

## 基于LabVIEW的数据实时采集与预处理系统

周平<sup>1</sup>, 傅洪波<sup>2</sup>, 黄耀熊<sup>1</sup>

1. 暨南大学生物医学工程系, 广东 广州 510632; 2. 广州医科大学生物医学工程系, 广东 广州 510000

**【摘要】目的:**设计开发一套生物医学信号采集及预处理系统。**方法:**利用 LabVIEW 开发平台,设计信号采集系统及信号的预处理系统。**结果:**设计的信号采集系统及预处理系统实现了实时采集信号并对采集信号进行预处理,包括除去信号中的外界干扰信号和剔除异常的数据;并对实现方法进行误差分析,相对误差都在1%以内,在信号处理方面取得较好的效果。**结论:**采用 LabVIEW 开发平台搭建的信号采集及预处理系统可广泛应用于各种需要信号采集处理领域,具有重要的使用价值。

**【关键词】**LabVIEW; 虚拟仪器; 信号采集; 预处理

**【中图分类号】**R318; TN911.7

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2016)06-0626-07

## Real time data acquisition and preprocessing system based on LabVIEW

ZHOU Ping<sup>1</sup>, FU Hong-bo<sup>2</sup>, HUANG Yao-xiong<sup>1</sup>

1. Department of Biomedical Engineering, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 2. Department of Biomedical Engineering, Guangzhou Medical University, Guangzhou 510000, China

**Abstract: Objective** To develop a data acquisition and preprocessing system for biomedical signal detection. **Methods** The signal acquisition and preprocessing system was built based on LabVIEW development platform. **Results** The designed system achieved a real-time signal acquisition and preprocessing, including removing interference signals and abnormal data. The error analysis showed the relative error was less than 1%. The designed system achieved satisfactory effects in signal processing. **Conclusion** The signal acquisition and preprocessing system based on LabVIEW development platform can be widely applied in various fields which require signal acquisition and preprocessing, with significant application value.

**Key words:** LabVIEW; virtual instrument; signal acquisition; preprocessing

### 前言

数据采集处理系统可对生产现场的工艺参数进行采集、监视和记录,为提高产品质量、降低成本提供信息和手段<sup>[1-2]</sup>。在生物医学科学研究中,应用数据采集处理系统可获得大量的生物医学动态信息<sup>[3-5]</sup>,也是进行科学实验的重要手段之一<sup>[6-8]</sup>。现有的数据采集往往是使用 VC 语言编写,对采集到的信

号处理不太便利,并且查找程序中的错误、更换信号处理方式比较困难<sup>[9-10]</sup>。因此研制可对数据进行实时采集及预处理且能满足各种信号处理方式需求的数据采集处理系统有重要的意义。

LabVIEW 是基于虚拟仪器技术发展而来的,虚拟仪器的出现使传统仪器的概念、结构和设计方法都发生了巨大的变化。在虚拟仪器平台上使用 LabVIEW 软件,可使设计的仪器接口问题变得简单,同时 LabVIEW 具有丰富的功能控件尤其是数学的各种工具,可以在编程时调用,使得 LabVIEW 在设计各种仪器时具备极大的优势,可以提高整个系统开发的效率。但任何检测仪器都需要对检测对象进行数据采集并进行适当的预处理以适合检测仪器的要求<sup>[11-13]</sup>。因此,有必要开发基于 LabVIEW 的数据实时采集及预处理系统,以便于在 LabVIEW 平台上研制开发的虚拟仪器使用。基于目前虚拟仪器技术上

**【收稿日期】**2016-02-25

**【基金项目】**国家自然科学基金(31500796);广东省科技计划项目(2015B010105006, 2013B060100011);广州市科技计划项目(2014Y2-00508)

**【作者简介】**周平(1980-),男,博士研究生,实验师,主要研究方向:生物医学信号检测处理、生物医学物理, Tel: 020-85228410, E-mail: tmyield@jnu.edu.cn

**【通信作者】**黄耀熊(1951-),男,博士,教授,主要研究方向:生物医学物理、激光生物医学等, Tel: 020-85223742, E-mail: tyx-huang@jnu.edu.cn

本研究拟使用LabVIEW软件设计实现信号的实时采集与处理,从而研究开发出适用于采集与处理生物医学信号的系统。

## 1 系统综述

系统主要包括信号采集和信号预处理部分。信号采集部分选用MPS-080102 USB数据采集卡,数据采集卡可在LabVIEW平台下二次开发。信号预处理的主要功能包括信号直流分量的消除、信号平滑等,系统流程如图1所示。

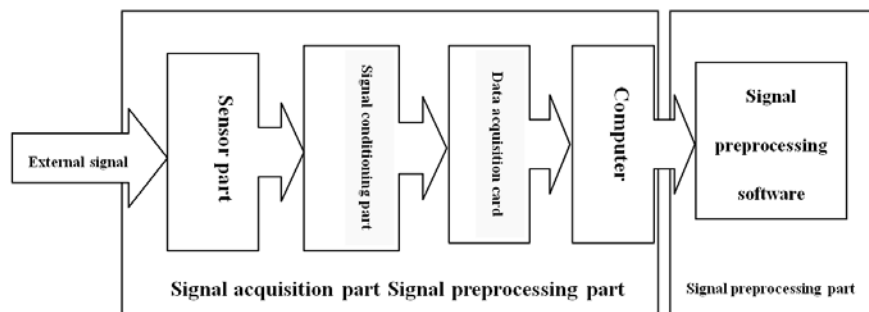


图1 信号采集预处理系统结构图

Fig.1 Chart of signal acquisition and preprocessing system

## 2 信号采集

### 2.1 信号采集系统的硬件构成

基于计算机数据采集系统的硬件部分由以下部分组成:计算机、传感器、信号调理、数据采集硬件<sup>[14-15]</sup>。MPS-080102 USB数据采集卡与系统的连接

如图2所示。MPS-080102 USB数据采集卡直接插入计算机USB,并通过计算机操作系统中的LabVIEW显示采集信号。同时,将数据采集卡连接到被检测对象,则整个数据采集系统安装完成。目前为了保证信号传输过程不会受到其它信号的干扰,输出的信号用同轴电缆线与数据采集卡连接。

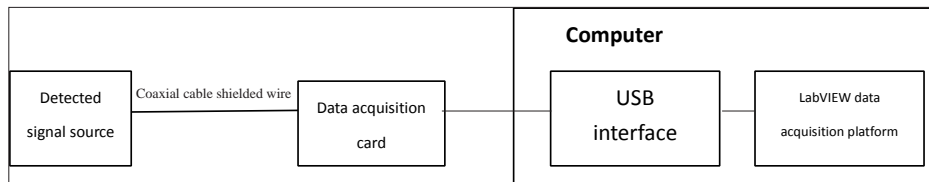


图2 MPS-080102 USB数据采集连接原理图

Fig.2 Principle diagram of MPS-080102 USB data acquisition

### 2.2 信号采集系统的软件设计

本文设计了NI软件设计采集系统,如图3所示。

### 2.3 信号采集系统的性能测试

为了测试所设计的信号采集系统是否满足设计要

求,本文对采用MPS-080102 USB数据采集卡的信号采集系统进行测试。具体步骤为:由信号发生器产生一标准信号,把这个标准信号分别输入到示波器和信号采集系统中,对比信号采集系统的工作表现。

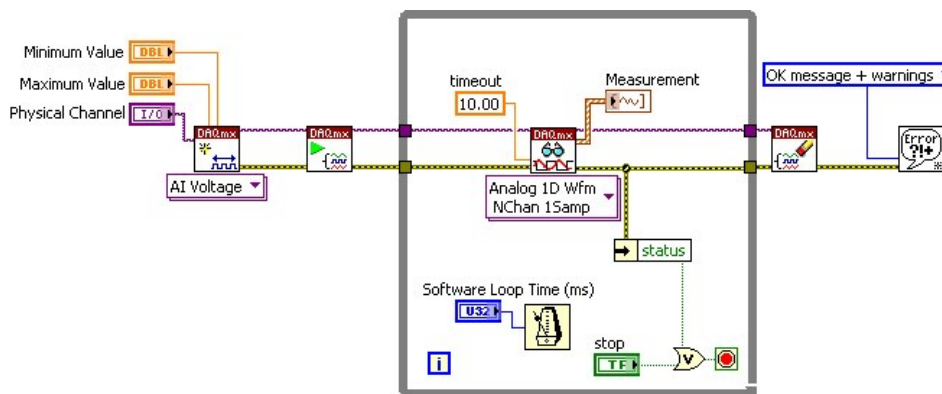


图3 采集系统流程图

Fig.3 Block diagram of acquisition system

(1)调节信号发生器,产生一个标准电压为5 V、频率为1 kHz的正弦波信号。把这个信号输入到示波器中显示(图4),图中曲线表示示波器采集到的标准信号。使用上述设计的信号采集系统以及NI软件设计的采集软件,将信号发生器产生的5 V、1 kHz标准正弦波信号采集并输出以波形图显示,所显示的曲线如图5所示。

(2)调节信号发生器,产生一个标准电压为5 V、频率为1 kHz的方波信号。把这个信号输入到示波器中显示(图6),图中曲线为示波器采集到的标准信号。使用本文设计的信号采集系统采集信号发生器产生的该标准方波信号,所显示的曲线如图7所示。

(3)调节信号发生器,产生一个标准电压为5 V、

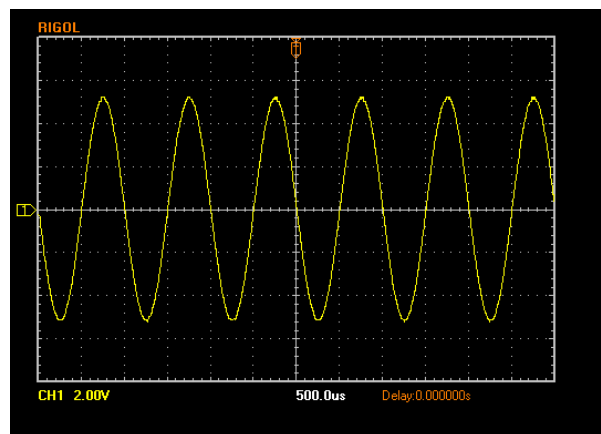


图4 示波器采集信号发生器产生的5 V、1 kHz正弦波信号  
Fig.4 Sine wave signal of 5 V and 1 kHz collected by oscilloscope

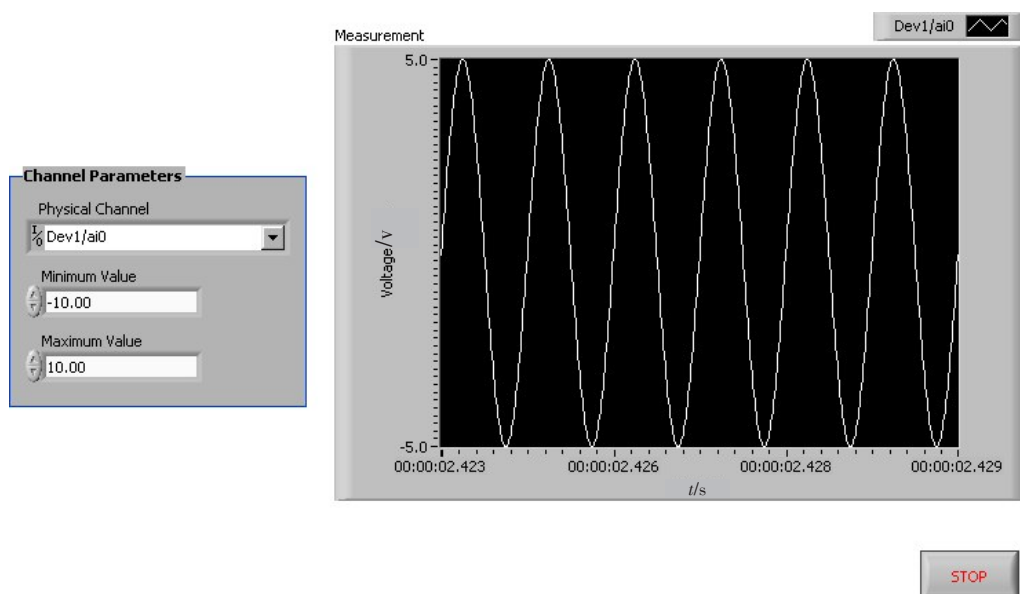


图5 采集系统采集到的标准的5 V、1 kHz正弦波信号  
Fig.5 Sine wave signal of 5 V and 1 kHz collected by acquisition system

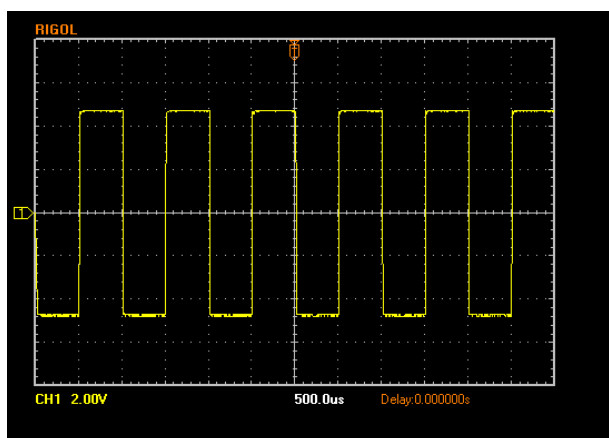


图6 示波器采集信号发生器产生的5 V、1 kHz方波信号  
Fig.6 Square wave signal of 5 V and 1 kHz collected by oscilloscope

频率为1 kHz的锯齿波信号。把这个信号输入到示波器中显示(图8)。使用本文设计的信号采集系统

采集信号发生器产生的该标准锯齿波信号,所显示的曲线如图9所示。

从以上3个应用实例可见,本设计开发的信号采集系统可准确采集和保持各种形式的信号。

### 3 采集信号的预处理

任何信号处理系统总是要对带有干扰的信号进行一番处理,这里所谓信号就是用户需要的内容,除此之外都看作干扰或噪声。为了便于实现后续的处理,对数据采集卡采集所得的原始信号进行数据预处理,从而把信号从噪声或干扰中提取出来是非常必要的。一般来说在实际应用中预处理主要是除去信号中的外界干扰信号和剔除异常的数据。

#### 3.1 信号预处理系统的软件设计

预处理的基本方法有信号直流分量的消除、信号平滑等,在实际应用中应该根据实际情况选用

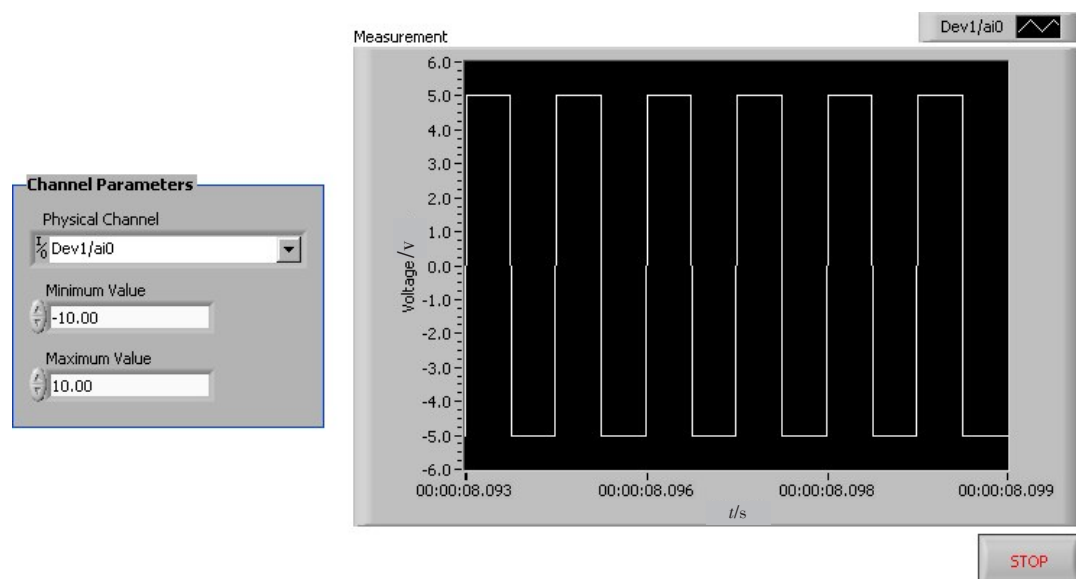


图7 采集系统采集到的标准的5 V、1 kHz方波信号

Fig.7 Square wave signal of 5 V and 1 kHz collected by acquisition system

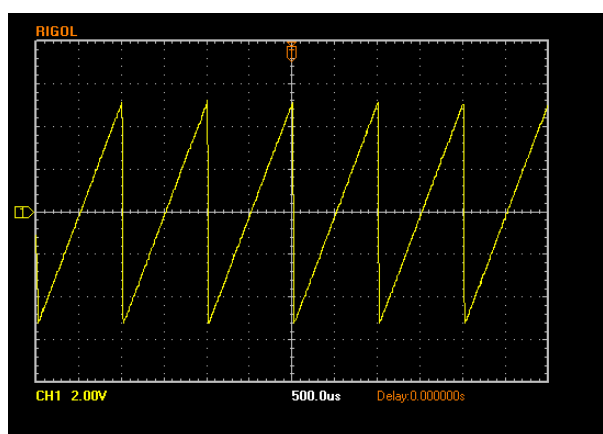


图8 示波器采集信号发生器产生的5 V、1 kHz锯齿波信号

Fig.8 Saw tooth wave signal of 5 V and 1 kHz collected by oscilloscope

相应的方法。由于信号产生或在测量的一些环节存在干扰和误差,使得有些采集的信号存在直流分量,即在有用的信号上叠加了直流电压。这些直流分量会对信号的幅值和相位计算带来误差,所以必须要对其进行处理。为此本文设计针对信号直流分量作消除的预处理软件。

首先产生一个测试信号,在测试信号中包含一个方波信号和一个直流分量。然后对该测试信号进行直流分量估算,再用测试信号减去估算的直流分量,即可消除信号的直流分量。有关工作流程如图10所示。图11是信号直流分量的测试及消除程序的前面板,其中图11a显示一个信号中叠加一个2.50 V

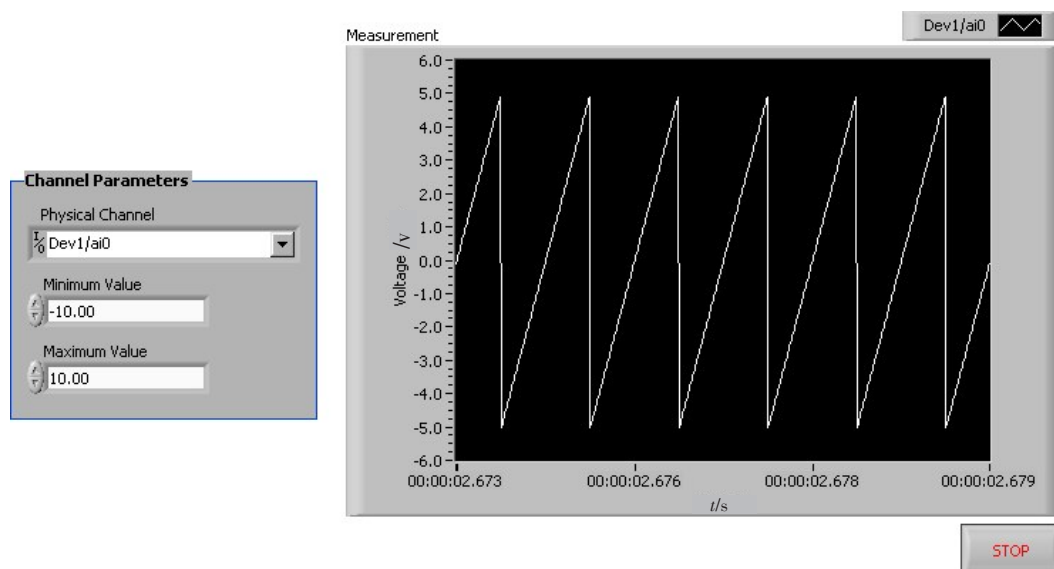


图9 采集系统采集到的标准的5V、1 kHz锯齿波信号

Fig.9 Saw tooth wave signal of 5 V and 1 kHz collected by acquisition system.





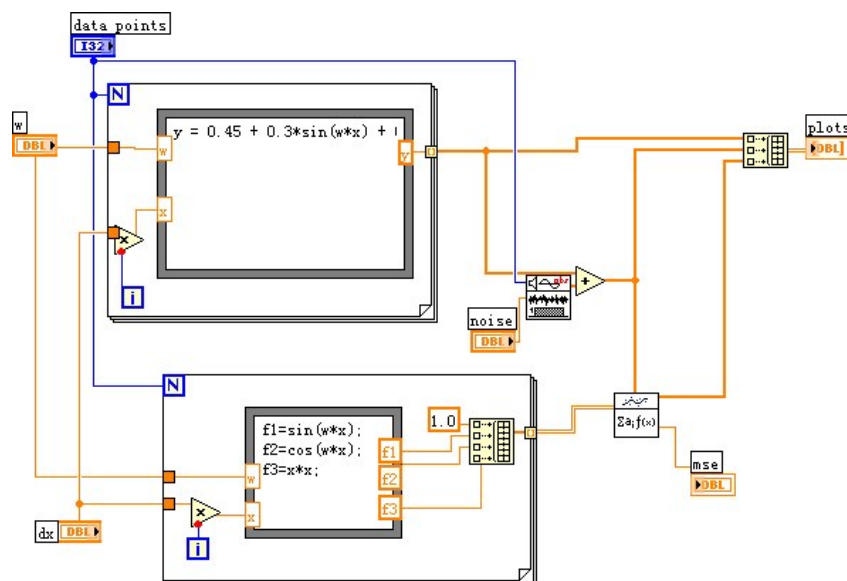


图12 信号平滑处理程序的流程图

Fig.12 Block diagram of signal smoothing program

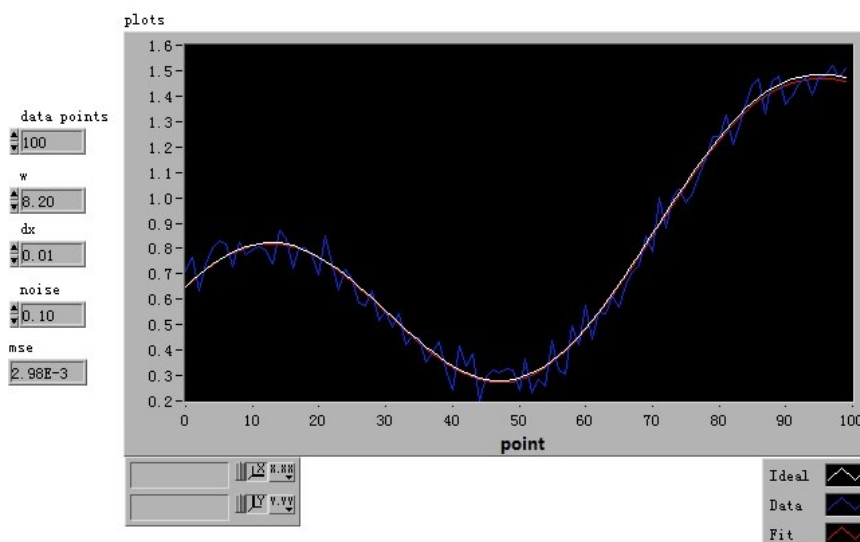


图13 信号平滑处理程序的前面板

Fig.13 Front panel of signal smoothing program

值后的绝对值再除以真实值,对此再求和,除以采样点数,即可得到相对误差平均值。如图14所示,利用上述方法,求得去直流分量过程的绝对误差的平均值是0.024 630,相对误差平均值是0.985 1%。

在信号平滑处理中,本文亦对后端数据进行处理。首先,利用白线的真实数值减红线的平滑值然后求和,再除以采样点数,得出绝对误差平均值。其次,使用真实值减平滑值后除以真实值,对此再求和,除以采样点数,即可得到相对误差平均值。如图15所示,利用上述方法,求出平滑处理过程的绝对误差的平均值是0.002 125,相对误差平均值是0.463 1%。

通过比较使用示波器和采集系统采集信号发生器所产生的各种标准信号可以看出,使用MPS-080102 USB

数据采集卡的采集系统可以几乎无损耗、无变形情况下很好地采集外部的信号。从两个误差分析实验中可以看出,本系统使用LabVIEW软件做信号的预处理包括去直流分量、平滑处理的相对误差都在1%以内,对信号的处理取得比较好的效果。

## 4 结 论

本文通过选择合适的硬件设备,利用计算机硬件和软件资源,使本来由硬件实现的功能软件化。通过LabVIEW图形化编程,可以快速完成设计目的,建立一套基于虚拟仪器的生物医学信号采集及预处理系统。本文利用LabVIEW实现实时采集信号并对采集信号进行预处理,主要包括:除去信号中的外界

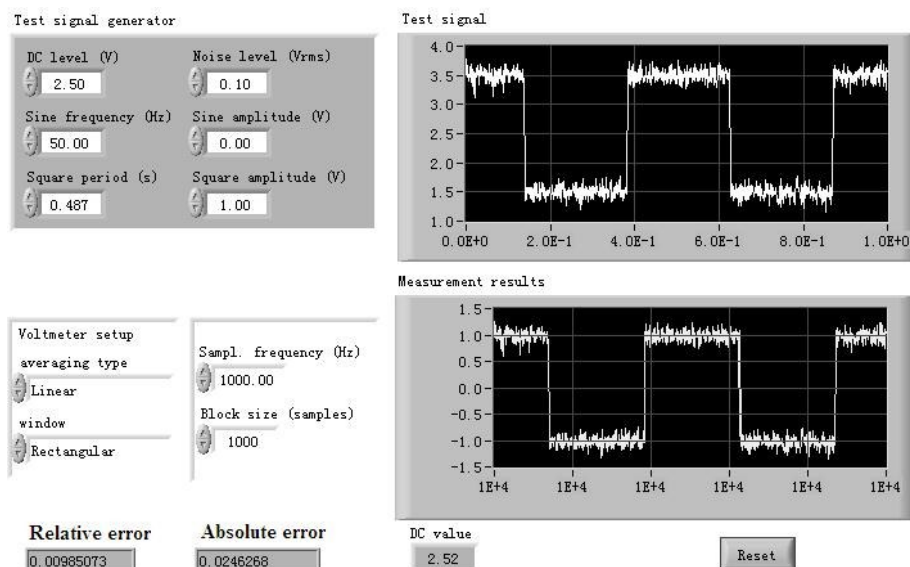


图14 去直流分量的误差分析

Fig.14 Error analysis of removing DC component

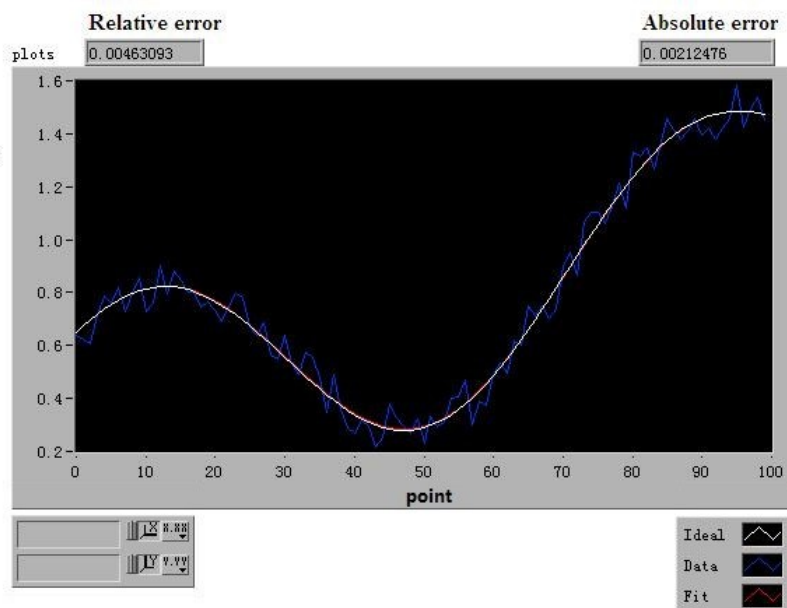


图15 平滑处理程序的误差分析

Fig.15 Error analysis of signal smoothing program

干扰信号和剔除异常的数据。对这两方面的工作，分别使用去直流分量和最小二乘法的方法实现。并对实现的方法进行误差分析，相对误差都在1%以内，在信号的处理方面取得比较好的效果。

### 【参考文献】

- [1] 张承斌, 吴凯翔, 上官秀红, 等. 基于液压驱动的机械传动机构的设计[J]. 装备制造技术, 2015(2): 142-144.  
ZHANG C B, WU K X, SHANGGUAN X H, et al. Based on the design of the hydraulic-driven transmission assemblies disassembly process [J]. Equipment Manufacturing Technology, 2015(2): 142-144.
- [2] 赵安新, 张彩甜. 工业现场高维数据采集系统设计[J]. 工矿自动化, 2013, 39(11): 35-38.

ZHAO A X, ZHANG C T. Design of high dimensional data acquisition system of industrial field [J]. Industry and Mine Automation, 2013, 39(11): 35-38.

- [3] SINGLA S K, YADAV R K. Optical character recognition based speech synthesis system using LabVIEW[J]. J Appl Res Technol, 2014, 12: 919-926.
- [4] ARORA A S, SINGLA S K. Image-based fingerprint verification system using LabVIEW [J]. Maejo Int J Sci Tech, 2008, 2: 489-501.
- [5] RAVI V R, BAIG A M, KARTHICK G U, et al. A real time quality monitoring system for engineering industry: a practical and rapid approach using embedded vision system with LabVIEW [J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 592-594(4): 2129-2133.

(下转 642 页)