



华南师范大学

SOUTH CHINA NORMAL UNIVERSITY

实验综设论文

论文题目：基于 LabVIEW 的的远程控制单摆实验

指导老师：吴先球教授

学生姓名：林炫吉

学 号：20140009015

院 系：物理与电信工程学院

专 业：物理学勳勤创新班



摘 要

随着科学技术的发展,现在电脑技术应用于更多的物理实验。这使得实验操作更加便利,实验结果精确度更高。其中,LabVIEW 软件程序应用于物理实验设计使得虚拟仪器可以和远程控制实验结合,同时也使远程控制实验的实现成为可能。本文将以远程控制单摆实验为例,介绍用 LabVIEW 软件程序设计客户端和服务端,来实现远程控制单摆实验。

关键词: LabVIEW, 远程控制, 单摆



Abstract

With the development of science and technology, now computer is applied to more physical experiments. It makes the experiment more convenient and the results more accurate. It is worth stressing that, the application of LabVIEW software in physical experiments allows virtual machines to combine with remote control experiments and enables remote control experiments to be possible. In this paper, we will take the remote control single-pendulum experiment as an example. We will design the client and server with the LabVIEW software program to realize the remote control single-pendulum experiment.

Key words: LabVIEW, Remote control, Simple-pendulum



目录

摘 要	I
Abstract	II
目 录	III
1 引言	1
2 概述	2
2.1 虚拟仪器和 LabVIEW	2
2.1.1 虚拟仪器简介	2
2.1.2 LabVIEW 简介	2
2.2 LabVIEW 的单摆研究现状	2
2.3 LabVIEW 在教学中的应用	2
2.3.1 LabVIEW 在中学教学中的应用	2
2.3.2 LabVIEW 在大学教学中的应用	3
3 基于 LabVIEW 的单摆实验设计原理	3
3.1 单摆实验原理	3
3.2 LabVIEW 的设计原理	4
3.3 LabVIEW 的 TCP 通信及 VISA 通信	4
3.3.1 TCP 通信	4
3.3.2 VISA 通信	4
4 基于 LabVIEW 的单摆实验设计	5
4.1 单摆远程控制系统	5
4.2 单摆仪器简介	7
4.3 LabVIEW 程序设计	7
4.3.1 客户端前面板	7
4.3.2 客户端程序框图	8
4.3.3 服务器前面板	9
4.3.4 服务器程序框图	9
4.4 远程实验过程	9
4.5 调试方法	10
4.5.1 虚拟串口驱动	10
4.5.2 串口调试助手	10
5 结论	11
6 仪器不足, 改进和展望	11
6.1 仪器不足和建议	11
6.2 展望	11
参考文献	12
致 谢	13



1 引言

基础物理实验课中要求利用单摆探究振动的周期和摆长的关系，并测定当地的重力加速度。在很多的中学中都有设置该实验，然而由于课程设置等原因单摆实验未能全面实现给每个学生都有操作实验的机会。利用 LabVIEW 则可以结合虚拟仪器，实现远程控制单摆实验。在电脑操作就可以使学生单独完成操作释放小球，记录数据，计算重力加速度等过程，同时使学生对单摆实验有更深刻的认识。

LabVIEW 在中学和大学都有应用和研究，中学是应用于实验中，大学则是倾向研究设计性实验，或者实现某项功能。总之，LabVIEW 远程控制实验的研究方兴未艾，这方面有很多可以做的事情。

用虚拟程序来写 TCP, VISA, 用互联网传递数据控制单片机，单片机控制实验仪器运行，记录数据。这是用 LabVIEW 远程控制实验的基本方法。其中涉及程序，互联网，仪器的特别设计。程序就好比有客户端和服务端，客户端发送指令，服务器通过互联网接收信息，对单片机发送指令，运行后记录并返回数据到客户端，客户端设计显示的图或返回端。互联网是传输的媒介，IP 地址，VISA 和 TCP 通信部分。现场仪器一般需要特别设计，加上单片机的控制。

在本文中，我们将真实介绍设计远程控制单摆实验，对单摆进行一系列远程控制，最终实现对单摆实验的重现。我们将介绍虚拟仪器，LabVIEW，单摆实验的原理；程序的设计理念和设计图；控制过程；结论和改进等。



2 概述

2.1 虚拟仪器和 LabVIEW

2.1.1 虚拟仪器简介

虚拟仪器的概念最早是由美国国家仪器公司于 1986 年提出来的，这是对传统仪器概念上的重大突破。其基本原理是以计算机为硬件平台，使原来需要硬件实现的各种仪器功能尽可能地软件化，利用高效灵活的软件控制高性能的硬件来完成各种测试，测量和自动化的应用，以便最大限度地降低系统成本，增强系统功能与灵活性。用形象语言来概括虚拟仪器的原理，即“软件就是仪器”。[1]

2.1.2 LabVIEW 简介

LabVIEW 是一种用图标代替文本行创建应用程序的图形化编程语言。相比于传统的语句指令它是采用数据流编程方式，用节点间的数据流向来看函数的执行顺序。

LabVIEW 也是实验室虚拟仪器集成环境的简称，它的设计语言是 G 语言编写。前面板界面与真实仪器相像，故而被称为虚拟仪器 VI，编写出的程序都冠于 VI 的后缀名。本文主要用到的通信原理包括 TCP 通信（客户端与服务器的连接）及 VISA 通信（服务器与单片机的连接）。

LabVIEW 软件可以设计各种外观和传统仪器相近的前面板，方便创建用户界面，通过编程来控制前面板的对象。前面板和程序框图的分开设计也是一大特色。

2.2 LabVIEW 的单摆研究现状

王智勇老师的《用 LABVIEW 模拟单摆实验》[2]中介绍了如何利用 LABVIEW 通过图形化编程动态的改变摆长、初相等物理量，实时的观察到摆动的变化、振幅和速度的变化关系等。

华南师范大学物理与电信工程学院的王越老师和蔡霞老师都对虚拟仪器实现单摆法测量重力加速度有过研究[3]。其中王越利用单片机和光电传感器采集和处理实验数据。而蔡霞通过 H2010 型光电门、声卡和 LABVIEW 搭建数据处理平台采集和处理实验数据。

2.3 LabVIEW 在教学中的应用

2.3.1 LabVIEW 在中学教学中的应用



虚拟实验是当今科研领域的主要研究方法之一，随着网络技术与教育的不断融合，使得虚拟实验应用到各种实验教学中成为可能。成为当今中学教育以及实验教学的热点研究之一。

虚拟实验不同于以往的实验教学方法：1. 处理好虚拟实验与真实实验的先后关系，有助于教学多样化的展开。2. 学生自主探究学习模式的探索。[4]

以声音的特性物理实验课程为例，通过 LabVIEW 语言编写虚拟仿真软件，可以探讨初中物理虚拟仿真实验的教学应用。举例初中物理课程中声音的特性实验课。作为虚拟仿真技术演示课程，设计了虚拟仿真软件，实现了声音的产生、声音的获取、声音的分析、声音的存储等功能。同时，针对教学特点和要求，在软件中通过对影响声音特性的频率、音量等因素进行可调整设计，可以通过改变频率、音量来实时显示其对生成声音的影响，让学生可以直观、深刻了解声音的特性。[5]

对于中学教学而言，虚拟仪器实现人人都可动手做实验，通过自己操纵电脑感受到实验操作过程。有利于教学多样化和学生自主学习。

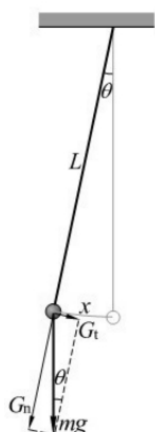
2.3.2 LabVIEW 在大学教学中的应用

基于 LabWindow s/CVI 开发环境，配合 NI-6009 数据采集卡，以“非平衡电桥应用”等实验为例，用虚拟仪器来实现大学物理实验的数据采集、处理过程，不仅使开发物理实验软件的过程相对简单，而且可以使大学物理实验更加生动、直观，从而提高大学物理实验教学质量。[6]

3 基于 LabVIEW 的单摆实验设计原理

3.1 单摆实验原理

用一根绝对挠性(物体受力变形，作用力失去之后不能恢复原状的性质称为挠性)且长度不变、质量可忽略不计的线悬挂一个质点，在重力作用下在铅垂平面内作周期运动，就成为单摆。



$$\text{动力学方程为 } \frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin\theta = 0$$

$$\theta \leq 5^\circ \text{ 时 } \sin\theta \approx \theta$$

$$\text{解得 } \theta = \cos(\omega t + \varphi) \text{ 其中 } \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$



$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

3.2 LabVIEW 的设计原理

本实验采用远程控制 C/S (Client/Server) 模式，利用 TCP/IP 协议实现客户端与服务器的通信，利用 VISA 实现服务器与单片机的通信。通过美国 NI 公司提供的 LabVIEW 虚拟仪器软件开发平台编写客户端与服务器的主程序。客户端主程序将实验操作转化为控制信号，通过互联网把对应操作的信号送至服务器，服务器通过 VISA 建立与单片机的连接，实现单摆法中摆球摆动测量周期和重力加速度的远程实验。

3.3 LabVIEW 的 TCP 通信及 VISA 通信

3.3.1 TCP 通信

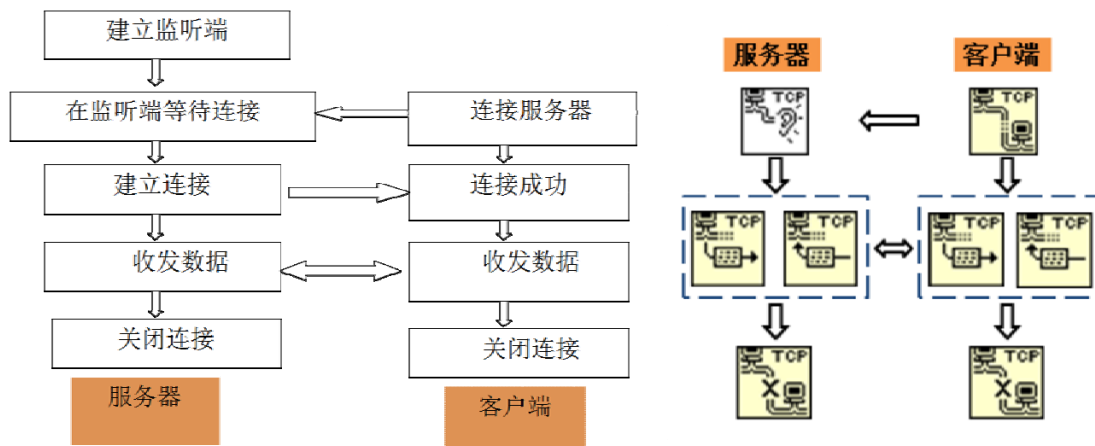


图 1: TCP 通信

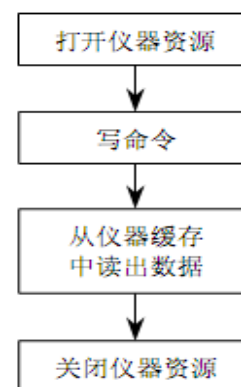
如图 1, 当建立客户端和服务器的通讯时, 需要指定地址和通讯的端口号。在相同的地址和端口号情况下, 两台机方可实现连接。进行收发数据。服务器有一个监听端, 客户端打开 TCP 连接, 连接成功后, 收发数据, 最后都是关闭 TCP。

3.3.2 VISA 通信

VISA 是虚拟仪器软件体系结构的缩写 (Virtual Instruments Software Architecture), 实质上是一个 I/O 口软件库及其规范的总称。

图 2 是 VISA 仪器控制流程, VISA 作为测试程序和数据传输总线的中间层, 为应用程序和仪器总线的通信建立了通道。

VISA 是应用于仪器编程的标准 I/O 应用程序接口 (API), VISA 本身并不具有仪器编程能力, VISA 是调用底层驱动





4 基于 LabVIEW 的单摆实验设计

4.1 单摆远程控制系统

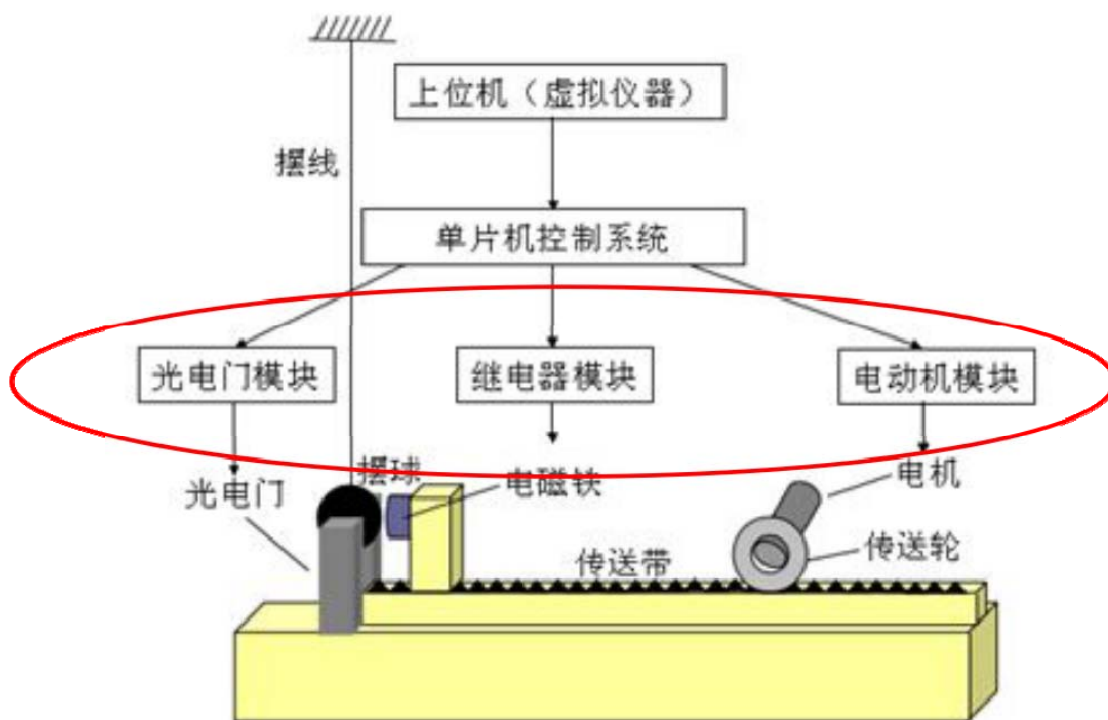


图 3: 单摆仪器模块

光电门模块：采集摆球经过光电门时的摆动信号，摆球经过光电门时，遮挡住光电门一端红外线使另一端收不到信号，从而会在光电门输出端产生高电平，当摆球过去后，接受到红外线的光电门又会产生低电平。所以在有高电平时就是小球过光电门的时候。进一步光电门可以记录摆球摆动的周期。

继电器模块：继电器用来吸住小球，同时通过通电不通电控制小球收放。

电动机模块：驱动传送带，实现电磁铁位置远近从而实现控制小球开始的位置。

同时要实现远程控制，还要把实验装置置于服务器端，客户端与服务器端建立连接，向其发送相关命令，服务器接收到后通过 VISA 写入函数向串口写入相关命令，通过单片机系统去控制摆角和摆长。

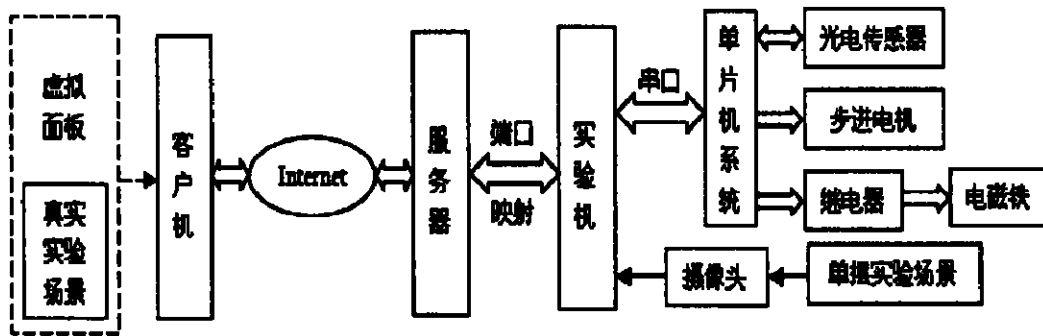


图 4：单摆远程控制系统

以下是本实验实现的功能所对应的命令字。（因为上下调绳长的电机坏了所以这里没有进行设计）

指令	过程	命令字
电机启动 并返回绳长数据	电机 1 启动，电磁铁吸引摆球，并牵引摆球到合适的摆角然后释放，同时测距模块测得绳长	1
光电门开关	光电门开启，持续接收光电数据。当单片机缓冲区填满时，自动返回数据给上位机（计算机）。也可通过 LabVIEW 中的“VISA 读取”读取缓冲区中的数据。（注意读取完成后，一定要发送指令“5”关闭光电门，不然单片机会持续读取，影响其他操作）	2
光电门开关	光电门关闭	5
测定周期和重力加速度	显示图像后，选定两个时间和时间周期，测定周期和重力加速度，自动显示结果	无

表：操作所对应的命令



4.2 单摆仪器简介

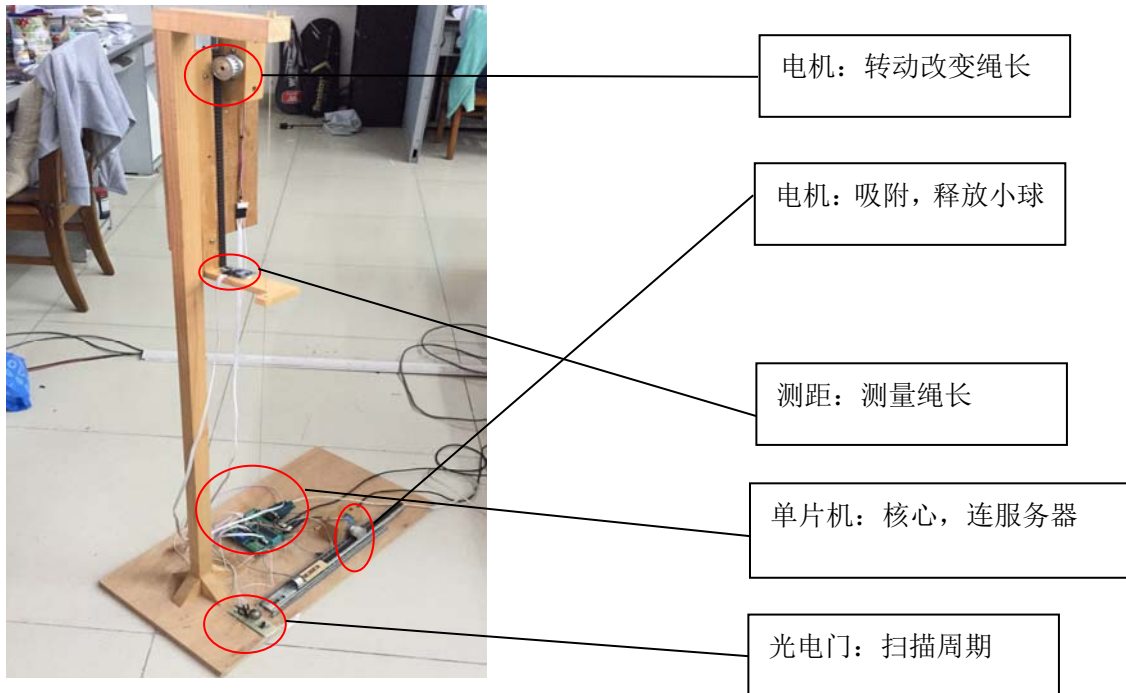


图 5: 单摆现场仪器

4.3 LabVIEW 程序设计

4.3.1 客户端前面板

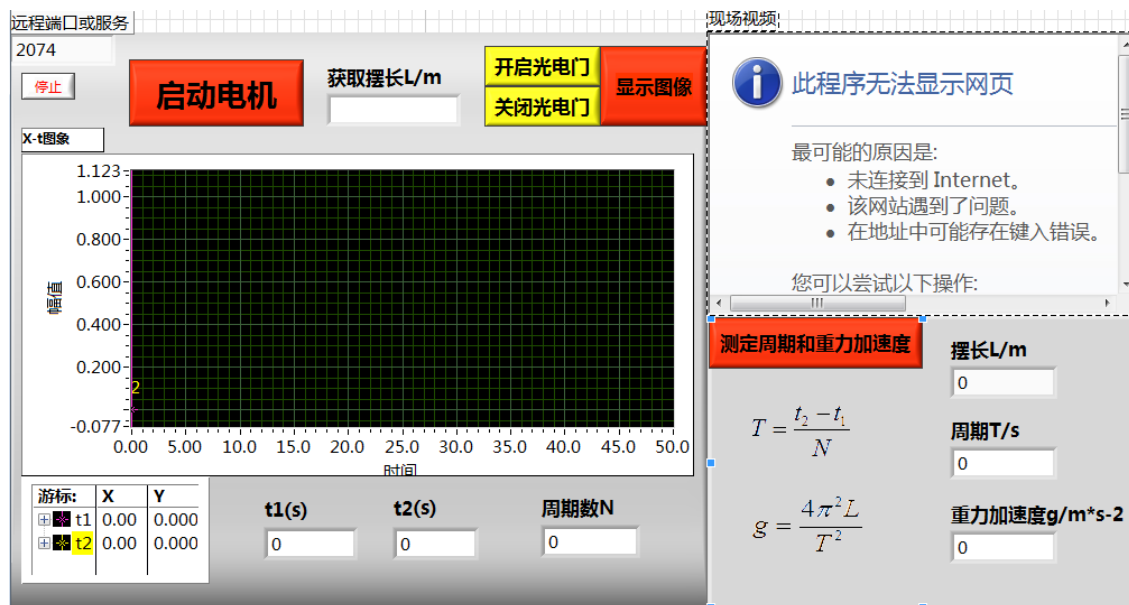


图 6: 客户端前面板

如图：客户端可以分为 5 个部分，左边上面部分（启动电机，开关光电门，读图），左边中间部分（图像显示），左边下面部分（用户设置参数部分），右



边下面（设置完参数后按下“测定周期和重力加速度”会自动显示），右上部分（现场视频回传）。

设计是基于读周期图的波形图表为前提，往下设置测定计算模块，上面放其他操作按钮，红色的是最重要的操作，黄色次之。整个布局比较合理，增加现场视频回传部分，力求美观。

4.3.2 客户端程序框图

总共由三个部分组成。

第一部分图 7，循环外面由 TCP 建立起客户端与服务器的连接，内部有上下部分，上部是事件结构，在前面按下不同按钮要在这里实现发不同的命令字（前面表格已经说明）。下部是条件语句，通过发出的命令字经过（空字符串/路径？）实现调控，画出标准的单摆周期 $x-t$ 图像。

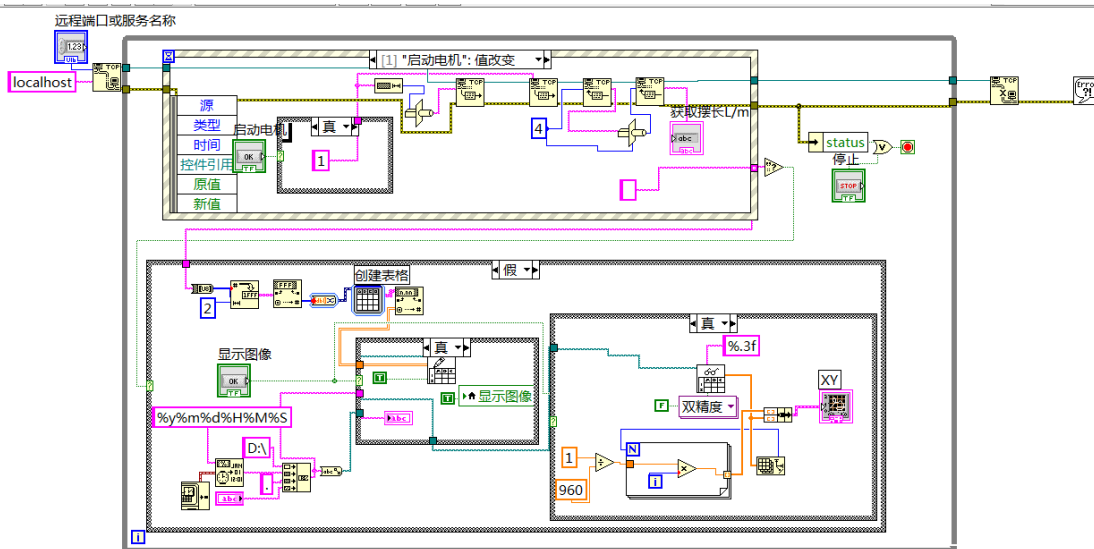


图 7：客户端程序框图 1

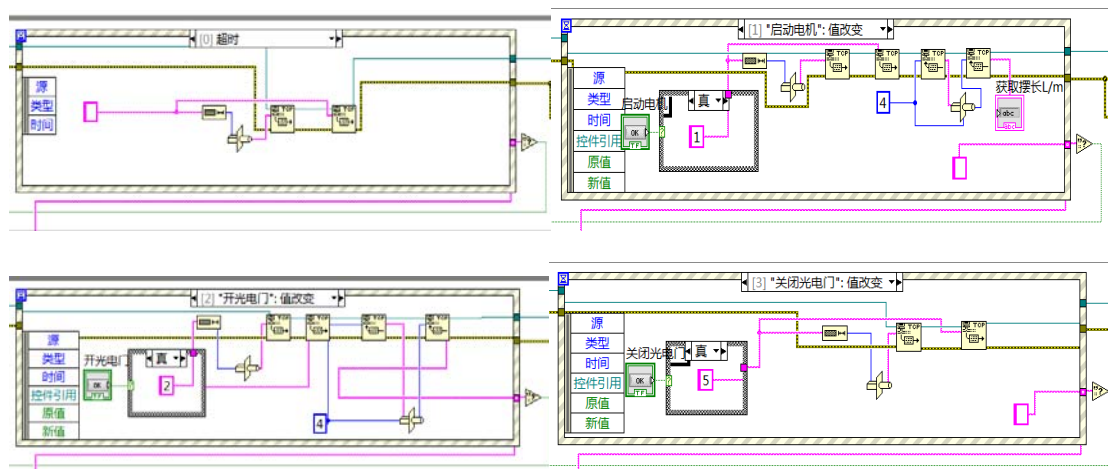


图 8：事件结构命令字

事件结构中用一个条件语句来控制是否发命令，节省资源。（防止重复发指



令) 启动电机和开光电门既有发出数据又有接受数据。

第二部分, 第三部分见图 9, 左图是通过按钮控制来进行计算, 右图是视频回传的部分。

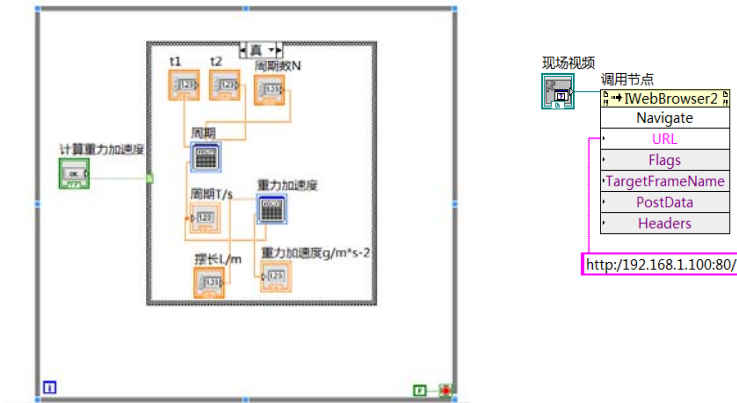


图 9: 计算周期和重力加速度和视频回传

4.3.3 服务器前面板

有停止按键, 端口, VISA 资源名, TCP 输出 (命令字)。



图 10: 服务器前面板

4.3.4 服务器程序框图

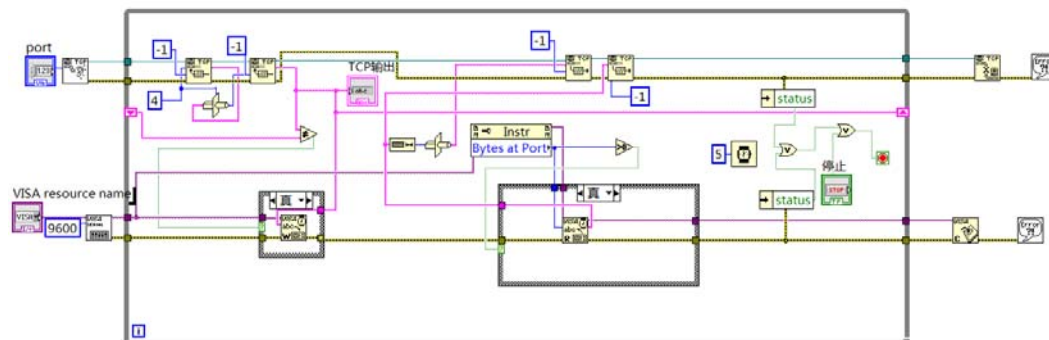


图 11: 服务器程序框图

4.4 远程实验过程

用户打开客户机, 运行程序。

控制电机启动: 给一个控制电机启动的命令字 2, 该状态值将通过 Internet 和服务器送往实验机, 实验机接收到电机的启动控制状态值, 将其通过串口送入



单片机。接下来单片机调节电机转动。吸住小球，回到一定位置释放小球。

读取数据：当看到摆球摆动均匀时，可以开始读取数据，给命令字 3 打开光电门，传感器采集摆球摆动信号，并将该信号通过单片机经过串口传入实验机，再通过服务器和 Internet 送回客户机。

绘图：客户机实时接收信号，并绘制出摆球摆动信号。按下显示图像可以看到。

给边界条件（即取 T1, T2），按下按钮，通过摆球摆动信号和摆长我们可以很容易得到摆动周期，从而得出当地的重力加速度。

4.5 调试方法

4.5.1 虚拟串口驱动

虚拟串口驱动是当电脑无外接串口时，可以用它在电脑上打开两个虚拟的串口的一款软件。如图 12 左边虚拟串口驱动界面，虚拟串口驱动打开的两个端口（COM5 和 COM6）可以用来实现数字通信。

4.5.2 串口调试助手

第一步先选好端口，然后点击打开串口，这时便直接跟串口实现了通信。图 12 右边上半部分为接受区，它把来自串口的数字信号显示给用户。下半部分为发送区，可以发送任何数字信号给串口，这样就用户可以直接与串口通信，发送命令来看串口是否正常。

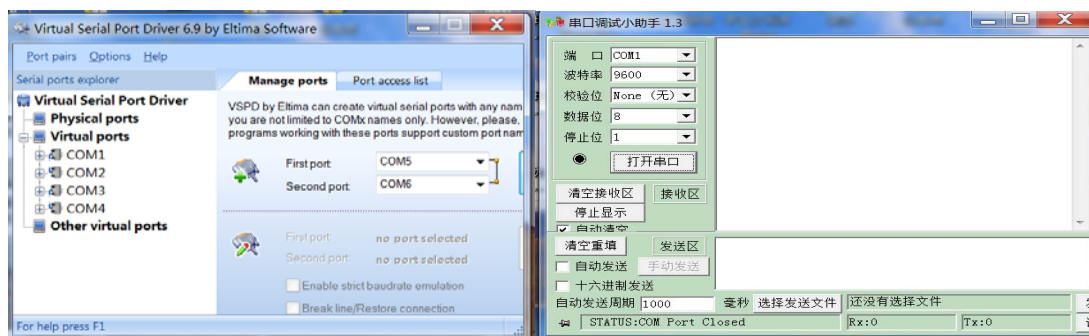


图 12: 虚拟串口驱动和串口调试助手



5 结论

本次基于 LabVIEW 的远程控制单摆实验设计收获良多。我们用电脑 LabVIEW 编程成功实现单摆实验操作和数据处理。虽然有很多硬件上的问题和编程上的问题，但还是总体地实现了预期目标，做出的结果图有录像，也有现场实验成功。成功计算周期和重力加速度。

编程设计上一波三折，有很多优化改进的地方，比如事件结构的条件语句引入控制因数，服务器框图的 TCP 时间处理等。

实验有良好的可重复性，改进后可应用于实际教学。

6 仪器不足，改进和展望

6.1 仪器不足和建议

在实际操作时，未能实现改变绳长，因为电机受到摩擦力较大，也有可能是材料或者动力问题，可以考虑换个马达同时固定好轨道。

很难调仪器水平导致释放小球时轨道不稳，建议加个重力调节，四个角可以加上螺丝钉改变仪器底盘高低，控制水平。

光电门不灵敏，个人观察过发现测距的仪器有时候不水平，光电门两个门不对称，有时会影响读数，尤其是绳长测距很难出来，建议位置重新测量固定好。

6.2 展望

虽然由于硬件问题，本次实验很多时候会做不好。但最后还是成功的。明白在远程控制实验的过程中，程序固然是重要的，但是也要有精度较好的，可以搭配的特殊仪器才能实现。根据个人体会实验的成功率，对于像力学的实验有很多将会很难实现远程，原因就在于特殊仪器的设计。设计出来要有精度要求，要有成功率。这方面我们还可以有很多事情可以做。

同时，通过实验编程也可以实现各种各样不同功能，进一步去用 LabVIEW 覆盖中学实验也是所有这方面的学者可以努力的目标。

人无完人，本文展望也仅限个人拙见。如果文章有述说不当或者需要修改的地方，还望读者不吝赐教，十分感谢。



主要参考文献

- [1] National Instruments. Measurement and Automation Catalogue[Z]. 1999
- [2] 用 LABVIEW 模拟单摆实验[J]. 王智勇, 孙旻. 沈阳工业大学. 2012
- [3] 基于 LabVIEW 的单摆法测重力加速度远程实验设计[J]. 王越, 林曼虹, 吴先球. 广东技术师范学院学报. 2015 (05)
- [4] 虚拟实验在中学物理教学中的应用[J]. 马鹏程. 产业与科技论坛. 2016
- [5] 虚拟仪器在中学物理实验教学的应用研究[J]. 王青. 山东省临沭县第一初级中学. 2016
- [6] 虚拟仪器在大学物理实验中的应用[J]. 杨杨, 王锦辉. 物理与工程. 2009



致 谢

最后感谢老师的悉心指导，自从开始综设时老师就鼓励我们“每一个人都要上去讲，发言。”这在我们后来的小组也形成“每一个人都要懂程序”的现象。感谢师兄师姐的耐心教导，为我们在程序设计中提供很多设施条件，解决我们的问题。感谢组员的大力配合，每一个组员都很给力，无论是理论还是应用都做了大量的工作，非常辛苦。

在此，谨向吴老师致以最真诚的谢意和崇高的敬意。谢谢师兄师姐的帮忙，组员之间的协助。本次实验收获良多。

林炫吉

2017年6月16日

华南师范大学