

农田图像采集与无线传输系统设计^{*}

熊迎军¹ 沈明霞¹ 孙玉文¹ 徐友² 林相泽³

(1. 南京农业大学工学院, 南京 210031; 2. 东南大学电气工程学院, 南京 210096;

3. 南京理工大学自动化学院, 南京 210094)

【摘要】 结合 ZigBee 和 GPRS, 设计了农田图像采集与无线传输系统。系统由 MESH 型 ZigBee 图像采集网络和远程服务器构成, 服务器与 ZigBee 网络的协调器通过 GPRS 网络进行数据传输。基于 V4L 技术采集了农田图像, 阐述了 JPEG 压缩和解压缩流程, 使用改进的离散余弦变换减小了图像压缩的运算量, 并对压缩后的图像作了数据分组和校验, 保证了数据传输的可靠性。在选定农田对系统进行实地测试, 系统能够顺利采集图像, 无线传输成功率为 76%, 同时分析了传输一幅图像的理论最短时间和实际平均传输时间产生的差异。

关键词: 农田信息 图像无线传输 联合图像专家组 设计

中图分类号: S126 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2011)03-0184-04

Design on System of Acquisition and Wireless Transmission for Farmland Image

Xiong Yingjun¹ Shen Mingxia¹ Sun Yuwen¹ Xu You² Lin Xiangze³

(1. College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210031, China

2. College of Electric Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China

3. College of Automation, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract

Based on ZigBee and GPRS, a system was designed to acquire farmland images and transfer the images wirelessly. The system consisted of MESH-type ZigBee network for image acquisition and a remote server which could communicate with the ZigBee network coordinator via GPRS network. The image acquisition based on the V4L technology was introduced first, and the process of JPEG compression and decompression was described, the method of reducing the computational complexity of image compression by the improved discrete cosine transform (DCT) was studied, then how to improve reliability in the data transmission by partitioning and checking image data was discussed. At last, the system was tested in the given field and it proved that the successful rate of farmland image acquisition was 76%. Furthermore, the difference between the theoretical and practical transmission time was analyzed.

Key words Farmland information, Image wireless transmission, Joint photographic expert group, Design

引言

农田信息获取技术是精准农业的关键技术之一^[1], 而农田图像信息是必不可少的农田基础信息。在大面积农作物生长状态、环境、田间虫害和杂草监控等信息领域, 国内外主要采用卫星遥感、飞机航拍等技术采集农田图像, 但是小范围内由于受到

成本和实时性的限制, 多采用定点架设摄像头的方式来采集农田图像^[2]。

目前图像无线传输主要依靠 CDMA 和 GPRS 两种技术^[3~5]。但这两种技术依赖于移动运营商, 并且组网较为复杂。而 ZigBee 技术没有这些缺点, 功耗小, 模块易于集成, 硬件成本低, 虽只有 250 kb/s (2.4 GHz) 的速率, 但能够满足一般图像短距离无

收稿日期: 2010-02-20 修回日期: 2010-03-25

^{*} 国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(2008AA10Z226)

作者简介: 熊迎军, 博士生, 主要从事信息农业技术研究, E-mail: xiongyingjun@gmail.com

通讯作者: 沈明霞, 教授, 博士生导师, 主要从事机器视觉和信息农业技术研究, E-mail: mingxia@njau.edu.cn

别对式(2)和式(3)参照文献[8]中的方法进行平面旋转基因式分解和尺度提升结构替代,可近似将离散余弦变换中的乘法转换为简单的移位和相加,降低计算量。

离散余弦变换结束后,需要结合量化表优化DCT系数,处理过的数据还要进行“Z”字型编排,行程编码和霍夫曼编码,再把编码后的数据和 JPEG 标志信息结合,组成一帧一帧的数据,也就生成了 JPEG 数据。

2.3 图像解压缩

图像传送到服务器进行处理分析时,需要 BMP 格式的图像,所以要对接收得到的 JPEG 图像进行解码,如图 3 所示。JPEG 解码是 JPEG 编码的逆过程,各个步骤的处理方法类似,其中反离散余弦变换一步的运算量虽然也比较大,但是解码工作时在 PC 机上执行的,资源比较充裕,所以可以直接计算,不需要化简。另外, JPEG 解码得到的 BMP 格式图像和采集的原始 BMP 图像并不一样,因为 JPEG 压缩中损失的信息是无法还原的。

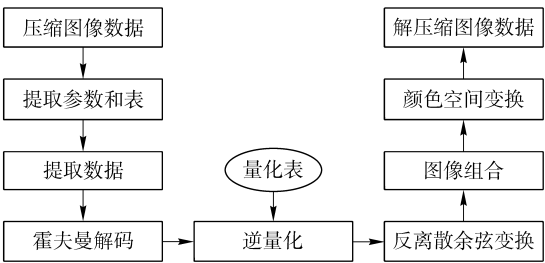


图 3 JPEG 图像解压缩流程
Fig. 3 JPEG decompression process

2.4 图像数据分组与校验

802.15.4 的协议物理层仅支持传输小于 127 B 的短数据包,除去在网络中的头部开销,MAC 层和物理层每个包只能包含不超过 89 B 的应用数据,这就导致超过 89 B 的比特流被分割到几个数据包中。网络层不能对数据进行分割打包,因此,分割打包的工作只能由应用层来处理^[9]。图像数据在通过 GPRS 模块向外网发送前,也要对数据进行分组,以防数据堵塞。

系统中的所有 RS232 通信采用奇校验。JPEG 图像生成后,在图像数据末尾定义一个结束符,协调器接收到一幅图像的结束符时向传输图像的节点反馈一条已成功接收图像的信息,节点收到这条信息后才能发送下一幅图像。服务器与位于农田的 ZigBee 网络的协调器点对点通信,一幅图像接收完毕后,服务器向协调器反馈一条接收成功的信息,协调器再继续发送下一幅图像。协调器规定时间内没有接收到结束符,则放弃已接收的图像数据, ZigBee

节点在规定时间内没有收到协调器反馈的信息,则重新发送图像数据,协调器与服务器之间也采用同样的方式保证图像数据的正确传输。

3 系统测试

选择一块 100 m × 100 m 的农田,以正三角形拓扑部署了 3 个节点的小型 MESH 网络,节点之间相互距离为 30 m。采用的 CMOS 摄像头为 130 万像素,设定采集分辨率为 384 × 288。系统每隔 5 min 向网络中的一个节点发送命令采集 1 张图像,两个节点一共采集了 50 张 BMP 格式的农田图像,图像平均大小为 300 kB, JPEG 压缩比率设置为 25 倍,生成的 JPEG 图像大约为 13 kB。图像在压缩成 JPEG 格式后就自动删除原始的 BMP 图像,以免内存空间溢出。

农田图像沿着图 4 所示路径到达远程服务器,如果 MESH 网络中正在传输图像的路径上一个节点失效,则改进的 AODV 路由会基于最短跳数算法自动寻找一条通畅路径,之后图像才沿着图 4 所示路径传输。实验中所有 RS232 通信的波特率均设置为 115.2 kb/s, ZigBee 理想速率为 250 kb/s, 目前中国移动建成的 GPRS 网络支持的最高理论速率为 171.2 kb/s。所以系统的最高图像传输速率为 115.2 kb/s, 传输压缩后的 13 kB 图像理论最短时间为 $13 \times 8 / 115.2 = 0.9$ s, 但实际测试中服务器端平均获取一幅图像的时间为 115 s 左右,造成差异的原因有两个:① GPRS 网络数据传输并不稳定,实际传输速率比较低。② ZigBee 节点要接收到协调器的反馈信息才能再次传输下一幅图像,而协调器也必须收到服务器的反馈信息后才能发送一幅图像。

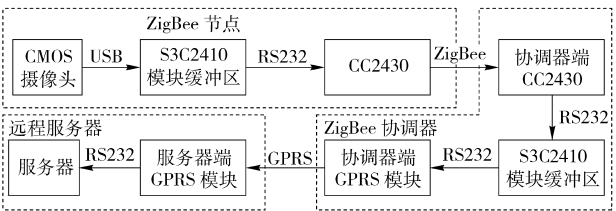


图 4 图像传输路径
Fig. 4 Image transmission route

实验图像传输中,有 2 张是在 ZigBee 网络中传输失败,10 张在 GPRS 网络中传输失败,其他 42 张图像都成功被远程服务器接收,传输成功率为 76%,传输失败主要是因为无线网络不稳定。图 5 为远程服务器接收图像界面。

4 结束语

结合 ZigBee 和 GPRS 两种通信技术,设计了农田图像采集与无线传输系统。在实地测试中实现了



图5 远程服务器接收图像界面

Fig.5 Interface of receiving image on remote server

采集农田图像的功能,以 76% 的成功率将图像顺利传输到了远程服务器,实验中计算了系统传输图像的理论最短时间和实际平均传输时间,并分析了差异。由于受到无线网络网速的限制,系统须将原始的 BMP 图像压缩成 JPEG 图像进行传输,服务器端分析时再将 JPEG 图像还原成 BMP 格式。图像转换过程中损失了一部分信息,如果不考虑源代码的计算复杂度,采用 JPEG-2000 和矩形块-零树编码法压缩图像可减少信息损失,另外,如果农田有 3G 网络覆盖,将系统的 GPRS 网络部分采用 3G 网络替代,以目前 3G 网络的带宽和网速,可以直接传输 BMP 格式图像,不必压缩,同时,采用 3G 技术也会增强系统的图像传输稳定性和实时性。

参 考 文 献

- 1 张小超,王一鸣,方宪法,等. 精准农业的信息获取技术[J]. 农业机械学报,2002,33(6):125~128.
Zhang Xiaochao, Wang Yiming, Fang Xianfa, et al. Information acquisition techniques of precision agriculture [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2002, 33(6):125~128. (in Chinese)
- 2 Norihiro Nakamura. Construction of a field image monitoring system and an application of image recognition technology [C]// Proceedings of the 4th World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources, Orlando, Florida, USA, 2006: 78~83.
- 3 吴华. 基于嵌入式网络技术和 CDMA 服务的远程农田信息监控系统[D]. 北京:中国农业大学,2006.
- 4 项颖. 农业病虫害图像远程传输系统的研究与设计[D]. 北京:中国农业科学院,2006.
Xiang Ying. The design and research of agricultural plant diseases and insect pests image long-distance transmission system [D]. Beijing: The Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2006. (in Chinese)
- 5 沈明霞,丛静华,张祥甫,等. 基于 ARM 和 DSP 的农田信息实时采集终端设计[J]. 农业机械学报,2010,41(6):147~152.
Shen Mingxia, Cong Jinghua, Zhang Xiangfu, et al. Design and implementation of terminal for agricultural data real-time acquisition based on ARM and DSP[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010,41(6):147~152. (in Chinese)
- 6 Hengstler S, Aghajan H. WiSNAP: a wireless image sensor network application platform[C]//IEEE 2nd International Conf. on Testbeds and Research Infrastructures for the Development of Networks and Communities, Barcelona, Spain, 2006: 6~12.
- 7 孙玉文,沈明霞,张祥甫,等. 基于嵌入式 ZigBee 技术的农田信息服务系统设计[J]. 农业机械学报,2010,41(5):148~151.
Sun Yuwen, Shen Mingxia, Zhang Xiangfu, et al. Design of embedded agricultural intelligence services system based on ZigBee technology [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(5): 148~151. (in Chinese)
- 8 陈东,戢小亮,朱旭花. 一种简便快速的 DCT 算法及其硬件实现[J]. 现代电子技术,2007,30(8):98~100.
Chen Dong, Ji Xiaoliang, Zhu Xuhua. An efficient and fast algorithm for DCT and realization on hardware [J]. Modern Electronics Technique, 2007,30(8):98~100. (in Chinese)
- 9 Pekhteryev G, Sahinoglu Z, Orlik P, et al. Image transmission over IEEE 802.15.4 and ZigBee networks[C]// IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Kobe, Japan, 2005, 4: 3 539~3 542.