

用于监测森林环境因子的原野服务器的设计与应用

李明, 张黎, 刘亚秋, 赵伟 (东北林业大学, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 森林环境因子的监测对森林生态环境的研究和对森林火灾的预防有重要的作用。该原野服务器的特点在于构建基于 arm 和 linux 操作系统的微系统, 该服务器能够用于采集与森林环境相关的因子参数, 能够连接数字视频接收器和无线局域网模块, 用无线以太网连接原野服务器和办公室客户端, 解决了森林中无法施工布线、视频图像和控制信号采集传输难等疑难问题。该系统已成功应用在伊春市朗乡林业局的防火和监控工程上, 视频和数据传输的有效距离达 15 km 以上, 并通过现场的反复测试验证。

关键词 原野服务器; 环境监测; 森林防火; ARMLinux

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)33-13062-03

Design and Application of Wilderness Server Using Monitoring Forest Environment Factors

LI Ming et al (Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract The monitoring of forest environment factor plays a key role in research of forest ecological environment and prevention of forest fire. The wilderness server was consisted of arm-cpu and the linux os. The environment factor data was sampled by this server and the technology of digital video and wireless LAN was used. The server and indoor client were connected by wireless LAN. This technology solved some difficult problems such as wiring from the forest to town, and the transmission of video image data and control signal. This system has been successfully used in fire protection and monitoring project of Langxiang Town forestry bureau in Yichun City. The validated transferred distance was over 15 km, and was verified by the repeated tests.

Key words Wilderness server; Environment factor; Prevention of forest fire; ARMLinux

森林环境因子的实时监测对森林生态环境的研究和森林火灾的预防是非常重要的^[1]。监测森林环境的因子需要对立体条件下的多种环境因子参数进行并发测量。一般情况下, 采用单片机技术和多种传感器技术的结合能够实现部分参数的检测, 另结合小型的无线传输模块, 如 RF401 等进行检测到的数据的传输, 便于上位机监测和反馈控制。

随着对森林环境监测要求的提高, 新的技术、方法和手段逐步应用到现有的森林生态环境监测中, 单片机 + 传感器 + rf401 的组合逐渐不能满足现代森林监测的需要, 为了加强对森林生态环境的研究和对森林防火的预警, 新型的设备将逐步代替原有的设备。尤其是 3S(GIS、GPS、RS) 技术^[2], 广泛地应用于森林生态环境的研究和森林防火研究中。新型高精度的森林环境因子监测系统和森林防火自动监测仪器设备研制, 将会推进森林生态环境的监测和森林系统的防火预警研究。原野服务器就是基于这种条件下提出的。除了进行全方位的环境参数因子的监测, 还采用了数学方法与计算机技术对监测到的森林环境因子参数进行相应的预处理和部分数据的融合, 给出融合后的最优数据。还可以在此基础上建立有研究价值的数学模型, 进一步深化森林环境参数的研究。

为此, 笔者从森林环境因子监测的主系统构建角度, 提出了基于 ARM 和 linux 操作系统的原野服务器模型, 即构建一个具有 ARM9 的处理器和多种传感器接口的系统。在此系统上运行标准的 linux 操作系统, 将多种传感器的数据进行多任务处理, 并在一定的算法基础上对采集到的各类数据

进行数据融合, 给出计算后的最后数据供后续使用。

1 原野服务器可以实现的功能

(1) 实现标准向应用的转化, 即基于嵌入式和数据融合技术的原野服务器。

(2) 具有 8 输入的模拟信号接入、8 路数字量信号的输入、多个 RS232 和 RS485 接口及 1 个 10M/100M 以太网接口。

(3) 使用 200 MHz 主频的 arm9 处理器, 对采集后的数据进行高速运算处理, 降低传输数据量对传输网络带宽的占用率, 提高原野服务器的存储效率。

(4) 采用 802.11g 协议将采集后数据通过 LAN 传送至无线长距离网络网桥, 使视频和控制参数等数据通过无线传送, 即原野服务器和无线传输模块分离, 提高原野服务器运行的可靠性。

(5) 无线网桥的无线数据传输距离 ≤ 15 km, 误码率达到零误码率, 即误码率 $\leq 10^{-12}$ 。

2 原野服务器及其系统的整体构成

林区中现有的瞭望塔一般都是在主山的最高点, 那么在山顶的塔台上将原野服务器和无线网桥连接起来, 在市区的空旷处再放置另一个无线网桥, 通过空旷处进行无线连接。市区的网桥则可以通过现有的有线以太网进行数据传输, 最终实现可在办公室内得到相应的观测数据, 亦可以在办公室通过无线网桥发送命令数据给塔台上原野服务器, 实现远程控制 and 监测。系统示意图如图 1 所示。

3 原野服务器硬件系统的设计

原野服务器的任务就是负责采集外部各个传感器中的数据信息, 并进行数据处理, 然后再通过无线 AP 将数据发送给主控中心。原野服务器主要由传感器、ARM9 处理器 AT91RM9200、外部存储控制器、片内外设总线控制和无线 AP 等组成。选用 ATMEL 的 AT91RM9200 作为处理器, 网络

基金项目 哈尔滨市科技创新人才研究专项资金项目(2013RFXJ089); 学位与研究生教育教学改革研究项目(J1101210); 黑龙江省高等教育学会青年专项课题(HGJXHC110424)。

作者简介 李明(1980-), 男, 江苏宿迁人, 讲师, 从事嵌入式与计算机系统架构研究。

收稿日期 2013-10-22

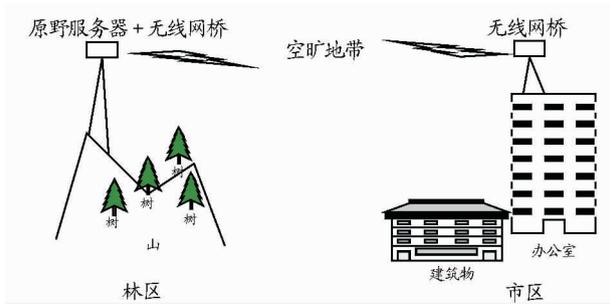


图1 原野服务器系统的构成

接口使用 DM9161E 网卡芯片接入以太网。传感器数据的采集包含多种类型,如气象采集、环境温度采集、风向风速指示监测等。系统白天采用太阳能供电系统,夜间使用蓄电池供电,保证电源系统不间断。

原野服务器的硬件电路设计如图 2、3 所示。其中图 3 为 AT91RM9200 处理器及 I/O 引脚图,包括外接晶振、实时时

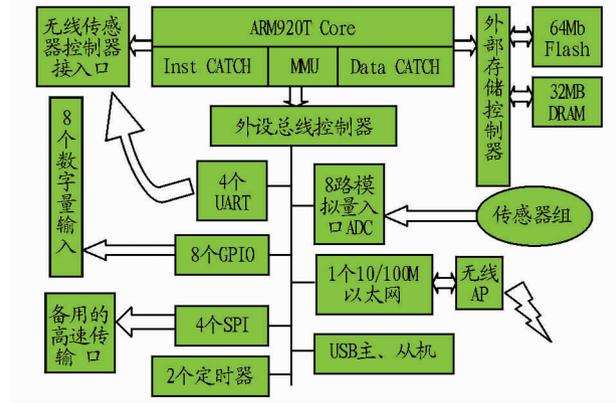


图2 原野服务器硬件构成框图

钟、复位电路和外部存储器 SDRAM 接口等^[3]。图 4 是外接到处理器上的 100 M 网卡接口电路,包括变压器、RJ45 和网络连接指示灯等。

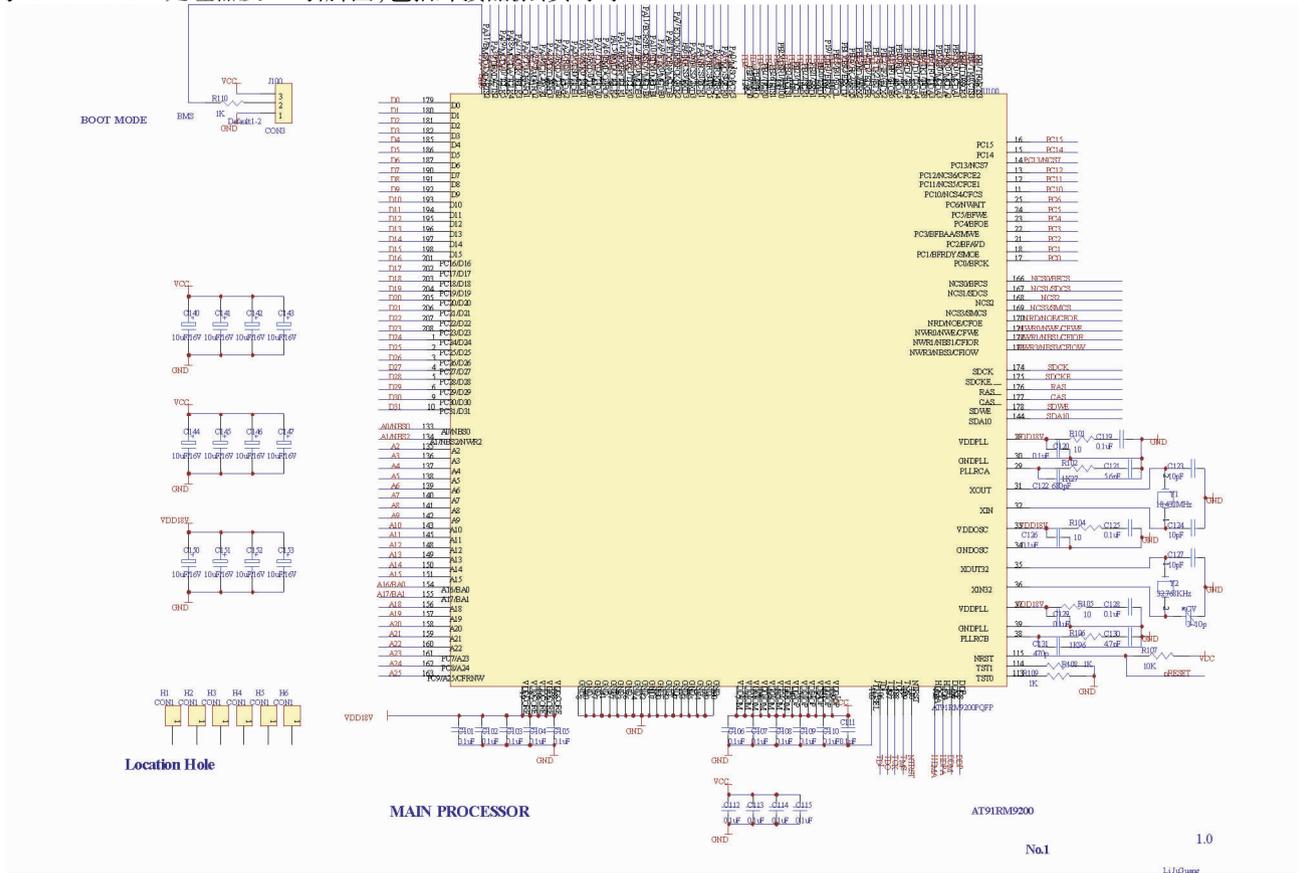


图3 AT91RM9200 CPU 控制器引脚

4 系统软件设计

原野服务器的工作流程如图 5 所示。ATMEL AT91RM9200 CPU 的启动和运行过程如下。

(1) 处理器上电后,首先运行片内固化的 boot 程序,初始化系统运行时所需的部分关键外设寄存器,像 EBI 寄存器、三线 SPI 串口相关的寄存器和 E²PROM 相关的寄存器,几种方式任意选定其一即可,这里采用 EBI 接口上的外部 flash 存储器上的固件作为启动程序。

(2) 外部 flash 存储器中事先烧写了通用 uboot 程序,这时候 uboot 启动,并且 uboot 代码会初始化 SDRAM 存储器,

之后便传递必要的参数给 linux 内核。

(3) 当 linux 内核启动之后,会 mount 根文件系统 rootfs^[4]。之后,一个基本的 linux 操作系统就运行起来了,此时,系统中的所有的软硬件资源都由 linux 操作系统进行进程调度。

(4) 对于该服务器而言,有 3 个重要的事情由 linux 操作系统去管理,分别是串口程序、网络服务和驱动^[5]及传感器接口。串口驱动程序由 linux 完成,连接它的是无线传感器节点处理器 MSP430,串口程序将 MSP430 节点获取到得数据信息串行传递给原野服务器,原野服务器需要进行相关的数

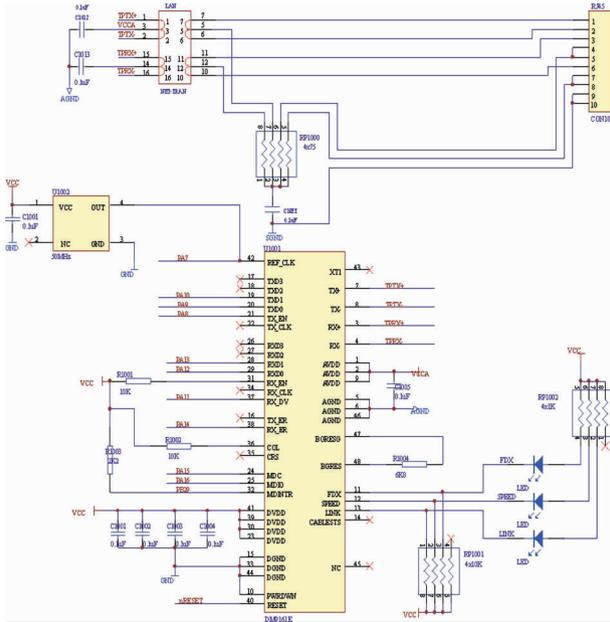


图4 DM9161E网卡接口设计

据处理;若要进行视频的传输,原野服务器需要使用以太网进行大批量的数据交换,因此网络接口的驱动和应用程序对视频数据的处理则是必要的手段;另外,各种外部传感器采集到数据的获取,需要使用多种类型的接口程序,由用户提供,参与linux系统调度。部分传感器是输出模拟量的,故需要启动此处理器上集成一些AD转换程序,在处理器运行期间用来实时采集外部的模拟数据信息,在数据融合时候可以作为相关的计算参数来使用。

(5)为了方便塔台上随时了解掌握原野服务器采集到的信息,系统采用SQLITE嵌入式数据库实现采集后数据的管理。SQLITE是基于嵌入式技术的小型数据库管理软件,运行于嵌入式系统之上。

(6)由于原野服务器工作在野外(防火指挥塔上),故需要采用无线以太网来满足系统带宽和后台管理的需要,此处采用无线AP来实现。将原野服务器的10M/100M自适应网络端口连接于无线AP的接口上,然后由无线AP将数据通过无线网络发送出去。办公室管理软件端会将原野服务器传送过来的各类数据信息即时地更新显示在办公室的个人PC上,同时办公室也会对收到的数据进行二次处理或者根据收到的信息反馈一些相应命令给无线AP,然后通过无线AP传递给原野服务器,达到监测林区环境因子参数的目的。

5 现场测试结果

无线AP的接收需要校准,因采用了定向天线的原理,校准过程需要耐心和细心。将一个无线AP置于开阔的楼顶,另一个无线AP置于塔顶,两个AP之间必须是空旷地带。测试时,首先设置两个AP的MAC地址和设置IP地址在同一网段;然后使用ping命令测试无线AP之间的连接情况;最后,将原野服务器启动分别进行视频数据和命令数据的发送接收测试。视频数据由采集的红外热像仪发出,红外热像仪需要命令控制,以下使用这些控制字进行通信测试,测试结果表明,在最大功率下,正常通信的距离可达15 km。测试

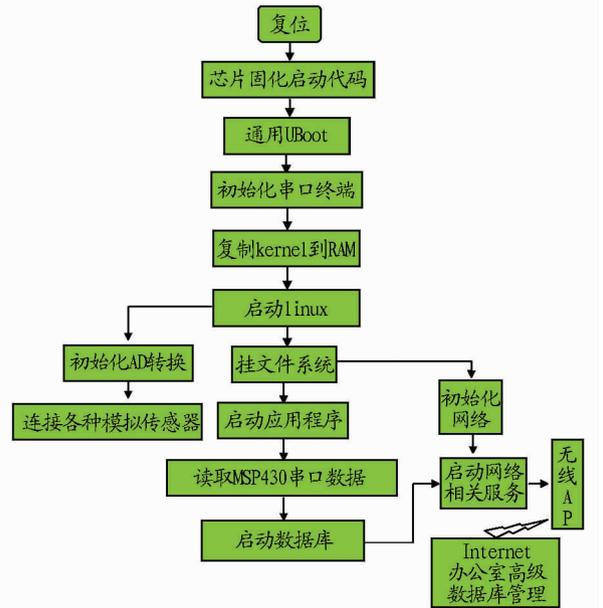


图5 原野服务器工作流程

结果如表1所示。

表1 测试结果数据

无线 AP 收发距离//km	发射端代码	接收端代码
0.1	f0 03 26 01 00 27 ff	f0 03 26 01 00 27 ff
0.3	f0 03 26 04 0f 39 ff	f0 03 26 04 0f 39 ff
1	f0 04 26 0b 00 a0 d1 ff	f0 04 26 0b 00 a0 d1 ff
15	f0 04 26 42 00 64 ff	f0 04 26 42 00 64 ff
16	f0 03 26 0e 00 34 ff	f0 03 26 0e 00 34 fe

该仪器在朗乡林业局两个防火瞭望塔之间进行数据的无线传输。监测的主要因子为温度、湿度、风速、风向和红外热像仪的视频数据。两个防火瞭望塔之间的距离为15 km左右,长时间的验证后,数据传输基本正确。

6 结论

该研究设计了用于远程数据采集和监测的原野服务器硬件系统,已经应用于伊春市朗乡林业局的防火监测系统中,能实时监测林区环境因子数据和视频数据传输,且有效距离达15 km以上,现场测试验证运行稳定。

该原野服务器系统成本低,结构构成模块化,性能可靠,可以应用于苛刻的自然环境中,收发模块采用美国进口的无线定向AP。它采用了金属壳体进行电磁屏蔽,能有效抗击电波干扰、雷击,定向的天线保密性好、通信距离远等优点,适用于林区森林环境参数因子的监测和无线视频传输。

参考文献

[1] 赵伟,刘嘉新,王岩. 森林环境因子的自动监测和无线传输[J]. 东北林业大学学报,2007,35(6):88-91.
 [2] 王琴. 浅谈3S(GIS、GPS、RS)技术在林业工作中的应用[J]. 科技创新与应用,2012(5):206.
 [3] 陈敬谦,王璐,梁明,等. 基于AT91RM9200微处理器的最小系统设计[J]. 电子工程师,2007,33(4):71-73.
 [4] 王士刚. Linux系统的启动过程研究[J]. 科技传播,2011(24):184,191.
 [5] CORBET J, RUBINI A, KROAH-HARTMAN G. Linux Device Drivers [M]. 3rd ed. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc, 2002.