

## 非广播用高清晰度彩色闭路电视系统中的 高清晰度图像处理系统的设计与研制<sup>1</sup>

凌荣堂 贝 德 崔浚明

(中国科学院电子学研究所 北京 100080)

**摘 要** 本文对高清晰度电视的现状进行了简要的评述, 阐述了非广播 HDTV 的广阔的应用前景。着重介绍了高清晰度图象处理系统的设计和研制以及相关的软件支撑。此系统已用于“八五”攻关项目——非广播用高清晰度彩色闭路电视系统中, 性能完全符合设计要求。该系统可望在军事系统、气象遥感、影视、医疗卫生、工业、印刷、科研等领域得到广泛的应用。

**关键词** 高清晰度电视, A/D 变换, 图象处理, 微处理器, 应用软件

**中图分类号** TN949.1

### 1 引 言

高清晰度电视 (High Definition Television, HDTV) 是为提高现行电视的质量而研究的下一代电视。HDTV 提供的图象应具有约五倍于现有电视的信息量。这种图象清晰、临场感强、声音保真的 HDTV 技术向人们提供了获取、产生、传输、记录、接收和显示高精细、大信息量活动图象的强有力的手段。它是电视广播业务发展的必然趋势。同时, 在非广播领域也有广阔的应用前景。

HDTV 可分广播用 HDTV 和非广播用 HDTV (Broadcasting HDTV 和 Non-broadcasting HDTV, 简称 BHDTV 和 NHDTV) 两大类, 其技术是交叉相关并相互促进的, 它们之间有共同之处, 也有许多不同的要求和特点。与 BHDTV 相比, NHDTV 主要不同之处表现在: (1) 应用领域广: NHDTV 涉及到许多应用领域, 它广泛应用于军事系统、气象遥感、影视、医疗卫生、工业、印刷、科研等领域。(2) 技术指标的多样化: 由于 NHDTV 应用领域广, 各种应用环境不同, 技术条件也不同, 主要有以下几点: (a) 宽高比: 不一定是 16:9; (b) 分辨率: 要求不一, 可能是 1000 多行, 也可能是 4000 多行或更高; (c) 发送机和接收机的数量比有很大的差异, 可能是 1:1, 也可能是 1 比若干, 对于某些应用可能不需要发送机, 如 CAD/CAM。(3) 应用对象不一定是人, 与 BHDTV 不同, 它的应用对象可能是机器或其它客体, 因此某些建立在人视觉理论的方法不一定适用。(4) 硬件、集成电路设计多样化, 这是技术条件多样化造成的。

我们研制的非广播用高清晰度彩色闭路电视系统的总体系统指标为:

图象指标 1024 × 1024 像素, 场频 50Hz, 隔行扫描。

图象采集 1024 × 1024 像素, 24bit, R、G、B 分量各 8bit。

模拟视频信号 系统带宽 20MHz;

通道带宽 摄像单元 >100MHz, 处理单元 >24MHz。

系统图象分辨率 水平 ≥ 800 线; 垂直 ≈ 700 线。

系统可冻结 100 帧以上的数字图象。

<sup>1</sup> 1997-09-19 收到, 1998-03-10 定稿  
国家“八五”攻关项目

## 2 高清晰度电视和常规电视制式的图象处理系统的比较

高清晰度图象处理系统和常规电视制式的图象处理系统相比,主要有以下几点不同,相比之下,前者比后者而言,有更高的难度和复杂性。由于前者的信息量是后者的 4-5 倍,因此对于高速的采集和图象数据处理的要求,电路设计上比常规电视制式的图象处理系统要困难得多,同时也使得在常规电视制式的图象处理系统研制中不太明显的问题明显突出,这主要包括:(1)信号的同步处理;(2)计算机接口数据传输拥挤的现象,即,“瓶颈”现象(由于计算机硬件结构的限制,目前只能作一些改善,不能全部克服);(3)同步时钟的提取和快速锁定;(4)信号的反射和信号时延;(5)地线上电压跳动和毛刺;(6)平行走线之间的串扰。因此需要精心设计,考虑电源的滤波和均匀地分配电源功率给所有器件,以减少噪声,提高信号的信噪比;正确地把信号和传输线“端接”以消除信号的反射;细致地设计布线,以减少布线之间的串扰和地线上的电压跳动和毛刺。

此外,对于高清晰度图象采集和处理目前还没有完全适合的集成芯片,需根据该系统的特殊要求,选择芯片和设计电路,在不能满足要求下,需采用可编程器件以满足系统设计的要求。

## 3 高清晰度图象处理系统的整体考虑

根据总体系统的要求,我们设计并研制了高清晰度图象处理系统。它主要的功能是实现图象的传输、采集、冻结、回放和处理。下面我们将详细介绍该系统设计和研制。

图 1 表示了非广播用高清晰度彩色闭路电视系统基本原理结构。虚框中的就是高清晰度图象处理分系统。它主要由 A/D 接口板、图象处理板和微机三大部分组成,并开发相应的图象控制和处理的软件予以支撑。

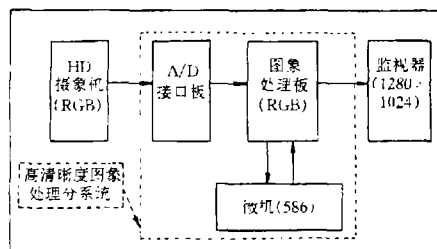


图 1 非广播用高清晰度彩色闭路电视系统基本原理结构

彩色摄像机输出的 RGB 三路视频信号进入 A/D 接口板,它把模拟信号数字化并把此信号送入图象处理板,图象处理板在微机的控制下,实现各种功能,包括图象的采集、冻结、回放和处理等,并根据总体系统要求,把冻结的图象存入主机的硬盘中。主机硬盘中的图象可随时根据需要调用并进行后处理。

下面介绍各部分的设计和主要功能。

3.1 A/D 高速实时取样接口板 A/D 接口板的基本框图如图 2 所示。从摄像机输出的 RGB 三路视频信号进入预放,放大之后通过低通滤波器,消除输入信号中的杂波的干扰,然后进行箝位放大,信号调整到 A/D 输入端所需的峰值,最后通过 A/D 变换器输出 RGB(24bit) 的数字量化信号,与下面的图象处理板接口。

根据总体设计, A/D 变换器的取样频率定为 40MHz, 视频带宽 <20MHz。对于低通滤波器来说,为了得到较理想的滤波效果同时避免可觉察的频谱混叠效应,设定低通滤波器

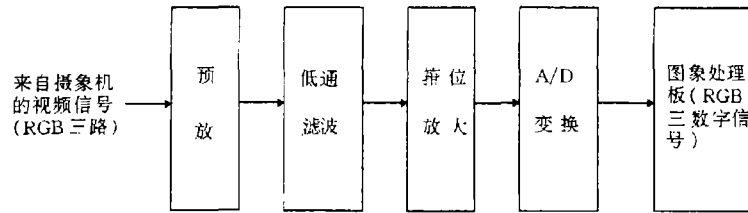


图2 A/D接口原理图

的带宽为 20MHz。在此基础上, 设计了七阶巴特沃兹 (Butterworth) 滤波器。选用巴特沃兹滤波器主要考虑它具有最平坦的频谱特性和较好的等时延特性。详细设计参见文献 [1]。

A/D 高速实时取样接口板的主要技术指标: 视频取样率为 40MSPS; 输入阻抗为  $75\Omega$ ; 通道带宽为 20MHz; 三路 (RGB) 数字输出, 量化级为每路 8bit。

3.2 图象处理板 根据总体的设计, 在监视器上显示  $1024 \times 1024$  象素的真彩色图象并可在微机上存储 100 帧彩色图象的基本要求, 我们设计了该图象处理板, 其硬件结构框图如图 3 所示。

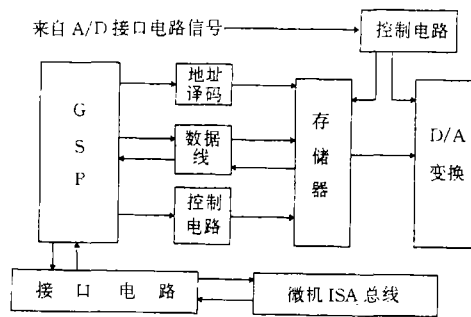


图3 图象采集处理板结构图

图象处理板采用了由美国 TI 公司生产的高性能 32 位图形系统处理器芯片 (Graphics System Processor-GSP)TMS34010 来管理, 通过主机 (486 或 586) 把控制指令和运行程序由控制电路传递给该处理器, 以达到系统正常运行。(1) PC 总线 (ISA) 接口: 图象处理板采用 PC 总线 (ISA) 接口, 总线接口控制器将主机与图象处理器相连。主机与 GSP 的接口只需要有四个字 (word) 的空间, 对应 GSP 的十六位控制寄存器。接口控制器的主要功能是译码主机存储器地址, 通过译码电路, GSP 得到所需的控制信号, 因此使得主机与 GSP 之间的信息交换变得十分简洁和方便。(2) GSP-TMS34010: TMS34010 是一种可编程 32bit 128Mbyte 寻址图形系统处理器, 具有极强的功能。它可以产生各种视频控制信号、存储器的管理和数据的输出和输入以及对图象进行各种运算。详细可参见文献 [2]。(3) 存储器: 图象处理板内含 3M byte 的 VRAM 存储器 (TC524256x24), 可存储一帧 ( $1024 \times 1024$ ) 彩色图象。由于采用 VRAM 存储器, 使得控制和地址译码电路变得简单、可靠和保持高速性能。(4) 地址译码和控制电路: 为了实现  $1024 \times 1024$  图象的存储、冻结、回放和处理, 必需对存储器的地址和控制线给出所需的信号。该处理板采用了美国 AMD 公司最新推出的 PALCE 可编程逻辑器件 (PALCE22V10H) 实现这一功能。它具有高速、可靠、编程方便和

价格低的特点。(5) 输出电路: 图象输出是由高速 D/A 变换器 (BT121) 来完成, 其转换频率为 80MHz, 此 D/A 电路完成三个功能, 第一功能是从摄像机输出的图象信号进入 A/D 接口到图象处理板通过 D/A 电路输出到监视器, 可以看到摄像机输出的图象; 第二功能是在存储器中冻结的图象通过 D/A 电路输出到监视器, 可以看到冻结的图象; 第三功能是主机硬盘中图象调到图象处理板的内存中, 通过 D/A 电路输出到监视器。以上三种功能均通过主机对图象处理板的控制实现的。

3.3 主机配置 采用 586 微机, 内存 16M byte, 硬盘 1000M byte, 可存储 100 多帧彩色 1024 × 1024 象素的高清晰度图象。完全满足总体设计要求。

3.4 软件设计和结构 为了便于操作和运行, 软件采用窗口菜单式的框架结构。软件的结构如图 4 所示。采用 C++ 语言编制, 源程序约 2000 条语句。

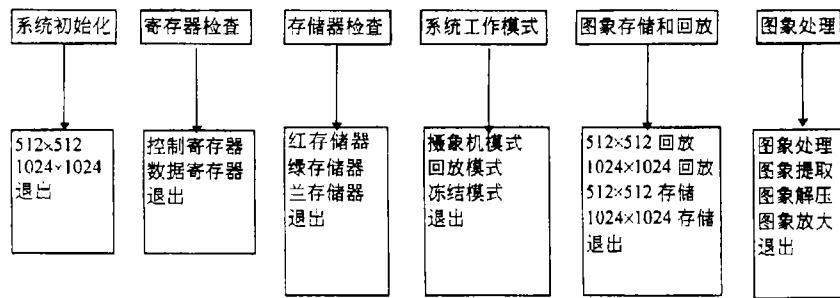


图 4 软件结构框架图

软件主要有以下几个部分组成:

(1) 系统初始化 主要功能是设定系统的工作格式; 包括屏幕的大小、同步信号和消隐信号宽度等。

(2) 系统的寄存器的检查 这一部分的主要功能是检查主机与图象处理板的接口连接是否正常和 GSP 芯片是否正常运转。如果从主机键盘输入的数据与从 GSP 返回的数据相同表示工作正常, 否则表示这部分有故障, 可能是主机与图象处理板的接口电路出现故障或 GSP 芯片接触不良或损坏。

(3) 系统存储器的检查 这一部分的主要功能是检查主机与图象处理板存储器之间数据交换和图象处理板存储器工作是否正常。如果从主机键盘输入的数据与从图象处理板存储器返回的数据相同表示工作正常, 否则表示这部分有故障。故障有二个方面; 一是地址译码电路或控制信号电路出错, 二是存储器芯片接触不良或损坏。

(4) 系统工作模式 系统的工作模式有三种: (a) 摄像机模式; (b) 回放模式; (c) 冻结模式。

(5) 图象存储和回放 程序的这一部分编制了 512 × 512 象素和 1024 × 1024 象素两种图象尺寸的存储和回放。前者是考虑与常规电视兼容而编制的。

(6) 图象处理 这部分包括图象的压缩、提取、放大等等。为了进一步的实用化, 目前这方面的软件正在充实之中。

此系统已用于“八五”攻关项目——非广播用高清晰度彩色闭路电视系统中, 性能完全符合设计要求<sup>[3]</sup>。

#### 4 结束语

文章介绍了高清晰度图象处理系统的设计和研制, 并应用于“八五”攻关项目——非广播用高清晰度彩色闭路电视系统中。为了进一步的实用化, 该系统还有一些地方可进一步的完整和扩充, 其中包括硬件方面的进一步集成化和软件进一步的充实和升级。该系统可望在军事系统、气象遥感、影视、医疗卫生、工业、印刷、科研等领域得到广泛的应用。

#### 参 考 文 献

- [1] 罗初东, 徐秉铮. 现代实用电子技术手册. 广州: 广东科技出版社, 1990年10月.
- [2] TI Company, TMS34010 User's Guid, 1990.
- [3] 国家科学技术委员会, 科学技术成果鉴定证书, 非广播用高清晰度电视彩色闭路电视系统. DKC 鉴字 [1995] 第 10019 号

### THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF THE HIGH DEFINITION IMAGE PROCESSING SUB-SYSTEM FOR NON-BROADCASTING HIGH DEFINITION COLOR CLOSED TELEVISION SYSTEM

Ling Rongtang    Bei De    Cui Junming

*(Institute of Eclctronics, Academia Sinica, Beijing 100080)*

**Abstract** This paper reviews the current status of High Definition Television (HDTV) briefly and sets forth brilliant application perspective of non-broadcasting HDTV. The design and developement of high definition image processing sub-system, and relative software support are mainly introduced. The sub-system has been used to “8.5” key project-non-broadcasting high definition color closed television system, and its performance meets to the requirements for the system. It is believed that the sub-system will be widely applied to military, meteorological remote sensing, movie and television, medical and hygiene, industry, printing and scientific research.

**Key words** HDTV, A/D converter, Image processing, Microprocessor, Application software

凌荣堂: 男, 1944年生, 副研究员, 从事 HDTV 和信号与图象处理的研究.  
贝 德: 男, 1936年生, 高级工程师, 从事 HDTV 和应用电视的研究.  
崔浚明: 男, 1938年生, 副研究员, 从事 HDTV 和电子线路的研究.