

基于 ZigBee 协议的图像传输系统的研究

王中生,裴东辉

(西安工业大学 计算机科学与工程学院,陕西 西安 710032)

摘要: ZigBee 技术是随着工业自动化对于无线通信和数据传输的需求而产生,有很多优点,但是由于本身传输速率低不利于传输图像。文章对在居家养老系统中利用 ZigBee 网络进行图像传输进行了研究,采用 VC0706PREB 芯片和 S3C44B0X 进行图像采集和处理,通过串口将图像数据发送到由 CC2431ZDK 构成的 MESH 结构无线传感器网络,并最终在监护中心进行显示,达到更好的监护效果。经测试,采集一幅 320×240 的图像压缩后最终大小为 12KB 左右,图像的清晰度和实时性也可以满足实际需求。文章所提出的传输系统功耗低、稳定、安全,为建立基于社区范围、需要实时监控、提高救治率、同时减小病人负担的远程医疗监控网络提供了思路,具有一定的实用价值。

关键词: ZigBee;无线传感器网络;图像传输

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2013)02-0225-04

doi: 10. 10. 3969/j. issn. 1673-629X, 2013. 02. 058

Research of Image Transmission System Based on ZigBee Protocol

WANG Zhong-sheng, PEI Dong-hui

(College of Computer Science and Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: ZigBee technology has emerged with the requirement of industrial automation for wireless communication and data transmission, it has many advantages, but is inconvenient for image transmission because of its low transmission rate. It has made the research of image transmission through the ZigBee network in the home care system, use VC0706PREB and S3C44B0X for image acquisition and processing, sent image data through serial port to wireless sensor network which is MESH architecture and consists of CC2431ZDK, at last, the image will be showed on screen, this effect is better. After testing, get the 12KB image in the resolution of 320×240, the image resolution and the instantaneity could meet the requirement of practical application. It presents ideas for building remote medical monitoring network which can improve the treatment rate, reduce the patient's burden and this transmission system is low consumption, steady, security, has certain applicability.

Key words: ZigBee; wireless sensor networks; image transmission

0 引言

ZigBee 通常用来传输文本等信息量比较小的信息,图像的数据信息量较大,对于传输带宽有较高的要求,但传统的有线视频监控布线繁琐,增加或删减一个节点都要对物理线路进行相应的改变,成本较高,这种方式不适用于布线困难和多节点的应用场合。

目前,很多的图像无线传输系统采用 GPRS/CDMA,该方案可以实现在 GPRS/CDMA 信号覆盖的范围内实现图像的无线远距离传输。但这种方式采用的是蜂窝网,信号的传输依赖于基站,基站在这种方式中起到关键的作用,建立基站比安装 ZigBee 节点难度

大,且在很多灾难性的天气情况下,一旦基站有什么“不测”,整个网络就陷入了瘫痪。当然,在这种方式下,用户需要自己承担通信费用,成本相对较高。

ZigBee 作为一种新兴的无线传感器网络技术拥有短距离、低功耗、低速率、低成本、低复杂度等诸多优点,组网非常方便,并且非常稳定,在成本方面也有较大的优势,但是也有传输速率低这一致命的缺点,最大速率仅为 250Kb/s,这就和传输图像的要求产生了矛盾。文章就是研究这个矛盾,并提出解决矛盾的一个方案,使 ZigBee 无线传感器网络^[1]在远程医疗监控这一领域发挥更大的影响和作用。

1 基于 ZigBee 的图像传输的系统架构

本研究工作的主要内容是社区居家养老系统图片传输的功能,该系统采用摄像头进行拍照,首先拍照等命令需要通过 ARM 传递给摄像头,采集模块将采集到

收稿日期:2012-05-29;修回日期:2012-09-03

基金项目:陕西省计划项目(陕教资(2010)147号)

作者简介:王中生(1966-),男,副教授,研究方向为网络管理、传感器网络、系统分析;裴东辉(1988-),男,硕士研究生,研究方向为计算机软件与理论。

的图像数据按照一定的算法进行压缩后传输给一个 ARM, ARM 对采集到的图片数据进行分包, 再利用 ZigBee 无线传感器网络将这些包传递给控制中心, 在控制中心将这些包按顺序组合, 再解压得到原来的图像, 通过显示器就能看到发来的图像。可以将该系统按功能分为如下几个模块: 图像采集模块、图像处理模块、图像传输模块和图像显示模块, 如图 1 所示。

图像采集可以由 JPEG 模块完成, 本系统的摄像头采用的是中星微公司的 VC0706PREB 芯片, 具有价格低, 功能强大的特点。

图像处理部分可由 JPEG 模块和 ARM 模块完成, 可以进行摄像头的初始化、设置图像大小、分辨率、压缩率等工作。

图像传输部分由 ARM 模块和 ZigBee 模块完成, ARM 和 ZigBee 节点之间, ZigBee 节点和 PC 机之间都是通过 RS232 进行通信, 针对信息在 ZigBee 网络中的传输, 要选择合适的网络拓扑结构。

图像的显示模块由 ZigBee 模块和 PC 机来完成。

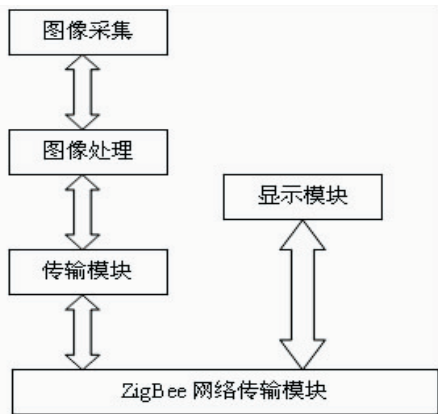


图 1 系统功能模块图

2 ZigBee 网络拓扑和路由

ZigBee 是以一个个独立的工作节点为依托, 通过无线通信组成星状、树状或网状网络^[2], 网络中的每个节点的功能不是都相同的。可以分为三种类型的节点^[3]: 网络协调器、全功能设备和精简功能设备。网络协调器包含所有的网络信息, 是这三类设备中最复杂的一种, 存储容量最大, 计算能力最强。它用来发送网络信标、建立一个网络、管理网络节点、存储网络节点信息、寻找一对节点间的路由信息、不断地接收信息。全功能设备 (FFD) 可以担任网络协调者, 形成网络, 让其它的 FFD 或是精简功能装置 (RFD) 连接, FFD 具备控制器的功能, 可提供信息的双向传输。

具有如下特点:

1) 附带由标准指定的全部 802. 15. 4 功能和所有特征。

2) 更多的存储器、计算能力可使其在空闲时起到网络路由的作用。

3) 也能用作终端设备。

精简功能设备 (RFD) 只能传送信息给 FFD 或从 FFD 接收信息。

具有如下特点:

1) 附带有限的功能来控制成本和复杂性。

2) 在网络中通常用作终端设备。

3) ZigBee 相对简单的实现自然节省了费用。

RFID 由于省掉了内存和其他电路, 降低了 ZigBee 部件的成本, 而简单的 8 位处理器和小协议栈也有助于降低成本。

在本研究中采用 MESH^[4] 网状网络拓扑结构, 如图 2 所示。

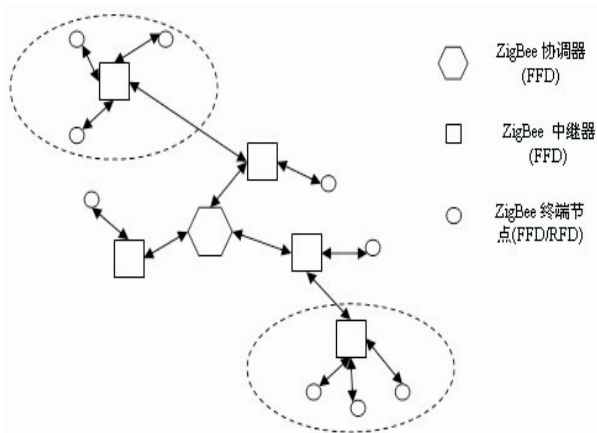


图 2 MESH 网状网络拓扑结构

该网络具有强大的功能, 可以通过“多级跳”的方式来通信, 还可以组成极为复杂的网络, 具有自组织、自愈功能。自组织即无需人工干预, 网络节点能够感知其它节点的存在并确定连接关系, 组成结构化的网络。自愈即增加或者删除一个节点, 节点位置发生变化或者故障时, 网络都能够自我修复, 并对网络拓扑结构进行相应地调整, 不需人工干预整个系统能够保证正常运行。

ZigBee 网络传输模块采用按需路由算法 AODV, 在节点和网络的性能上有很大的优势。AODV 是一种基于距离矢量的按需路由算法, 只保持需要的路由, 而不需要节点维持通信过程中未达到目的节点的路由。节点仅记住下一跳, 而非像源节点路由那样记住整个路由。它能在网络中的各移动节点之间动态地自启动地建立逐跳路由。当链路断开时, AODV 会通知受影响的节点, 从而使这些节点能被确认为无效路由。AODV 允许移动节点响应链路的破损情况, 并以一种及时的方式更新网络拓扑。当一个新的节点加入网络时, 可能会引起快速收敛的无限计算问题, 因为 AODV 操作是无环回的, 这种情况就可以得到避免。

3 图像采集

图像采集模块是整个系统中最为关键的部分,文章采用的是中星微 VC0706 图像处理芯片,其系统组成框图如图 3 所示。

通过实验测试,该模块可以输出分辨率为 320×240 和 640×480 的 JPEG 标准^[5] 的图像,当选择 320×240 时,一般大小为 12K 字节,同时画面的清晰度也可以得到保证,这样就为后续的图像数据的无线传输提供了基本条件。

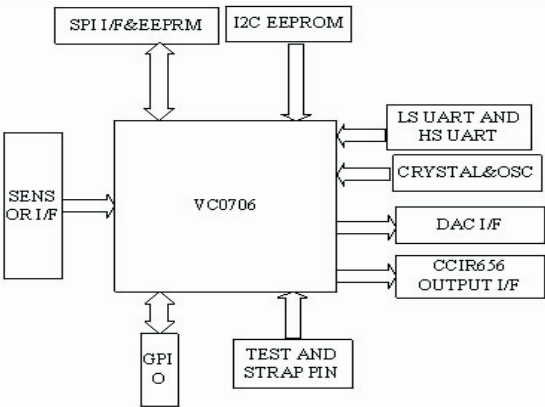


图 3 VC0706 系统组成框图

ZigBee 传输模块主要采用成都无线龙公司的 HFZ-CC2431ZDK ZigBee 无线传感器网络技术开发套件作为硬件平台。ARM 采用 Samsung 公司推出的性价比较高的 16/32 位 RISC 处理器 S3C44B0X。图像采集模块、图像传输模块和接收模块通过 UART 命令进行命令和数据交换^[6]。图 4 是 S3C44B0X 给图像采集模块发送的获取图像的命令流程图。发送的命令均为十六进制数字,初始化 JPEG 引擎可以完成图像大小,波特率大小的设置,发送 56,00,36,01,00 命令来进行抓拍图像的操作,发送 56,00,34,01,00 可以读取所拍图像的长度,返回的图像大小的数据用来作为读取所拍图像数据命令的一部分发送,最后发送 56,00,36,01,03 来停止拍照。



图 4 命令流程图

4 S3C44B0X 的 UART 模块

对于采集模块的命令通过 ARM 模块传递,

S3C44B0X 的 UART(通用异步收发器)单元提供两个独立的异步串行 I/O 端口,一个和摄像头相连,另一个可以接 ZigBee 路由节点,这样就可以使图像数据传输到 ZigBee 网络中,S3C44B0X 的串口结构如图 5 所示。在 ARM 模块可以对接收到的图像数据按照 ZigBee 的传输要求进行分包,也可以将这些数据再次进行压缩。每个 I/O 端口的 Rx Dn 和 Tx Dn 寄存器可以用中断^[7]的方式进行工作,这样当有数据时就会产生中断来处理,不用一直查询来判断是否有数据需要传输,浪费 CPU 的资源。

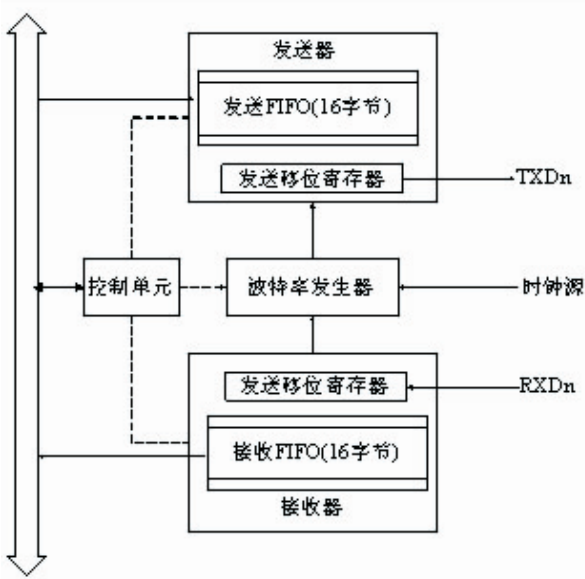


图 5 S3C44B0X 串口结构图

在初始化 Uartt 的函数中,打开 FIFO 功能,并设置为 16 字节接收和 12 字节发送的触发水平,禁止自动流控制,数据的格式设置为禁止红外模式,无奇偶校验位,1 位停止位,8 位数据长度,中断设置为电平触发,超时功能关闭,波特率设置为 38400kb/s。部分代码如下:

```
InitUart(int mclk, int baud)
{
    rUFCON0=0xF7;
    rUMCON0=0x0;
    rULCON0=0x3;
    rUCON0 = 0x345;    rUBRDIV0 = ( (int) ( mclk/16./
    baud + 0.5) -1 ); //设置 rUBRDIV0 寄存器
    Delay(100); //延时
}
```

在该模块中,也可以利用 led 灯和蜂鸣器等资源来为传输数据的过程中出现的错误进行提示,可以通过不同的灯的亮灭和蜂鸣器响的频率来提示不同的错误,当出现错误时就能根据所产生的现象来判断错误的类型,减少了检测错误所需的时间、成本和开发人员的精力。

5 基于 ZigBee 的图像传输的软件设计

ZigBee2006 协议栈^[8]采用了操作系统的概念,在执行外界处理程序的时候,该 OS 保护了 Z-Stack 软件部分,并提供以下管理:任务登记,初始化,启动、任务间的信息交换、任务同步、中断处理、定时器管理、存储器分配。利用系统提供的 API 函数可以很方便地进行开发。

ZigBee 网络传输模块主要完成组网^[9]和传输数据的功能。在 ZigBee2006 协议栈中,建立网络^[10]的过程以库^[11]的形式出现,它的函数形式为:NLME_Network-FormationRequest(),函数执行的结果由函数 ZDO_StartDevice()返回。函数原型为:

```
ZDO_StartDevice(
byte logicalType, //设备逻辑类型
devStatModes_t startMode, //启动模式
byte beaconOrder, //信标时间
byte superframeOrder //超帧长度
)
```

网络建好后,ZigBee 的协调器^[12]或者路由器可以允许设备与自己建立连接,当其他节点加入这个网络后,运行 OSAL 执行自己加的任务。OSAL 功能可以被用户修改,只需对 OSAL 任务初始化和 osalAddTasks()函数进行必要的修改,其他部分不用修改,用户可以直接调用 OSAL 里的功能。

ZigBee 节点和 PC 机进行数据和命令的传输是通过串口进行的。串口数据接收通过接收回调函数 rxCB 实现。在程序中可以定义两个串口接收缓冲区:

otaBuf 和 otaBuf2。当 otaBuf 中没有数据处于空闲状态时,由 otaBuf 接收串口数据;当 otaBuf 中保留有数据,正等待接收节点发送接收数据响应或由于某些原因正在重新给接收节点发送数据时,可通过 otaBuf2 接收数据;当 otaBuf 和 otaBuf2 都没有处于空闲状态时,说明数据没有及时发送到接收节点,发生了数据累积,缓冲区被占用,需要进行流量控制,所以直接退出接收回调函数,暂不接收数据。

部分程序代码如下,图 6 为图像无线传输系统^[13]的软件设计流程图,包括图像的采集和发送,作为数据

路由节点的软件设计只包括图像数据的转发,主要依靠 ZigBee 协议栈^[14]对应 API 函数编程来完成。

```
If(otaBuf2) //缓冲区被占用
{
return;
}

if(otaBuf) // otaBuf 正在被占用
{
otaBuf2=buf; // otaBuf2 接收数据
otaBuf2=len;
}

else // otaBuf 处于空闲状态
{
otaBuf=bef; //otaBuf 接收数据
outLen=len;
//产生发送数据时间
osal_set_event(SerialAll_TaskID, SERIALAPP_MSG_SEND_EVT);
}
```

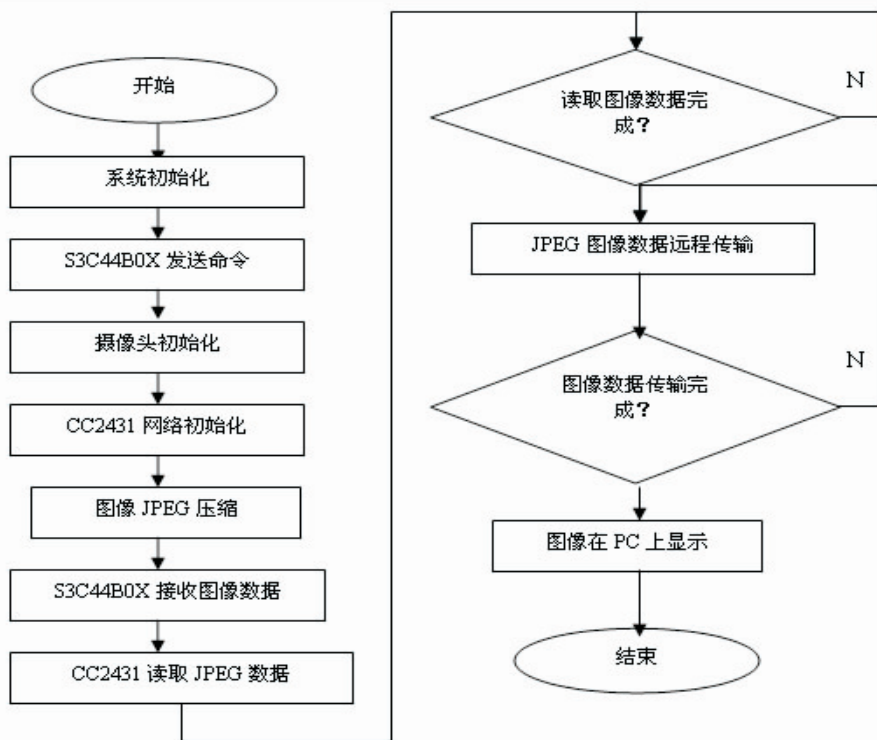


图 6 图像无线传输系统的软件设计流程图

6 结束语

该系统采用 mesh 网络拓扑结构,可以很方便地进行节点的增加和删除,这样增加了网络的灵活性,可以扩大监控的范围。在 ZigBee 无线传感器网络里实现图像的传输具有很重要的意义,为下一步实现视频的传输奠定了基础。结合 ZigBee 的诸多优点,再增加图像传输的功能,可以将现场的信息直观地显示给控制

(下转第 236 页)

字水印算法,该算法能够通过通过对音频信号时域序列分段的能量大小的选择,依据 DCT 变换能量不变的特性,利用在音频信号能量较大处插入水印对音频信号影响较小的特点,在分段 DCT 低频系数数组中自适应地寻找最佳的水印图像插入点。实验结果表明,该算法具有较好的隐蔽性和鲁棒性。

但同时文中提出的算法在提取水印图片时需要用到原始的音频信号,无法做到盲提取,这使得该算法的应用范围受到很大的限制。如何在该算法的基础上做到基于能量选择的盲水印提取将是作者以后的研究方向。

参考文献:

- [1] 袁 漪,田小林,夏绍炜.关于能量比较的数字音频盲水印方案[J].计算机工程与应用,2011,47(1):131-134.
- [2] 于帅珍,冯丽平.数字水印的关键技术[J].计算机技术与发展,2010,20(2):148-150.
- [3] Dhar P K, Echizen I. Robust FFT Based Watermarking Scheme for Copyright Protection of Digital Audio Data[C]//2011 Seventh International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing. [s. l.]:[s. n.], 2011:181-184.
- [4] Bassia P, Pitas I, Nikolaidis N. Robust Audio Watermarking in the Time Domain[J]. IEEE Transaction on Multimedia, 2011, 3(2):232-241.
- [5] Xie L, Zhang J, He H. Robust Audio Watermarking Scheme

(上接第 228 页)

中心,帮助控制人员做出更合理、快速的判断,该系统在安防、环境监控、工业现场过程控制、水文监测等诸多领域发挥重要的作用,具有很高的实用价值。当然,受制于 ZigBee 协议以及 UART 接口的限制,该系统不适于传输数据量非常大的图像。

参考文献:

- [1] 刘子京,裴文江.基于 ZigBee 协议的无线传感器网络研究[J].计算机技术与发展,2009,19(5):192-194.
- [2] 吕治安. ZigBee 网络原理与应用开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [3] 尹湘源,朱忠杰,凌志浩,等.基于 ZigBee 协议的图像无线传输系统设计[J].微计算机信息,2009,25(5-2):32-33.
- [4] 秦 军,陈 迪,袁翰林.无线 Mesh 网络中的路由分析与设计[J].计算机技术与发展,2012,22(2):53-56.
- [5] 章燕翼.数字图像压缩编码标准 JPEG 和 MPEG[J].现代通信,2002(1):9-10.
- [6] Turgis D, Puers R. Image compression in video radio transmission for capsule endoscopy[J]. Sensors and Actuators, 2005

Based on Nonuniform Discrete Fourier Transform [C]//Proceedings of IEEE International Conference on Engineering of Intelligent System. [s. l.]:[s. n.], 2006:1-5.

- [6] Zeng G, Qiu Z. Audio Watermarking in DCT: Embedding Strategy and Algorithm [C]//Proceedings of 9th International Conference on Signal Processing (ICSP'09). [s. l.]:[s. n.], 2008:2193-2196.
- [7] Pooyan M, Delforouzi A. Adaptive and Robust Audio Watermarking in Wavelet Domain [C]//Proceedings of International Conference on International Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP 2007). [s. l.]:[s. n.], 2007:287-290.
- [8] 马翼平,韩纪庆. DCT 域音频水印:嵌入对策和算法[J].电子学报,2006,34(7):1260-1264.
- [9] Cox I, Kilian J, Leighton F, et al. Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia [J]. IEEE Transaction on Image Processing, 1997, 6(12):1673-1687.
- [10] Tewfik H, Swanson M. Data hiding for multimedia personalization, interaction, and protection [J]. IEEE Signal Processing Magazine, 1997, 14(4):41-44.
- [11] 王秋生,孙圣和.一种在数字音频信号中嵌入水印的新算法[J].声学学报,2001,26(5):464-467.
- [12] 王秋生,孙圣和.基于量化数字音频信号频域参数的水印嵌入算法[J].声学学报,2002,27(4):379-385.
- [13] 周礼华,周治平.一种基于量化 DCT 域音频水印新算法[J].计算机工程与应用,2008,44(19):87-88.

(2):129-136.

- [7] 熊茂华,杨振伦. ARM 体系结构与程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2009.
- [8] 高守玮,吴灿阳. ZigBee 技术实践教程-基于 CC2430/31 的无线传感器网络解决方案[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [9] 潘 伟,黄 东.基于 ZigBee 技术的无线传感网络研究[J].计算机技术与发展,2008,18(9):244-247.
- [10] 刘礼建,张广明.基于 ZigBee 无线技术的智能家居管理系统设计[J].计算机技术与发展,2011,21(12):250-253.
- [11] Sichert M L, Veerattitiphan C. Simple Accurate Time Synchronization for Wireless Sensor Networks [C]//Proceeding of IEEE Wireless Communications and Networking Conference. [s. l.]:[s. n.], 2003:1266-1273.
- [12] 徐世武,王 平,黄 晔,等.基于 ZigBee 节点的自组织网络设计[J].电子测量技术,2010(10):111-114.
- [13] 王 殊,胡富平.无线传感器网络的理论及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007:143-144.
- [14] Safaric S, Malaric K. ZigBee wireless standard [M]. [s. l.]: IEEE, 2006:259-262.

基于ZigBee协议的图像传输系统的研究

作者: [王中生, 裴东辉](#)
作者单位: [西安工业大学 计算机科学与工程学院, 陕西 西安 710032](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013 (2)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201302060.aspx