

文章编号: 1001-9081(2010)09-2535-03

# 嵌入式 3G 无线视频监控系统硬件设计与信号完整性仿真

黄 帅, 许雪梅, 徐蔚钦, 周 文

(中南大学 物理科学与技术学院, 长沙 410083)

(huangsh-147@163.com)

**摘 要:** 提出了一种基于 DaVinci 平台的嵌入式 3G 无线视频监控系统的解决方案。该方案充分利用 WCDMA 网络的高带宽, 可进行两路视频的同步监控。对系统的硬件设计进行了深入的探讨, 设计了各个功能模块。应用 Hyperlynx 软件与 IBIS 模型对硬件 PCB 设计进行了仿真分析, 有效地解决了系统 DDR2 接口电路中出现的反射、串扰等信号完整性 (SI) 方面的问题, 充分保证了高速 PCB 设计的质量和速度。相比传统的有线视频监控, 该方案更加灵活, 使用范围更加广泛。

**关键词:** DaVinci; 无线视频监控; PCB 设计; DDR2; 信号完整性

**中图分类号:** TP303 **文献标志码:** A

## Hardware design and signal integrity simulation of embedded 3G wireless video surveillance system

HUANG Shuai, XU Xue-mei, XU Wei-qin, ZHOU Wen

(School of Physics Science and Technology, Central South University, Changsha Hunan 410083, China)

**Abstract:** A solution of embedded 3G wireless video surveillance system based on DaVinci platform was proposed, which took full advantage of the high-bandwidth of WCDMA network and could realize two-way video surveillance in parallel. The hardware design was discussed in depth and various functional modules were designed. The simulation analysis of hardware PCB design was made by use of Hyperlynx software and IBIS models. The Signal Integrity (SI) problems, which usually appeared in DDR2 interface circuit such as reflection and crosstalk, were resolved effectively. And the quality and speed during high-speed circuit PCB design were fully guaranteed. Compared to the traditional wired video surveillance, this solution is more flexible and can be used more widely.

**Key words:** DaVinci; wireless video surveillance; PCB design; DDR2; signal integrity

## 0 引言

在如今的信息社会, 视频监控广泛应用到电力系统、电信机房、城市交通、小区治安等领域。但是, 由于监控点分布范围散、数量多、距离远、甚至地处偏僻, 传统的有线视频监控难以实现<sup>[1]</sup>。无线通信技术的日益发展, 传输带宽不断提高, 基于多种无线传输手段的视频监控以其特有的灵活性成为视频监控新的发展方向。随着 3G 的正式到来, 移动通信数据网络为承载视频监控数据的传输提供了更好的条件和保障<sup>[2]</sup>。本文采用 TI 公司的 DaVinci 系列双核 DSP TMS320DM6446 作为系统核心处理器, 利用 WCDMA 无线网卡 E1750 进行数据无线发射与接收, 详细介绍了 3G 无线视频监控系统的硬件设计方案以及高速 PCB 设计中的信号完整性分析和仿真策略。

## 1 系统结构与工作原理

系统主要由视频采集前端、WCDMA 无线通信网络与 Internet、监控服务端 3 部分组成, 系统结构如图 1 所示。系统基本工作原理是: 摄像头采集到模拟视频信号经过数字化、视

频压缩编码后, 通过 WCDMA 模块进行无线发射, 视频数据通过 WCDMA 网络和 Internet 发送到视频监控中心或各种接入 Internet 的移动终端, 如手机、PDA 等。监控中心和移动终端对视频流进行解码, 即可看到监控现场的实时视频画面, 用户还可发出指令对监控前端进行远程操控。由于采用 3G 无线通信网络, 相比传统的 CDMA/GPRS 网络, 带宽得到大幅的提高。CDMA 峰值速率为 153.6 Kbps, 而目前 WCDMA 网络下行速率可达 14.4 Mbps, 上行速率 5.76 Mbps, 这为高质量视频传输奠定了很好的基础。

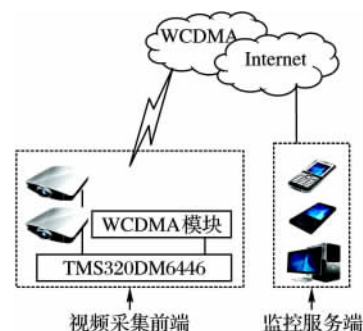


图 1 3G 无线视频监控系统结构

收稿日期: 2010-03-26; 修回日期: 2010-05-19。

基金项目: 中国博士后基金资助项目 (20070420825); 中南大学博士后基金资助项目。

作者简介: 黄帅 (1985-), 男, 湖南长沙人, 硕士研究生, 主要研究方向: 高速系统设计与 DSP 应用; 许雪梅 (1971-), 女, 湖南邵阳人, 副教授, 博士, 主要研究方向: 嵌入式系统在无线通信中的应用; 徐蔚钦 (1986-), 男, 浙江金华人, 硕士研究生, 主要研究方向: Linux 操作系统下驱动设计与开发; 周文 (1985-), 男, 江西上饶人, 硕士研究生, 主要研究方向: 无线视频监控。



电源的电压降到一定的门限值以下时,就强制进入复位状态。

### 3 硬件信号完整性分析与仿真

在高速电路中,互连线成为具有分布函数的传输线,从而出现反射、串扰和延时等信号完整性问题。系统中工作频率最高部分为 DSP 与 DDR2 的接口电路,DM6446 的 ARM 与 DSP 核心分别工作在 297 MHz 和 594 MHz,DDR2 接口控制器设定输出时钟频率为 189 MHz,双边传输速率达到 378 Mbps (从而确定 DDR2 仿真时钟为 189 MHz,数据线仿真频率为 189 MHz)。如此高的数据流速不得不考虑硬件设计的信号完整性。下面应用 Hyperlynx 仿真软件和 IBIS 模型<sup>[6]</sup>对 DDR2 接口进行信号完整性仿真分析,根据仿真结果做出优化设计。

#### 3.1 系统特性阻抗与 PCB 叠层设计

特性阻抗是影响传输线电路中信号完整性的一个主要因素。阻抗控制必须结合系统叠层设计,好的系统叠层方案可以大大减小 EMI 及串扰<sup>[7]</sup>的影响。DM6446 的管脚数为 361,至少需要 4 层信号层才能将所有信号线由 DSP 管脚完全扇出,板层分布的做如下设计: SIG1/GND/ SIG2/VCC3. 3/ VCC1.8\_1.2/SIG3/GND/SIG4。根据 DSP 管脚间距(31 mil)和焊盘直径(15 mil),设定扇出线的线宽为 5 mil,安全间距 5 mil。由于低特性阻抗时串扰与累加时延相对较好,系统选择 50 Ω 特性阻抗。通过调节各层参数,将各层的特性阻抗都控制在 50 Ω 左右,最后确定叠层设计如图 4 所示,电路板厚度为 62.3 mil。

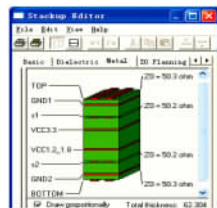


图 4 系统 PCB 叠层设计

#### 3.2 反射分析

反射指信号功率经过传输线传送给负载,未被负载完全吸收,返回到源端。阻抗不匹配是形成反射的根本原因<sup>[8]</sup>。由于数据线为双向传输,在系统中终端连接都为单一负载,故优先考虑采用串联端接。串联端接进行源端匹配,消除信号的二次反射且无须直流源相连,只需一个元件,有利于高密度布线。DDR2 中,数据线采用 ODT 技术,ODT 相当于戴维南匹配,起到终端匹配的作用。系统中 DM6446 的 DDR2 控制接口并不提供 ODT 功能,所以数据线的阻抗匹配必须自行设计。系统使用图 5 所示的双向源端端接方案,利用 DM6446 与 DDR2 的 IBIS 模型,通过 Hyperlynx 软件仿真确定端接电阻的数值分别为:RS(A0)=10 Ω,RS(B0)=47 Ω。

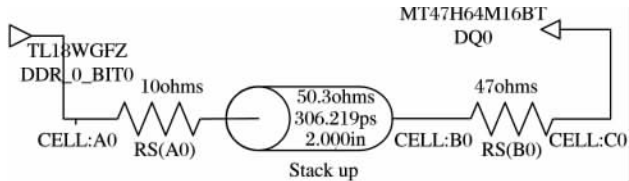


图 5 数据线端接仿真模型

在 189 MHz 下的仿真结果如图 6 所示,可以看出端接匹配后的信号质量明显好转,信号的抖动很小,这样设计的数据线噪声容限与 IC 设计的几乎不变。

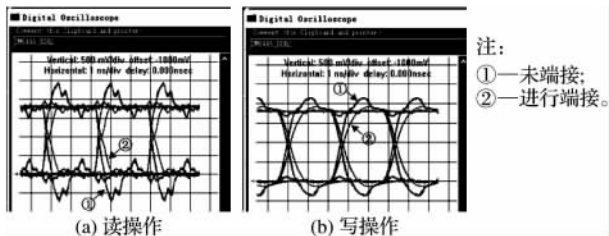


图 6 DM6446 读写 DDR2 数据眼图

#### 3.3 串扰分析

多条平行线,其中某一线的串扰为其他几条线对其串扰的综合结果<sup>[9]</sup>。然而实际中一般只需计算相邻两线间的串扰,其余线对其的串扰相比忽略不计。系统布线时,为保证信号时序同步,特将数据线 DDR\_D[0:7],DQS0 和 DQM0 作为一组进行布线,此时同组内数据线间的串扰问题必须认真考虑。由于远端串扰波形峰值远远大于近端串扰波峰值,线网峰值串扰电压将远端串扰作为主要考查对象。对信号线 DDR\_D0,DDR\_D1 以及 DDR\_D2 进行串扰仿真,DDR\_D0 与 DDR\_D2 在 DDR\_D1 上的远端串扰电压仿真结果如图 7 与表 1 所示。根据仿真结果,在进行阻抗匹配的情况下,增大线间距可以大幅减小串扰电压,但同时会增大 PCB 布线面积,增加系统成本。因此,不改变线间距而减小线间耦合距离是一个很好的办法,如线④所示,当耦合距离进一步减小时,串扰峰值电压也会进一步减小。

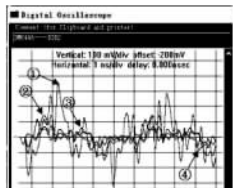


图 7 DDR2 读数据时 DDR\_D1 串扰电压仿真

表 1 仿真结果对比

线的编号	耦合距离/inch	双向端接	线间距/mil	串扰峰值电压/mV
①	3.0	否	5	353.3
②	3.0	是	5	111.7
③	3.0	是	10	58.3
④	1.5	是	5	86.7

## 4 结语

本文详细介绍了基于 DaVinci 双核平台的 3G 无线视频监控解决方案,采用独立于 PC 机的嵌入式设计,系统灵活性大大增强,适用范围也更加广泛。该平台可使用 MPEG4、H.264 等视频编解码算法,还可加入运动目标检测,人脸识别等算法,实现智能视频监控。本文对系统的硬件设计进行了深入的探讨,设计了各个功能模块。应用 Hyperlynx 软件与 IBIS 模型对硬件 PCB 设计进行仿真分析,有效地解决了系统 DDR2 接口电路设计中出现的反射、串扰等信号完整性方面的问题,充分保证了设计的质量和速度,缩短产品的设计周期,做到了一次投板成功。

#### 参考文献:

[1] FU XIANG, GUO BAO-LONG. Framework for distributed video surveillance in heterogeneous environment [C]// Proceedings of the 2008 International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2008: 826-829. (下转第 2540 页)

者多次重复、繁杂的开发工作,又可以降低嵌入式移动 GIS 的后期维护复杂度。即当资源数据远程监测需求发生变化时,用户仅需通过更改配置来定制无线传输的资源数据,而不需要进行二次开发工作。

本文采用可扩展标记语言(Extensible Markup Language, XML)描述资源数据采集信息的框架结构,从而实现了数据中心服务器和数据采集发送终端的灵活定制。XML 语言结构十分弹性、扩展性高又不失统一标准,可以很容易地描述各种文件数据,适合在网络上传输,并广泛运用在各行各业中<sup>[6-7]</sup>。

嵌入式移动 GIS 无线传输的资源数据定制处理的功能在于完成了各种资源数据的定义,其对应于元数据的定义过程。该定制处理就是将相应的资源采集数据的元数据写入到数据中心服务器所对应的数据库表中。在对资源数据进行灵活定制时可依据数据传输和处理所需要的相关信息提供相应的 XML 配置文件,并依据该配置文件对用户需要操作的数据库表进行定义,如资源数据的名称、单位、是否传输、是否显示以及传输的时间间隔等,这些相关数据将会通过灵活定制工作写入到元数据库表中。

### 3 汽车远程诊断与维修中的应用

基于对可定制数据无线传输的嵌入式移动 GIS 的研究,本文以汽车远程诊断与维修<sup>[8]</sup>应用实例,构建相应的实验平台。对汽车的多种参数、多个测点进行可定制的远程自动监测,包括:水温、油温、油压、蓄电池电压、发动机转速等多种信息。利用 XML 描述该嵌入式移动 GIS 对汽车远程诊断与维修过程中所涉及到的“冷却水温度”信息进行定制,其名称为“Cooling Water Temperature”、单位为“Centigrade”、传输与显示状态均为“Yes”、且传输时间间隔为 60 s,相应的用户定制的 XML 文档片段如下:

```
< CustomizableInfo >
  < Name > Cooling_Water_Temperature < /Name >
  < Unit > Centigrade < /Unit >
  < IsTransmission > Yes < /IsTransmissionCondition >
  < IsShow > Yes < /IsShow >
  < TimeInterval > 60sec < /TimeInterval >
< /CustomizableInfo >
```

在对需要采集的资源数据框架进行灵活定制后,经由数据采集发送终端发送出的每个数据包也均使用 XML 格式,包含设备编号、当前时间、传感器名称和数据四个部分。其中,设备编号是使用从 M23A 模块获取的移动设备唯一身份码(International Mobile Equipment Identity, IMEI),而当前时间则对应于从 GPS 读取的时间。仍以冷却水温度数据为例,设备编号为 353236012283399 的数据采集发送终端在 2010 年 2 月 3 号 06:28:18 时刻进行无线传输时的 XML 文档片段如下:

```
< DataInfo >
```

```
< DeviceID > 353236012283399 < /DeviceID >
< CurrentTime > 2010-02-03 06:28:18 < /CurrentTime >
< SensorName > Cooling_Water_Temperature < /SensorName >
< Data > 78.6 < /Data >
< /DataInfo >
```

本文为可定制数据无线传输的嵌入式移动 GIS 的提供了数据统计和显示软件作为监控端。用户可以依据不同的业务需求而选择数据服务中心所提供的多种资源数据的远程监测信息,通过该监控端桌面软件方便而直观地进行定制查询,并能及时统计和分析已定制资源数据的动态变化。利用该数据统计软件生成的冷却水温度曲线如图 4 所示。

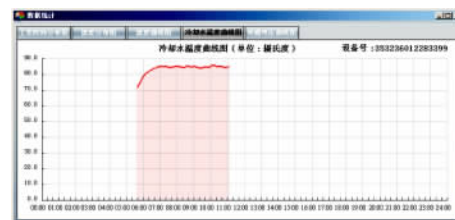


图 4 监控端的冷却水温度曲线

### 4 结语

可定制的数据无线传输的嵌入式移动 GIS,可为资源数据采集工作提供方便灵活、高效可靠的方式,不仅实现了实时、对等、双向的数据无线传输系统,而且还可以提供定制的方式,大大降低了开发人员的工作量。这种可定制、可配置、易扩展的资源数据无线传输嵌入式移动 GIS,与传统的数据采集方式相比,具有较强的优势,下一步工作将对其进一步完善并推广到各种远程数据采集和信息共享互传的实际应用领域中。

参考文献:

- [1] 程娟,平西建.集成 GPRS 服务的嵌入式车载地理信息系统[J]. 计算机工程,2006,32(17):244-245.
- [2] 陈飞翔,杨崇俊.无线网络应用的嵌入式 GIS 基础平台设计与实现[J]. 计算机工程,2005,31(12):70-72.
- [3] 翟战强,蔡少华.基于 GPRS/GPS/GIS 的车载导航与监控系统[J]. 测绘通报,2004,49(2):34-49.
- [4] 王喆,君西,张世铭.基于 GIS/GPRS/GPS 远程监控手持终端的设计与实现[J]. 兰州交通大学学报,2009,28(3):79-82.
- [5] 孔栋,郑建宏.嵌入式 TCP/IP 协议栈 LWIP 在 ARM 平台上的移植与应用[J]. 通信技术,2008,41(6):38-40.
- [6] 高璟,汪洪涛,丁颖.基于 XML 的新一代模型——WebServices[J]. 微机发展,2004,14(1):93-96.
- [7] 祝青,阳王东.利用关系表构建 XML 文档解析的树模型[J]. 计算机应用,2009,29(6):1719-1721.
- [8] 曾锐利,肖云魁,周建新,等.汽车远程故障诊断与维修系统研究[J]. 电子测量技术,2009,32(7):129-131.

(上接第 2537 页)

- [2] ZHANG JING, LIANG XIONG-JIAN. 3G in China: Environment and prospect [C]// Portland International Conference on Management of Engineering and Technology. Oregon, Portland: [s. n.], 2007: 2988-2922.
- [3] Texas Instruments Incorporated. TMS320DM6446 digital media system-on-chip (Rev. F) [EB/OL]. [2010-03-21]. <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/tms320dm6446.html>.
- [4] 刘源,朱善安,叶旭东.基于 DM642 的嵌入式视频监控系统硬件设计[J]. 电子器件,2006,29(3):905-908.
- [5] 刘波.基于 DaVinci 技术的图像压缩系统的研究[D]. 西安:中国科学院西安光学精密机械研究所,2008.

- [6] 陈伟,姚天任,黄秋元,等.基于信号完整性理论的 PCB 仿真设计与分析研究[J]. 武汉理工大学学报,2005,29(2):273-276.
- [7] SUDO T, SASAKI H, MASUDA N, et al. Electromagnetic interference (EMI) of system-on-package (SOP) [J]. IEEE Transactions on Advanced Packaging, 2004, 27(2): 304-314.
- [8] ADSURE V, KROGER H, SHI WEIMIN. Improving signal integrity in circuit boards by incorporating embedded edge terminations [J]. IEEE Transactions on Advanced Packaging, 2002, 25(1): 12-17.
- [9] 张海风. Hyperlynx 仿真与 PCB 设计[M]. 北京:机械工业出版社,2005.