

· 光电器件与材料 ·

基于线性滤波解调系统的GPRS数据传输系统研究

徐文军, 杨尚明, 王中训

(烟台大学, 山东 烟台 264005)

摘要: 基于线性滤波器的解调系统是根据参考光路和滤波光路的比值改变来判断外界温度值的改变。实验中, 通过对线性滤波器进行恒温控制消除了外界温度变化对其透过率的影响。对采集到的光信号进行光电转换并由AD采集模块进行采集, 最后由在线监测系统经GPRS网络对两路光的比值及监测环境的图像或视频信息进行无线传输, 将采集到的信息传输到主站上位机进行数据及图像信息显示和处理, 从而实现解调系统对特殊环境下温度的远程实时在线监测。

关键字: 光纤 Bragg 光栅; 解调系统; 线性滤波器; GPRS; ARM

中图分类号: TN256

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2013)-02-0040-04

Research on GPRS Data Transmission System Based on Linear Filtering Demodulation System

XU Wen-jun, YANG Shang-ming, WANG Zhong-xun

(Yantai University, Yantai 264005, China)

Abstract: According to ratio changes of reference and filtering light paths, changes of outdoor temperature are estimated by a demodulation system based on linear filters. In experiments, the influence from changes of outdoor temperature on its transmittance is eliminated by constant temperature control on linear filters. Electro-optical conversion is performed to the collected optical signals and AD collection module is used to collect. Ratios of two light paths, images for monitoring environment and video information are transmitted in radio by on-line monitoring systems through general packet radio service (GPRS) network finally. The collected information is transmitted to host PC for displaying and processing data and image information. And remote, real time and on-line monitoring on temperature in special environment is realized by the demodulation system.

Key words: fiber Bragg grating; demodulation system; linear filter; general packet radio service (GPRS); advanced RISC machines (ARM)

光纤 Bragg 光栅传感器是利用 Bragg 波长对温度、应力等的敏感特性而制成的一种新型光纤传感器, 基于线性滤波器的 FBG 解调系统的基本原理是外界温度或其所受其他应变变量发生变化时, 通过 FBG 的反射光波长发生漂移, 进而通过线性滤波器的光功率发生变化, 本解调系统正是利用此波长变化来实现温度或应变的测量。由于其除了具有传统电类传感器的功能外, 还具有抗电磁干扰、不易腐蚀、化学性能稳定, 传输损耗小、测量范围广等优点。因此在桥梁形变测量、特殊环境测温^[1]、工程检

测等领域具有极其广泛的用途。而随着监测环境的特殊性以及恶劣性的加大, 如何实现对解调系统的远程监测将成为关键。

实验的目的是把传统的基于线性滤波器的 FBG 解调系统受环境温度变化带来的影响降低, 从而提高系统的稳定性与可靠性。对系统改进后实现基于 GPRS 网络的数据传输系统应用^[1, 7-8]。使基于线性滤波器的传感解调系统达到远程、智能、高效的目的。实验中采用 GPRS 网络对解调系统所测物理量进行远程实时在线监测, 从而可以快捷、方便地得出

收稿日期: 2013-01-10

基金项目: 山东省省级攻关计划项目(WL10K28)

作者简介: 徐文军(1987-), 男, 内蒙古赤峰人, 硕士研究生, 主要从事嵌入式、物联网方向应用研究。

FBG传感器所处环境的温度值。以实现解调系统的远程实时智能测量。

1 基于线性滤波器的FBG传感解调系统

宽带光源发出的光经过隔离器后经过耦合器1到达FBG,FBG产生的反射光波长会随外界温度的变化而

改变。反射光再经耦合器1后到达耦合器2,耦合器2将FBG的反射光等功率分成两路光,S1作为参考光进行直接探测,S2经过线性滤波器作为探测光,对采集到的光信号进行光电转换为电信号,再经过AD采集模块采样^[9]。最后经过有线传送到计算机。实现数据的显示与存储。解调原理图如图1所示。

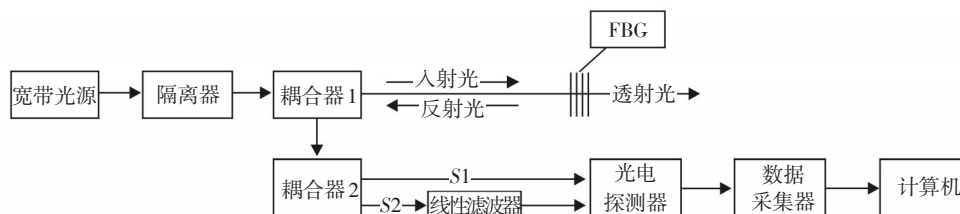


图1 FBG传感解调系统原理框图

利用光谱分析仪测量线性滤波器的透过率曲线,光谱图如图2所示,在1 540.0~1 541.5 nm的波长范围内,光功率与波长近似成线性关系。本实验是利用此波段的光信号来进行解调实验,实验中采用中心反射波长为1 540.0 nm的光纤 Bragg 光栅。

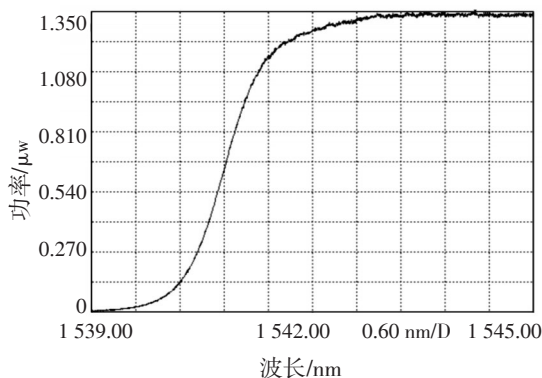


图2 线性滤波器透过率曲线

两路光信号S1和S2通过光电探测器变为相应的电压信号U₁和U₂,电压信号值U₁和U₂的大小反映了S1和S2两路光信号光功率的大小,利用数据采集器对电压信号U₁和U₂进行采样,将两路光电压值进行比较得B=U₁/U₂,如下式

$$B = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\int S(\lambda)T_1(\lambda)R(\lambda)T_1(\lambda)T_2(\lambda)/2d\lambda}{\int S(\lambda)T_1(\lambda)R(\lambda)T_1(\lambda)T_2(\lambda)/2D(\lambda)d\lambda} \quad (1)$$

式中,S(λ)为光源功率,T₁(λ)为耦合器1的透过率,T₂(λ)为耦合器2的透过率,R(λ)为FBG的反射率,D(λ)为线性滤波器的透过率。由于S(λ)、T₁(λ)、R(λ)、T₂(λ)

为常数,则式(1)可简化为

$$B = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\int 1d\lambda}{\int D(\lambda)d\lambda} \quad (2)$$

由式(2)可知,比值的变化只与线性滤波器的透过率D(λ)有关,当FBG所处环境温度不变时,FBG反射波长一定,此时线性滤波器的透过率理论上应为一常数,这时比值应该为一个常数。

而实际上,当FBG所处环境温度不变时,线性滤波器所处温度变化时,比值发生了一定的变化,这时观察两路光S1和S2在线性滤波器所处不同温度下电压值的变化情况及比值变化情况,如表1所示。

从表1中可知,比值随着线性滤波器所处环境温度的变化而发生了一定的变化。因此线性滤波器所处的环境温度将对解调系统的稳定性和准确性有很大影响。

2 加温控装置后解调系统的稳定性测量

由表1可知,线性滤波器的透过率受其所处环境温度影响较大,因此实验设计了一套恒温系统,将线性滤波器置于恒温系统中,这样线性滤波器的透过率就不会随着外界环境温度的变化而变化。实验将恒温系统的温度值控制在40℃±0.5℃来减小线性滤波器受环境温度变化带来的影响。从而使得该解调系统的测量值更加精确,通过改进使系统的性能得到极大提高,恒温系统原理框图如图3所示。

表1 比值随线性滤波器所处温度的变化情况

U_1/V	6.205	6.193	6.199	6.203	6.207	6.201	6.198	6.201
U_2/V	0.654 3	0.655 4	0.657 7	0.663 7	0.664 4	0.654 2	0.634 6	0.644 3
比值/B	9.484	9.449	9.425	9.346	9.342	9.479	9.767	9.625
温度/ $^{\circ}C$	18.4	22.4	26.8	30.6	34.6	38.6	40	40.5

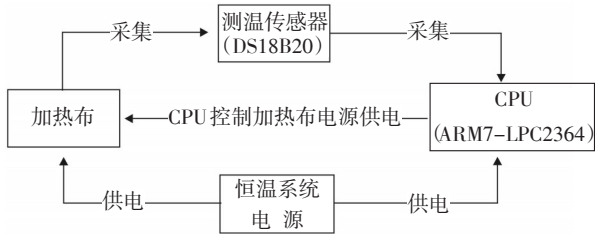


图3 恒温系统框图

恒温系统采用DS18B20温度传感器来测量线性滤波器所处环境的温度值,当线性滤波器所处环境温度低于预设的温度值时,由ARM7控制PMOS管导

通实现对加热布供电,对恒温系统进行加热,使线性滤波器所处环境温度基本恒定在预设的温度值。当线性滤波器所处环境温度高于预设的温度值时,由于没有设计降温系统,此时温控系统将失去作用。因此,为了避免出现环境温度大于恒温系统预设温度值,应该将预设温度值设置为大于环境温度,试验中选择了40 $^{\circ}C$ 。对线性滤波器加上恒温系统后当FBG所处环境温度不变时,每隔半小时对两路光信号S1和S2的电压值进行一次数据采集,采集数据如表2所示。

表2 加入温控装置后S1、S2的变化情况

U_1/V	6.198	6.203	6.187	6.201	6.189	6.197	6.195	6.190
U_2/V	0.635 2	0.635 6	0.633 6	0.634 6	0.633 7	0.634 4	0.633 8	0.633 4
比值/B	9.757	9.759	9.765	9.771	9.766	9.769	9.775	9.773
恒温系统温度/ $^{\circ}C$	40	40	40	40	40	40	40	40

从表2中可以看出,在加入温控装置后,两路光信号的比值基本恒定在一个常数的状态下,这对于解调系统的稳定性有了极大地提高。此时整套解调系统只有FBG的反射光波长受环境温度变化而变化,文中实验正是利用此变化来测量环境温度。

技术、信号采集技术以及计算机网络技术为一体的现代监控系统,已经成为现代监控领域发展的新趋势。该系统通过GPRS网络与Internet相结合,实现了计算机与远程ARM监控终端的通信。整个系统由监控中心上位机软件、无线通信链路和监控终端(FBG传感解调设备)三部分组成^[1]。监控中心上位机软件完成与远程FBG传感解调设备连接及对设备的控制,对远程FBG传感解调设备传回来的数据进行分析、显示、存储等操作。远程FBG传感解调设备

3 基于GPRS的现场数据采集系统的设计

基于GPRS的远程监控系统是集现代无线通信

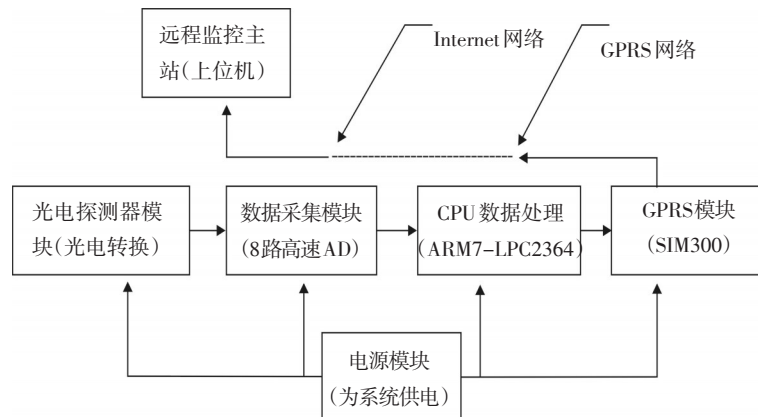


图4 基于GPRS的现场数据采集系统原理框图

主要用来采集现场温度、图像或视频信息,向监控中心上位机软件传送相关信息。GPRS网络起桥梁作用,完成与Internet网络的信息交互^[3]。数据采集系统原理框图如图4所示。

基于GPRS网络的现场数据采集系统由基于线性滤波器的FBG传感解调设备采集现场的两路光信号的能量值进行比值,由SIMCOM公司的一款三频段GSM/GPRS模块SIM300模块通过GPRS网络将比值信息、图片或图像信息传送到监控中心上位机软件, SIM300内部集成了TCP/IP协议栈、具有双音频通道、并具有低功耗模式等优点,因此特别适合于开发数据传输设备。上位机软件根据SIM300通过GPRS网络传回的比值信息与实验阶段存储的标准比值与温度关系数据库信息比较,最后得出现场的温度值。当温度值超过规定的值时,监控中心上位机软件会下发报警信息,并通过GPRS网络传送给数据采集系统的中央处理器(ARM7-LPC2364)^[2,6],中央处理器

控制报警器进行报警,并通知摄像头采集现场的图片或视频信息,通过GPRS网络传送到监控中心的上位机进行显示,监控中心的工作人员可以根据传回的图片或视频信息进行相应的控制。并可通过SIM300

模块的音频功能与设备现场工作人员进行语音通话。最终完成对设备的远程、实时、智能化控制。

远程监控中心上位机部分介绍:FBG传感解调系统与监控中心主站的上位机软件以TCP/IP方式进行连接通信,上位机软件实时显示监控环境内的温度值,显示监控终端设备传回的图片信息或视频信息^[5]。上位机提供存储信息功能,此外还提供报警功能。当探测点温度超过设定值时监测系统的CPU输出报警信号,也可通过上位机向CPU通过GPRS网络传送新的报警信号、传送摄像或拍照命令,达到永久在线、智能监测的目的。监控中心上位机软件原理图如图5所示。

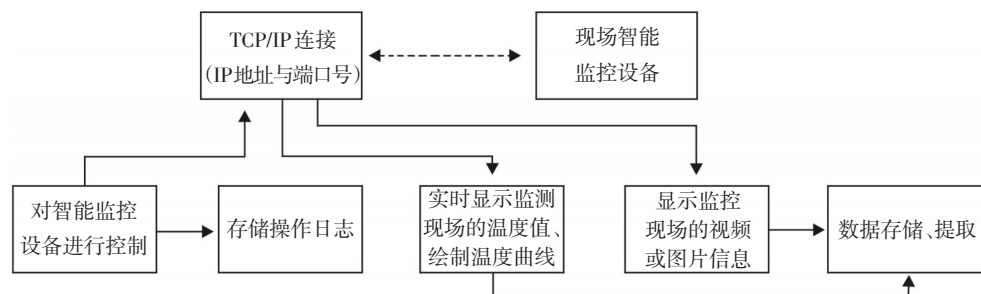


图5 监控中心软件原理图

监控中心上位机软件采用美国NI公司推出的LabWindows/CVI6.0软件编写,该软件具有使用简单、灵活、易于上手等优点,特别适合于工业控制、通信测试、设计验证等环境。该上位机软件通过TCP/IP方式与Internet进行连接,对现场数据采集系统进行控制与状态显示,同时具有存储操作日志、绘制温度曲线、显示及存储视频或图片信息等功能。

4 总 结

由于线性滤波器本身的透过率受所处环境温度的影响而产生一定的变化,进而引起两路光信号S1与S2光功率比值的不稳定。实验中,通过引入温控装置使得线性滤波器处在恒温条件下来消除这种不稳定对解调系统的准确性带来的影响,从而极大地提高了系统的稳定性。在此基础上设计了解调系统

的远程、实时、智能化监测系统,采用GPRS无线网络与Internet相结合的方式作为连接远程监测终端和监控中心上位机的传输网络,取代了传统的有线传输,实现了远程实时智能化监测和快速、精确解调的目的。系统可用于对特殊环境下的温度、压力等应变量的测量,具有一定的实用价值。

参考文献

- [1] 廖胜,胡文齐. 基于ARM和GPRS远程监控系统的研究[D]. 北京:北京邮电大学,2008.
- [2] 周立功,王祖麟,陈明计,等. ARM嵌入式系统基础教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [3] 韩基荣. 基于GPRS远程监控系统的设计[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2009.
- [4] 卢挺. 基于GPRS的路灯远程监控系统的设计[D]. 大连:大连理工大学,2009.

(下转第70页)

测试精度高,光谱检测重复性好,满足微小型快速生化检测仪应用指标。

4 结 论

文中针对微小型快速生化检测仪对高精度光谱扫描系统的需求,成功研发出基于微型光谱仪的微型生化检测仪检测系统。经实验验证该系统降低了仪器功耗,提高了光谱扫描精度,并由 ARM 产生脉宽可调制的脉冲信号实现样品室任意走位,满足微型生化检测仪实际应用需求。

参考文献

- [1] 郑万华.全自动生化分析仪及市场概况[J]. 上海生物医学工程,2007,28(2):124-125.
 - [2] 王前,郑磊,张鹏.战地快速检验的现状和发展趋势[J]. 人民军医,2005,48(2):118-119.
 - [3] Tudos AJ, Besselink GJ, Schasfoort RB. Trends in miniaturized total analysis systems for point of care testing in clinical chemistry[J]. Lab Chip, 2001, 1(12):83-89.
 - [4] 邵胜敏,温志渝,杨玉发,等.基于连续光谱的微型快速救护仪采集系统设计[J]. 自动化与仪表,2010,4:42-45.
 - [5] 温志渝,李恒毅,廖海洋,等.快速救护微型生化检测仪的光学系统设计[J]. 半导体光电,2010,31(2):288-295.
 - [6] S R Taneja, R C Gupta. Design and development of microcontroller-based clinical chemistry analyzer for measurement of various blood biochemistry parameters[J]. Journal of Automated Methods & Management in Chemistry, 2005(4): 223-229.
 - [7] 朱昊,章恩耀,赵子英.半自动生化分析仪的智能化改型设计研究[J]. 光学仪器, 2004, 26(3):27-31.
 - [8] 余清华,温志渝,陈刚,等.基于微型光谱仪的微型快速生化检测仪设计与实验[J]. 光谱学与光谱分析,2012,32(3):855-857.
 - [9] 温志渝,陈刚,潘银松,等.微型生化分析系统[J]. 微纳电子技术,2003,7(8):338-339.
 - [10] 陈刚,温志渝,温中泉,等.微型生化分析系统实验测试[J]. 光谱学与光谱分析,2005,25(3):439-443.
 - [11] 张海江,黎海文,吴一辉,等.生化分析仪的 ARM-SoC 控制系统设计[J]. 自动化仪表,2007,33(3): 21-27.
 - [12] 李正刚,吴一辉,宣明,等.由统一积分时间数据提高生化分析仪的精度[J]. 光学精密工程, 2009, 17(5): 980-983.
-
- (上接第43页)
- [5] 张毅刚,乔立岩.虚拟仪器软件开发环境: LabWindows/CVI6.0编程指南[M]. 北京:机械工业出版社, 2002.
 - [6] 谭浩强. C 程序设计[M]. 3 版.北京:清华大学出版社, 2005.
 - [7] 艾谦.光纤光栅在电力系统测温中的应用研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.
 - [8] 任建新,熊亮,张鹏.基于 GPRS 的油井远程监控系统设计[J]. 测控技术, 2010, 29(8): 98-101.
 - [9] 张纪花,王砚波,王喜昌.基于边缘滤波的 FBG 解调系统[J]. 光电技术应用,2012, 27(2): 14-16.
-
- (上接第54页)
- of large chromatographic and spectral datasets[J]. Analytical Chemistry,2005,77(17):5655-5661.
 - [15] K A Veselkov, J C Lindon, T M D Ebbels, et al. Recursive segment-wise peak alignment of biological ¹H NMR spectra for improved metabolic biomarker recovery[J]. Analytical Chemistry, 2009, 81(1):56-66.
 - [16] F Savorani, G Tomasi, S B Engelsen. A versatile tool for the rapid alignment of 1D NMR spectra[J]. Journal of Magnetic Resonance, 2010,202(2):190-202.
 - [17] 蒋怀周,鲍远程,刘兰林,等.基于 NMR 技术对 Wilson 病模型大鼠血清代谢组学研究[J]. 辽宁中医药大学学报, 2010, 38(5):19-22.
 - [18] J Forshed, I Schuppe Koistinen, S P Jacobsson. Peak alignment of NMR signals by means of a genetic algorithm[J]. Analytica Chimica Acta, 2003, 487(2):189-199.