

学校编码: 10384
学号: X2009222003

分类号__密级__
UDC_____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

光纤周界传感系统数据采集存储与传输网络化
的研究

Investigation of data acquisition, storage and transmission of
optical fiber perimeter sensor in network

黄 金 棋

指导教师姓名: 董小鹏 教授
专 业 名 称: 电 子 与 通 信 工 程
论文提交日期: 2016 年 月
论文答辩时间: 2016 年 月
学位授予日期: 2016 年 月

答辩委员会主席: _____
评阅人: _____

2016 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为(董小鹏教授)课题(组)的研究成果,获得(董小鹏教授)课题(组)经费或实验室的资助,在(董小鹏教授)实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

伴随光纤及光纤通信技术的飞速发展，光纤周界传感技术也快速发展。光纤周界传感由于具有抗电磁干扰、灵敏度高、易部署，低成本、本质安全、便于组成传感网络等诸多优点，使得光纤周界传感器在安防、水利电力、公路、船舶、油气管道泄漏监测、光缆监测等领域被广泛应用。

本文主要研究光纤周界传感系统数据采集、存储与网络化传输的具体实现，该方案基于现有实验室光纤周界传感系统，采用 CISCO VPN 路由器、BUFFALO NAS 网络存储器、基于 BCM2836 处理器的嵌入式采集模块构成的网络化的数据采集、存储、传输的系统，比传统在本地数据存储方式，具有分布式、可大量存储数据、远程访问等优点。本文的主要工作及创新点有：

1.对于光纤周界传感系统数据采集、存储及传输的现有技术，提出了一个小型化、可大量存储、分布式、低成本的网络化的数据采集、存储、传输的系统。

2.基于 BCM2836 嵌入式采集模块在光纤周界传感系统数据采集的具体应用，比其它采集平台有着无法比拟的优势，它具有支持 C/C++、JAVA、Python、 Bash 等多种编程语言；支持在线安装第三方软件；采集、处理数据速度快等优点。

3.CISCO VPN 路由器在光纤周界传感系统数据的网络化传输的具体实现。除了普通路由器功能外，还具有 VPN 功能，确保数据通信的稳定性、可靠性、安全性。

4.BUFFALO NAS 设备在光纤周界传感系统数据的网络化存储的具体实现。它具有网络化数据存储、大容量存储、并发数据存储的优点。

关键词： 光纤周界传感系统 嵌入式采集系统 网络传输 网络存储

Abstract

With the rapid development of optical fiber and optical fiber communication technology, optical fiber perimeter sensor technology pace. Since the optical fiber perimeter sensor with anti-electromagnetic interference, high sensitivity, ease of deployment, low cost, intrinsically safe, easy composition sensor networks and many other advantages. The optical fiber sensor in the security perimeter, water power, highway, shipping, oil and gas pipeline leak monitoring, cable monitoring, and other fields are widely used.

This paper studies the optical fiber perimeter sensor data acquisition and storage system implementation and network transmission, the program based on the existing fiber-optic laboratory perimeter sensing system that uses CISCO VPN router, BUFFALO NAS network storage, based BCM2836 processor embedded collection network of data collection, storage, transmission system modules than in the traditional local data storage, with distributed, the advantages of a large number of data storage, remote access. The main work and innovation of this paper are:

1 .For the prior art optical fiber perimeter sensor system data acquisition, storage and transmission, and presents a small, can store a large number of distributed, low-cost network of data collection, storage, transmission systems.

2 .Based on the BCM2836 embedded module in the particular application of optical fiber perimeter sensor data acquisition system, other than acquisition platform incomparable advantages, it has support for C / C ++、 JAVA、 Python、 Bash and many other programming languages; support online install third-party software; acquisition, data processing speed and other advantages.

3 .CISCO VPN router embodied in a fiber optic transmission network perimeter sensing system of data. In addition to general router function, but also has VPN features to ensure the stability of data communication, reliability, security.

4 .BUFFALO NAS apparatus embodied at the network perimeter fiber optic sensing system to store the data. It has the advantages of networked data storage,

large capacity storage, concurrent data store.

Key words: Optical fiber perimeter sensor system, Network transmission, Network Storage, Embedded Acquisition System

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
目 录.....	IV
Contents	VII
第 1 章 绪论	1
1.1 光纤周界传感系统数据采集存储传输的现状	1
1.2 光纤周界传感系统数据采集存储与网络传输的研究意义	2
1.3 光纤周界传感系统数据采集存储与网络传输的系统框图	2
1.4 光纤周界传感数据采集与存储网络化系统	3
1.3 本论文的主要工作	4
第 2 章 光纤周界传感系统	6
2.1 光纤周界传感	6
2.1.1 光纤传感技术的简介	6
2.1.2 光纤周界传感技术	6
2.1.3 光纤周界传感器的组成	7
2.1.4 光纤周界传感器的特性	7
2.1.5 光纤周界传感器的分类	8
2.2 光纤周界传感系统原理	10
2.2.1 光纤周界传感的相位调制原理	10
2.2.2 光纤周界传感直线型 Sagnac 结构的检测原理	12
2.3 小结	14
第 3 章 光纤周界传感的数据采集系统	15
3.1 嵌入式系统开发流程	15
3.2 嵌入式系统平台介绍	16
3.3 嵌入式数据采集系统整体硬件方案	18
3.4 嵌入式 Linux 数据采集系统软件系统	20

3.4.1 软件开发环境概述	20
3.4.2 嵌入式 Linux 软件开发流程	21
3.4.3 嵌入式数据采集系统的软件设计	22
3.4.4 软件应用环境设置	23
3.5 测试结果	29
3.6 小结	31
第 4 章 光纤周界传感系统数据网络传输	32
4.1 网络技术	32
4.1.1 网络技术的发展简介	32
4.1.2 网络分层的体系结构	33
4.1.3 报文、报文段、数据报和帧	34
4.2 网络安全	35
4.2.1 网络安全技术的特性	35
4.2.2 网络安全在系统中的应用	36
4.3 VPN 路由器在光纤周界传感系统数据的网络传输	36
4.3.1 VPN 简介	36
4.3.2 VPN 路由器的原理	37
4.3.3 PPTP VPN 协议	37
4.3.4 CISCO VPN 路由器的技术特点	38
4.3.5 CISCO VPN 路由器 RV180 的主要设置	39
4.4 测试及结果	41
4.5 小结	47
第 5 章 光纤周界传感系统数据的网络存储	48
5.1 NAS 网络存储技术	48
5.1.1 NAS 简介	48
5.1.2 NAS 网络存储的原理	49
5.2 NAS 内置 web 服务器在远程访问数据	51
5.2.1 web 应用和 HTTP 协议	51
5.2.2 Web 服务器原理及其设置	53

5.3 NAS 内置 MySQL 服务器	55
5.4 NAS 主要设置	58
5.4.1 MySQL 服务器设置.....	58
5.4.2 数据备份系统设置.....	58
5.4.3 NAS 设备故障报警设置.....	60
5.5 测试结果	61
5.5.1 访问 Web 服务器.....	61
5.5.2 MySQL 数据库测试.....	62
5.6 小结	63
第6章 总结与展望	64
附录 1	65
附录 2	67
参考文献	70

Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	II
Contents in Chinese	IV
Contents in English	VII
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Situation fiber perimeter sensor system data acquisition and storage and transmission	2
1.2 Optical fiber perimeter sensor system data acquisition and storage significance of network transmission	2
1.3 System block diagram of an optical fiber perimeter sensor system data acquisition and storage and network transmission	2
1.4 Optical fiber perimeter sensor data acquisition and storage network system	3
1.5 The main work of this paper	4
Chapter 2 Optical fiber perimeter sensor system data	6
2.1 Optical fiber perimeter sensor	6
2.1.1 Optical phase modulation principle	6
2.1.2 Optical fiber perimeter sensor technology	6
2.1.3 Form an optical fiber perimeter sensor	7
2.1.4 Characteristics of the fiber perimeter sensor.....	7
2.1.5 Classified fiber perimeter sensor	8
2.2 Optical fiber perimeter sensor system principle	10
2.2.1 Phase modulation sensing principle of fiber perimeter.....	10
2.2.2 Detection principle optical fiber perimeter sensor linear Sagnac structure	12
2.3 Chapter summary	14

Chapter 3 Optical fiber perimeter sensor data acquisition system	15
3.1 Embedded systems development process	15
3.2 Embedded System Platform Introduction	16
3.3 Embedded Data Acquisition System overall hardware solution	18
3.4 Embedded Linux Data Acquisition System Software System	20
3.4.1 Software Development Environment Overview	20
3.4.2 Embedded Linux software development process.....	21
3.4.3 Embedded data acquisition system software design	22
3.4.4 Software application environment settings	23
3.5 Test Results	29
3.6 Summary	31
Chapter 4 Optical fiber perimeter sensor system data transmission network ...32	
4.1 network technology	32
4.1.1 Introduction to the development of network technology	32
4.1.2 Layered network architecture.....	33
4.1.3 Message, segment, datagram, and frame	34
4.2 Network Security	35
4.2.1 Characteristics of network security technology	35
4.2.2 Network security applications in the system.....	36
4.3 Transport VPN router in the perimeter of the optical fiber sensor system data network	36
4.3.1 VPN Overview	36
4.3.2 Principle VPN Router	37
4.3.3 PPTP VPN protocols.....	37
4.3.4 Technical characteristics CISCO VPN Router.....	38
4.3.5 Main Settings CISCO VPN Router.....	39
4.4 Testing and Results	41
4.5 Summary	47
Chapter 5 Network Storage fiber perimeter sensor system data	48
5.1 NAS Network Storage Technology	48

5.1.1 Introduction to NAS.....	48
5.1.2 Principle NAS network storage	49
5.2 NAS built-in web server for remote access of data	51
5.2.1 Web application and HTTP protocol.....	51
5.2.2 Principle and Web server settings	53
5.3 NAS built MySQL server	55
5.4 Main Settings NAS	58
5.4.1 MySQL Server Settings	58
5.4.2 Data backup system settings	58
5.4.3 NAS equipment failure alarm settings.....	60
5.5 Test Results	61
5.5.1 Access the Web server.....	61
5.5.1 Mysql database testing.....	62
5.6 Summary.....	63
Chapter 6 Summary and Outlook.....	64
Appendix 1.....	65
Appendix 2.....	67
references.....	70

第 1 章 绪论

随着云计算、工业 4.0、智慧城市、物联网等概念技术的兴起,使原来各种孤立的设备、产品及人员有机地联接起来,信息数据化,自适应的智能系统。

光纤通信技术和特殊光纤传感技术的飞速发展,其应用领域已经遍布各个行业,深刻影响着人类社会方方面面,推动人工智能化、自动化发展发挥着重要的作用。光纤周界传感器由于具有质轻、灵敏度高、响应速度快,易部署、绝缘性、抗电磁干扰^[1],便于组成传感网络等优点,比传统的传感器有着诸多优势,应用前景广阔。随着互联网技术的快速发展,特别是物联网的迅速发展,传感技术与网络技术的相结合,对光纤周界传感系统的数据采集、存储及网络传输在实际应用及研究有一定的借鉴意义。

1.1 光纤周界传感系统数据采集存储与传输的现状

当前是信息数据大爆炸时代,是以两大技术快速发展为基础的:一是以半导体超大规模集成电路在内的计算机技术,对信息数据处理的能力成级数提高;二是以半导体光电子器件在内的通信和网络技术对信息数据的传输能力显著提高^[2]。光纤在通信领域成功应用同时,而在另一个领域的应用也得到快速的发展:传感器领域。

光纤周界传感技术发展迅速,其应用领域从军事领域逐步发展到了安防、电力、交通等各个民用领域。光纤周界传感技术与网络技术、通信技术相结合,特别当今物联网快速发展,对光纤周界传感技术的网络化、小型化、集成化、低功耗、低成本的发展是一种趋势。

光纤周界传感技术和通信传输的发展大概分为 4 个阶段:第 1 阶段、采用直接连接的方式,将光纤传感数据进行直接存储,没有远程传输的能力,这是光纤传感数据传输的初始阶段。第 2 阶段、随着通信技术与计算机的发展,通过计算机与光纤周界传感技术的相连,具有对光纤传感数据的获取和处理的能力;第 3 阶段、光纤周界传感系统接入局域网中,通过路由器或者网关与广域网连接,实现远程访问光纤传感数据;第 4 阶段、随着计算机通信、移动通信

技术的快速发展，光纤周界传感技术面向小型化、易部署、易组网、低功耗、高集成化、可预警、智能化方向发展。^[3]

在实际应用，光纤周界传感系统数据传输方式从有线传输转变为无线传输方式，继而无线与有线传输两种相结合的方式，实现不受地理位置限制，以统一的标准提供网络传输服务，这是光纤传感技术数据传输的一个趋势。

1.2 光纤周界传感系统数据采集存储与网络传输的研究意义

传统的数据采集存储一般是需要专门计算机处理、存储，或者通过设置共享到网络上，从读取数据、处理、存储、共享到网络上需要较长的时间或者某个阶段需要人工处理，另专用计算机占用空间大，功耗大，移动不方便，数据在网络传输也不安全等缺点。

基于上述缺点，本文提出了一种利用现有成熟稳定的平台，成本低廉、可移动的、功耗小、数据存储速度快，数据独立存储及备份、安全网络传输的方案。该方案利用 VPN 路由器设置安全网络传输环境；利用 NAS 网络存储器独立数据存储及备份、它内嵌 Web 服务器和 MySQL 服务器，这就在远程网络访问及数据文件共享提供了便利，采用嵌入式采集系统能够数据采集的同时，利用网络存储数据到 NAS 网络存储器上。

1.3 光纤周界传感系统数据采集存储与网络传输的系统框图

主要有两部分系统构成，一个是光纤周界传感系统，另一个是数据采集存储与网络传输系统。系统原理是通过数据采集并存储系统采集光纤周界传感系统的数据，数据可以通过网线或者 WIFI 进行网络传输，达到远程访问的目的。

图 1-1 是整个系统框图。

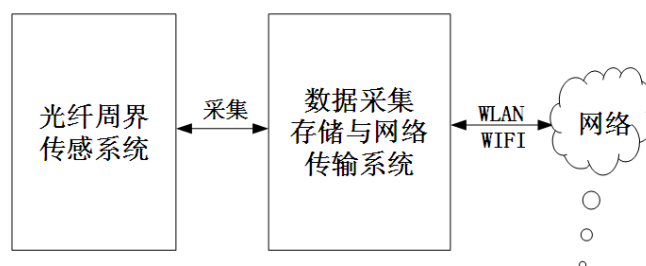


图 1-1 系统框图

1.4 光纤周界传感数据采集与存储网络化系统

利用现有成熟稳定的硬件设备，组成成本低廉、可移动的、功耗小、数据存储速度快，数据独立存储及备份、安全网络传输的方案，如图 1-2。

嵌入式数据采集系统采集光纤周界传感系统的模拟信号，通过有线或者无线网络经过 VPN 路由器存储到 MySQL 服务器上。内部用户就可以直接访问本地的 web 服务器和 MySQL 服务器。远程用户则可以通过加密、验证、登录 VPN 路由器，用 Web 浏览器访问本地 Web 服务器，Web 服务器通过连接 MySQL 服务器，获取光纤周界传感系统的所存储在 MySQL 的数据，通过 web 服务器返回给远程的用户。同时远程的用户也可以访问 VPN 路由器所在的局域网上的网络设备。

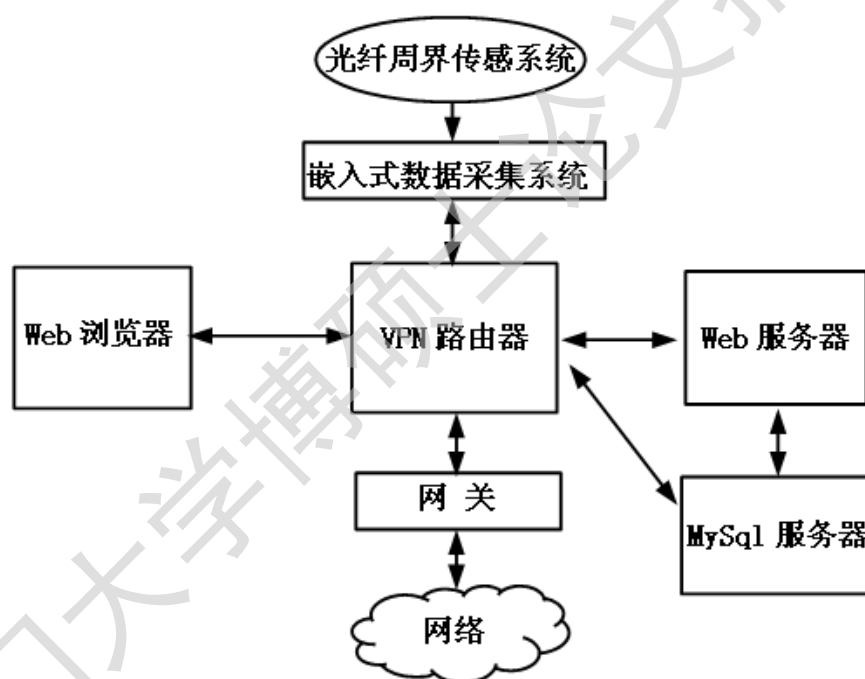


图 1-2 光纤周界传感系统数据采集存储与网络传输的系统框图

NAS 设备除了内置大容量存储，还有 Web 服务器、MySQL 服务器、用户管理、权限管理等功能。可以对登录用户进行认证、权限管理。

图 1-3 是光纤周界传感系统数据采集存储与网络传输的实物系统框图。嵌入式采集模块采集光纤周界传感系统的数据，利用结构化查询语言（SQL）通过网络存储在 Buffalo NAS 设备内建的 MySQL 数据库。局域网的 PC 或者手机通过 wifi 或者有线网络利用浏览器访问 Buffalo NAS 的设备上内建的 Web 服务器，Web 服务器与 MySQL 服务器交互，获取存储在 MySQL 服务器上的数据，返回给

浏览器。远程用户可以通过公网登陆 CISCO VPN 路由器，登陆成功后，可以访问局域网内的任何一个网络设备，同样方式访问 Web 服务器和 MySQL 服务器。

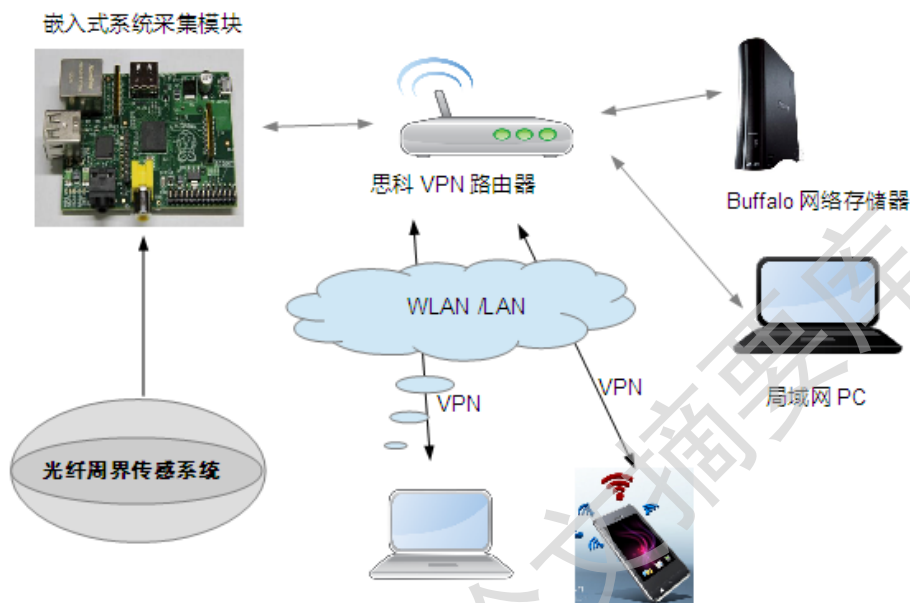


图 1-3 实物系统框图

1.5 本论文的主要工作

本文重点围绕光纤周界传感系统数据采集与网络传输化进行系统研究，从前端数据采集到通过网络远程访问采集的数据这整个过程进行系统化研究。提出各个子系统的实现方式：

(1) 光纤周界传感系统的数据采集系统的研究。该系统采用小型电脑型嵌入式系，其四核 1.2G 主频，1G 内存，采用 Linux3.12.4 系统。在硬件上有丰富的外围接口，方便用户进行功能扩展；支持 C/C++、Perl、JAVA、Python、shell 等开发语言，内置 Python、MySQL 服务器、丰富第三方软件或者库等，方便用户软件开发。

(2) 通过光纤周界传感系统采集到的数据在传输网络化的研究。该系统考虑网络传输过程数据的安全性，包括数据的完整性，不被人为修改、截取、稳定性。提出利用 VPN 路由器搭建 VPN 服务器，通过加密、认证、隧道等技术，保证数据安全在网络传输。基于 B/S(浏览器/服务器)web 架构，利用客户端浏览器访问 VPN 路由器端的光纤周界传感数据，达到远程访问的目的。

(3) 通过光纤周界传感系统采集到的数据在存储网络化的研究。考虑需要存储

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.