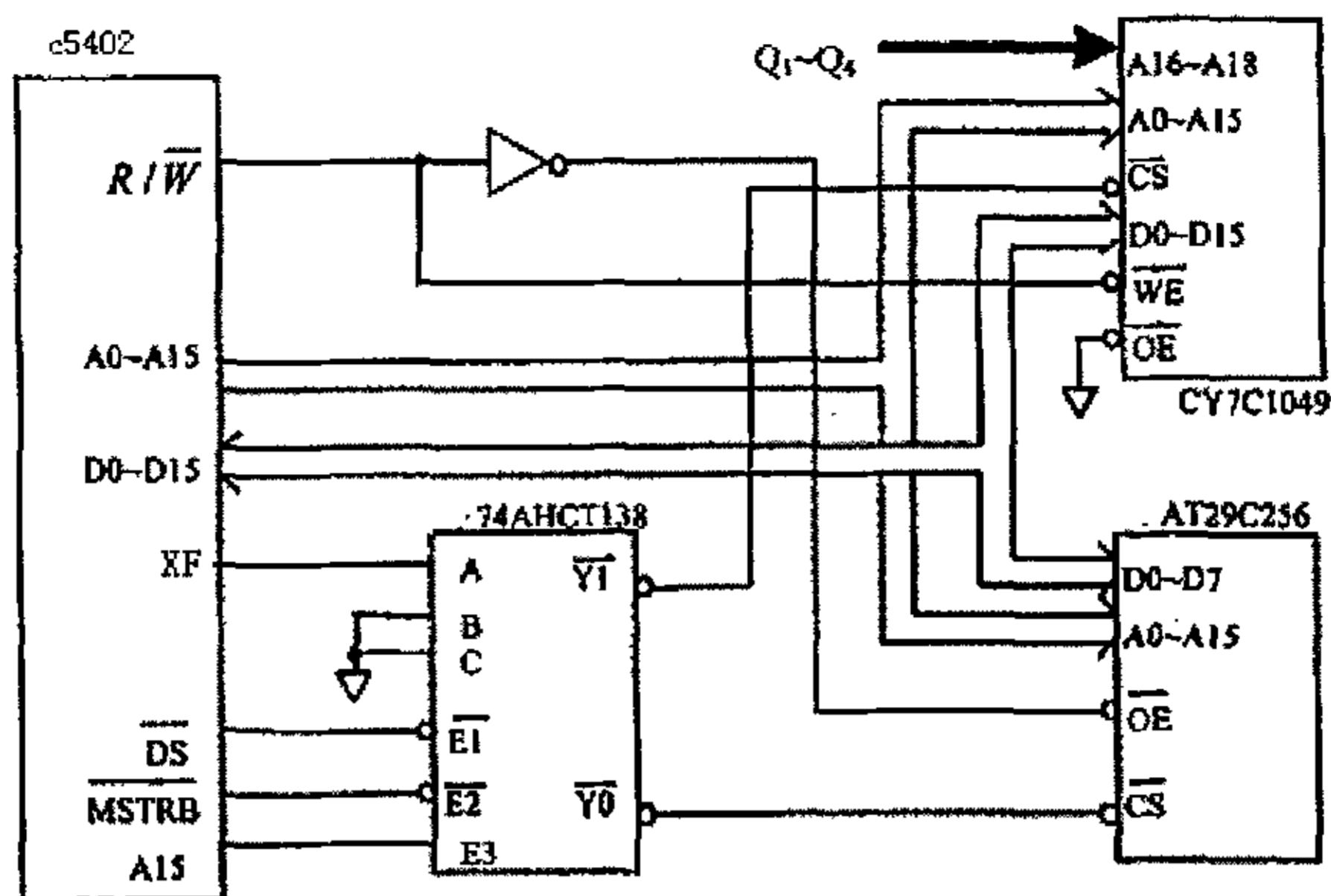


图 3-3 存储器扩展图

3.2.5 视频信号的采集

视频采集部分包括视频输入部分和视频处理部分，其功能是将物体的光信号利用传感器转换成模拟的视频电信号，并且利用视频解码芯片再将模拟的视频电信号转化成数字的图像信号^[19]。视频输入部分采用的是由 CCD(Charge Coupled Device 电荷耦合器)图像传感器构成的模拟摄像头，视频处理部分采用的是 Philips 公司的视频解码芯片。

3.2.5.1 视频输入部分

目前普遍采用的固件器件模拟摄像机是 CCD 类型的，CCD 摄像机是由电荷耦合元件组成的图像探测器，它将景物通过物镜成像在一块电荷感应光板(电荷探测器)上，用感应光板的感应电压模拟景物的亮度变化。由于用 CCD 就实现了光电转换及扫描，因此这类摄像机有体积小、重量轻、结构紧凑的特点。

摄像机的选择对后继图像采集及处理有着至关重要的作用，摄像头的成像质量好坏直接影响图像采集和图像处理部分的复杂度，因此摄像机的选择在本设计中至关重要。基于要和后面的电路匹配，以及价格合理的原则，本系统中采用的是 CCD 的模拟摄像机。

3.2.5.2 视频处理部分

对于视频信号转化成图像数字信号来说，最重要的是从视频信号中分离出亮度信号、色度信号、同步信号。典型的视频处理电路原理框图如图 3-4 所示：

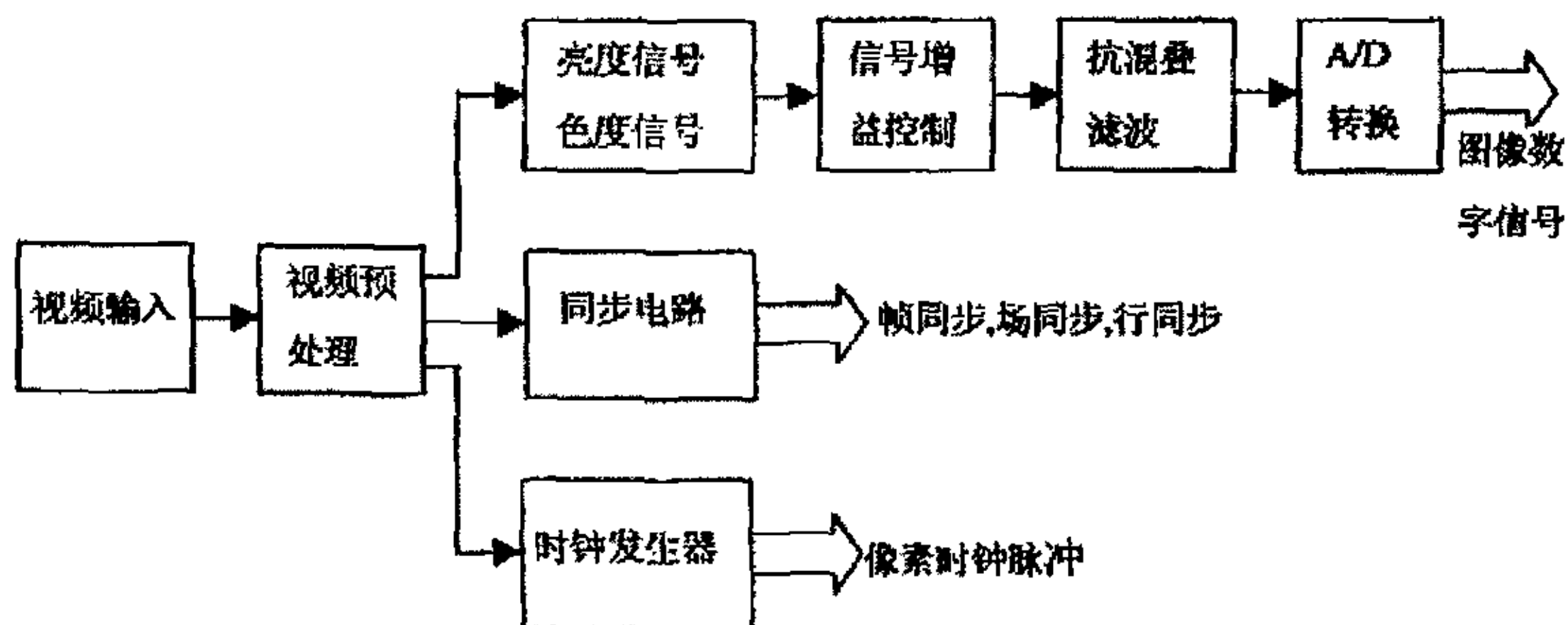


图 3-4 典型的视频处理电路原理框图

对于图 3-4 中的视频处理电路而言，它所采用的器件种类多、数量多，成本高。对于本系统设计而言，这些将导致系统的复杂度大大提高，可靠性也会随之降低，增加调试系统的难度。所以本系统选用集各种功能于一体的集成芯片来简化系统的复杂度。

视频信号采集主要是使用 SAA7113，该芯片是 Philips 公司推出的一款功能强大的视频信号预处理芯片，最基本的功能是模/数转换，输出的数字视频信号符合 ITU601 标准。ITU601 是长宽比为 4:3 和 16:9 的数字电视信号标准，它对数字电视信号的各项参数进行了详细的描述和规范。在我国，通常采用的都是 4:2:2 采样格式、PAL 制式、长宽比为 4:3 的数字电视信号^[20]。可编程输入处理器 SAA7113 主要有以下特点：

- (1) 具有四路模拟输入通道，并可以进行内部模拟信号源选择，如 4×CVBS、2×Y/C 或者 1×Y/C 和 2×CVBS。
- (2) 对所选的 CVBS（或 Y/C）通道可编程实现静态增益控制或者自动增益控制，且有两个内置的模拟抗混叠滤波器。
- (3) 两个 9 位 CMOS 模数转换器，数字化的 CVBS 或 Y/C 信号通过 I²C 总线控制输出到 VPO 口。

(4) 可自动检测50Hz 和60Hz 场频视频信号，在PAL 和NTSC 制式间自动切换。可对下列制式的视频信号进行亮度和色度处理：PAL BGHI、PAL N、联合PAL N、PAL M、NTSC M、NTSC N、NTSC4.43、NTSC-Japan 和SECAM。

(5) VPO 总线输出标准ITU656 YUV4:2:2 格式的数字视频。

(6) 对不同制式标准只需要一个24.576MHz的晶振。

(7) 由外部控制器控制读写的I²C 总线，速率达400kbit/s。

(8) 低功耗 (<0.5W)，低电压 (3.3V)，小封装 (QFP44)。

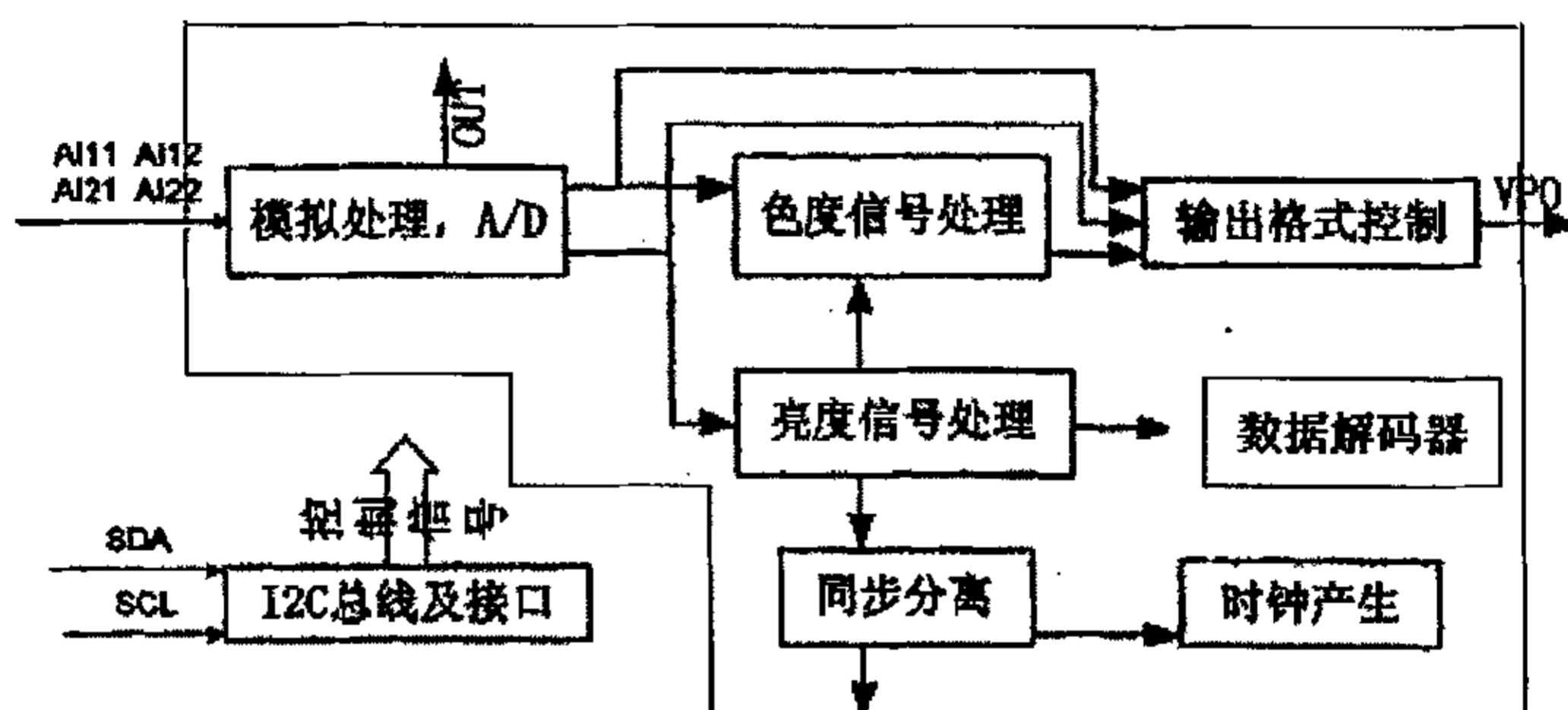


图3-5 SAA7113功能方框图

由图3-5可知，从SAA7113的四个模拟输入端AI11，AI12，AI21，AI22输入的视频图像信号，经模拟处理后，一路通过缓冲器从模拟输出端(AOUT)输出用于监视，另一路经A/D产生数字亮度信号和色度信号，分别进行亮度信号处理和色度信号处理。亮度信号处理的结果一路送到色度信号处理器，进行综合处理，产生Y和UV信号，经格式化后从VPO(16位)输出；第二路进入同步分离器，经数字PLL产生相应的行和场同步信号HS和VS，同时PLL驱动时钟发生器，产生与HS锁定的时钟信号LLC和LLC2。第三路进入多标准VBI数据解码器获得场消隐期中的数据信息。

SAA7113 有256 个内部寄存器 (Subaddress00~FFH)，其中00H 芯片版本信息寄存器是只读的。01H~05H 是前端配置状态寄存器，用于设置芯片前端模拟通道处理的工作状态，具体根据输入模拟视频信号的类型和格式进行设置，例如模拟输入处理的工作模式就是通过设置02H 确定的。06H~13H、15H~17H

是解码部分的工作方式配置寄存器，进行同步信号控制、BCS 控制和输出数据控制，其中12H 寄存器用来设置RTS0、RTS1 的功能，11H~13H 是输出控制寄存器；1FH 是只读的解码状态寄存器，报告解码过程中的各种信号状态；40H~60H、60H~62H 是行/场图像控制、状态寄存器，用于设置VPO 的数据格式等；内部寄存器14H、18H~1EH、20H~3FH 及63H~FFH 保留使用。

SAA7113的VPO 总线宽度为8 位，输出的是格式为标准ITU656 Y : U : V (4 : 2 : 2) 的视频数据。SAA7113 每个有效扫描行有720 个像素，在每个LLC 的上升沿输出一个字节的解码数据，每个像素需要两个LLC 周期，每个像素都有自己的亮度数据Y，但是输出的数据中每两个相邻的像素共用一组色差数据 C_B 、 C_R ，在存储图像数据时我们可以认为每一个像素的数据由两个连续的字节表示，但是当需要转换为RGB 格式或进行其他处理时，是第 $2n$ 个和第 $2n+1$ 个像素共用一组色差数据 C_{B2n} 、 C_{R2n} ($n=0、1、2 \dots$)，相应的进行正确的处理。结构形式如图3-6所示。

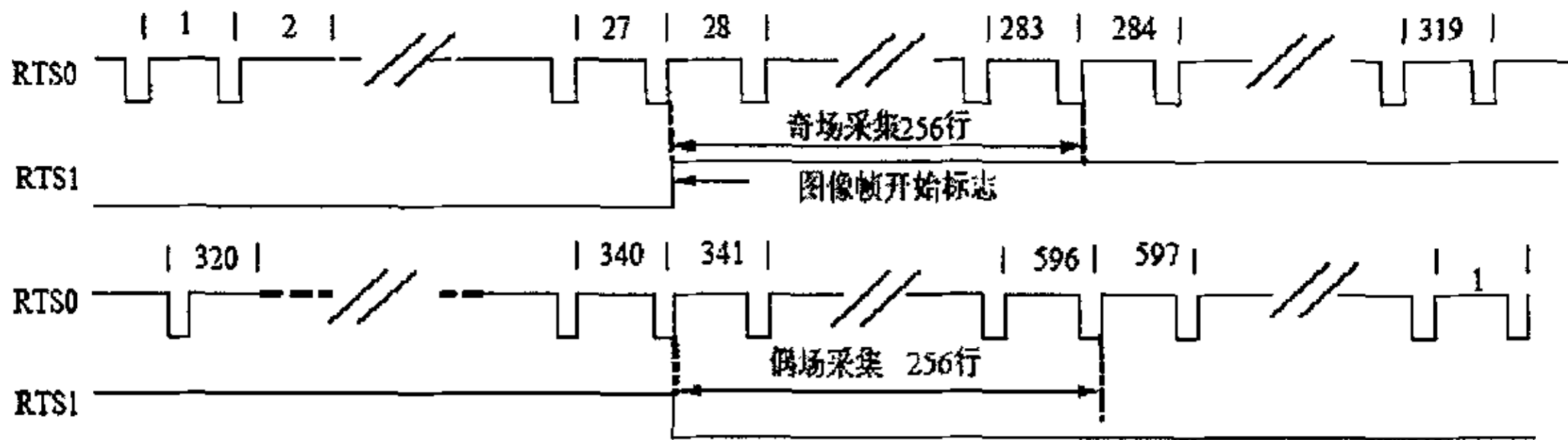
720个像素的Y : U : V (4 : 2 : 2) 格式的数据												
C_{B0}	Y0	C_{R0}	Y1	C_{B2}	Y2	C_{R2}	Y3		C_B	Y	C_R	Y
									718	718	718	719

图 3-6 SAA7113 输出的数据格式

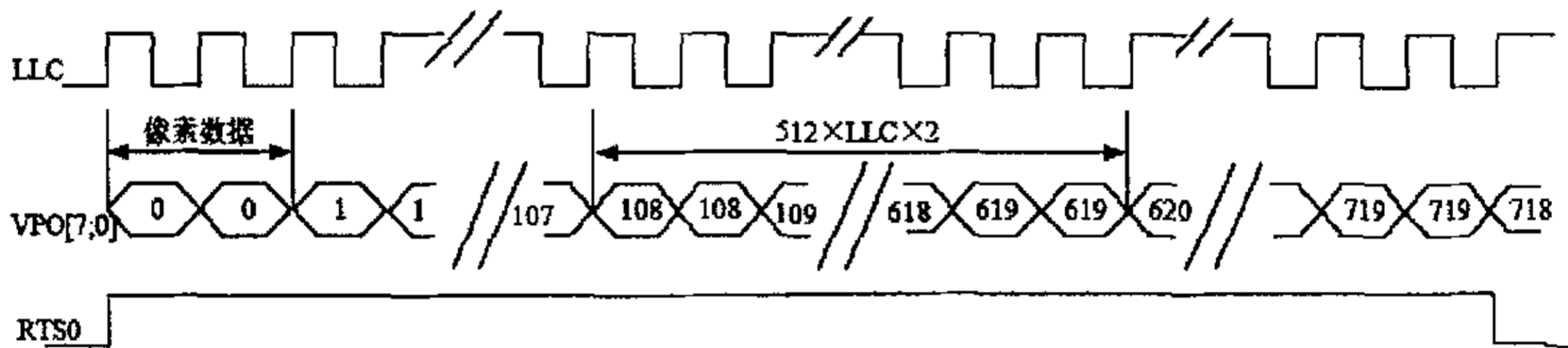
本设计中，将SAA7113的多功能引脚RTS1设置为奇偶场标志信号，RTS0设置为行参考信号，所以子地址为12H的寄存器的值为F7H。RTS0 为高电平表示一行有效像素，低电平表示场消隐信号。RTS1 的上升沿表示有效奇场图像的开始，同时它也被用来表示帧图像开始的信号；RTS1 的下降沿表示有效的偶场图像开始输出。LLC 是行锁定系统时钟输出，为像素时钟频率的两倍，27MHz 用来同步整个系统，一个LLC周期输出一个字节的图像数据，LLC 的上升沿在CPLD 内部反相后可以作为帧存的写信号。

SAA7113 的输出口 VPO7-VPO0 的输出数据类型选择为 TYPE15，即解码为 YUV4:2:2 格式的数字视频信号，每帧 625 行，每行 720 个有效象素，1440 个字节，I²C 总线寄存器 41H-57H 设置为 FFH。我们只取图像中央的 512 × 512 象素予以存储。如图 3-7(a)所示，奇场采集第 28 行到第 283 行，偶场采集第 341 行到 596 行，各计 256 行。如图 3-7(b)所示，每行采集第 108 个到第 619

个像素，共 512 个像素。所以 SAA7113 的 I²C 总线寄存器位 FIDP=0，VSTA8-VSTA0 的值为 01AH。



(a) 行采集



(b) 像素采集

图 3-7 采集同步信号时序图

3.2.5.3 I²C 总线接口

I²C (Inter IC Bus)总线是 Philips 公司推出的芯片间串行传输总线。它以总线串行数据(SDA)和串行时钟(SCL)两条线使连接在该总线上的器件进行数据传输，实现了完善的全双工同步数据传送，可以很方便的扩展各种外围器件^[15]。每个器件的识别由一个特定的地址确定。除了作为发送器和接收器外，该器件还可以被设定为主控器和被控器。主控器用于启动总线上的数据发送；并产生数据传输所需的时钟信号，其他被寻址的器件均认为是被控器。由于采用了器件地址的硬件配置方法，通过软件寻址完全避免了器件的片选线寻址方式。

SDA 线和 SCL 线都是双向传输线，它们各通过一个上拉电阻连接到正电源。当总线处于空闲状态时，两条线均处于高电平。连接到总线的器件输出级必须是集电极开路或漏极开路，以用来产生“线与”功能以便于多个器件接入。

在标准方式下，I²C 总线上的数据传输速率可以达到 100Kbps，在快速方式下则可达 400Kbps。连接到总线上的器件数量只受 400pF 的总线电容的限制。

进行数据传输时，SDA 线上的数据在 SCL 为高电平期间必须是稳定的，只有在 SCL 线上的时钟信号为低时，数据线上的状态才可以改变。当 SCL 线保持高电平时，通常把 SDA 线上的高到低和由低到高的电平变化分别定义为开始条件和停止条件。参见图 3-8。下面将 I²C 总线的几种工作状态加以说明：

- 如果在多字节的读写中，内部地址会自动增加；
- 当时钟线 SCL 为高时，数据线 SDA 由高到低变化表示开始；
- 当时钟线 SCL 为高时，数据线 SDA 由低到高变化表示结束；
- 在写入状态和读取数据之前必须先写入从属设备的地址；
- 在每次在数据线 SDA 上传输的数据必须是 8 位长，之后必须有一位响应位。

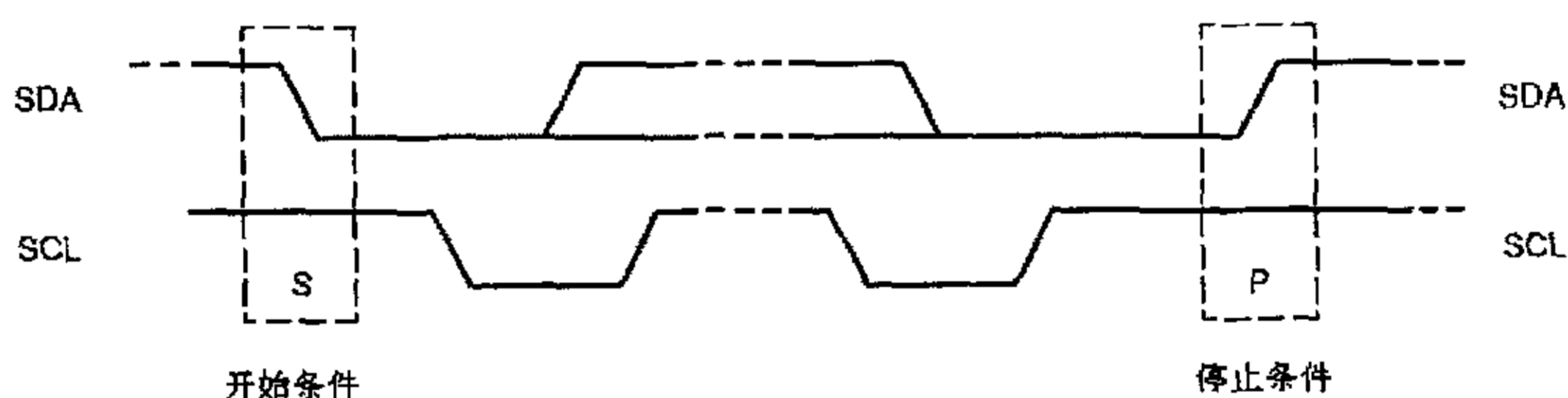


图 3-8 I²C 总线开始与停止条件

SAA7113 在上电后，芯片不是立即采集模拟视频信号进行 A/D 转换处理，输出数字信号，而是利用前端处理器 DSP 的 I/O 口通过软件编程来模拟实现 I²C 总线的通信，从而按系统要求来完成对 SAA7113 寄存器的初始化。I²C 总线的读/写操作的流程如图 3-9 所示。

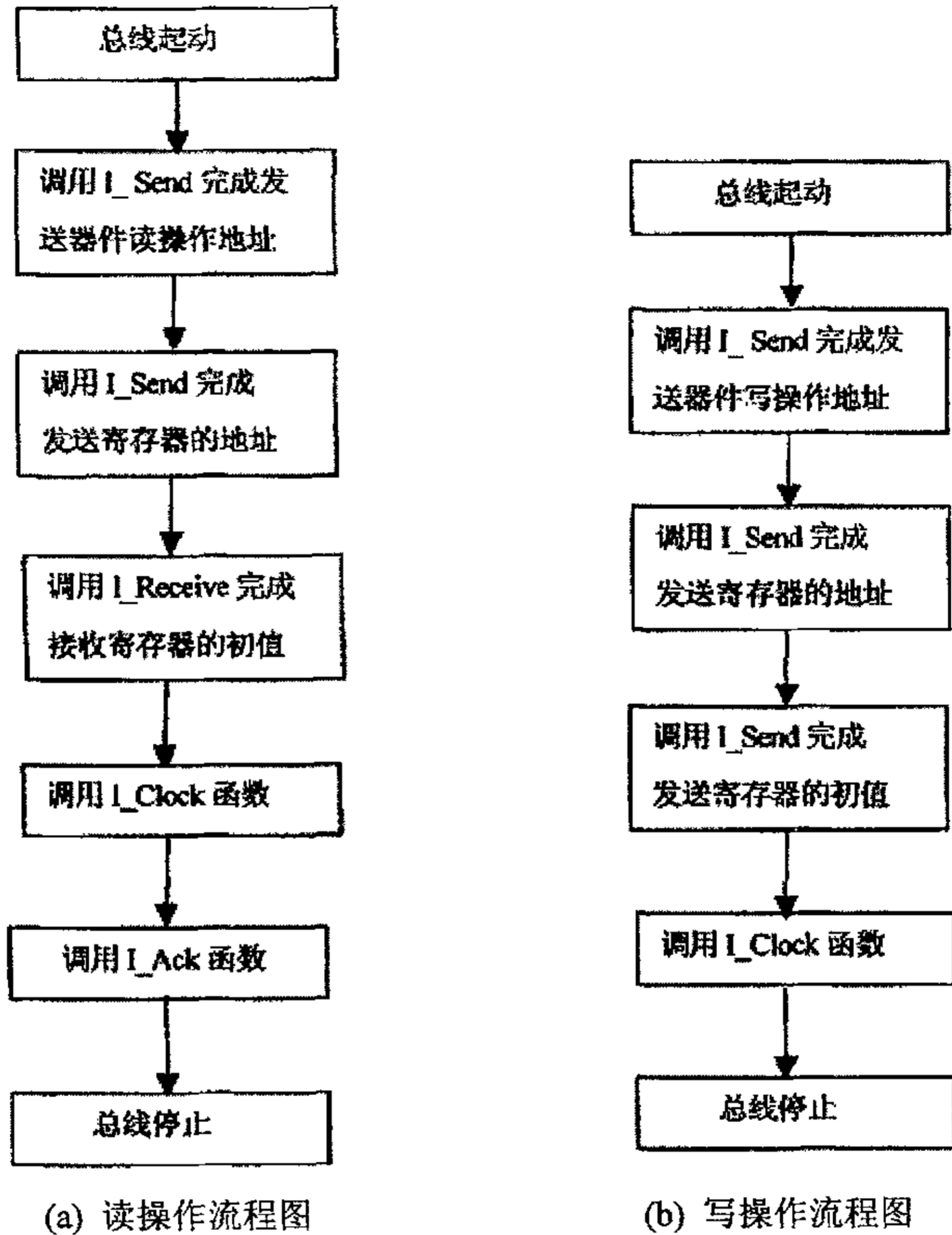


图 3—9 I²C 总线的读/写操作的流程图

3.2.5.4 帧存储方案

用来构成图像帧存储器的存储芯片种类很多，主要有 DRAM、双端口 RAM、SRAM 和 FIFO 存储器。

一般来讲，用 DRAM 存储芯片构成的帧存储器整体的功耗低、体积小、容量大、价格便宜，但是读写时序比较复杂，要考虑存储体刷新，尤其要考虑怎样和高速的视频图像数据流相匹配的问题。双端口 RAM 的主要缺点是价格较

贵，存储容量一般不如 DRAM 芯片大。FIFO 存储芯片的特点是存取速度快，时序简单，如果用于帧存储器可以选择容量较小的芯片，缺点是价格较贵。SRAM 器件高速且接口简单，而且近年来，SRAM 容量不断增大，价格不断下降，使用 SRAM 设计图像帧存已比较普遍。

从存取速度方面来考虑，SAA7113 的输出数据 37ns/字节(LLC=27MHz)，所以选择的帧存储器芯片访问速率应该超过 37ns。

从帧存储的数据类型方面来考虑，有的系统将数据类型选择为 RGB 格式，这样存储一个像素需要三个字节，而采用 YUV4:2:2 的格式存储，平均每个像素只需要两个字节。

从存储容量方面来考虑，存储一帧 512×512 像素的 YUV4:2:2 格式的图像 512×512×2 字节，即总容量 512K 字节/帧，存储两帧需要 1M 字节容量。

从图像数据的存储方式方面来考虑，可以将亮度信号和色差信号分别存储，也可以将二者存储在同一存储体内；可以将奇偶两场图像分别存储，也可以将两场图像存储在同一存储体内；可以将奇偶两场图像隔行交叉存储也可以连续不储。

考虑上述各个方面和价格等因素，本设计最终采用了图3-10的帧存储方案，使用两片SRAM芯片CY7C1049，最高访问速率达12ns，容量512K×8bit。可以在CPLD 设计的视频采集控制器内部把奇偶场有效信号作为正在写入的帧存的地址信号RAB11，把场中有效行的计数作为帧存地址信号RAB[18:12]，把行中的有效像素计数作为帧存地址信号RAB[10:0]，就可实现隔行图像变逐行图像存储在一个帧存储器中。

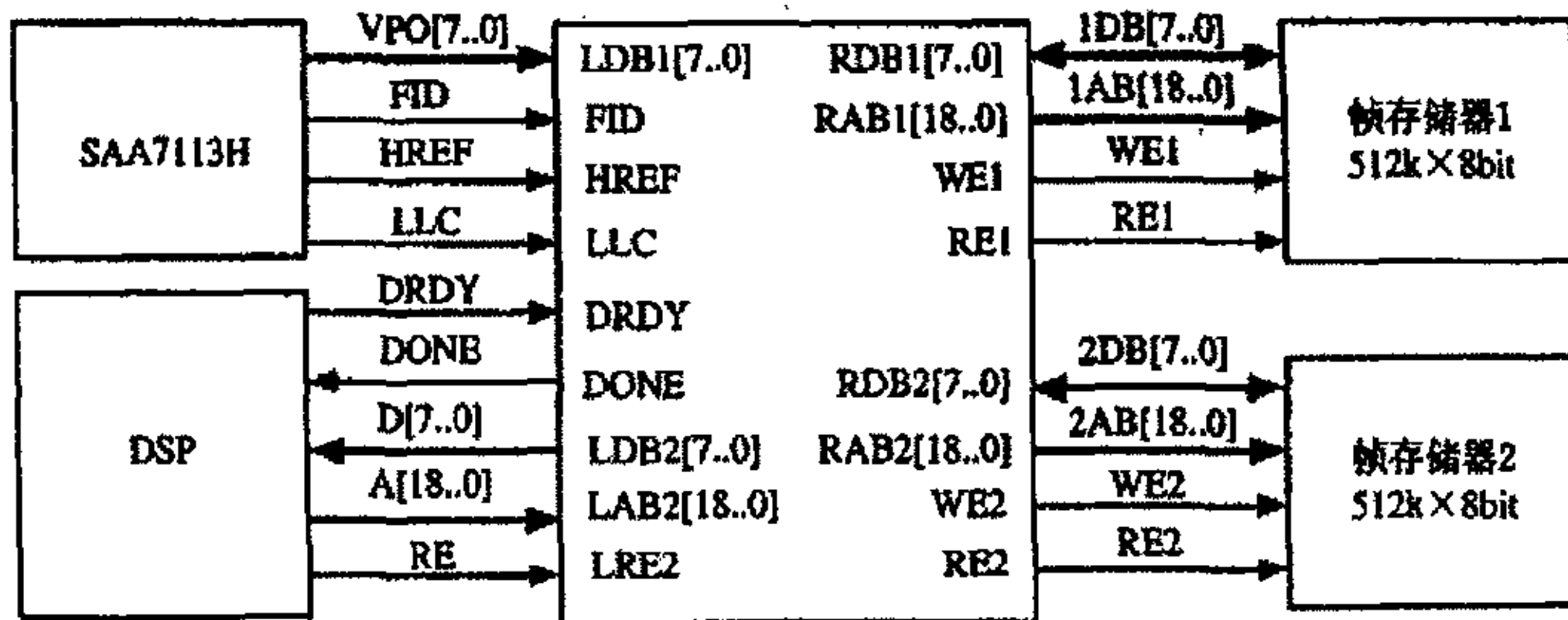


图 3-10 帧存储设计方案

CPLD 根据 HREF、LLC、FID 三个信号在内部产生 VPO[7..0] 的存储地址和写使能信号（高电平有效）。CPLD 分别与帧存储器 1、2 连有数据总线 RDBx[7..0]、地址总线 RABx[18..0] 和读写使能信号线 REx、WEx (x=1, 2; 均为高电平输出)。初始上电时, VPO[7..0] 连接 RDB1[7..0], CPLD 内部产生的存储地址和写使能信号连接 RAB1[18..0] 和 WE1, 并使 RE1=0; D[7..0] 连接 RDB2[7..0], A[18..0] 连接 RAB2[18..0], RE (高电平有效) 连接 RE2, 并使 WE2=0。这样 SAA7113 采集的第一帧数据存入帧存储器 1, 同时 DSP 从帧存储器 2 读取数据 (第一帧丢弃)。

DRDY 和 DONE 是 DSP 与 CPLD 之间用于总线切换的握手信号: 当 DSP 要读取一帧数据时, 发送 DRDY=1, CPLD 接收该信号时检查 SAA7113 对下一帧数据是否采集完成, 如果完成, 则将 DSP 的数据总线 D[7..0]、地址总线 A[18..0] 以及读信号 RE 连到下一帧帧存储器的数据总线、地址总线和读信号线, 并使该帧存储器连接的写信号线输出为 0; 同时将 SAA7113H 的输出数据总线 VPO[7..0] 和 CPLD 为之在内部产生的存储地址以及写使能信号连接到前一帧帧存储器的数据总线、地址总线和写信号线, 并使该帧存储器连接的读信号线输出为 0, 以实现一次切换。切换完成之后, CPLD 发送 DONE=1 给 DSP, DSP 接收到信号后使 DRDY=0。CPLD 接收到 DRDY=0 后使 DONE=0。

3.2.6 视频信号的压缩

3.2.6.1 压缩标准概要

JPEG 是一个由 ISO 和 IEC 两个组织机构联合组成的一个专家组, 负责制定静态的数字图像数据压缩编码标准, 这个专家组开发的算法称为 JPEG 算法, 并且成为国际上通用的标准, 因此又称为 JPEG 标准^[7]。JPEG 是一个适用范围很广的静态图像数据压缩标准, 既可用于灰度图像又可用于彩色图像。

JPEG 专家组开发了两种基本的压缩算法, 一种是采用以离散余弦变换为基础的有损压缩算法, 另一种是采用以预测技术为基础的无损压缩算法。使用有损压缩算法时, 在压缩比为 25:1 的情况下, 压缩后还原得到的图像与原始图像相比较, 非图像专家难于找出它们之间的区别, 因此得到了广泛的应用。为了在保证图像质量的前提下进一步提高压缩比, 近年来 JPEG 专家组已经制定 JPEG 2000 标准, 并于 2000 年底公布, 这个标准中采用小波变换算法。

JPEG 压缩是有损压缩，它利用了人的视觉系统的特性，使用量化和无损压缩编码相结合来去掉视觉的冗余信息和数据本身的冗余信息。压缩编码大致分成三个步骤：

(1) 使用正向离散余弦变换(forward discrete cosine transform, FDCT)把空间域表示的图变换成频率域表示的图。

(2) 使用加权函数对 DCT 系数进行量化，这个加权函数对于人的视觉系统是最佳的。

(3) 使用霍夫曼可变字长编码器对量化系数进行编码。

译码或者解压缩的过程与压缩编码过程正好相反。

MJPEG (Motion JPEG) 压缩技术，即动态 JPEG，主要是基于静态视频压缩发展起来的技术。按照 25 帧/秒速度使用 JPEG 算法压缩视频信号，完成动态视频的压缩。它的主要特点是基本不考虑视频流中不同帧之间的变化，只单独对某一帧进行压缩。MJPEG 图象流的单元就是一帧一帧的 JPEG 画片。因为每帧都可任意存取，所以 MJPEG 常被用于视频编辑系统。动态 JPEG 能产生高质量、全屏、全运动的视频，但是，它需要依赖附加的硬件。而且，由于 MJPEG 不是一个标准化的格式，各厂家都有自己版本的 MJPEG，双方的文件无法互相识别。

MJPEG 的优点是画质还比较清晰，缺点是压缩率低，占用带宽很大。一般单路占用带宽 2M 左右。

3.2.6.2 ZR36060 芯片特征简介

ZR36060 解压缩芯片是 ZORAN 公司的一款产品，它是专为视频采集与压缩而设计的，可以方便地实现对视频信号的实时压缩/解压缩。在进行压缩时，ZR36060 接收 YUV4:2:2 数字视频信号，将其编码为 JPEG 码流输出；在解压缩时，它接收 JPEG 码流，将其解码为 YUV4:2:2 数字视频信号输出^[21]。图 3-11 为其内部原理图。其特点如下：

(1) 视频压缩和扩展功能。对 square pixel 和 CCIR PAL 视频信号可实现高达 25 帧/秒的压缩；Square pixel 和 CCIR NTSC 视频信号可实现高达 30 帧/秒的压缩。

(2) 同一芯片既能进行压缩也能解压缩。

(3) 可编程工作模式。通过对 ZR36060 内部的 1K 字节的内部寄存器的操作，

可以灵活控制芯片的各种工作模式和各种工作指标。

(4) 灵活的数据接口。ZR36060 支持三种 YUV 视频接口模式，即 8bit 主模式，支持 29.5Mbyte/s 的压缩数据码率；16bit 从模式，支持 16.8Mbyte/s 的压缩数据码率；8bit 从模式，支持 9.8Mbyte/s 的压缩数据码率。

(5) 两种视频同步模式：同步主模式和同步从模式。前者是芯片内部产生所有的定时信号，后者是芯片自己同步于一个外部的视频源。

(6) 三种不同的比特率控制模式，用于不同的压缩场合。Auto Two Pass 用于静止图像压缩，产生严格控制的压缩代码量；Single Pass 用于运动视频压缩，保持压缩文件大小的大致固定；No BRC 使用固定量化表。

(7) 可以和多种常用视频解码器实现无缝连接。

(8) 可与多种主控制器连接。

(9) 符合 JPEG 标准，内部可实现条形存储器与块形存储器之间的转换。

(10) 支持 8 位和 16 位两种 YUV 格式的视频接口。

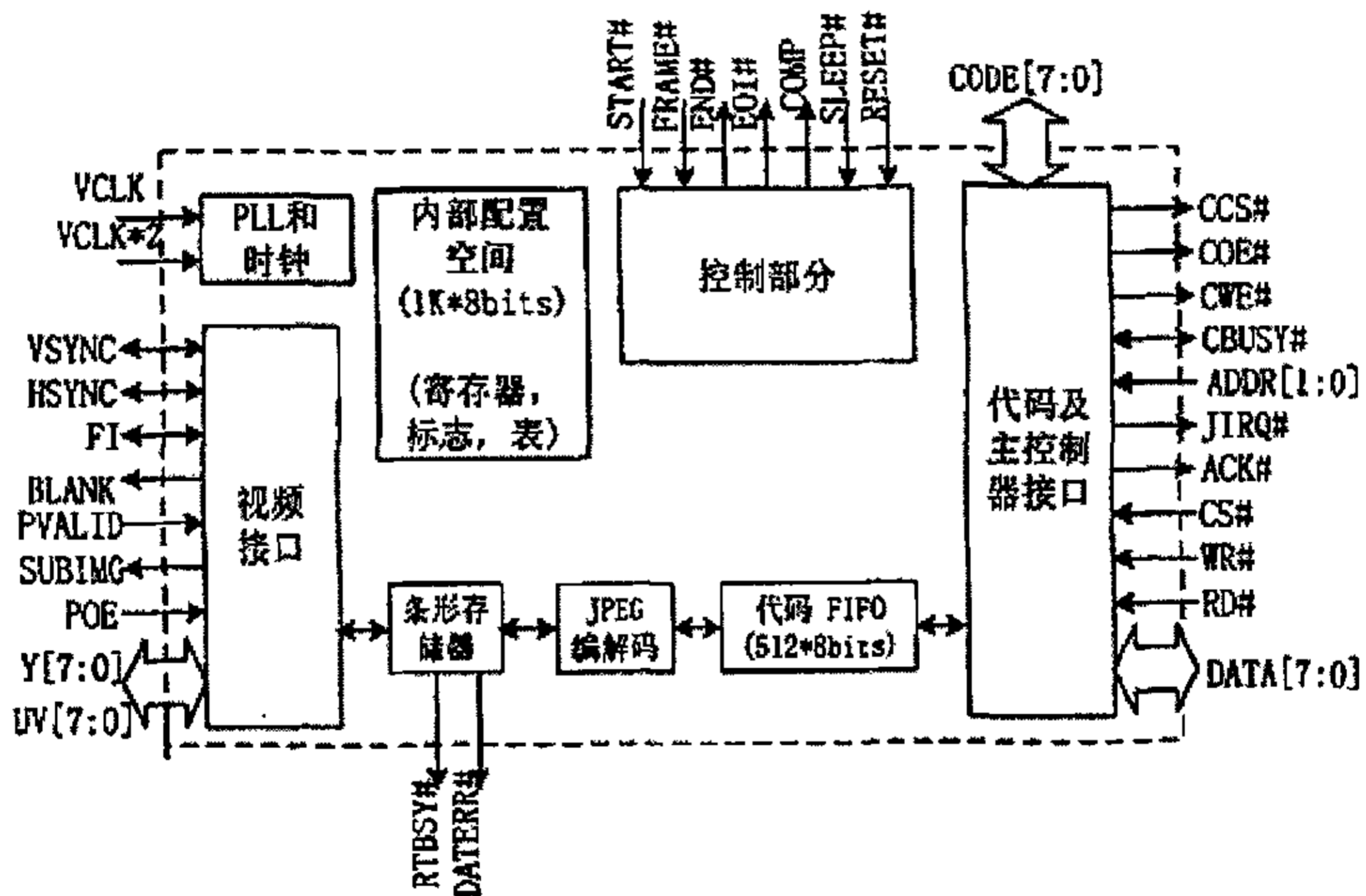


图 3-11 内部原理方框图

3.2.6.3 ZR36060 芯片的接口

(1) 视频接口

ZR36060 的视频接口具有很高的配置。可与大多数的视频解码器进行无缝连接。ZR36060 支持两种视频同步模式，同步主模式和同步从模式。通过参数 SyncMstr 选择模式。同步主模式时向外提供同步信号，同步从模式时需由外部提供同步信号。视频同步信号有：行同步信号 VSYNC、场同步信号 HSYNC 和奇偶场信号 FI。

ZR36060 的视频总线宽度可为 8 bit 或 16 bit，压缩时，Y[7:0]和 U[7:0]为数字视频输入口，16 bit 宽度亮度信号和色度信号分别在 Y[7:0]和 UV[7:0]上；8 bit 时，Y[7:0]上为亮度/色度复用信号，UV[7:0]不用。

(2) 主控制器接口

主控制器接口一般由 8 bit 的数据总线 DATA[7:0]、2 bit 的地址总线(间接映射内 1K 字节的存储空间)ADDR[1:0]、RD#、WR#、CS#和 ACK#管脚组成。支持对大多数的微处理器、控制器及总线如 ISA 总线的无缝接入。

主控制器在主控接口通过两位地址 ADDR[1:0]、片选信号 CS#、读写信号 RD#和 WR#以及数据总线 DATA[7:0]直接对 4 个寄存器操作。这 4 个寄存器的结构如表 3-1 所示。01b 单元的高两位(MSB)和 10b 单元的低 8 位共 10 位地址间接映射了 ZR36060 内部的 1K 字节的寄存器。

表 3-1 ZR36060 的地址空间 (代码从模式)

ADDR[1:0]	数据 DATA[7:0]	代码 CODE[7:0]	读写属性
00	CODE FIFO	+CODE FIFO(共 16bit)	读写
01	不用	MSB	只写
10	Host Address LSB		只写
11	Host Data		读写

在代码从模式下，读写 ZR36060 的内部寄存器时必须先写入 10bit (MSB+Host Address LSB)的地址，然后紧跟着一个对 Host Data 寄存器(即 11b 单元)的 8bit 的读/写。从模式下，00b 单元与 CODE[7:0]一起使用，通过读取 00b 单元，ZR36060 向外输出 16bit 宽度的以加入 JPEG 标记段的压缩图像数据流。

需要指出的是，一个像素的长度始终为一个时钟周期(VCLK)，芯片内部的

所有计数器和视频事件都以时钟为基准，主控制器接口为异步接口，内部的所有 I/O 口都是与内部的时钟源同步(是 $VCLK \times 2$ 频率的一半)，外部时钟($VCLK \times 2$)一定要在主机接口接入发生之前存在且稳定。

在代码从模式下，主控制器和 ZR36060 的握手信号由 $WR\#$ 、 $RD\#$ 的转换脉冲及 $CBUSY\#$ 信号来执行。 $CBUSY\#$ 用来指示 ZR36060 内部 CODE FIFO 满/空状态。在每次代码输出时，都需对 $CBUSY\#$ 提前采样，当 $CBUSY\#$ 有效时，即内部的 CODE FIFO 已空，停止对 ZR36060 的读操作。

(3) 代码接口

代码接口是 ZR36060 输出 JPEG 码流的接口。有两种执行模式：代码主模式和代码从模式。

复位后 ZR36060 默认为代码主模式。主模式中最大的速率为 30Mbyte/s；16 bit 代码从模式下为 16.7Mbyte/s；8 bit 代码从模式下为 8.3Mbyte/s。可通过寄存器位 CodeMstr 选择要执行的代码模式(1b 为代码主模式，0b 为代码从模式)。

下面主要介绍代码从模式的特点。在该模式下，主控接口 $DATA[7:0]$ 与代码接口复用，代码接口通过代码总线 $CODE[7:0]$ 和数据总线 $DATA[7:0]$ 输出 16bit 宽度的压缩数据。在设计中选择 $CBUSY\#$ 做为握手信号。 $CBUSY\#$ 是 ZR36060 内部代码 FIFO 的空/满指示器。 $CBUSY\#$ 有效，表示空，没有可输出的数据。只当 $CBUSY\#$ 无效时，才能完成压缩数据的读操作。

在每一个总线周期开始前一个 $VCLK \times 2$ 时间，对 $CBUSY\#$ 进行采样，若有效，则停止总线周期。若在总线周期开始的同时采样到 $CBUSY\#$ 有效，总线周期正常结束。

在代码从模式下，完成每一帧压缩后，数据要进行 32 bit 匹配，将值为 0XFF 的填充字节由 ZR36060 自动的加在 EOI(End-Of-Image)标志后面。

3.2.7 视频信号的存储

IDE(Integrated Drive Electronics)是所有采用 ATA 接口技术的硬盘的总称。因为 IDE 硬盘的制造成本很低，而且 ATA 规范所使用的并行数据线的价格也非常便宜，所以 IDE 硬盘的应用比较广泛。详细的接口信号如图 3-12 所示：

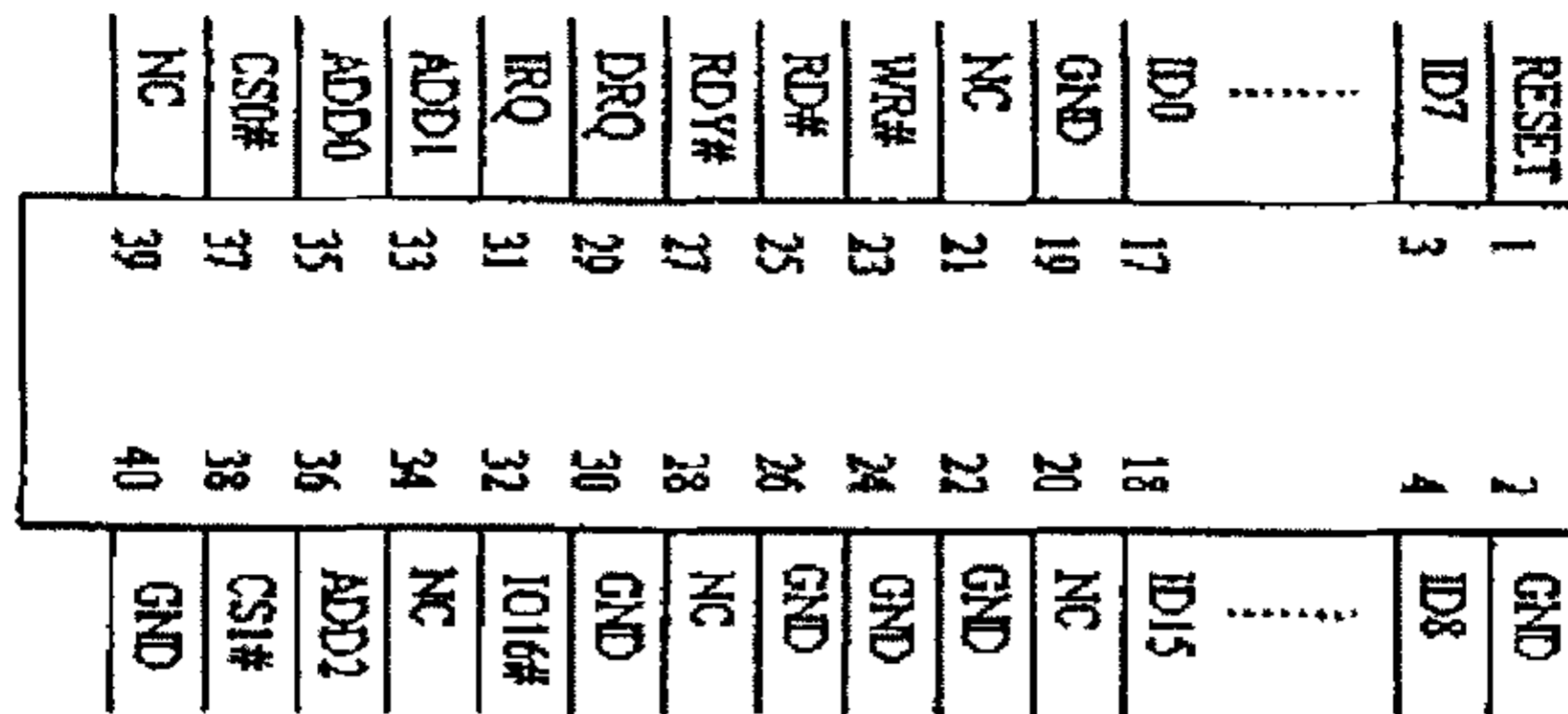


图 3-12 IDE 接口

其中 ID(15...0)是数据线，GND 为地线，WR#，RD#为写，读信号，RESET 为复位信号，CS0#，CS1#，ADD(3...0)为地址信号，DRY#，IRQ 为驱动器就绪和中断请求信号。IDE 接口是基于寄存器结构的，所有的输出、输入均通过对相应的寄存器操作来实现的。IDE 接口的硬盘驱动器有 16 个寄存器，分为两段，1F 段，3F 段，每段寄存器有 8 个，这两段寄存器的选择由 CS0#和 CS1#来确定，通过 ADD0、ADD1、ADD2 来选通每个段的 8 个寄存器。

用 PIO 方式使主机读写指定的起始磁道、头、扇区号，共读取 N 个扇区，其过程颇为复杂，包括发送指令、判断盘的状态、处理错误信息等。硬盘有自己的缓冲区，所以每次可以读取 1 个磁道上的所有扇区(1 个磁道一般有 63 个扇区)保存在缓冲区，通过盘的数据寄存器(1F0H)与主机传输数据。

PIO 方式读命令的执行过程如下：

- (1) 根据要读的扇区位置，向控制寄存器 1F2H—1F6H 发命令参数，等驱动器的状态寄存器 1F7H 的 DRDY 置位后进入下一步；
- (2) 主机向驱动器命令控制器 1F7H 发送读命令 20H；
- (3) 驱动器设置状态寄存器 1F7H 中的 BSY 位，并把数据发送到硬盘缓冲区；
- (4) 驱动器读取一个扇区后，自动设置状态寄存器 1F7H 的 DRQ 数据请求位，并清除 BSY 位忙信号。DRQ 位通知主机现在可以从缓冲区中读取 512 字节或更多(如果用 READ LONG COMMAND 命令)的数据，同时向主机发 INTRQ 中断请求信号；
- (5) 主机响应中断请求，开始读取状态寄存器 1F7H，以判断读命令执行的

情况，同时驱动器清除 INTRQ 中断请求信号；

(6) 根据状态寄存器，如果读取的数据命令执行正常，进入(7)，如果有错误，进入错误处理，如果是 ECC 错误，再读取一次，否则退出程序运行；

(7) 主机通过数据寄存器 1F0H 读取硬盘缓冲区中的数据到主机缓冲区中，当一个扇区数据被读完，扇区计数器-1，如果扇区计数器不为 0，进入 3)，否则进入(8)；

(8) 当所有的请求扇区的数据被读取后，命令执行结束。

PIO 方式写命令的执行过程如下：

(1) 根据要写的扇区位置，向驱动器控制寄存器 1F2H—1F6H 发出命令参数，等驱动器 DRDY 置位后进入下一步；

(2) 主机向驱动器命令控制器 1F7H 发送写命令 30H；

(3) 驱动器在状态寄存器 1F7H 中设置 DRQ 数据请求信号；

(4) 主机通过数据寄存器 1F0H 把指定内存(BUF)中的数据传送到缓冲区；

(5) 当缓冲区满，或主机送完 512 个字节的数据后，驱动器设置状态寄存器 1F7H 中的 BSY 位，并清除 DRQ 数据请求信号；

(6) 缓冲区中的数据开始被写入驱动器的指定的扇区中，一旦处理完一个扇区，驱动器马上清除 BSY 信号，同时设置 INTRQ；

(7) 主机读取驱动器的状态 1F7H 和错误寄存器 1F1H，以判断写命令执行的情况，如果有无法克服的错误(如坏盘)，退出本程序，否则，进入下一步；

(8) 如果还有扇区进行写操作，进入(3)否则，进入下一步；

(9) 当所有的请求扇区的数据被写后，命令执行结束。虽然硬盘缓冲区可以容纳很多个扇区，但每读/写一个扇区，就判断其命令执行的状态寄存器，这样就可以保证读写的数据的正确性。

3.2.8 逻辑设计

系统中的组合逻辑电路提供了系统大部分的控制逻辑，其主要功能包括以下几部分：

(1) I²C 总线硬件接口的构造

将 DSP 的外部数据总线，地址总线，存储器选通信号，读写控制信号组合成 I²C 总线的 SCL, SDA 信号线。

(2) SRAM, ZR36060 等外部器件的读写控制逻辑及复位信号的组合。

ALTERA 公司的 MAX 系列器件为高速设计应用提供了非常高的性价比。MAX9000 系列器件是基于第三代 MAX 构架的高密度, 高性能的可在系统编程的 EPLD^[18]。它基于高级 CMOS 技术和 EEPROM 工艺, 提供 6000 到 12000 个有效门, 最小引脚延迟 10ns, 最高频率 144MHz, -10 速度级的器件兼容 PCI22。

MAX9000 系统结构支持高密度集成的系统级逻辑功能。很容易集成多个可编程逻辑器件诸如 PAL, GAL, 22V10, FPGA, EPLD。

所有 MAX9000 封装提供 4 个专用输入作为全局控制信号, 且有大的扇出。每个 IO 引脚相连一个带时钟使能的 IO 单元寄存器。作为输出时, 这些寄存器提供快速的时钟到输出响应; 作为输入时, 提供快速建立时间。

MAX9000 提供可编程的高速/节能选择。设计中速度要求的部分可以运行在高速高功耗状态, 其他部分可以运行在低速低功耗状态。这种选择功能可使用户配置一个或多个宏单元在低于 50%功耗下运行, 只是增加一个标称时延而已。MAX9000 同时提供一个选项来降低输出缓冲的回转率, 最小化非高速要求的信号变化时的暂态噪声。

设计所采用的 EPM9320RC208 芯片是属于 MAX9320 子系列的 CPLD 器件。它基于先进的 CMOS 技术和 EEPROM 工艺, 拥有 6000 个可用门, 484 个触发器、320 个宏单元以及 20 个逻辑阵列块 (LAB)。每个 LAB 含有 16 个宏单元。最大用户 I/O 引脚 168 个, 总 208 个引脚。最小引脚延迟 15ns, 16 位计数器频率达 100M-118MHz。4 个专用输入作为全局控制信号, 且有大的扇出。提供 5V 电压的在系统编程功能, 可重复擦写 100 次。支持多电压特性, 允许在混合电压系统中输出驱动器设置为 3.3V 或 5V 操作。

可编程逻辑器件的 JTAG 接口主要包括 TCK(时钟)、TMS(状态选择)、TDI(数据输入)、TDO(数据输出)、TRST(复位)等信号, 编程时一般只使用前四个信号。与编程有关的信号由一个插座引出, 经过一条下载电缆与上位机的并行接口相连接, 利用上位的并行口产生编程所需的串行数据流和控制信号, 对其进行编程。

3.3 高速电路板设计

高速电路板设计中需要考虑的主要问题布线信号完整性和不同信号相互之间的串扰问题。在高速电路工作时, 当信号的互连延时大于信号边沿反转时间

的 20%时, 电路板上的信号导线就会显示出传输线效应, 导线的传输延时已经不能再忽略, 并将极大地影响整个电路的性能。同时还必须考虑信号波形完整性、信号传输的反射、串扰、信号的电磁干扰、以及热噪声等。一般当信号的频率高于 30MHz 时, 就必须考虑信号失真问题, 当频率大于 60MHz 时, 就必须分析信号的完整性问题。高速电路板设计主要从四个方面入手:

(1) 采用多层电路板设计

设计中使用多层电路板结构, 从根本上, 提高系统的工作可靠性, 一般来说, 电路板的层数越多, 高频布线就越方便, 同时可靠性就越高。设计时考虑到成本因素, 采用了四层电路板, 分别是顶层、中间层 1(地线层)、中间层 2(电源层)、底层, 同时对电源层进行了分割, 将地线层分割模拟地和数字地, 在 DSP 芯片的附近分割一块 1.8V 的区域。这样可以有效地缩短布线长度, 减少产生干扰的几率。

(2) 优化整体布局

电路板的整体布局直接影响系统的布线和抗干扰能力, 在设计中, 采取了按功能块布局的方法来, 将相互关系多的元件就近放置, 以尽可能缩短信号线长度。如产生时钟信号的芯片应该和接受时钟的芯片应放置在一起, 以缩短走线长度, 否则时钟信号线对它经过的芯片会产生反射干扰, 导致信号畸变。时钟频率越高, 干扰越大。

(3) 采用手工布线

信号完整性是指信号线上信号的质量。它是由于板级设计中的许多因素综合引起, 其中主要的是串扰和反射。串扰是信号在相邻导线之间出现的信号耦合现象。导线越长, 连线形成平行的机会越多, 信号的串扰越大。如果源端与负载的阻抗不匹配, 就会引起线上的信号反射, 即负载将一部分信号反射回源端。设计中采取手工布线的方法对重要的信号线走线进行优化。同时, 对重要信号线串接阻抗 33 欧电阻, 以减小信号的反射现象。

(4) 其它的一些措施:

- 电源输入端跨接 10~100 μ F 的电解电容器。减少电路由一个状态转换为另一状态时, 电源线上出现尖峰电流从而引入噪声所带来的不良影响。
- 尽量加宽电源、地线宽度。
- 用大面积铜层作为地线。一方面简化了地线网络的设计, 另一方面对信号线之间起到屏蔽的作用, 减少信号之间的干扰。
- 为系统中的每个集成电路提供一个 0.1 μ 的电容, 来提高系统的抗干扰能力。

第 4 章 系统的软件设计

4.1 系统软件设计

4.1.1 系统软件总体结构

基于 DSP 的视频监控系统由于系统器件众多，软件设计较为复杂，需要考虑对周边众多器件的控制和通讯，同时要实时运行运动检测算法，软件设计需要充分考虑各子程序的协同工作，对于各种中断的妥善处理。图 4-1 为系统软件的总体流程图。

系统上电后，DSP 首先进行初始化，将程序调入内部存储器开始执行。下一步程序设计对 SAA7113 和 ZR36060 进行初始化，将它们配置到系统要求的工作状态。接下来程序判断系统参数设置为工作方式 1 还是工作方式 2，若为工作方式 2，即系统设置为不经运动检测直接将视频信号连续压缩存储，此时 DSP 只需对 ZR36060 进行控制使其正常工作即可；若为工作方式 1，则运行运动检测算法，判断是否有运动的物体或人，若判断为无，则等待下一次中断信号；若判断为有，则发出报警信号，并根据系统预设参数将图像经 ZR36060 压缩存储图像。等处理结束后，则等待下一次中断信号的到来，如此反复循环。

4.1.2 系统初始化

DSP 系统在上电后需将程序代码由外部的存储器搬移到程序区。这样可以将代码保存在慢速的、非易失的存储器内，而搬运到高速的程序区运行。DSP 芯片内部的 Bootloader 程序提供各种代码加载方式以供选择，并行、串行，还可以通过主机接口 HPI 加载代码，并分别支持 8 位和 16 位代码模式。

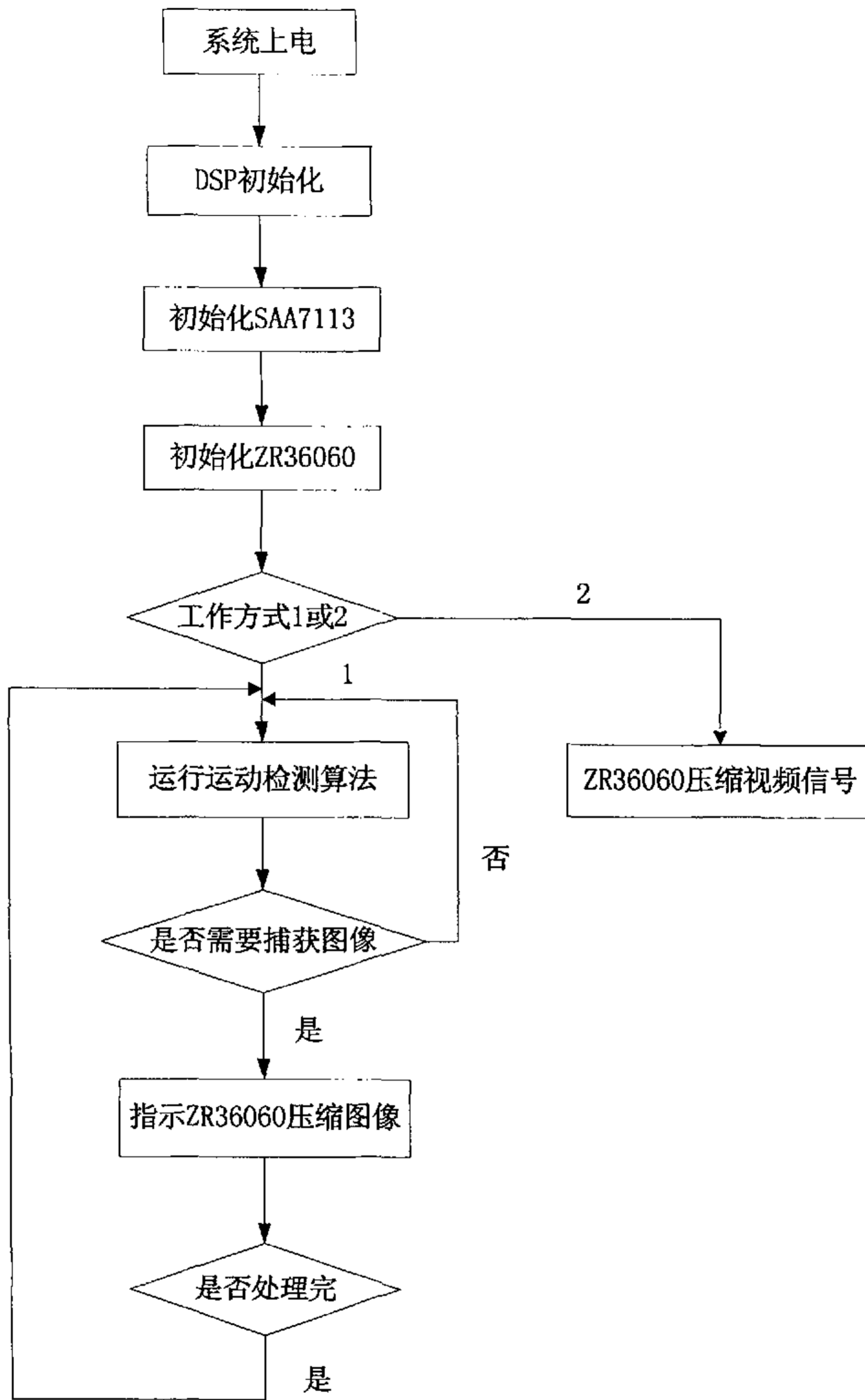


图 4-1 系统软件总体流程图

系统在上电后，自动执行 Bootloader 程序，开始 Boot 模式检测，Boot 程序使用一个规定的顺序来依次检测各种 Boot 方式，在相应的条件满足后即开始 Boot 加载操作，将程序代码加载到指定的程序地址区运行。

上电时，VC5402 处理器的状态是由状态程序寄存器中的各比特位的值来决定的。因此处理器在复位时处于一个预定义状态，这些控制寄存器的某些状态可依据系统形态及应用需求来改变。复位信号使处理器进入一个已知态，在 DSP 系统中，系统要正确执行，处理器必须初始化，通过置 RS 引脚为低电平来复位处理器。复位处理器获得复位向量。复位处理初始化包括：控制寄存器(SWWSR 和 BSCR)，状态寄存器(ST0 和 ST1)，控制寄存器(PMST)，一些状态/控制寄存器中的复位位可经过初始化过程来改变。

VC5402 的堆栈指针和软堆栈也必须初始化。数据页指针经复位要初始化到第 0 页，还要对 ST0, ST1 及 PMST 中的预定义和保持的比特位进行初始化。这样，处理器就可以从定义的状态开始执行程序操作代码。

软件等待状态寄存器(SWWSR)和段转换控制寄存器(BCSR)也需要进行初始化。软件可编程等待状态发生器，使外部总线周期延伸至 7 个机器周期，以便与片外的慢速存储器或 I/O 设备接口。当无任何外部硬件时，等待状态发生器不工作。对于片外存储器的存取，软件可编程等待状态发生器(SWWSR)可指定 0—7 个等待状态，这既适用于每个程序/数字存储器，也适用于 I/O 空间。可编程段转换逻辑能够在跨段访问程序或数据存储器时自动插入一个周期，当访问从程序存储区跨越到数据存储区时也要插入一个周期，这个多余的周期通过允许存储设备在它们的设备驱动总线之前释放，来解决总线的冲突。段转换中的段的大小由段转换控制寄存器(BCSR)来决定。

4.1.3 视频采集

视频采集是采用中断来采集数据。利用中断，则在相应的软件上设置。涉及到中断使能的有寄存器 IMR、IFR、ST1 以及中断向量表。ST1 中涉及到中断的位为 INTM，它是 DSP 的总中断使能位。

IMR、IFR 是具体到每个中断类型上，通过设置中断屏蔽寄存器 IMR 的值来使能或屏蔽各个中断，通过查看中断标志寄存器 IFR 的值可以了解哪些中断是开启的，哪些中断是被屏蔽掉。

在数据采集集中，不仅要采集数据，而且还要判断图像数据的起始位置。本

系统中利用两个中断来进行数据的采集，中断 1 作为图像数据的起始位置的判断，然后在中断 1 中使能中断 2 来采集数据。这样系统采集到的数据才能是一幅完整的图像。Interrupt 为 C 语言中中断程序的关键字。

开启中断的程序为：

```
*(volatile u16 *)IFR=0xFFFF;
```

```
*(volatile u16 *)IMR=0x0001;
```

采集数据的中断程序：

```
interrupt void open_int (void)
{
    *(volatile u16 *)IMR=0x0002;
}
interrupt void saa_isr (void)
{
    if (i<1000)
    {
        *(u16 *) (0x80000+i)=(port2&0x00ff);
    }
    i++;
}
```

这样还不能使能中断，必须在中断向量表中相应的中断位置设置一个跳转指令跳转到中断程序处。跳转指令为：

```
int1:   B _open_int
        NOP
        RETE
Int2:   B _saa_isr
        NOP
        RETE
```

这样才能完成整个中断的设置。

4.1.4 ZR36060 的配置

在系统中，设置 ZR36060 的视频接口工作模式为 16 位总线被动同步方式，主机接口工作模式为 8 位代码宽度的代码主模式。这是因为 SAA7113 已经提供了整个系统所需要的同步时钟信号，完全能够满足 ZR36060 的需要，系统不需

要 ZR36060 产生对外部的同步时钟信号，而 SAA7113 的输出数据格式为 YUV4:2:2 的 16 位数据，故此选取 ZR36060 的视频接口工作模式为 16 位总线被动同步方式。

在 DSP 对 ZR36060 的配置设计中，ZR36060 的数据总线和地址总线直接挂在 DSP 的外部总线上，各种时钟信号由 SAA7113 来提供，读写信号，起始信号，FRAME 等控制逻辑由 DSP 通过组合逻辑电路来实现。在执行压缩和解压缩之前，主机必须先把适当的参数和数据表载入 ZR36060。参数设置将影响到压缩/解压缩方式、视频接口、以及代码接口的操作。如在压缩和解压缩时可以在水平方向选择 1:1、2:1、4:1 的缩放比例，垂直方向选择 1:1、2:1 的缩放比例。所有的参数和数据都必须在空闲状态下被载入。当上述的初始化工作完成后，ZR36060 将对起始信号进行采样，若起始信号有效，则检查 FRAME 信号。若 FRAME 有效，则压缩/解压缩下一个奇数场的视频信号，否则压缩/解压缩下一场(不分奇偶场)的视频信号。当完成了对这一场的操作后，终止信号将被置为低，此时如果有被允许的中断发生，则进入中断等待状态，直到该中断被响应。否则将重新回到空闲状态，并再次对起始信号采样，并重复上述的操作。

4.2 改进的运动检测算法

视频的运动检测算法在第二章已经做了详细的介绍，有连续帧间差分法，背景差分法，光流法等方法。上述算法均未能很好考虑背景图像的动态变化，如天气、光照、影子及混乱干扰等的影响，这些影响对采集的图像的干扰是全局干扰^[23]。基于此，本文提出一种将待测图像分成若干区域，通过区域的像素变化和在一定时间内异物是否移动来确定是否有运动物体侵入。算法共分两步：第一步利用运动目标的空间相关性，将帧间差分图像分块，用图像块代替像素来进行运动目标检测；第二步是利用目标运动的时间相关性，在当前目标周围设定一波门，只有下一时刻此波门内还能检测到目标才能认为是可靠的检测。该算法较前几种方法简便、快速，有较强的实用性。经实际应用证明抗噪性能较好。

4.2.1 空间相关性检测

假设一图像序列中第 k 帧第 i 行第 j 列像素的灰度值为 $f(k, i, j)$ ，则第 k 帧

图像可以表示为:

$$F(k) = \begin{bmatrix} f(k,1,1) & \cdots & f(k,1,n) \\ \cdots & \ddots & \cdots \\ f(k,m,1) & \cdots & f(k,m,n) \end{bmatrix}$$

帧间差分图像为:

$$D(k) = F(k) - F(k-1)$$

差分图像的每个像素为:

$$d(k,i,j) = \begin{cases} 0 & f(k,i,j) - f(k-1,i,j) < 0 \\ f(k,i,j) - f(k-1,i,j) & f(k,i,j) - f(k-1,i,j) \geq 0 \end{cases}$$

下一步只要构造一个判别式来判断是否有运动目标。

在普通的帧间差分法中, 判别式为:

$$\Delta = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d(k,i,j) - T \quad (4-1)$$

若 $\Delta > 0$ 即图像的变化足够大, 则认为有运动目标; 若 $\Delta \leq 0$ 即图像的变化不大, 则认为无运动目标。其中 T 为指定的检测阈值。分析式 (4-1) 可知, 判别式 Δ 反映了一帧图像中所有像素的一个共同特征, 而我们所要检测的是目标运动引起的像素变化, 这是一种局部特征, 因此需要一个对局部变化较敏感的判别式。

考虑将每一帧差分图像分为 $m_1 \times n_1$ 的小块 (其中: m 能被 m_1 整除, n 能被 n_1 整除), 则每一个差分图像块可表示为 $D'(k,p,q) \left(p \in \left[1, \frac{m}{m_1} \right], q \in \left[1, \frac{n}{n_1} \right] \right)$ 。然后在每一小块内部求和:

$$d'(k,p,q) = \sum_{i=(p-1)m_1+1}^{pm_1} \sum_{j=(q-1)n_1+1}^{qn_1} d(k,i,j)$$

其中: $d'(k,p,q)$ 表示小块 $D'(k,p,q)$ 内像素灰度值的和。如果最大的 $d'(k,p,q)$ 明显与其他的 $d'(k,p,q)$ 不同, 则可认为发生了局部变化, 即有运动目标, 所以可构造判别式:

$$\Delta_1 = \max(d'(k,p,q)) - T_1$$

$\Delta_1 > 0$ 时, 小块内的灰度变化超出了噪声水平, 认为有运动目标; $\Delta_1 \leq 0$ 时, 小块内的灰度变化没有超出噪声水平, 认为没有运动目标。其中 T_1 为自适应检测阈值。

这一步有一个关键参数需要确定, 即检测阈值 T_1 。在本算法中把噪声和干

扰认为是均匀分布的, 为了使 T_1 具有自适应性, 定义:

$$T_1 = \frac{m_1 n_1}{m n} \sum_{p=1}^{\frac{m}{m_1}} \sum_{q=1}^{\frac{n}{n_1}} d'(k, p, q)$$

当图像的信噪比低或背景有大范围的波动时, $d'(k, p, q)$ 的值就大, 从而 T_1 大; 反之, 当图像的信噪比高或背景的波动较小时, $d'(k, p, q)$ 的值就小, 从而 T_1 小。这就保证了阈值能正确区分目标和噪声, 在背景复杂时能排除干扰, 在背景简单时具有较高的检测灵敏度。检测出有运动目标后, 将小于 T_1 的 $d'(k, p, q)$ 所对应的小块 $D'(k, p, q)$ 内的像素 $d(k, i, j)$ 被认为是运动像素, 其灰度值保留。

$$d(k, i, j) = \begin{cases} 0 & d'(k, i, j) \leq T_1 \\ d(k, i, j) & d'(k, i, j) > T_1 \end{cases} \quad (i \in [(p-1)m_1, pm_1], j \in [(q-1)n_1, qn_1])$$

那么所有被保留灰度值的小块所组成的区域, 就被认为是由于目标运动而发生变化的区域。这样可以滤除大部分的背景噪声, 将目标提取出来。当运动目标较大时, 由于目标运动而发生变化的区域变大, 则提取出的目标也变大; 反之则变小。

4.2.2 时间相关性检验

为了更可靠地检测目标, 去除可能的误检测, 补上漏检测, 系统维护一个运动目标的缓冲池来实现可靠检测。原理是目标运动的时间连续性, 即只有连续在类似位置上出现的目标才认为是可靠的检测, 而偶尔出现的目标被当作误检而去除。

假设在 k 时刻用分块检测法检测出有运动目标, 且差分图像中灰度值最大的小块为 $D'(k, p_1, q_1)$, 即

$$d'(k, p_1, q_1) = \max(d'(k, p, q)) \quad (p_1 \in [1, \frac{m}{m_1}], q_1 \in [1, \frac{n}{n_1}])$$

将 $k+1$ 时刻的差分图像 $D(k+1)$ 也分为 $m_1 \times n_1$ 的小块 $D'(k+1, p, q)$, 并分别对小块内像素灰度值求和, 得到 $d'(k+1, p, q)$ 。设检测波们大小为 T_2 , 则在 $D'(k+1, p_1, q_1)$ 上下左右各 T_2 块的范围內搜索是否有小块灰度值的和与 $d'(k, p_1, q_1)$ 相近的块, 即判断是否有 $d'(k+1, p_2, q_2)$ 使得判别式

$$\Delta_2 = d'(k+1, p_2, q_2) - d'(k, p_1, q_1) - T_3 < 0$$

成立。其中, $p_2 \in (p_1 - T_2, p_1 + T_2), q_2 \in (q_1 - T_2, q_1 + T_2)$, T_3 为相似性判别阈值。如果有就可确定目标在时间上有连续性, 即前一时刻所检测出的是一个真实目

标；如果没有，就说明前一时刻所检测出的是一个虚假目标，应该剔除。类似地某一目标连续消失 2 帧以上才认为是目标消失，否则系统就认为是漏检测而将它补上。

这一算法的关键就在于 T_2 、 T_3 的确定。 T_2 为波门的大小，它与所要监视的目标在与目标和摄像头连线垂直的平面上的投影面积 L 成反比，与目标的距离 D 和目标相对于摄像头的角速度 ω 成正比，即：

$$T_2 = \alpha \omega D / L$$

其中： α 是比例系数，当目标大、距离近、角速度慢时， T_2 就小；反之 T_2 就大。 T_3 为块相似性判别阈值，它主要与目标灰度值变化范围有关。若目标灰度值的变化范围大，表面的颜色比较复杂时， T_3 的值就大。反之如果目标灰度值的变化范围不大，也就是说目标是单色时， T_3 的值就小。所以， T_2 与 T_3 的确定要视不同的应用环境而定。

4.2.3 实验结果

按照上述算法，在 matlab6.5 中进行具体编程，图 4-3 所示为算法流程简图。图 4-4、4-5、4-6 为动态视频 K 、 $K+1$ 、 $K+2$ 连续三时刻的三帧图像，取 $m_1 = n_1 = 8$ ， $T_2 = 6$ ， $T_3 = 1200$ ，对该算法进行仿真，结果如下：图 4-7 为 K 、 $K+1$ 时刻两帧图像进行普通帧间差分所得的目标提取结果，图 4-8 为利用三帧图像通过时空相关性检测得出的结果。

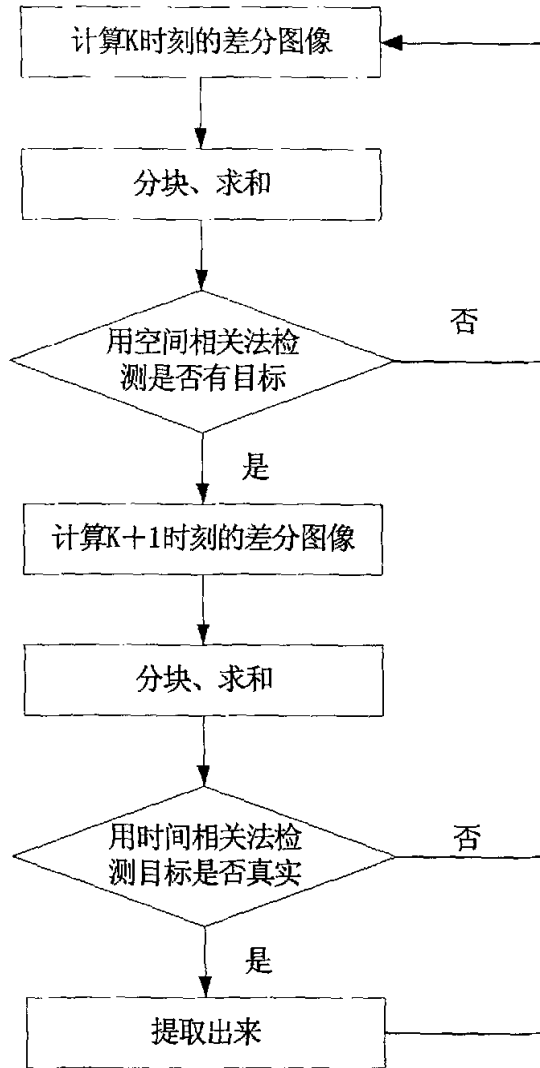


图 4-3 算法流程简图



图 4-4 K 时刻一帧图像



图 4-5 K+1 时刻一帧图像



图 4-6 K+2 时刻一帧图像



图 4-7 普通帧差法结果

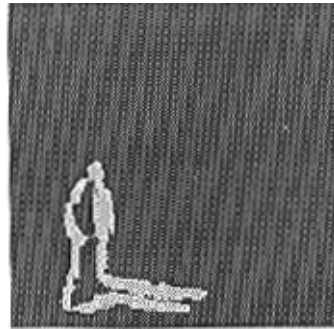


图 4-8 时空相关性检测法结果

综上所述，本文所采用的算法主要是利用了连续 3 帧视频图像，第 1、2 帧用于提取运动目标，第三帧用于检验所提取目标的真实性。由图 4-7，4-8 的比较可以看出，采用改进的算法能很好地检测出运动目标，具有很强的噪声抑制能力，稳定性优良，尤其在复杂背景中有强的实用性。

第 5 章 总结与展望

5.1 工作总结

视频监控具有广泛的应用，同时随着技术的进步人们对监控提出了新的智能化需求。由此我们提出了本论文的研究内容，并对视频监控技术的构成与发展进行了介绍，详细阐述了其中关键技术的发展和演变。本文的研究目标是基于 DSP 的视频监控系统，它区别于目前监控系统的特点是脱离 PC 机的独立结构和运动检测功能。

文中设计了基于 DSP 的视频监控系统，系统采用 TI 公司的高速数字信号处理器作为主控芯片，采集后的视频信号被放入帧缓存中，在 DSP 的控制下进行信号采集，这种设计可以解决基于 PC 机的监控系统存在的稳定性差、价格高昂等问题。系统中使用的视频解码芯片控制接口为 I²C 总线，主要由 DSP 芯片来控制实现 I²C 总线的通信；设计了一种利用 SRAM 芯片的帧存储方法来实现视频信号的采集，用来解决连续视频信号数据量大，采样频率高的问题。在该系统中，希望既能压缩连续的视频信号，也能对指定的单帧图像进行压缩，并且考虑到性价比及开发周期等因素，则采用 ZORAN 公司的 ZR36060 来完成 MJPEG 的压缩和解压缩。压缩后的数据用 IDE 硬盘来存储。在硬件的设计中提出了采用了多层电路板增强系统的稳定性与抗干扰性。

为了实现视频监控的智能化，文中探讨了一种基于视频序列像素时空相关性检测的运动目标检测算法，该算法简便，快速，并在 matlab 中进行仿真，对比了普通帧差法与改进后的运动检测算法在复杂背景情况下的不同，实验结果表明了该算法能满足视频监控的需要，具有良好的应用前景。

同时在论文工作过程中，由于时间紧张和经验不足，提出的运动检测算法只能用仿真的形式得以证明，在系统的升级中将予考虑加入该算法。本论文还有待进一步的改进。

5.2 展望

监控系统的产生和应用已有几十年的历史，如何将日益发展的计算机视频图像处理技术和通讯技术的最新成果应用于当前的视频监控系统，满足生产生活中的各类需要，进一步提高监控管理的智能化水平是人们迫切期待的。本论文虽然提出了一种脱离 PC 机的具有独立结构和运动检测功能的监控系统，但由于视频监控系统涉及的技术广泛，同时结合实际工作中的思考体会，本文提出一些系统较为可能的一些发展方向：

1. 关于系统的核心 DSP 芯片可以选用性能更高的 6000 系列；硬件中可加入网络接口模块，实现远程监控，使系统的功能进一步完善，成为真正意义上的第三代视频监控系统。

2. 考虑对运动检测算法进行改进，提高对于运动目标的正确识别率，进一步降低系统的漏警率和误警率：使用边缘检测、图像匹配等方法实现摄像机运动时的运动检测乃至目标跟踪。

3. 目前输出端只能显示一路画面，以后将考虑同时显示四路以上视频信号，使系统更符合实际工程应用中的需求。

致 谢

在此毕业之际，我首先要感谢我的导师刘岚老师。研究生阶段，他一直在学业等各方面给予我关心与指导，使我能够顺利地完成学术论文及毕业论文。他严谨的治学态度、渊博的学识、对本学科敏锐的洞察力以及对同学们热情的指导鼓励，都给了我深刻的印象；同时从他身上我也学到了许多做人的道理，所有这些都将在今后的生活和工作中得到很多帮助。

感谢师兄张凯、夏彬，师姐聂丹、熊承煜在学习生活中给我的关心和帮助，是他们丰富了我的学习生活。

感谢同实验室的程莉同学，感谢她在学习及其他方面的帮助。

感谢我们寝室的全体室友，她们是乔瑞、韩洁，三年的共同生活是让人终身难忘的。感谢他们在这三年中对我在各方面的帮助。

感谢研一、研二的师弟、师妹们在论文阶段给予我的莫大帮助。

感谢湖北众友科技实业有限公司的全体研发人员，从他们那里我获得了其它相关领域方面的许多知识，为自己将来的进一步学习和工作提供了有益的帮助。感谢他们对我的研究工作给予的巨大帮助。

特别要感谢我的父母及亲朋好友，感谢他们在我的成长和求学的道路上一直给予的鼓励和全力支持。在我的学业告一段落之际，谨向我的父母表达我深深的感激之情。

最后，向三年来所有培养和教育我的老师，关心和帮助过我的同学、朋友表示真挚的谢意。

参考文献

- [1] 杨磊等. 闭路电视监控系统. 机械工业出版社, 1999 年 5 月
- [2] 李波等. 数字监控系统—多双眼睛看世界. 北京航空航天大学, 2000 年 7 月
- [3] 谢建国, 陈松乔. 视频存储技术发展综述. 计算机工程与应用, 2002 年第 9 期
- [4] 薛金柱, 张培强, 沈兰荪. 基于 DSP 的低速率视频传输系统的设计. 测控技术, 2002 年 05 期
- [5] 惠新标, 董永强. 数字化视频多合一监视设备的设计与实现. 电视技术, 2002 年 03 期
- [6] 张晓辉, 李勇. 对数字视频网络的分析与展望. 电视技术, 2002 年 02 期
- [7] 李在铭等. 数字图像处理压缩与识别技术. 电子科技大学出版社, 2000 年 11 月
- [8] 马小虎, 张明敏, 严华明等. 多媒体数据压缩标准及实现. 清华大学出版社, 1996 年 9 月
- [9] 唐蕾, 陈维荣. 变电站多媒体视频监控系统中的电话语音报警技术. 电力系统自动化, 2002 年 18 期
- [10] 彭强, 杨天武, 陈维荣. 远程视频监控系统中的解码技术及显示控制策略. 电力系统自动化, 2002 年 09 期
- [11] 段军棋, 蒋丹. 远程视频监控系统的设计与实现. 电子科技大学学报, 2002 年 05 期
- [12] 陈伟, 左敏. 数字监控视频报警系统的设计. 北京工商大学学报(自然科学版), 2002 年 02 期
- [13] 王念旭等. DSP 基础与应用系统设计. 北航出版社, 2002 年 8 月
- [14] 戴明帧, 周建江. TMS320C54xDSP 结构、原理及应用. 北航出版社, 2001 年 11 月
- [15] 何立民. I²C 总线应用系统设计. 北京航空航天大学出版社, 1995 年 2 月
- [16] 张春祥, 张凌, 袁华. 网络视频监控系统中视频分流的实现. 华中科技大学学报, 2003 年 10 月
- [17] 朱秀昌. 当今视频通信技术及其标准. 电力系统通信, 2001 年 08 期
- [18] 李番, 谢自美. CPLD 在视频采集系统中的设计与应用. 微机发展, 2003 年 13 期
- [19] 赵忠旭, 沈兰荪, 王爱民. 视频图像采集系统的设计与实现. 测控技术, 第 17 卷, 第 6 期, 1998
- [20] 肖儿良, 纪爽, 卢子峰等. SAA7111 在图像多媒体中的应用. 视频电路, 1999
- [21] 陈晓敏, 王学进, 王志华, 张利. JPEG 编解码芯片 ZR36060 在远程视频监控系统中的应用. 电子技术应用, 2000 年 12 期
- [22] 胡俊, 苏祥芳等. 图像序列运动检测算法的研究及其应用. 武汉大学学报(自然科学版), 2000 年 10 月
- [23] 高戈, 付海帆, 彭嘉雄. 图像序列中的背景对准与运动检测算法研究. 数据采集与处理, 1999 年 6 月

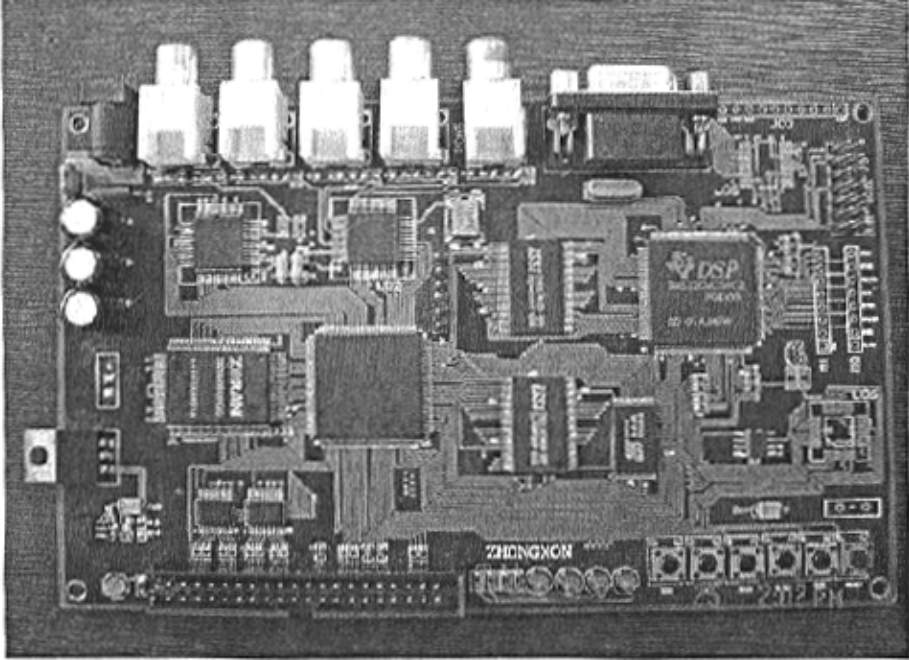
- [24] 郑先锋, 孙修东. 远程视频监控系统视频采集方法. 河南机电高等专科学校学报, 2003年11期
- [25] 张学武, 张晓林, 赵鹏华. 基于 CPLD 的高速视频采集 / 转发系统设计. 遥测遥控, 2003年01期
- [26] Terry J. Ord, Richard A. Peters. Digital video playback and visual communication in lizards *Animal behaviour*
- [27] Mandar S. Jog, Linda Grantier. Methods for digital video recording, storage, and communication of movement disorders *movement disorders*
- [28] Naoto Matoba, Yasushi Kondo, Hiroyuki Ohtsuka. and Toshiaki Tanaka. Performance Evaluation of 32 kbits/s Real-Time and Dual-Direction Video Communication System for Wireless Channels *Ieee Transactions On Circuits and Systems for Video Technology*
- [29] ANNE H. ANDERSON, LUCY SMALLWOOD, RORY MACDONALD, JIM MULLIN, ANNEMARIE FLEMING, CLAIRE O' MALLEY. Video data and video links in mediated communication: what do users value? *International Journal of Human-Computer Studies*
- [30] Hideaki Kimata, Yasuhiro Tomita, Hiroyuki Yamaguchi. Receiver-oriented real-time error resilient video communication system: adaptive recovery from error propagation in accordance with memory size at receiver *Electronics & Communications in Japan, Part I: Communications*
- [31] Rui F. Oliveira, Kay Komer, Jens R. Poschadel, Ingo Schlupp. Using video playbacks to study visual communication in a marine fish, *Salaria pavo* *Animal behaviour*
- [32] Wilma M.C.M. Caris-Verhallen, Ada Kerkstra. Effects of video interaction analysis training on nurse-patient communication in the care of the elderly *Patient education and counseling*
- [33] Yasuhiro Tomita, Tsukasa Kimura. A study on reduction of reference frame memory for the "NEWPRED" error-resilient video communication system *Electronics & Communications in Japan, Part I: Communications*
- [34] Matoba, Naoto; Kondo, Yasushi. Real-time video transmission technology over mobile communication environment *NTT R and D*
- [35] Naoto MATOBA, Yasushi KONDO. A Novel Error Control Algorithm for Reducing Transmission Delay in Real-Time Mobile Video Communication *Ieice Transactions On Communications*
- [36] Wang, Yao; Zhu, Qin-Fan. Error control and concealment for video communication: A review *Proceedings of the IEEE*
- [37] Wyszynski, A.; Siniscalchi, P.; Choi, D. S/N optimized, programmable 1-10 MHz bandwidth and 0-20 dB gain, precision I- Q communication channel for digital video applications *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*

- [38] Redmill, D.W.; Bull, D.R.; Chung-How, J.T.; Kingsbury, N.G. Error-resilient image and video coding for wireless communication systems *Electronics & Communication Engineering Journal*
- [39] Rajugopal, G.R.; Hafez, R.H.M. Adaptive rate controlled, robust video communication over packet wireless networks *Mobile Networks and Applications*
- [40] Matoba, Naoto; Kondo, Yasushi; Yamashina, Masaki; Tanaka, Toshiaki. Study on reducing transmission delay in mobile video communication systems *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*
- [41] Matoba, Naoto; Kondo, Yasushi; Yamashina, Masaki; Tanaka, Toshiaki. Characteristics of video communication system in mobile radio channel *IEICE Transactions on Communications*
- [42] Nakamura, Yoshiaki; Katsushima, Yukihiro; Takahashi, Katsuyuki; Mizukoshi, Hidemi. Implementation of the video communication subsystem *NTT R&D*
- [43] Lavagetto, Fabio; Curinga, Sergio. Object-oriented scene modeling for interpersonal video communication at very low bit-rate *Signal Processing: Image Communication*

附录 1 作者在攻读硕士学位期间发表的论文和著作

1. 刘岚, 蔡维娜. 基于单片机控制的简易数字程控交换系统. 信息技术, 2005 年, 第 4 期
2. 刘岚, 蔡维娜. 基于单片机和 KB8528 的无绳电话射频系统的设计. 武汉理工大学信息与管理工程版, 2005 年, 第 5 期

附录 2 视频板



附录 3 运动检测仿真程序

```

clear all;
file_name='frame1.bmp';
cover_object1=imread(file_name);
file_name='frame2.bmp';
cover_object2=imread(file_name);
file_name='frame3.bmp';
cover_object3=imread(file_name);
m=size(cover_object1,1);
n=size(cover_object1,2);
k1=m/a;
k2=n/b;
a=8;
b=8;
T3=1200;
dk()
{ for ( i=1; i<=m; i++)
  for ( j=1; j<=n; j++)
    U[i][j]=A[i][j]-B[i][j];
  end
end
for ( i=1; i<=k1; i++)
  for ( j=1; j<=k2; j++)
    for ( s=(i-1)a+1; s<=ia; s++)
      for ( t=(j-1)b+1; t<=jb; t++)
        P[i][j]=U[i][j]+P[i][j];
      end
    end
  end
end
end
d1=P[1][1];
for ( i=1; i<=k1; i++)

```

```

    for (j=1; j<=k2; j++)
        {if ( P[i][j]> d1 )
            d1 = P[i][j]; }
        end
    end
}
dk+1( )
{ for ( i=1; i<=m; i++)
    for ( j=1; j<=n; j++)
        V[i][j]=B[i][j]-C[i][j];
    end
end
for ( i=1; i<=k1; i++)
    for ( j=1; j<=k2; j++)
        for ( s=(i-1)a+1; s<=ia; s++)
            for ( t=(j-1)b+1; t<=jb; t++)
                Q[i][j]=V[i][j]+Q[i][j];
            end
        end
    end
end
end
d2= Q[1][1];
for ( i=1; i<=k1; i++)
    for ( j=1; j<=k2; j++)
        {if ( Q[i][j]> d2 )
            d2= Q[i][j]; }
        end
    end
}
d1=dk ( );
d2=dk+1 ( );
while ( |d2-d1|>T3)
imwrite (d1, 'frame.bmp', 'bmp');
figure (1)
imshow ( frame.bmp,[] )
title ('frame.bmp')

```