

头戴式短距离无线摄录传输系统

卢晓帆¹, 王强¹, 赵罡², 陈芳²

(1. 空军工程大学 装备管理与安全工程学院, 西安 710043; 2. 空军工程大学 训练部, 西安 710043)

摘要: 根据目前国内穿戴式多媒体系统发展的现状, 设计实现了一种实时性的头戴式无线音视频拍摄、存储、传输系统; 将嵌入式计算机、基于 H. 264 视频压缩技术、Wi-Fi 无线传输技术相结合; 头戴终端挂载了高清摄像头, 采用了海思 Hi3516 为其核心组件, 该组件集成了 ARM+DSP 的处理器, 搭载了嵌入式 Linux 操作系统, 功能强大。使用者在佩戴头戴终端工作时, 能够完全释放双手, 提高工作效率, 适合在新闻报道、现场执法、军事行动等环境下使用; 经反复测试, 系统在全高清指标下工作稳定、运行良好。

关键词: 头戴式; 全高清; 无线传输; H. 264; 嵌入式

Wireless HD Camera and Short Distance Transmission is Embedded in the Headband System

Lu Xiaofan¹, Wang Qiang¹, Zhao Gang², Chen Fang²

(1. Equipment Management and Safety Engineering College, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China;
2. Training dept, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China)

Abstract: According to current domestic wearable and multimedia system development situation, a real-time head-mounted of wireless HD video storage and transmission system is designed and implemented, which realize the function of recording, storage and transmission. This system is combined embedded computer with H. 264 video compression technology and wireless local area network (WLAN) together. The camera is attached in the head-mounted device, and the Hi3516 chip is applied in system. The Hi3516 chip integrates ARM and DSP processor. In addition, the embedded Linux operating system is employed in the chip as the software platform. With this system, users can release hands and improve work efficiency. This system can also be applied in these environment, such as news report, enforcing the law, operation military action. By means of the repeated test, system operates stably and has wide application value in Full HD standard.

Keywords: head-mounted; full high definition (Full HD); wireless transmission; H. 264; embedded

0 引言

互联网在 21 世纪的高速发展, 使得信息的传递速度越来越快。人们对于新闻、讯息传输的实效性、准确性提出了更高要求。这就需要多媒体工作者在第一时间, 以最快的速度将视频画面清晰、准确的传播给观众。当前, 电视台相关设备最为完善, 记者们大多使用卫星、互联网等手段实现将数据回传, 但是沉重的设备、高昂的成本、以及音视频画面长时间的编解码已经不能满足当前多媒体工作者的需求。

随着高清画面的普及, 人们对于画质的要求与日俱增, 传统非数字录像机拍摄的视频需要大量的时间进行编解码, 才能经由电视台、互联网网站等媒介播出。

与传统的多媒体设备比较, 头戴式无线摄录传输系统有以下优点:

1) 系统采用头戴式设计, 完全解放双手, 不影响正常活动^[1]。摄像机挂于眼侧, 人眼所见就是摄像机所拍摄画面, 实现所见即所得的同时, 双手可以完成其他工作。

2) 系统在视频录像的同时, 完成 H. 264 标准全高清视频编解码工作, 同时通过 Wi-Fi 网络可以将视频画面实时传输至远端, 观众可以直接观看到现场画面。

3) 使用嵌入式开发平台, 在保证系统高度集成和稳定的

同时, 缩减体积、重量、功耗, 延长使用时间。

1 系统设计方案

摄像头^[2]拍摄画面, 核心处理芯片进行音视频处理、编解码, 利用 IEEE 802.11 传输协议, 系统各个模块在约 1 s 内实现将头戴端拍摄的音视频数据资料传输至远端, 并显示画面。

整个无线高清摄录传输系统整体上分为三部分组成, 分别是光学镜头及 CCD (CMOS) 组件、搭载核心板的核心系统、显示端。总体设计如图 1 所示。拍摄的音视频数据流首先由信息采集模块接收, 然后压缩、封装, 传递给本地存储设备进行写入, 同时无线传输模块进行打包、发送。显示端接入 LAN 网络接收数据并进行解析, 而后显示在媒介上。摄像头的光学组建以及麦克风可根据需要进行更换, 包括车载设备如行车记录所需要的广角镜头、军事行动所需要的红外或夜视镜头、新闻报道所需要的中焦镜头等等。显示端包括微型投影仪、传统个人电脑、手持平板电脑、智能手机等具备 Wi-Fi 功能的显示设备, 灵活性很强。

核心系统采用嵌入式设计, 利用高性能的 ARM 芯片+DSP 视频处理芯片, 集成存储器、SD 卡、Wi-Fi 无线网络模块、音视频多媒体采编模块。系统实现单向语音功能, 支持 H. 264 视频编码, Full HD 级别分辨率的全双工实时音视频通信。

2 详细设计

头戴式无线音视频摄录传输系统包括硬件和软件两部分。

收稿日期: 2014-05-08; 修回日期: 2014-06-13。

作者简介: 卢晓帆(1987-), 男, 江苏连云港人, 硕士研究生, 主要从事装备保障系统分析与设计方向的研究

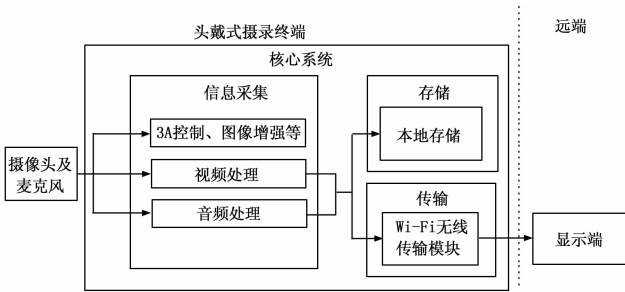


图 1 系统总体设计

硬件平台的核心采用了当下主流的海思视频通讯 SoC 芯片 Hi3516。华为海思是专注于数据通讯领域的芯片设计公司，其推出的 Hi35XX 系列解决方案在国内 IP 解决方案市场上占据主流地位^[3]。海思 Hi3516 的实现方案是 ARM 嵌入式处理器+DSP 处理器^[4-6] 双核哈佛结构，处理能力很强。由基于 ARM Cortex A9 的嵌入式处理器控制系统，负责各个模块的管理和驱动，DSP 完成图像的存储、压缩。基于该解决方案的软硬件模块协同工作，可完成音视频的采集、编解码、显示等多媒体处理功能，其外围设备包括无线 Wi-Fi 传输模块、RJ45 以太网、RS232 串口、RS485 控制端口、HDMI 接口、USB 接口、SD 存储、红外接收等，具备很强的可扩展性。可设计实现视频会议、门禁控制、视频监控^[7] 等功能。

2.1 硬件设计

海思 Hi3516 解决方案，提供的 ARM 处理器频率高达 800 MHz，处理能力可达 2 000 DMIPS，支持 H.264、MPEG4、MJPEG 编码^[8] 能力，编码性能最高达 60 fps。具有一个 USB 2.0 主机接口。内存在 DDR2 下频率为 400 MHz，匹配 DDR3 时为 533 MHz，最大 512 MB 的 SDRAM 和 1 G 的 NAND Flash 能够提供充足的数据处理带宽和能力。核心板设计如图 2 所示，在设计调试阶段保留一个标准以太网接口用于测试，移除了如 SATA 硬盘、GPS、USB、485 控制总线、红外链接等线路和接口。

摄像机与远端使用 Wi-Fi 相连，但是为了在警察执法、军事行动以及抗干扰情况下保持录像的连续性、稳定性，在头戴端设计了 SD 卡方式的本地存储。这样大大提高了录像的安全性，图像清晰度。

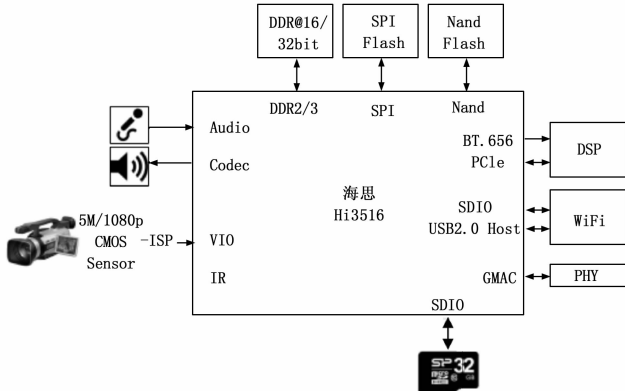


图 2 核心方案

2.2 视频编码器设计

系统由摄像头采集视频信号，输入 Hi3516 核心，进行 H.264 编码压缩，生成的数据以 H.264 的封装形式存储在本地磁盘，同时将数据流封装为 IP 流，通过 Wi-Fi 将视频流传输至远端。

H.264 的所有语法结构最终都被封装成 nalu，nalu 是 H.264 的最高抽象层。码流中的 nalu 单元必须定义合适的分隔符，否则无法区分。nalu 有自己的语法元素，但是仅占用一个字节，即 nalu 单元除了紧跟前缀码“00 0001”之后的第一个字节外，其他载荷都是 H.264 某种语法结构的有效载荷。

nalu_type 是 nalu 最重要的语法元素，它表征 nalu 内封装的 H.264 语法结构的类型。

nalu_type 可以按照以下方式解析：

$$nalu_type = first_byte_in_nal \& 0x1F$$

在视频流进行无线发送时，网络发包即以 nalu 为基本单元，在应用层进行封装。使用 RTP 进行组包传输，一个 RTP 分组里放一个 nalu，将 nalu（包括同步头）放入 RTP 的载荷中，并设置 RTP 的头信息。

编码器整体结构如图 3 所示。Hi3516 的高速处理能力能提供多种码流、帧率、分辨率所组成的视频，经过筛选，最终选择 5 M 码流、1 080 p 分辨率、30 fps 的视频封装形式。经编码压缩后的数据流通过 Wi-Fi，以点对点的方式传输给远端，用户使用 PC 等远端软件接收码流，进行解码、播放^[9]。

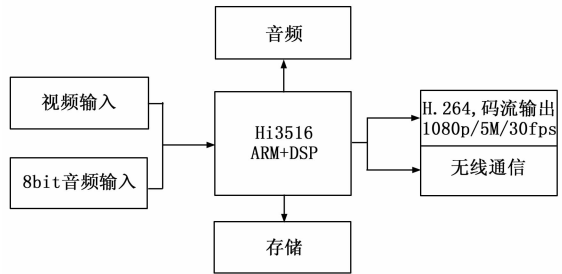


图 3 编码器结构

2.3 嵌入式 Linux 系统环境的构建

无线高清摄录传输系统的软件包含操作系统、硬件模块驱动、应用程序。其系统是嵌入式 Linux 系统，在 ARM 平台上，开发成本低、技术成熟。为了支持应用软件快速开发，海思提供了媒体处理软件平台。它使得应用软件无需考虑与芯片有关的复杂的底层程序，即对应用层屏蔽硬件细节，直接提供 API 接口，系统层次图如图 4 所示。

使用交叉编译调试的方式进行开发和调试，即“调试用 PC 机+头戴式终端”的形式，两者使用网线连接。在 PC 机搭建交叉编译环境^[10]，程序在头戴端嵌入式主机上经过“编译—连接—定位”执行对应文件。

嵌入式系统基于 Linux 2.6.35，涉及到的函数语法如下所示：

```

HI_S32 HI_MPI_SYS_SetConf (const MPP_SYS_CONF_
S * pstSysConf); // 配置系统控制参数;
HI_VOID * HI_MPI_SYS_Mmap (HI_U32 u32PhyAddr,
HI_U32 u32Size); // 存储映射端口;
VB_POOL HI_MPI_VB_CreatePool (HI_U32 u32BlkSize,
HI_U32 u32BlkCnt); // 创建视频缓冲池;
    
```

```

HI_S32 HI_MPI_VI_EnableDev (VI_DEV ViDev); //启用
视频输入模块;
HI_S32 HI_MPI_VI_GetFrame (VI_CHN ViChn, VI_
FRAME_INFO_S *pstFrameInfo); //获取视频图像;
HI_S32 HI_MPI_AI_Enable (AUDIO_DEV AudioDev-
Id); //启用音频输入模块;
    
```

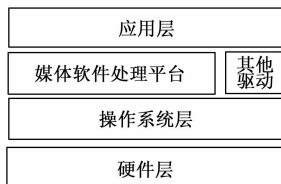


图 4 系统层次图

3 实验结果与分析

头戴式短距离无线摄录传输系统是以头戴式摄录终端为基本, 将音视频数据流发送至远端, 两者进行点对点无线连接的系统。当前测试阶段, 头戴式终端集成了试验用摄像头, 是系统的输入设备, 同时集成了嵌入式处理芯片及数据传输通信模块等系统核心组件。显示端采用了当下兴起的 Windows8 平板电脑。CPU 为 x86 架构的 Intel Z3770, 2 G 内存, 无线网络标称 150 Mbps, 应用开发模式的流媒体播放器。实验结果显示, 采用 H.264 压缩算法的图像传输流畅, 视频分辨率达到 1 080 p 级别, 在使用秒表进行连续测试时, 没有丢帧现象发生, 能够满足 24 fps 的基本要求, 通过截图表明, 画面延时在 1 s 左右。图 5 为秒表记录测试。



图 5 秒表记录测试

4 结束语

利用海思 Hi3516 开发平台, 实现了嵌入式操作系统、

摄像头、编解码、Wi-Fi 模块等设备协调工作的开发, 为视频直播提供了一种新的方法。系统可以根据使用者需求, 对摄像头进行选择, 满足拍摄前方、己方等灵活设置的需要。采用 Windows 平板电脑, 可以直接运行视频后期剪辑处理需要使用到的大量专业软件, 进一步减小处理视频所需的时间。头戴式短距离无线摄录传输系统摒弃了传统电视直播设备沉重, 剪辑编码时间长的困扰, 使单人单机直播变得方便快捷。

穿戴式设备中的头戴式设备在新闻、航空航天、工业等方面具有广阔的引用前景。2014 年的两会报道中已经有记者使用 Google Glass 这一典型的头戴式设备进行新闻报道。在采访交流中, 释放双手的记者更容易与被采访者进行交流。同时该系统还适用如警察、工商、城管、军队等需要记录任务执行过程的场合, 工作人员无需双手就可以完成通信联系、画面传递等工作。

经实验验证, 该系统发热适中, 具有较强的通信稳定性与数据传输可靠性, 运转情况良好, 可适用于多种需要音视频存档、实时播放的环境。

参考文献:

- [1] 金福祿, 刘广东, 王剑平. 穿戴式平面印刷 PIFA 的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (5): 1168-1170.
- [2] 李 锋, 秦嘉凯. 基于嵌入式 Linux 的实时网络视频监控系 [J]. 电视技术, 2011, 35 (23): 145-148.
- [3] 方志成. 基于海思芯片的高清 IP 芯片级解决方案 [A]. CPSE 第十四届安博会 (2013.10.29-11.1 深圳会展) [C]. 2013.
- [4] Lappalainen V. Performance of H.26L Video Encoder on General-purpose Processor [A]. Proceedings of the IEEE Int'l Conference on Consumer Electronics. [S. l.]: IEEE Press [C]. 2001: 266-267.
- [5] 刘喜龙, 石中锁. 基于 H.264 的嵌入式视频服务器的设计 [J]. 微计算机信息, 2005, 21 (1): 133-134.
- [6] 曹贞贞, 李志康, 薛 松. 基于无线网络技术的数字视频监控系统 [J]. 计算机工程, 2007, 33 (1): 247-249.
- [7] 陈 瑾, 叶 桦. 基于 Hi3512 的 3G 视频监控终端的设计与实现 [J]. 东南大学学报 (自然科学版), 2011, 9 (41): 116-119.
- [8] 毕厚杰, 王 健. 新一代视频压缩编码标准——H.264/AVC [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [9] 梁笃国, 张艳霞, 曹 宁, 等. 网络视频监控技术与智能应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2013.
- [10] 克罗赫曼. Linux 内核技术手册 [M]. 马 俊, 李 莘, 许斯乔译. 北京: 中国电力出版社, 2010.

(上接第 3030 页)

量精度由原来的 0.314 Mv 提高到 0.092 4 Mv。精度改善效果明显, 并且提高了精度的稳定性, 从而保证了光度测量的精度要求, 也证明了噪声抑制在光度测量过程中的重要性。

参考文献:

- [1] 高 昕, 王建立, 周泗忠, 等. 空间目标光度特性测量方法研究 [J]. 光电工程, 2007, 34 (3): 42-45.
- [2] 孙 青, 李 梅, 王春鸿, 等. 光度测量系统中的光子计数采集卡

- [J]. 光电工程, 2004, 31 (S): 76-79.
- [3] 刘春香, 郭永飞, 李 宁, 等. 基于 DSP 的嵌入式实时图像增强系统 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (2), 529-531.
- [4] 王 彬, 何 昕, 魏忠慧. 采用单目标图像特征直线的飞机姿态估计 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (2), 473-476.
- [5] 刘丹平, 段钦义, 李云伟, 等. 适用于光电跟踪的初始目标区域估计法 [J]. 光学精密工程, 2008, 16 (11): 2286-2289.
- [6] 熊 雪, 王 庆. 基于多视场星敏感器的三角形星图识别方法 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22 (1): 225-228.