

学校编号：10384

分类号_____密级_____

学 号：200124018

UDC _____

学 位 论 文

基于国际互联网的远程通用实验系统及 弦音计实验仪的开发

The development of Universal Laboratory System based
on internet and the design of SONOMETER

黄 周 钊

指导老师姓名：黄文达 教授

申请学位级别：硕 士

专业名称：信息电子技术

论文提交日期：2004 年 5 月

论文答辩日期：2004 年 6 月

学位授予单位：厦 门 大 学

学位授予日期：2004 年 月

答辩委员会主席：_____

评 阅 人：_____

2004 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，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的其他个人或集体的研
究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担
由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

计算机及电子技术的飞速发展,在物理实验方面出现的最大改变莫过于在实验仪器的计算机自动化上。实验仪器的计算机化更精确的对物理目标进行测量,减小人为判断误差,这是实验仪器发展的一大趋势。同时伴随着 Internet 网络技术的发展,通过网络来实现对仪器设备的自动控制将成为网络应用的重要领域之一,这也是实验仪器发展的更进一步趋势。网络化是计算机化的升级。

如果实验仪器进行分别的计算机化及网络化升级,将造成实验室资源的严重浪费,笔者提出开发一套支持互联网的通用的实验系统,使得能够适合较多实验仪器的计算机及网络化。而且逐步在该实验系统的基础上建立起远程虚拟实验室,推动远程教育的进一步发展。

本实验系统开发的关键技术在于服务器端数据采集卡及实验仪器与计算机之间的通信,以及支持网络功能的相应软件系统的支持。本文就为解决该课题做以下几个方面介绍:

第一章:介绍了远程通用实验系统的总体概述。概述了该系统的各个组成部分,以及各个部分所实现的具体功能。

第二章:介绍了计算机网络以及计算机网络传输协议,以及如何应用网络协议进行网络数据的传输,和远程仪器控制等方面。

第三章:主要对串行口构建计算机数据采集系统的方案给予详细阐述。

第四章:介绍了计算机化物理实验仪弦音计的设计。

关键词: WinSock 网络通讯; 远程监控; 串口数据采集

Abstract

With the development of computer and electronic technology, the most transform on the physics experiment takes on the automatization of experiment instrument. It is a great current.

At the same time, the technology of internet develops at high speed. The world strides from industrialization into information society. It is not only a great current that the laboratory system develops into working on internet, but also an importance application field that the laboratory instruments can be automatic controlled through internet.

If each physics experiment updates into automatization and network alone, a great deal of lab resource will be wasted. So the same task is put forward on our presence to work out a Universal Laboratory System based on Internet. Consequently a long-distance virtual laboratory will be established, and it will also drive the development of long-distance education.

The ULS provides the solution to remote physical experiments, and it also offers the networking of most experiment instruments, remote controlling, automatically remote data capturing, and the visual processing of experiment data. In this paper the key technology of Internet communication and serial port monitoring communication will be introduced and the source code for the software devised by Delphi 6.0 will be also presented.

The thesis has four chapters.

Chapter 1 is about the basic structure of ULS, including its two parts, the server part and the client part. And it also provides how does the ULS work.

Chapter 2 is concerned about the knowledge of network, including its transport protocols, remote controlling, and data INTERNET transport. The software design about INTERNET is also been explained in this chapter.

Chapter 3 introduces the serial port monitoring communication system. And it focuses on the RS232 protocols, and introduces how to program based on the RS232 protocols.

Chapter 4 focuses on the architecture and circuit design of SONOMETER. The MCS-51 Single-Chip Microcomputer will be introduced and the C51 program language will also be explained in this chapter.

At last this paper includes the conclusion and the shortage of the ULS.

Key words: Remote experiment; Winsock; Remote control.

目 录

引 言	1
第一章 远程通用实验系统的总体概述	
§ 1.1、 远程通用实验系统的总体概述	3
§ 1.2、 数据采集卡 SENSOR-CASSY 简介	4
第二章 网络通信在系统设计中的应用	
§ 2.1、 计算机网络	6
§ 2.2、 网络编程接口	11
§ 2.3、 通信软件 Delphi 设计	17
§ 2.4、 本系统软件的具体实现	23
§ 2.5、 本系统网络通信代码注释	24
第三章 串口技术在系统设计中的应用	
§ 3.1、 计算机接口技术	27
§ 3.2、 串行口数据通讯	29
§ 3.3、 串行端口参数	31
§ 3.4、 串行口通信程序设计	33
§ 3.5、 串行端口访问的具体实现	37
§ 3.6、 自动数据采集发送	40
§ 3.7、 实验数据处理	43
§ 3.8、 软件界面及功能介绍	43
第四章 计算机化物理实验仪弦音计的设计	
§ 4.1、 弦音计的系统结构	49
§ 4.2、 弦音计的硬件电路设计	50
§ 4.3、 弦音计的软件模块设计	54
总 结	61
参考文献	62
致 谢	64

Contents

Introduction	1
Chapter 1、 The summarization of ULS	
§ 1.1 The summarization of ULS	3
§ 1.2 SENSOR-CASSY introduction	4
Chapter 2、 Network communications applications in the design of ULS	
§ 2.1 Computer network	6
§ 2.2 Newwork programme API (Socket)	11
§ 2.3 Communications software design by Delphi	17
§ 2.4 The ULS communications software design	23
§ 2.5 The ULS communications software code	24
Chapter 3、 The technology of serial port monitoring communication system applications in the design of ULS	
§ 3.1 Technology of computer interface	27
§ 3.2 Serial port communications	29
§ 3.3 Parameter of serial port	31
§ 3.4 Programmer design of serial port communications	33
§ 3.5 Serial port communications software design by Delphi	37
§ 3.6 Automatism data capture	40
§ 3.7 Experiment data disposal	43
§ 3.8 Softwave system introduction	43
Chapter 4、 The design of SONOMETER	
§ 4.1 The framework of SONOMETER	49
§ 4.2 The circuit design of SONOMETER	50
§ 4.3 The software design of SONOMETER	54
Summarize	61
Reference	62

引 言

随着计算机、Internet 网络技术的飞速发展，人类社会正在由工业化社会向信息化社会迈进。在物理实验方面的最大变革莫过于在实验仪器的计算机自动化升级上，这是实验仪器发展的一大趋势。同时伴随着 Internet 网络技术的发展，通过网络来实现对仪器设备的自动控制将成为网络应用的重要领域之一，这也是实验仪器发展的更进一步趋势。

与此同时新的教育理念也应运而生，例如：网络大学、远程教育等等，这些新兴的教学方式打破了传统教育的时间限制、地域限制，使学习者可以按照自己的学习计划在网上学习，能够更充分地利用教育资源。这些教学方式蓬勃发展的同时也存在各种各样的瓶颈问题，这些问题日益尖锐化，越来越成为保证远程教育发展和提高远程教育质量的屏障。例如，实验是教学活动中一个必不可少的过程，很多学习科目都是以实验课程为基础的，尤其是对于一些实践性较强的学科，例如物理、化学等等，实验对于培养学生的实际操作能力和解决问题的能力是至关重要的，学生的大部分实践能力都是通过实验得到的，在远程教育中，由于教学机构与学生在空间上分离，学生无法到学校实验室进行具体的实验操作，这已经成为了远程教育高质量发展的一个制约因素。

在对于通用实验系统的开发，德国的 Leybold 公司生产的通用嵌入式数据采集系统 CASSY 已经成功的连接了该公司设计的所有基于计算机的物理、化学、生物等 70 多个实验。美国 NI 公司不但在硬件方面设计出高端的数据采集接口卡系列，而且软件开发系统 Labview 以其友好的界面和 G 语言的简化编程正倍受用户推崇。国内还没有哪一个厂家能够开发出如此高性能、高稳定性的通用实验数据采集系统。

虽然 Leybold、NI 公司在硬件生产上已经领先于国内各个厂家的水平，但是他们开发的基于各自硬件系统的实验系统并未实现网络化功能。

所以笔者提出在本地计算机化实验的基础上,设计出一套支持国际互联网的通用的实验系统,并且基于该系统逐步建立起远程虚拟实验室。虚拟实验室的建立将推动远程教育的进一步发展,这将是一个有着相当应用前景的研究课题,

基于国际互联网的远程通用实验系统是互联网技术与监控技术的结合体,它的开发将解决了实验仪器连网、远程控制、实验数据远程获取,以及实验数据可视化处理等问题,实现远程网络物理实验。本文将对该系统的具体实现过程做一详细阐述。

在完成上述网络通用实验系统软件开发之后,考虑到目前实验室的弦线上波的传播实验还是依靠手动和目测观察驻波特性,未实现实验的计算机化,所以笔者用单片机开发出计算机自动化实验仪器——弦音计。这将在第四章中给出详细说明。

第一章 远程通用实验系统的总体概述

§ 1.1、远程通用实验系统的总体概述

基于国际互联网的远程通用实验系统是网络技术和计算机监控技术相结合而开发的实验系统。它的开发将解决了实验仪器联网、远程控制、实验数据远程获取，以及实验数据可视化处理等问题，实现远程网络物理实验。图 1 是该系统的总体方框示意图：

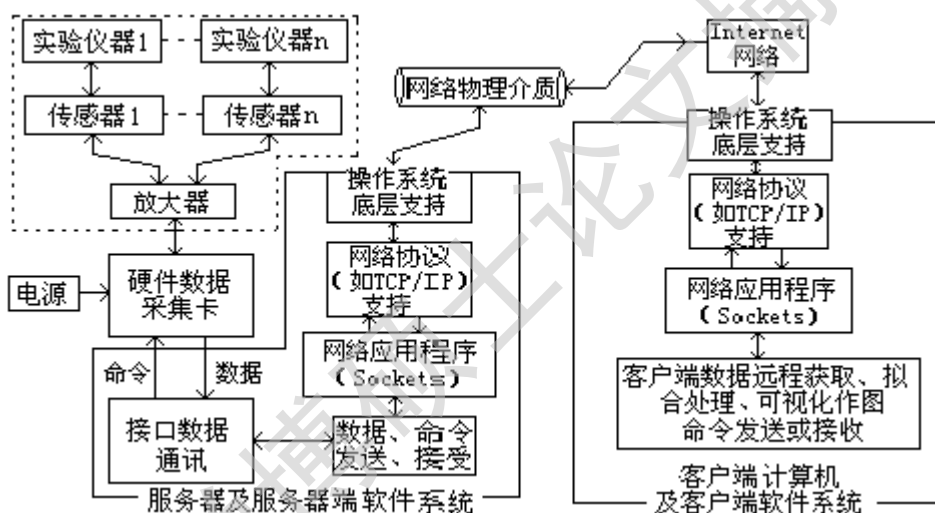


图 1、基于国际互联网的远程通用实验系统的总体方框示意图

说明：框图中的“实验仪器 1”……“实验仪器 n”是代表着实际物理实验中支持计算机化的仪器设备。

由笔者所设计的基于国际互联网的远程通用实验系统是由服务器端软件系统、客户端软件系统，以及服务器端连接服务器和各种实验仪器的硬件数据采集卡 SENSOR-CASSY 组成的。每次实验只允许该系统与某一计算机化实验仪器相连进行实验。虚线框中的 n 个实验仪器只表示该系统可以满足较多的实验仪器实现网络化。

该实验系统利用一台计算机作为服务器通过数据采集卡 SENSOR-CASSY 连接计算机化实验仪器，远程实验者下载到该实验系统软件后，运行软件通过国际互联网登录我们的服务器，经过服务器端软件的合法验证后，服务器端软件将建立与客户端软件的单线程连接。服务器端软件将接收远程实验者的开始、结束实验，以及实验参数相关设置等命令，并转发给智能化实验仪器，从而实现实验仪器的远程控制；实验结果数据由数据采集卡采集返回到服务器，再由服务器通过互联网发送回客户端；客户端的软件系统将对接收到的数据进行处理，而完成相应的各种物理实验。当然，这里的具体物理实验仪器必须支持计算机化。当不需要网络功能时，可以进行本地实验。实现数据的本地采集，本地处理，本地可视化显示。

§ 1.2、数据采集卡 SENSOR-CASSY 简介

本系统采用的数据采集卡是德国 Leybold 公司生产的 SENSOR-CASSY，产品外观如图 2 所示：



图 2 、 SENSOR-CASSY 外观图

SENSOR-CASSY 数据采集卡外部变压器提供 12V 电源电压，串口计

算机相连，模拟 A/B 两通道输入，模拟电压输入测量范围： $\pm 0.3/1/3/10/30/100\text{V}$ ，电流输入测量范围： $\pm 0.1/0.3/1/3\text{A}$ ，输入测量误差： $\pm 1\% \sim 0.5\%$ ，采样频率最高可达到 100kHz ，采集方式有 RAM 存储采集和实时采集两种。其具体工作过程将结合下文的串口通信给出详细的说明。

我们的工作是为让 SENSOR-CASSY 不但具备本地数据采集能力，而且支持网络功能。

第二章 网络通信在系统设计中的应用

本系统网络通信部分的设计是建立在 TCP/IP 协议基础上，通过 Winsock 程序设计来实现的。网络通信编程所涉及到的知识比较广，本章就只在 Winsock 程序设计时所要了解的基本内容作一定的阐述，其目的是解释清楚该设计为什么采用基于 TCP 的通信方式，以及解释在软件设计中所涉及到的概念性问题。因为 TCP/IP 协议以及网络通信方面的知识是基础理论知识，作者的创新之处只是把网络通信与物理实验相结合实现网络物理实验罢了。

§ 2.1 计算机网络

计算机网络就是利用通信线路将分散在各地的、并具有独立功能的多个计算机系统互相连接，按照网络协议进行数据通信，实现资源的共享的计算机集合。计算机网络首先是一个集合体，是由多台的计算机组成。计算机之间的互连是指它们彼此之间能够交换信息。独立功能是指每台计算机的工作是独立的，任何一台计算机均不能干预其他计算机的工作。

最简单的网络就是将两台计算机连在一起，共享文件和打印机；而最复杂的网络就是将全球的计算机都连在一起，形成当今最为热门的 Internet。

(1) 网络的应用和故障的发生

计算机网络使众多的计算机可以方便的传递信息，共享软/硬件资源。互联网可以为用户提供的应用服务非常多：超文本查询服务 (WWW)、电子邮件、远程登录、文件传输以及硬件资源的共享等等。可是计算机网络是由多台的计算机组成，相互之间有复杂的数据传输关系，所以它们在通信的时候会出现一系列的问题：硬件故障、网络拥挤、重包、包丢失、数据出错、包延时 (TIME OUT) 等等。

以上只列出了传输中出现的主要问题，当然，在网络中还有许多其他

的问题,计算机网络要实现应用服务的功能同时还要解决上述的许多网络故障,如果单独依靠通信软件来实现是及其复杂的。所以,需要有通信协议的支持。

(2) 通信协议

通信协议,就是为了维护网络的正常运作以及互相连接,而产生的一些特殊的协议,也被称为协议家族或协议套件。协议可以理解成通信的各个方面之间所达成的一致的、共同遵守和执行的一些约定。概括的讲,在互相通信的不同计算机进程之间,存在有一定次序的、相互理解、相互作用的进程,协议规定了这一过程的进展过程,或定性规定这些过程能够实现哪些功能和满足哪些要求。网络协议对于计算机通信具有硬件透明性。为了提高效率,协议之间应该只处理没有被其他协议处理过的那部分通讯问题;为了让协议的实现起来更加有效,协议之间应该能够共享特定的数据结构;为了使得协议能够处理所有的硬件错误以及其他异常情况,为了保证协议工作的协同性,通讯协议最终的设计具有分层的垂直栈结构。分层的设计方法,将复杂的问题分解成一些简单的问题,然后按层次进行软件设计,实现起来也容易。而且各层之间相互独立,每一层都有自己的格式,上层与下层之间有一定的依赖关系,使得各层的添加和修改功能变的容易。关于协议分层的思想,有两个体系占据了主导地位:一个是国际标准化组织(ISO)和国际电报电话咨询委员会(CCITT)共同出版的开放系统互联的参考模型OSI,另一个则是被广泛使用的TCP/IP模型。^[1]

(3) OSI模型和TCP/IP模型

国际标准化组织ISO为计算机网络通信制定的一个七层框架。这个七层协议的框架,成为“OSI/RM”(Open System Interconnection/Reference Model,开放系统互联参考模型),如图3所示:

OSI模型把计算机网络通信的组织与实现按功能划分为七层次,即从一个计算机系统发出通信请求开始,到信息过经实际物理线路传送到另一个目标计算机系统为止,把通信功能从高到低划分为应用层、表示层、

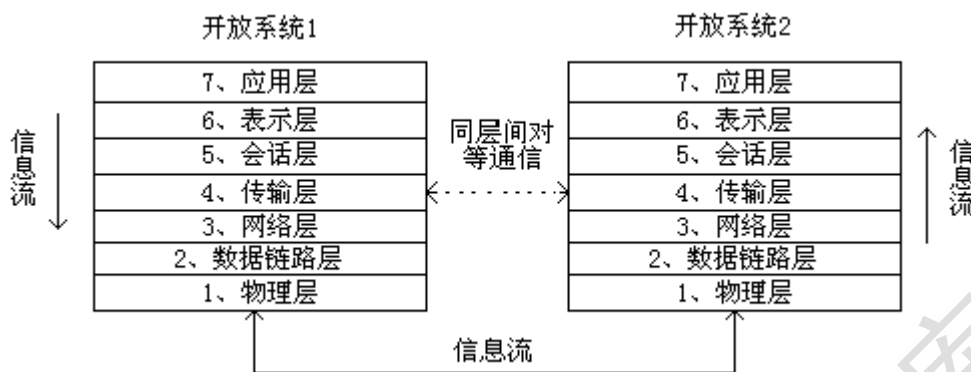


图 3、OSI 模型与通信流程^[1]

会话层、传输层、网络层、数据链路层和物理层，当然，OSI 模型只是一个框架，它的每一层并不执行某种功能，功能的具体实现还需要通信协议，他们主要是软件来进行。当数据在层间向下传播时（服务器部分），每一个层都会为传输中的数据增加一个包头（header），用于标识包的来源与目的。到了客户端时，每一层都从数据中读取并去除相应包头，执行请求的任务，并负责向上传输数据包。每种具体的协议一般都定义了 OSI 模型中的各个层次具体实现的技术要求。各层的具体功能如表 1。

表 1、OSI 模型中各层的功能^[3]

1	物理层	实现计算机系统与网络间的物理连接
2	数据链路层	进行数据打包与解包，形成信息帧
3	网络层	提供数据通过的路由
4	传输层	提供传输顺序信息与响应
5	会话层	建立和终止连接
6	表示层	数据转换，确认数据格式
7	应用层	提供用户程序接口

OSI 模型为各种协议的实现规划了一个非常优秀的框架。但是在

TCP/IP 协议被广泛的应用于广域网 (WAN) 和局域网 (LAN) 的时候, OSI 模型还没有产生。也因此, 尽管现在美国政府试图推广开放系统互联 (OSI) 协议, 而 TCP/IP 协议仍被视为一个真正的开放系统, 已经成为事实的工业标准。Internet 就是采用 TCP/IP 协议作为共同的通信协议, 将世界范围内许许多多的计算机连接在一起, 成为当今最大的和最流行的国际性网络。基于国际互连网的远程通用实验系统的通信软件设计基础就是 TCP/IP 通信协议。

经过多年的发展, 出现的由 4 层组成的 TCP/IP 体系结构模型对应于由 7 层组成的 OSI 参考模型。TCP/IP 体系结构模型的各个层各自代表网络通信的不同任务和组成部分。TCP/IP 不是一个单一的协议, 而是一个协议簇。他和 OSI 模型的对应关系以及 TCP/IP 主要协议如图 4 所示。^[2]

其中: TELNET 协议 (远程登录协议)、FTP 协议 (文件传输协议)、SMTP 协议 (简单邮件传输协议)、DNS 协议 (域名服务协议)、TCP (传输控制协议)、UDP (用户数据报协议)、IP 协议、ICMP 协议 (因特网控制报文协议)、ARP 协议 (地址转换协议)

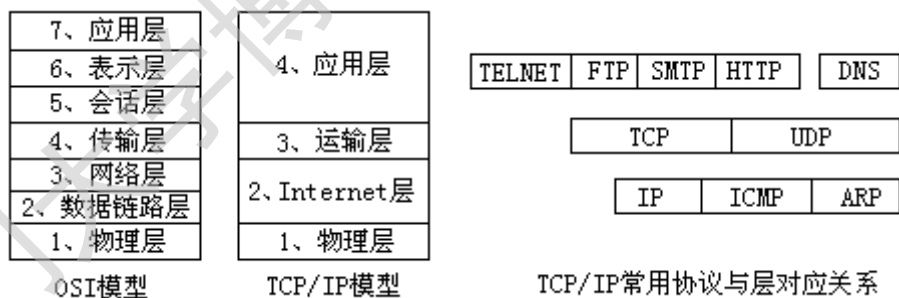


图 4、OSI 模型和 TCP/IP 模型对应关系及 TCP/IP 常用协议^[2]

广泛的讲, TCP/IP 协议包括 4 个软件层次, 分别为: 物理+数据链路层、网络层、传输层和应用层。详细介绍如下:

物理+数据链路层 (Network Interface Layer)。这是 TCP/IP

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts 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.

厦门大学博硕士论文摘要库