

基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的地质灾害智能化 采集传输终端的研究

刘一民^{1,2}, 周策², 陈文俊², 陈欢²

(1. 四川大学, 四川 成都 610065; 2. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 610081)

摘要:采用物联网监测控制技术和 GPRS 信息交互技术,研究一种基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 操作系统的嵌入式采集传输终端,实现滑坡、泥石流多种参数的实时监测,建立具有多参数远程遥测与启动唤醒、故障诊断等功能的全天候实时监测系统,为地质灾害防灾减灾提供有效的技术支撑。介绍了该终端的设计原理及软、硬件设计。

关键词: $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 操作系统; 地质灾害; 实时监测; 防灾减灾

中图分类号: P642.2; TH763 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)07-0008-04

Study on Geological Disaster Intelligent Acquisition and Transmission Terminal Based on $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ / LIU Yi-min^{1,2}, ZHOU Ce², CHEN Wen-jun², CHEN Huan² (1. Sichuan University, Chengdu Sichuan 610065, China; 2. Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 610081, China)

Abstract: An embedded acquisition and transmission terminal is presented, which is researched based on $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ operating system by using internet of things monitoring and control technology to realize real-time monitoring of the parameters of landslide and debris flow and establish the round-the-clock real-time monitoring system with functions of multi-parameter remote telemetry and starting awakening as well as fault diagnosis. This system can provide effective technical support for geological disaster prevention and mitigation. The paper introduces the design principle of the terminal and the designs of software and hardware.

Key words: $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ operating system; geological disaster; real-time monitoring; remote telemetry; disaster prevention and mitigation

0 前言

我国是一个地质灾害多发的国家,其灾害分布广、突发频率高、影响大,严重威胁着人民生命和财产的安全,在西部山区中滑坡、泥石流地质灾害现象特别严重。对于山体滑坡、泥石流的监测手段,国内目前采用的技术方法一般是将测量滑坡、泥石流的监测仪器或者设备放在野外滑坡、泥石流现场及其周边地区,进行连续或定期重复的测量工作,这样达到监测滑坡、泥石流等现象的目的。

目前国内大多数监测设备往往只是采用单向的数据传输,很少涉及到对野外监测设备的实时控制,缺乏对野外监测设备与室内监控中心进行双向实时测控的研究,在野外设备故障诊断、启动唤醒等人际信息交互方面还有需要研究的地方,而且在极少数具有做远程控制功能的系统也仅仅限于人工对仪器监测参数的修改。当前应用中的无人值守监测中都能够完成数据传输而往往忽视了监控中心对野外监

测设置的控制,即只能野外监测端单向向室内接收端发送数据,很难通过接收端控制野外采集端的监测频率与监测时段。单向的无人值守监测有这样几个问题:首先由于其监测方法、监测频率、监测时段也是事先设定,难以及时甚至无法捕捉到灾害体临近失稳前的宝贵信息,因此不可能及时准确地对灾害体状况进行预警;其次在旱季或者是晴天这些不需要密集监测的时候也在采集数据,获取不必要的数据,而在日照较少的雨季,也是地质灾害高发的时间段,由于不能远程设置监测频率、监测时段而导致无法高频率的采集监测数据,或是由于太阳能供电困难而导致的电能不足而不能进行高密度的监测;并且在野外设备故障诊断、启动唤醒等人际信息交互方面也急需加强研究。此外,目前的各种滑坡、泥石流监测系统大都是自成一体,各种监测系统之间难以有效的融合,所采集的各种滑坡性能参数都是独立的,很少涉及到数据的对比印证。这些因素

收稿日期:2013-06-15

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目“地质灾害智能化遥测系统研发与示范”(12120113011100)

作者简介:刘一民(1984-),男(汉族),四川成都人,四川大学在读博士生,中国地质科学院探矿工艺研究所工程师,测控技术与仪器专业,主要研究方向为地质灾害监测技术,四川成都市金牛区一环路北二段1号,153973418@qq.com。

都严重影响了对滑坡、泥石流进行监测预警的效果。

1 基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 系统的地质灾害智能化采集传输终端的设计原理

1.1 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 嵌入式操作系统简介

$\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 嵌入式操作系统是一种公开、结构小巧、具有可剥夺实时内核的, $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 是一个完成的、可移植、可固化、可裁减的抢占式实时多任务操作系统内核。它主要用 ANSI 的 C 语言编写, 少部分代码是汇编语言。它有以下特点:

- (1) 可移植性: 可以移植到多个 CPU 上, 包括三菱单片机;
- (2) 可固化: 可以固化到嵌入式系统中;
- (3) 可裁减: 可以定制 $\mu\text{C}/\text{OS}$, 使用少量的系统服务;
- (4) 可剥夺性: $\mu\text{C}/\text{OS}$ 是完全可剥夺的实时内核, $\mu\text{C}/\text{OS}$ 总是运行优先级最高的就绪任务;
- (5) 多任务运行: $\mu\text{C}/\text{OS}$ 可以管理最多 64 个任务, 不支持时间片轮转调度法, 所以要求每个任务的优先级不一样;
- (6) 可确定性: $\mu\text{C}/\text{OS}$ 的函数调用和系统服务的执行时间可以确定;
- (7) 任务栈: 每个任务都有自己的单独的栈, 而且每个任务栈空间的大小可以不一样;
- (8) 系统服务: $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 有很多系统服务, 如信号量、时间标志、消息邮箱、消息队列、时间管理等。

基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 操作系统进行应用系统时, 设计任务的主要任务是将系统合理划分成多个任务, 并由 RTOS 进行调度, 任务之间使用 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 提供的系统服务进行通信, 以配合实现应用系统的功能。与后台系统一样, 基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的多任务系统也有一个 main 主函数, main 函数由编译器所带的 C 启动程序调用。在 main 主函数中主要实现 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的初始化 OSInit()、任务创建、一些任务通信方法的创建、 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的多任务启动 OSStart() 等常规操作, 其文件结构如图 1 所示。

根据 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 嵌入式操作系统的这些特点, 我们认为它的前后台系统、低功耗模式、可重入函数(多个任务调用)以及多任务优先级反转的特性非常适合应用到地质灾害自动化监测领域。地质灾害自动化监测对监测设备的要求就是稳定性高、实时性强、功耗低以及远程人机对话功能, 通过 GPRS 信息交互技术和基于多任务的 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 嵌入式

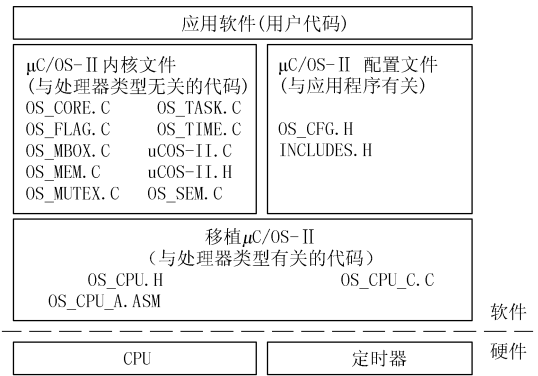


图 1 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的文件结构

操作系统的采集终端, 我们可以快速稳定的实现监测数据的采集传输。

1.2 地质灾害智能化采集传输终端的设计思路

本终端主要工作在地质灾害野外监测现场, 主要的研究内容为采集模块、传输模块以及人机信息交互技术的研发, 其中采集模块的功能是实现滑坡深部位移大量程监测仪、裂缝监测仪和雨量、地下水位监测仪等参数的数据采集, 同时为泥石流监测仪器预留的标准数字信号接口; 传输模块的功能是利用 GPRS 通讯模块或者北斗通信技术建立与室内监控中心的双向通信, 即实现监测现场向室内中心的数据传输与室内中心向监测现场的远程控制的功能; 人机信息交互技术主要包括对现场监测仪器的启动唤醒、蓄电池电量监测、故障诊断等功能。其总体设计思路如图 2 所示。

根据系统设计要求, 本文设计的终端主要实现以下功能: 多通道数据采集、数据无线传输和人机交互平台(启动唤醒、故障诊断)。通过需要实现的这 3 个功能, 我们设计出多个可供后台主系统调用的子任务。这些子任务都是基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 嵌入式操作系统的子函数, 可以通过多任务优先级反转的功能进行调用。这些子任务的名称与功能如表 1 所示。

表 1 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 操作系统子任务的名称功能

序号	名称	功能
1	数据采集子任务	进行多通道的数据采集
2	数据打包发送子任务	利用 GPRS 进行数据传输
3	命令查询分析子任务	根据监控中心的命令进行启动唤醒
4	蓄电池电量监测子任务	根据监控中心的命令监测电池电量
5	故障诊断子任务	根据监控中心的命令进行故障诊断

我们通过 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 嵌入式操作系统的前后台系统和多任务优先级反转的优点, 利用前-后台系统的稳定运行与多个子任务的相互切换工作进行终端的总体设计, 地质灾害智能化采集传输终端的

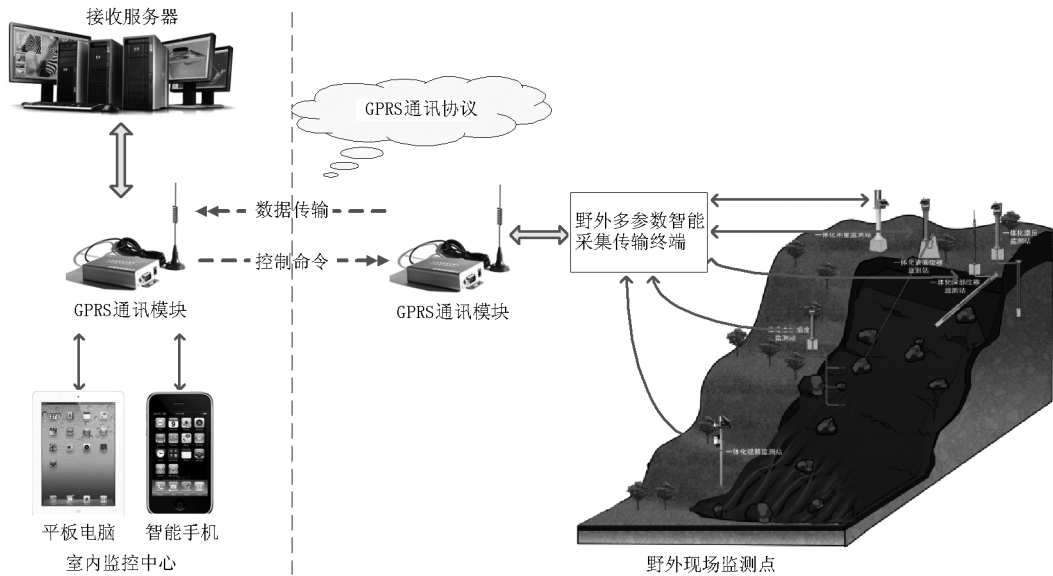


图2 总体设计思路示意图

工作流程设计如图3所示。它的主要工作流程是通过室内监控中心的服务进行操作命令的发送,终端接收到采集信息后,依次调用子任务3、子任务1和子任务2,然后进入低功耗模式;终端接收到服务器的故障诊断命令后,依次进行子任务5、子任务4和子任务2,进行人机信息交互工作。通过这样的工作流程设计,可以稳定快速的实现终端的各种功能。

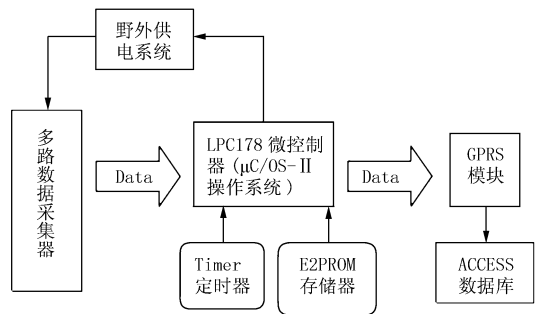


图4 硬件工作流程图

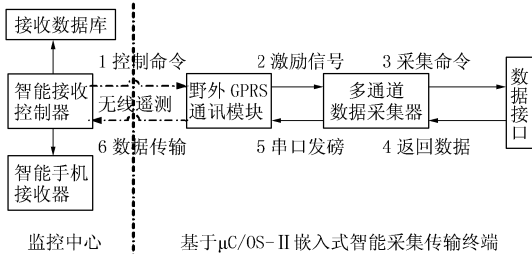


图3 工作流程设计图

2 硬件设计

系统硬件设计采用模块化(Building Block Design)的设计思路进行设计,它由电源电路、复位电路、时钟电路、系统晶振电路、GPRS通信模块接口电路、I²C总线接口电路、串行接口电路、A/D转换电路、继电器电路和野外供电模块电路组成。硬件设计如图4所示。

其中,在嵌入式芯片的选择中,选用了周立功公司的LPC1700系列中的LPC1788微控制器。它是基于第二代ARM Cortex - M3内核的微控制器,是为嵌入式系统应用而设计的高性能、低功耗的32位微处理器,适用于仪器仪表、工业通讯、电机控制、灯光控制、报警系统等领域。选用它的一个重要原因

是LPC1788集成了大量的通信接口,包括1个以太网MAC、1个USB 2.0全速接口、5个UART接口和3个I²C接口。其中的5个UART接口可以接入5路地质灾害监测设备的数字信号,可以实现多通道多参数的同时测量。

对于GPRS通信模块,本终端需要带有低功耗工作模式的GPRS模块,故选择带有低功耗状态接收命令的Sim900D模块。在其他的硬件设计中,工作的重点是制定通信协议、设计数据通信接口,其中主要包括现场采集电路设计、启动唤醒电路设计和无线遥测电路设计。硬件工作如图5所示。

3 软件设计与调试

本研究中ARM微处理器程序采用的C编译器为ADS1.2,ADS1.2为ARM公司开发的针对于ARM处理器核编译器,它提供WINDOWS界面开发环境,提供JTAG在线编译功能,提供强大的实时调试跟踪功能,支持C以及C++,本研究使用C语言进行开发。本次设计利用ADS1.2的C编译器在

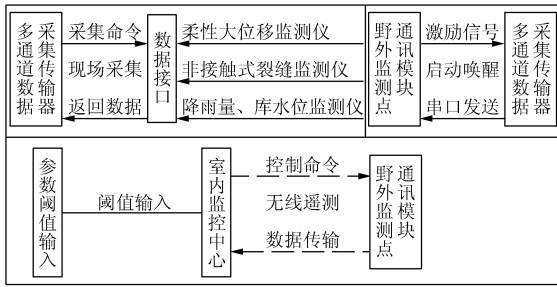


图 5 通信接口硬件工作示意图

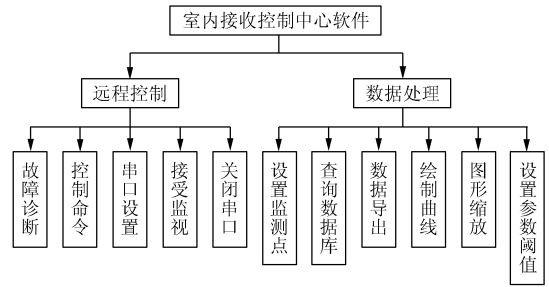


图 8 室内监控中心软件功能图

DebugIn Flash 中生成 Hex 代码, 然后通过 Magic Flash 将生成的 Hex 代码固化到 LPC1788 的片内 Flash 中, 将程序下载到 Flash 的 0x00 位置, 这样系统上电后就能自动执行程序了。

调试主机(PC)负责对 ARM 源程序进行编译连接, 生成 Hex 文件, 然后使用 Magic Flash 下载器将 HEX 代码固化到 LPC1788 的片内 Flash 中。调试框图如图 6 所示。

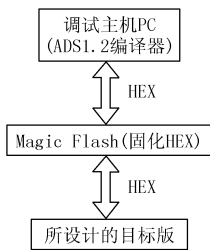


图 6 ARM 嵌入式处理器调试框图

本研究中采用模块化程序设计方法进行软件设计。主要分为野外多参数采集传输终端软件和室内接收控制中心软件 2 个部分, 软件功能分别如图 7、图 8 所示。

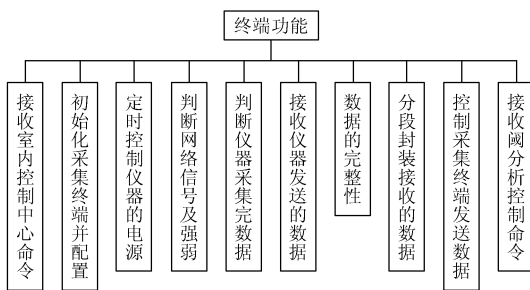


图 7 野外多参数采集传输终端软件功能图

4 结语

本终端利用 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 嵌入式操作系统的前后台系统和多任务优先级反转的特点, 可以实现灾害体内的多参数(深部位移、地表裂缝、推力以及土壤含水量等)的实时在线监测, 通过 GPRS 信息交互

技术发送数据至监控中心, 并根据实时传输的监测数据进行数据分析, 实现滑坡预警的实时预判。通过经过多次软、硬件结合的室内外实验调试改进, 本次设计实现了实时监测滑坡体多参数的基本功能, 可以满足无人值守化、自动化、实时化等未来监测技术手段的基本要求, 在室内的多次调试中实现了数据收发、定时采集、启动唤醒以及故障诊断等功能。在野外试验方面, 通过野外示范区试验, 完成了监测通讯终端软硬件的改进与完善, 并获得野外试验报告及数据, 为监测预警与防灾减灾提供可靠的数据。

本文的设计对地质灾害智能化遥测研究有很强的现实意义, 对后续发展地质灾害自动化监测技术有一定的参考价值。由于野外环境的不确定性和项目开展时间有限, 肯定会有故障因素未考虑在内, 应继续在野外示范区的试验中发现问题并解决问题, 保证系统的长时间稳定工作。其次, 在软件设计上的进一步的扩展, 为了使监测系统更好地解决出现的问题, 应加强软件的过程控制能力, 程序的简练也有待改进。

参考文献:

- [1] 周立功. ARM 微控制器基础与实战[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2003.
- [2] 龙建辉. 滑坡监测远程无线数据传输系统研制[J]. 地质科学与环境科学学报, 2007, (2).
- [3] 陈曙晖. 嵌入式系统——体系结构、编程与设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2005.
- [4] 唐建. LPC 总线接口 UART 控制器 FPGA 实现[D]. 四川成都:电子科技大学, 2008.
- [5] 叶龙珍; 范良荣. 永泰县旗山滑坡深部位移监测分析[J]. 地质灾害与环境保护, 2012, (2).
- [6] Lam H K, et al. Tuning of the Structure and Parameters of Neural Network Using an Improved Genetic Algorithm. Industrial Electronics Society [J]. Denver, Co., USA: IECON'01, 2001.
- [7] Carlos Gaggido, Antonio F Otero, and Jose cidras. Theoretical model to calculate steady state and transient smpacity and temperature in buried cables[J]. IEEE Tr-ans. on Power Delivery, 2003.