

基于互联网+虚拟仪器的摩擦力演示实验

林聪

(华南师范大学物理与电信工程学院, 14 物理学 2 班)

摘要: 在高中物理教学中, 关于摩擦力的部分一向是教学的重难点内容。本文通过设计以 LabVIEW 为基础的, 采用互联网+虚拟仪器实现的摩擦力演示实验, 来更好地达成摩擦力的教学目标。该实验目的是将采集到的摩擦力数据在 LabVIEW 中作图形化显示, 直观展现摩擦力的大小及其实时变化过程, 为教师的教学以及学生的学习理解提供方便。

关键词: LabVIEW, 摩擦力, 可视化

第一章 选题背景

第一节 摩擦力教学在中学的现状

在高中物理的课标要求中, 关于摩擦力的内容学生需要掌握如下知识点: 滑动摩擦力及其与动摩擦因数之间的关系、静摩擦力的研究。其中, 滑动摩擦力的作用过程连续且稳定, 对于其实验现象的观察和归纳难度较低; 而静摩擦力由于作用过程不显著, 加上其与滑动摩擦力之间突变的时间太短, 故对实际的教学造成了相当程度的困难。

在实际教学中, 常用弹簧测力计拉动物块来演示摩擦力的大小以及动、静摩擦力的突变过程。但基于摩擦力的上述特性, 弹簧测力计的精度和观察方便程度已不能满足更高的教学需求。加上传统的测量方法还存在着诸如教师的手动操作无法真正保持弹簧测力计的匀速拉动状态等诸多问题, 运用技术含量更高且更能体现物理规律的手段改进摩擦力相关教学实验已经成为了物理教学研究者们必须面对的课题。

第二节 互联网+虚拟仪器技术在实际教学中的运用现状

基于互联网+虚拟仪器技术进行物理实验, 实际上在当今的世界一流大学中已不是新鲜事物。从 90 年代开始, 国内的一些大学相继开展了虚拟仪器系统的研究与开发工作, 如: 哈尔滨工业大学、重庆大学、国防大学、成都电子科技大学、中国科技大学等。清华大学、复旦大学、上海交通大学等陆续建立的虚拟仪器实验室已经开始逐步将虚拟仪器技术引入我国的工程教育中。之所以互联网+虚拟仪器可以受到高等教育和科研机构的青睐, 与虚拟仪器本身和传统实验器材相比所具有的显著优势不无关系。

一般认为, 互联网+虚拟仪器包括有软件、数据采集器(接口)以及传感器三个组成部分, 而这些实质上也是一套数据采集系统所应包含的基本要素。数据采集系统在如今已经有着相当广泛的应用, 比如在生产过程中, 该系统可以应用到收集, 监控和记录参数的生产现场, 提供可靠准确的数据, 以提高产品质量, 降低成本; 在科研过程中, 该系统同样在大量动态信息的获取效率上远胜传统实验仪器和传统数据记录方法, 为一系列瞬时物理过程的研究提供了相当的便利。

因此, 互联网+虚拟仪器在理论上也能为中学阶段的物理教学, 尤其是摩擦力这种依靠强突变性实验作实际支撑的知识教学提供助力。然而, 由于互联网+虚拟仪器技术在我国起步较晚, 中学教师对此的认识也不多, 加上目前我国的基础教育资源分布依然不均, 在一些需要前往实验室动手操作的实验课里, 甚至有学校还无法保证供教师操作的仪器配备, 更罔

论互联网+虚拟仪器的参与。

但是，考虑到互联网+虚拟仪器物理实验的优点所在，我们可以发扬其长处，更好地对当前我国的中学物理课堂做出贡献。基于 LabVIEW 和网络摄像头，我们可以试图利用互联网+虚拟仪器实现摩擦力演示实验的远程控制及远程数据采集，改变有关仪器参数，进而改变摩擦力大小，并将实验画面和测量结果实时显示在教室的电脑屏幕上。这不仅可以大大方便师生教学，还能为互联网+虚拟仪器在中学课堂上的推广创造机会，让更多的教师和学生完成物理知识教学的同时认识虚拟仪器技术，尝试运用虚拟仪器技术，实现真正的“素质教育”。

第二章 选题实现

第一节 实验原理

摩擦力实验平台的系统装置如图 1 所示。通过 LabVIEW 设计的程序，计算机可向单片机发送命令，控制步进电机的转速。当电机沿逆时针方向转动时带动传送带转动，使得物块受到绳子对它的拉力和传送带对它的摩擦力，二者等大反向。当物块相对传送带静止时，物块受到静摩擦力；当物块相对传送带运动时，物块受到滑动摩擦力。物块所受摩擦力的大小通过力的传感器测得，并经过单片机返回至计算机。利用波形图表或仪表盘，我们可以将物块所受摩擦力的大小显示出来。而加上网络摄像头后，我们还可实现对实验现场的实时监控，学生能通过同时观察实验现象和摩擦力大小的变化来探究摩擦力大小的规律。

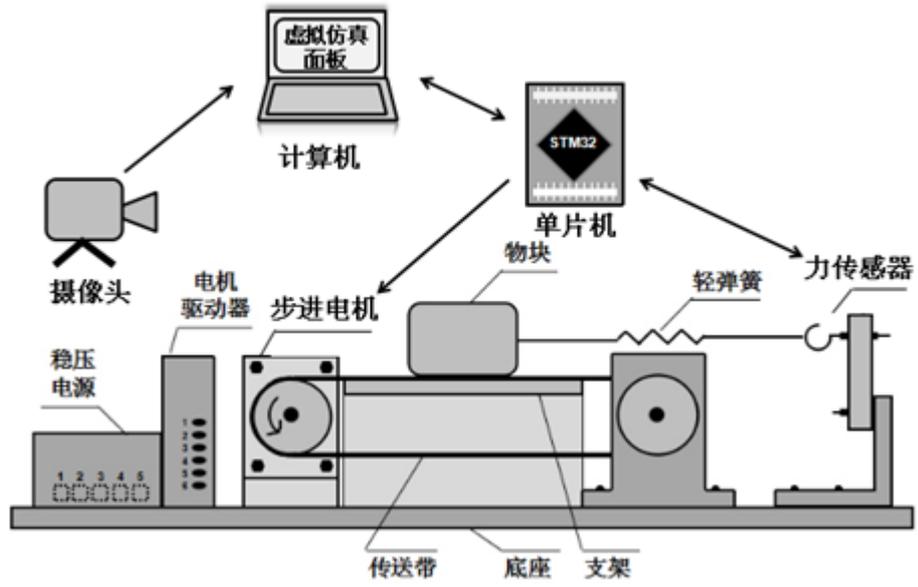


图 1 摩擦力实验平台

第二节 程序设计

2.1 运用工具介绍

2.1.1 LabVIEW

LabVIEW 作为一种程序开发环境，是由美国国家仪器（NI）公司研制开发，类似于 C 和 BASIC 开发环境，但是 LabVIEW 与其他计算机语言的显著区别是：其他计算机语言都是采用基于文本的语言产生代码，而 LabVIEW 使用的是图形化编辑语言 G 编写程序，产生的程序是框图的形式。

与 C 和 BASIC 一样，LabVIEW 也是通用的编程系统，有一个完成任何编程任务的庞大函数库。LabVIEW 的函数库包括数据采集、GPIB、串口控制、数据分析、数据显示及数据存储，等等。LabVIEW 也有传统的程序调试工具，如设置断点、以动画方式显示数据及其子程序（子 VI）的结果、单步执行等等，便于程序的调试。

LabVIEW（Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench）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。传统文本编程语言根据语句和指令的先后顺序决定程序执行顺序，而 LabVIEW 则采用数据流编程方式，程序框图中节点之间的数据流向决定了 VI 及函数的执行顺序。VI 指虚拟仪器，是 LabVIEW 的程序模块。

LabVIEW 提供很多外观与传统仪器（如示波器、万用表）类似的控件，可用来方便地创建用户界面。用户界面在 LabVIEW 中被称为前面板。使用图标和连线，可以通过编程对前面板上的对象进行控制。这就是图形化源代码，又称 G 代码。LabVIEW 的图形化源代码在某种程度上类似于流程图，因此又被称作程序框图代码。



图 2 LabVIEW 2013 开始界面

2.1.2 TCP 通信

TCP(Transfer Control Protocol)是TCP/IP 协议集中的隶属于传输层的传输控制协议。IP(Internet Protocol)是Internet 网络中隶属于网络层的基础协议,由IP 控制传输协议的协议单元称为IP 数据。IP 数据中含有发送或接收方的IP 地址。IP 提供可靠的、无连接的、具有时间限制的自动重试机制的数据投递服务,构成了Internet 网络数据传输的基础。TCP 以此为基础增加了连接管理和确认重发等机制,向更高层的应用程序提供面向连接的、可靠的传输服务。TCP/IP 协议族共分为四层:链路层、网络层、传输层和应用层。TCP/IP 协议的传输层,包括TCP、UDP 协议,可以被LabVIEW 直接应用。

UDP(User Datagram Protocol)是TCP/IP 中与TCP 同层的通信协议,二者间的不同点在于,UDP 直接利用IP 进行UDP 数据的传输,提供无连接的、不可靠的数据投递服务。但是UDP 在实时数据流传输过程中有独特的优势。在TCP 对话中通过三次握手建立点对点的连接,双机TCP 通信的流程图如图所示。

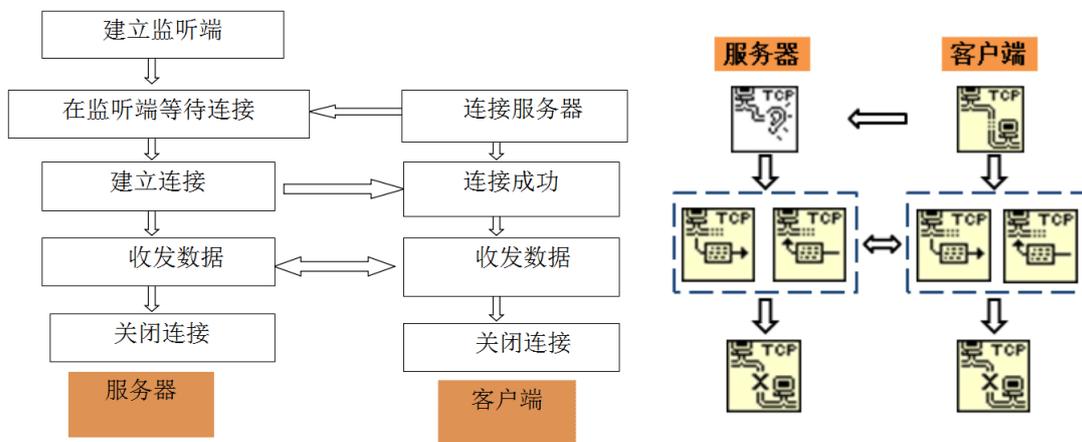


图3 TCP 通信原理

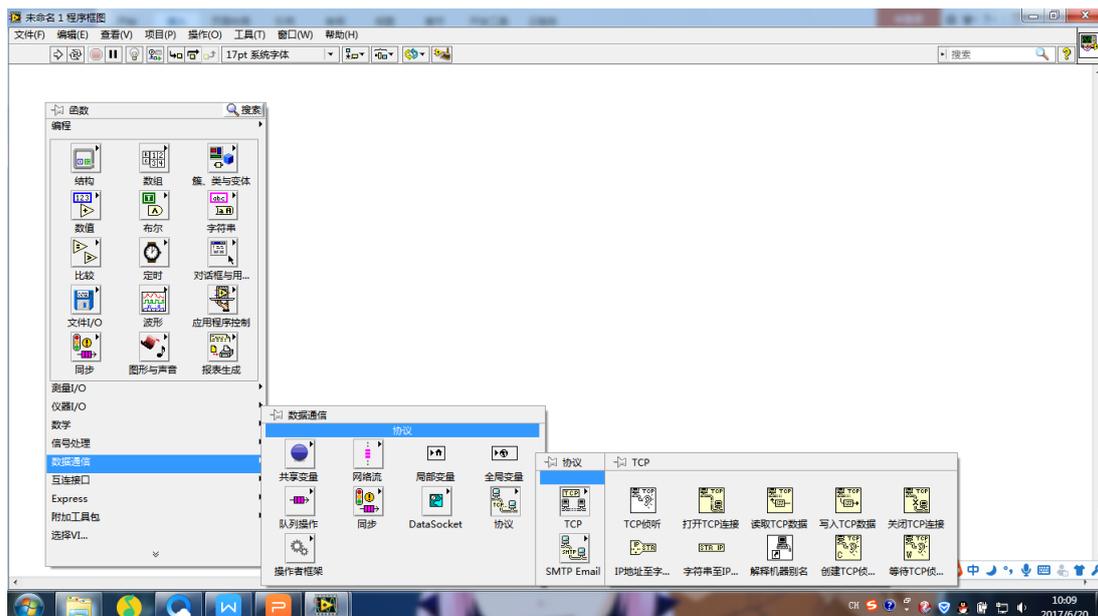


图4 LabVIEW 2013 中的TCP 功能函数

2.1.3 VISA 仪器控制

VISA 仪器控制就是控制方通过某种形式的总线并按照一定的协议与各种仪器进行通信和控制，简单地说就是控制方输出指令信息，仪器接收信息，识别处理并输出控制结果。

要实现控制，需要有两方的控制载体，本实验选用一方为计算机（CPU—中央处理器），另一方为单片机（MCU—微控制器）。

VISA 是虚拟仪器软件结构体系的简称（即 Virtual Instruments Software Architecture），是在 LabVIEW 工作平台上控制各个种类仪器的单接口程序库。

通过 VISA 用户能与大多数仪器总线连接，包括 GPIB, USB, 串口和以太网等。VISA 扮演了计算机与仪器之间的中间层连接角色，为计算机和仪器的顺利通信提供通道。

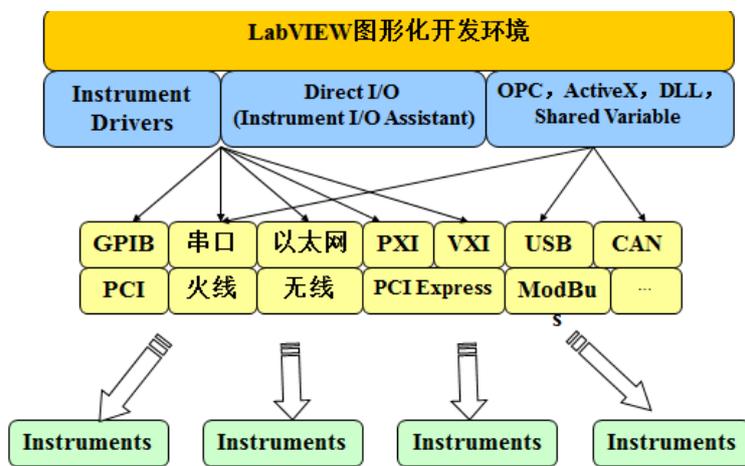


图 5 基于 LabVIEW 的仪器控制系统构架

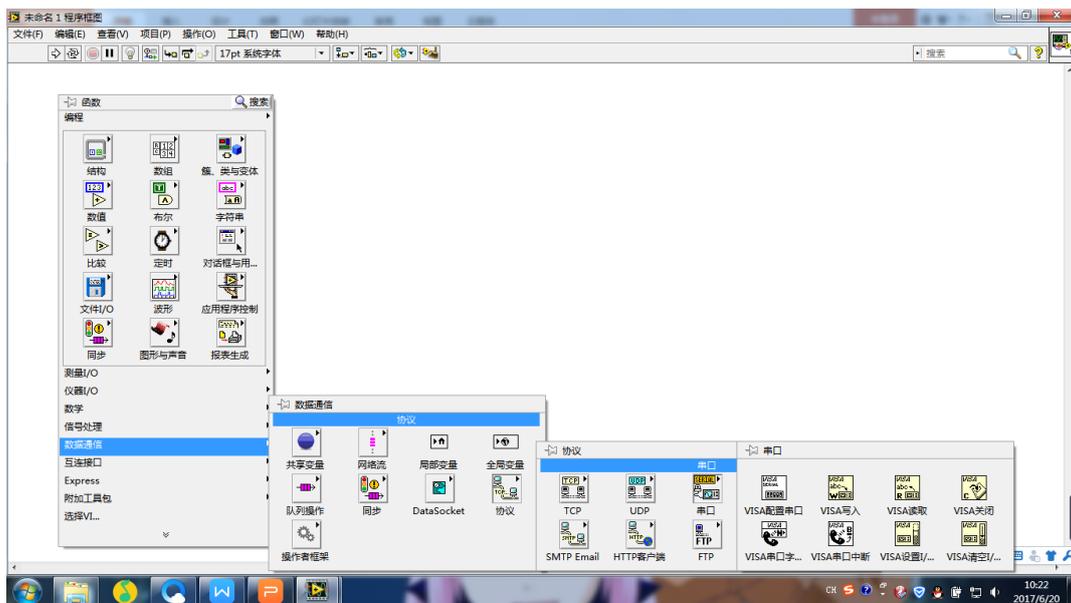


图 6 LabVIEW 2013 中的 VISA 功能函数

2.2 实验程序

2.2.1 程序流程及相关细节

单片机的数据由电脑写入。本实验在 VISA 协议的基础上，通过 VISA 配置、VISA 写入、VISA 读取、VISA 关闭四个模块实现数据从计算机到单片机的双向传输，从而实现单片机与计算机的交流。以下为相应程序图。

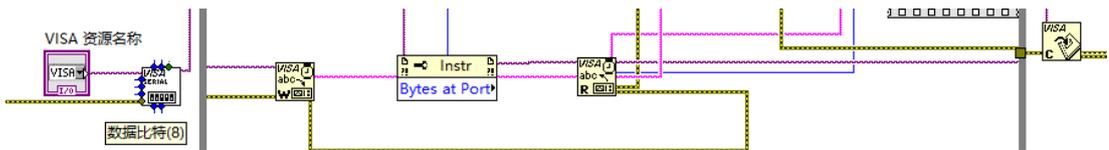


图 7 VISA 程序图

在本实验中，利用 TCP 通信的计算机间字符串数据传输功能，可以实现数据在不同的计算机之间互传，即可以实现用户的远程控制。相应的程序如图。

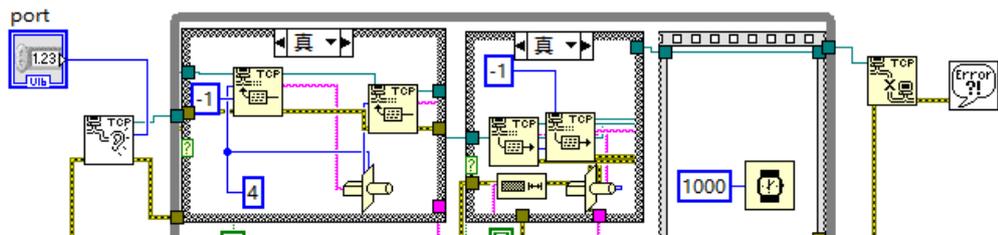


图 8 服务器程序

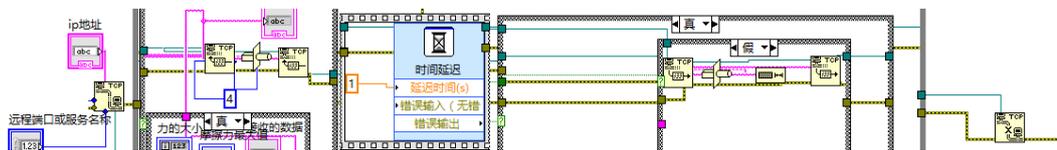


图 9 客户端程序

具体的实现过程如下：

服务器：

1. 确定服务器对应端口后，TCP 监听开始监听来自客户端的信号，当有相应信号输入时，程序读取这些数据。
2. 服务器中的 VISA 读取接收到仪器发来的信息，将这些字符串经字节数读取后载入 tcp 写入的写入缓冲区，完成仪器数据的上传。
3. 服务器中的 TCP 读取接受到客户端发来的控制字符串，将这些字符串读取后载入读取缓冲区。将读取缓冲区的字符串载入 visa 写入的写入缓冲区，经串口将控制字符串输送至单片机，实现服务器端的读取写入工作。

客户端：

1. 客户端打开 TCP 通信，给对应的端口、ip 地址发送数据。

2. 用户输入的数据经字符串字节读取之后载入 TCP 写入，将控制数据上传至服务器端。
3. 服务器发来的数据载入 TCP 读取的缓冲区，供后续数据分析使用。

数据处理：

1. 仪器通过网络传输的数据只是电压数据字符串，需要通过转换操作，先将字符串转换成数值，再按一定的比例换算成为力数值的大小。
2. 将换算的数据直接导入到仪表控件中，仪表显示实时力数值的大小。
3. 将换算的数据导入到波形图表中，设定好相应的参数，将力的数值变化直接在图像中表示出来。
4. 将换算出来的数据组成一个数组，将该数组导入表格中，从而将摩擦力的数值表现出来。

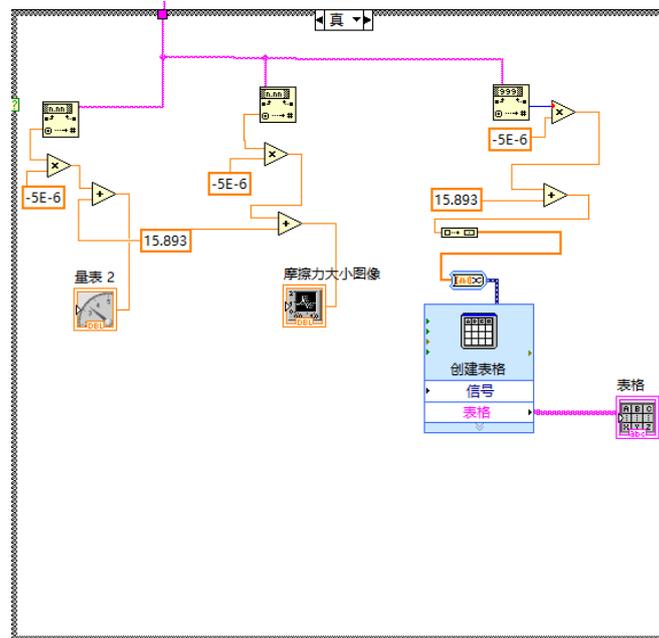


图 10 数据处理部分程序

通过以上操作可以实现将远端实验室中的实验仪器数据在客户端中接受并处理成可视化的数据，实现远程操作、远程实验。

编程要点：

1. 单片机无法处理超过其波特率的数据，发送数据时应有一定的延时，可以通过设置延时或设置端口解决。
2. 步进电机连续接受同一命令时会产生较大的振动，导致实验无法正常进行，故而发送数据应设置一个避免同一命令重复输出的程序。解决方式为设置一移位寄存器，将这次输入的命令与上次输入的命令进行对比，避免同一命令的重复输出。

调试方法：

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（COM5 和 COM6）实现数字通信。

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。接收区把来自串口的数字信号显示给用户，发送区可以发送任何数字信号给串口，这样用户就可以直接与

串口通信，从发送命令来判断串口是否正常。

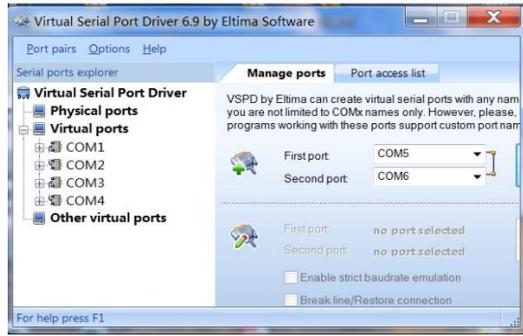


图 11 虚拟串口驱动



图 12 串口调试助手

2.2.2 客户端前面板

如图：客户端可以分为 2 个部分，左边为操作区，分别控制电机的启动和关闭以及数据采集的开始与关闭，同时还承担地址和端口的设置工作，其下方为步进电机速度的调节装置；右边为显示区，分别有波形图表，指针，表格三种显示方式。

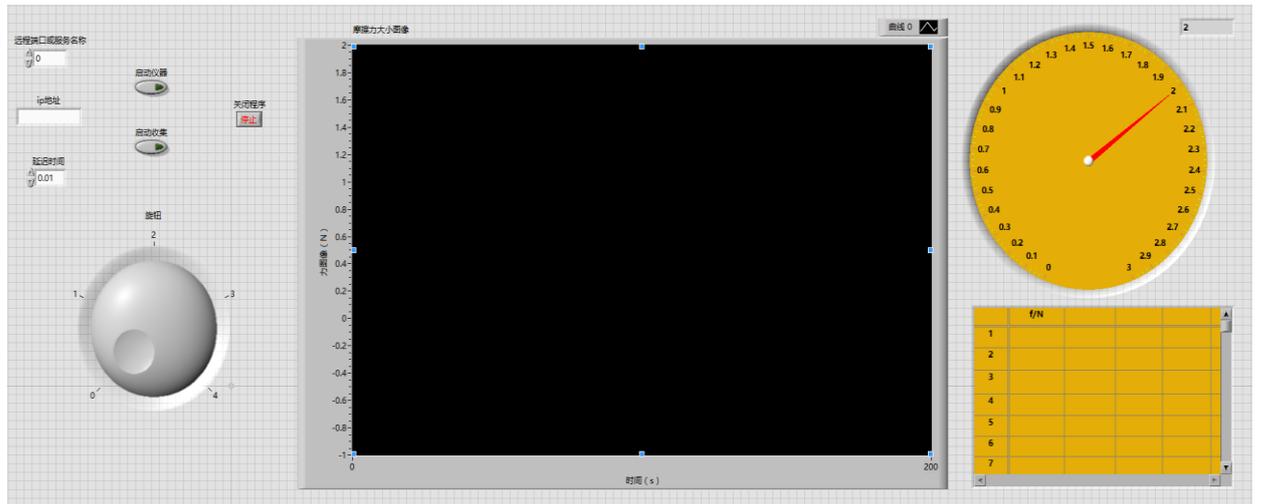


图 13 客户端前面板

2.2.3 程序运行情况

程序运行情况基本能达到预期目标:

- 1.在客户端能实现对步行电机运动状态的改变,即启动、停止和切换转速;
- 2.在客户端能通过收集力传感器的数据显示出摩擦力的大小,并观察到摩擦力的实时变化图像。

第三章 选题总结

通过本次实验,我们初次接触了 LabVIEW 的使用,对这个新工具能够为中学物理教学带来怎样的变革有了初步的认识和计划,这是总体上的收获。而回到这个实验本身,可以说既有着积极一面但也有不足之处。

积极的成果在于,我们充分利用了实验课中所学习的 LabVIEW 知识,成功展示了被测物体受摩擦力时的受力情况,并得以用波形图表和仪表盘的形式呈现。并且,我们也在实机展示界面中保留了一定与远程控制实验相关的信息,以便师生在课余针对以上信息继续自行接触中学物理远程控制实验相关内容。

但不足的地方也很突出,因为实验仪器体量过大,要达到方便课堂教学目的的话则必须接入网络摄像头进行视频同步远程操控,但由于时间和能力有限,我们没有达成接入网络摄像头这一目标;另外,因为我们还没有成功对一个周期内的摩擦力波形最高点进行数据捕捉,所以在静摩擦力演示部分未能达成更直观的效果。

在此我要特别致谢吴先球教授和各位尽心尽力的师兄师姐,以及与我同组的同学们,正是有了你们的指引和帮助,我才能得到这次涉足中学物理课堂教学新突破口的机会。

参考文献

- [1] 王越,林曼虹,吴先球. 基于 LabVIEW 的摩擦力法测重力加速度远程实验设计[J]. 广东技术师范学院学报. 2015(05)
- [2] 王伶俐,王建中,邓小静,方宏强. 基于虚拟仪器技术的高中物理实验教学设计初探[J]. 高等函授学报(自然科学版), 2010, 23(1): 88-90
- [3] 王青. 虚拟仪器在中学物理实验教学的应用研究[J]. 科技展望, 2016, (07): 209-210.