

基于 QNX 操作系统的 PMU 通信软件设计

宋人杰, 李 蕾, 李 杨

(东北电力学院信息工程系, 吉林 吉林 132012)

摘要: 相量测量装置结合现代通信技术是对电力系统运行状况进行实时动态监测和分析的基础, 该文重点研究网络通信, 给出了一种网络通信的解决方案。文中对远程通信系统的功能、结构及其实现作了较详细的叙述。

关键词: 电力系统; 相量测量装置; 实时操作系统

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)14-0071-03

0 引言

随着我国三峡工程及全国互联网等工程的持续进行, 我国电网规模越来越大, 运行方式越来越复杂, 如何加强我国大电网的可靠性成为备受关注的问题。电力系统广域测量是近年来发展起来的一项新技术, 被称为电力系统三项前沿课题之一。广域测量系统 (WAMS) 是基于同步相量测量以及现代通信技术, 对地域广阔的电力系统动态过程进行实时动态监测和分析。而电压相量及功角状况是电网运行的主要状态变量, 同步相量在电力系统分析、监测、控制等领域起着重要的作用。电力系统相量测量 (PMU) 是在高精度的时钟同步下, 在电网各点同步测量电压及电流的相量等数据, 并传送到主站, 以供实时监测、保护和控制等使用。PMU 主要有信号处理、网络通信、人机界面、GPS 同步信号处理等构成。本文主要介绍网络通信系统。

1 操作系统的选择

相量测量装置的特点是多任务同时工作, 对实时性、可靠性要求较高。目前广泛用于控制系统、自动化系统、通信系统的 QNX 嵌入式实时操作系统具有实时性强、可靠性高、占有内存小、性能价格比理想等特点, 比较适合 PMU 的实际要求。

QNX 由一个体积很小的内核和一些负责系统管理的操作进程组成。它的微内核负责:

- 1) 进程间通信: 微内核负责管理消息路由, 及代理和信号通信。
- 2) 底层的网络通信: 微内核负责传输向其它节点的进程消息及接收从其它节点上进程发来的消息。
- 3) 进程调度: 微内核调度程序决定下一阶段将执

行哪一个进程, 当一条消息或中断事件导致进程改变状态时, 会使调度程序开始工作。

4) 第一级中断处理: 所有硬件中断和故障首先由微内核来确定路由, 然后递交给相应的驱动程序或系统管理器。

2 远程通信设计

目前的 PMU 和主站的通信方式包括网络通信和专线通信两种方式, 这两种通信方式的应用层都遵照《电力系统实时动态监测系统技术规范 (试行)》和 IEEE1344 - 1995 (R2001) 的规定。

PMU 和主站的通信信息包括数据信息和管理信息, 数据信息是 PMU 向主站传送的同步数据, 其方向是单向的。管理信息是主站和 PMU 之间相互发送的管理命令, 包括发送数据命令等信息, 其数据传送的方向是双向的。PMU 和主站进行通信时, 数据信息和管理信息可以同时发送, 互不干涉。因此必须将这两种信息的传送放到不同的线程中进行。通过建立数据管道线程和管理管道线程来完成不同的任务。

2.1 网络通信方式

2.1.1 协议的选择

网络通信有不同的协议族, 比如 TCP/IP, 事实上已经成为 Internet 上的标准协议, 它是一组不同层次上的多个协议的组合。PMU 的运输层通信协议采用 TCP 协议, 而应用层采用《电力系统实时动态监测系统技术规范 (试行)》和 IEEE1344 - 1995 (R2001) 规定的协议。

2.1.2 使用 Socket 的客户/服务器的网络工作模式

Socket 是面向客户/服务器模型而设计的, Socket 指一个通信端点, 借助于它, 用户开发的应用程序可以通过网络和其它 Socket 应用程序进行通信。通信的基础是 Socket, 一个 Socket 是通信的一

端,每个 Socket都有相应的名字和进程。Socket有三种类型,流式 Socket(SOCK_STREAM),数据报(SOCKET_DGRAM)和原始 Socket(SOCK_RAW)。流式 Socket基于 TCP协议,它定义一种可靠、面向连接的流式连接,实现了无差错、无重复的顺序数据传输。而数据报 Socket基于 UDP协议,它定义一种无连接的服务,数据通过相互独立的报文进行传输,是无序的,不保证可靠性、无差错。EMU采用流式 Socket的可靠传输方式。

2.2 网络通信的总体设计

2.2.1 网络通信进程

网络通信进程包括四个模块,这四个模块的功能相互独立,将其安排在四个不同的线程中:

- 1) 管理线程:负责各个线程的调度。
- 2) 数据线程:负责从管理进程中取出 FIFO(数据缓冲区)中的数据。
- 3) 数据管道线程:负责将相量等实时数据传送给主站。
- 4) 管理管道线程:负责和主站进行管理信息的接收、发送等工作。

其线程安排如图 1所示,主线程负责启动整个通信模块,即启动管理线程,管理线程负责数据线程、数据管道线程、管理管道线程的创建和终止。当其中某个线程终止后,管理线程将该线程挂起,等待其它的线程的结束,这避免了某些线程的终止造成内存泄漏,而导致其它线程的工作异常。数据管道线程从数据线程 FIFO中读取由 DSP采集上来的实时数据,再根据配置信息把数据装配为主站要求的格式经由数据管道发送出去。管理管道线程根据主站发送过来的命令发送 CONFIG1文件,接受 CONFIG2文件,发送实时记录文件和故障录波文件。其中数据管道线程和管理管道线程对 FIFO的互斥访问通过数据传送锁来控制。

2.2.2 线程的数据共享

1) 数据传送锁

数据管道线程和管理管道线程之间存在数据共享的问题,管理管道线程从主站接到实时数据上传/关闭的命令后,需要通知数据管道线程。在管理管道线程和数据管道线程之间设置互斥体-数据传送锁,可以解决两个线程对实时数据上传/关闭的命令读写冲突的问题。

2) 实时数据 FIFO

FIFO是有名称的并且存储在文件系统目录下的永久性文件,可以供多个进程共同操作。一个进

程负责向 FIFO写数据,另一个进程可以从 FIFO中读数据。

3) 配置信息共享内存

管理管道线程从主站接收到配置文件后,将其存储在 Net cfg文件中,同时为了方便的让管理管道线程和数据管道进程独立的访问,将 Net cfg文件存储在共享内存中以供读写。

4) 文件操作

管理线程和主站进行通信需要读取以下几个文件:

a 实时记录文件 (*. dyn)

当主站发出发送实时记录数据时,管理管道线程到相应的实时记录文件中取出要求时间段的数据,并将数据发出。

b 暂态记录文件 (*. rec)

当主站发出发送实时记录文件时,管理管道线程到相应的暂态记录文件中取出要求时间段的数据,并把数据发出。

c 配置文件 CFG1

网络通信程序 Net c需要配置文件 CFG1,当主站要求上发该文件时,由管理管道线程将文件发出。

管理线程通过消息机制,得到该文件的准备状态,并将其读入到相应的缓冲区中,供管理管道线程使用。

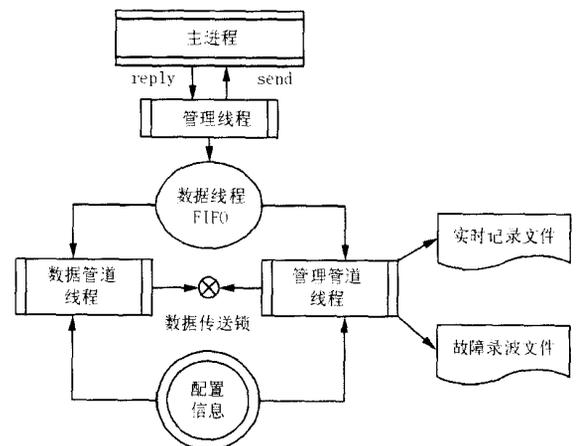


图 1 网络通信线程关系图

Fig 1 Network communication procedure

2.2.3 Socket功能优化和异常处理

2.2.3.1 使用非阻塞的 Socket

使用阻塞的 socket,当程序运行到接收语句时,如果没有数据可以读取,程序会停止在接收语句上,这样就不能继续做其它的工作。

通过设置 Socket为非阻塞方式,可以轮询系统

的各种工作状态,从而完成多种任务,提高程序的运行效率。但调用非阻塞的 Socket会浪费系统资源,调用 select()会有效解决这个问题,它允许将进程本身挂起,同时使系统的内核监听所要求的一组文件描述符的任何活动,只要确认任何被监控的文件描述符出现活动,select()调用返回该描述符准备好的信息,而不必由进程本身对输入进行测试而浪费CPU资源。

下面为向 Socket中写数据的一段代码。

```
for(;;)
{
    status = select(channel + 1, (fd_set *) 0, &write_temp,
(fd_set *) 0, &wait);
    //监听 socket为 channel的写状态
    if(status < 0) //写状态异常处理
    {
        if( (errno == ENTR) || (errno == EAGAIN) )
            continue;
        return(-1);
    }
    if(status == 0) //超时处理
    {
        return(0);
    }
    break;
}
if( FD_ISSET(channel, &write_temp) ) //检查 Socket
写位置,
{
    len = sendbuf( channel, buf, length );
    if( len <= 0)
    {
        return(-1);
    }
    else
        return( len );
}
else //Socket写状态异常
{
    fprintf( stderr, "TCP - Socket %d error on write select\n",
channel);
```

```
return(-1);
}
```

2.2.3.2 异常处理

网络通信要求通信可靠,并考虑到现场运行的各种情况,当网络通信因为异常出现中断时,具有自恢复的功能。当 Socket读、写出现异常时,在限定的时间内,如果没有恢复,则关闭 Socket,进行 Socket重建,同时主站侧也进行同样的异常处理,这样保证整个通信 Socket的可靠连接。

3 总结

本文介绍了电力系统相量测量装置(PMU)中网络通信的实现方法,该通信系统以 QNX操作系统为平台,采用可靠的 TCP/IP协议,根据 PMU的技术要求,网络通信建立管理线程、数据线程、数据管道线程、管理管道线程等四个线程,这样可以提高整个程序的工作效率,网络通信采用基于 Socket的客户端/服务器的工作方式,考虑到各种通信过程中出现的异常状态,PMU具备网络故障的自恢复功能。

参考文献:

- [1] 侯业勤,张菁.分布式嵌入式实时操作系统 QNX[M].北京:宇航出版社,1999.
HOU Ye-qin, ZHANG Jing Distributed Embedded Real Time Operating System QNX[M]. Beijing: Yuhang Publishing House, 1999.
- [2] 张义中. Unix平台下 C语言高级编程指南[M].北京:北京希望电子出版社,2000.
ZHANG Yi-zhong C Language Programming Based on Unix[M]. Beijing: Publishing House of Beijing Hope Electronics, 2000.

收稿日期: 2004-07-05; 修回日期: 2005-04-05

作者简介:

宋人杰(1963-),女,硕士,教授,从事计算机在电力系统中的应用方面的研究;E-mail: srj1963331@sina.com
李蕾(1970-),女,讲师,从事网络通信方面的研究。

Designing the communication software of PMU based on QNX operating system

SONG Ren-jie, LI Lei, LI Yang

(Northeast China Institute of Electric Power Engineering, Jilin132012)

Abstract: Electric Power System Phasor Measurement Unit (PMU), together with modern communication technology, is the base of real time dynamic measurement and running state analysis of power system. This paper focuses on network communication and proposes a specific solution for it. Besides, the paper depicts the function, structure and realization of the remote communication system in detail.

Key words: power system; phasor measurement unit; real-time operating system