

基于 Windows 平台的皮肤阻抗检测系统设计

王玉忠¹, 陈 新¹, 蔡光东², 许金森², 胡翔龙²

(1. 福州大学 物理与信息工程学院, 福建 福州 350002;

2. 福建省中医药研究院, 福建 福州 350003)

摘 要:提出了一种新型的皮肤阻抗检测系统。该系统硬件上采用 AD620 仪表放大器进行前置放大,并用基于 USB 2.0 的 MP425 A/D 采集卡进行数据采集;软件上采用 Visual C++ .Net 2005 开发平台进行软件程序开发,实现对信号的实时采集与处理,并将测量结果进行显示、存储和打印。该系统主要用于通过检测皮肤阻抗来找到经穴的位置,具有操作简单、实时测量、显示直观和管理方便等优点,不仅可满足实验的需要,同时具有一定的市场前景。

关键词:皮肤阻抗; Windows 操作系统; 检测系统; 经络; 低阻抗特性

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)03-0192-04

Design of Skin Impedance Measurement System Based on Windows Operation System

WANG Yu-zhong¹, CHEN Xin¹, CAI Guang-dong², XU Jin-sen², HU Xiang-long²

(1. College of Physics and Information Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China;

2. Fujian Institute of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou 350003, China)

Abstract: A new skin impedance measurement system was presented in this paper. The hardware employed AD620 at the pre-amplifying stage, and adopted MP425 A/D sampling card which based on USB 2.0 as data acquisition device. The software developing tool was Visual C++ .Net 2005. The software realized the real-time acquisition and processing, also displaying, storing and printing the test result. The system is mainly used for locating the position of acupoints. It has several advantages such as simplicity of operation, real-time testing, visual display and easy management. It not only meets the needs of experiment but also has good market prospects.

Key words: skin impedance; Windows operation system; measurement system; meridians; low impedance characteristic

0 引 言

医学电阻抗技术^[1]是利用生物组织与器官的电特性及其变化提取与人体生理、病理状况相关的生物医学信息的无损检测技术。它通常是借助置于体表的电极向检测对象送入一微小的交流测量电流或电压,检测相应的电阻抗及其变化情况,然后根据不同的应用目的,获取相关的生理和病理信息。

由于科研水平的限制,古人未能认识到经穴的某些电学特性及其应用价值。20 世纪以来许多学者和研究人员先后发现经穴具有较周围皮肤电阻相对较低的属性,即低阻特性。经络低阻抗特性是指在相同条

件下,将电压加到经络穴位皮肤点上和非经络皮肤点上,在经络穴位上表现出相对非经络线上的低电阻、高电容现象^[2]。对于经络线上为何会表现出低阻抗特性,人们都在积极探求其答案,到目前为止尚无明确定论,但经络低阻抗特性已被广泛地证实是存在的。因此,经络低阻抗特性不仅提供了一种用电学方法来研究经络本质的手段,而且也寻找经络位置提供了科学依据,根据此理论而创立的检测方法也成为古代中医与现代电子技术相结合的完美体现。

对于皮肤阻抗的测量有着几种不同的方法,不同的测试方法获得的平均阻抗并不相同,这与测试过程中测量电极、系统性能以及采用的激励信号不同有很大关系。对于每一个测量系统来说,“低阻点”是相对其周围的非低阻点而言的,其阻抗值因人而异,同时与测试条件有很大关系,但穴位点和非穴位点两者之间的阻抗差异是十分明显的,但这些差异的存在不是无条件的。只有满足一定的条件才可得以突出表现出

收稿日期:2007-06-09

基金项目:卫生部科学研究基金-福建省卫生教育联合攻关计划资助项目(WKJ2005-2-004)

作者简介:王玉忠(1982-),男,福建福安人,硕士研究生,研究方向为信号处理与应用;陈 新,教授,硕士生导师,研究方向为生物医学、图像处理与网络通信。

来,需要在适宜的测量环境下选择恰当的测量参数等^[3]。

本系统根据中医经络阻抗实际测量的具体要求来进行设计开发,是一种基于 Windows 平台,采用 Visual C++ .Net 2005 开发平台进行开发的皮肤阻抗检测系统。

1 系统整体设计

整个检测系统主要由硬件和软件两大部分所组成。其中硬件部分主要包括刺激器、分压网络、放大电路、A/D 采集卡等;软件部分主要由几个功能模块组成,分别是采集模块、数据处理模块、存储模块、显示模块和管理模块等。整体系统设计框图如图 1 所示。刺激器产生的信号作为分压网络的激励源,从分压网络中获取激励源一定比例大 + 小的比较信号和人体测量电极的信号,分别送至由 AD620 仪表放大器构成的放大电路进行放大处理,然后 A/D 采集卡对经过放大处理的两路信号分别进行采集,采集卡通过 USB 2.0 接口连接至计算机,这样计算机程序可以通过 USB 接口来控制 A/D 采集卡的运行状态,同时采集卡也可以通过该接口向计算机传输采集获得的数据,计算机中的软件程序启动采集卡进行采集操作,并将采集到的数据按照要求进行处理,将处理的结果在显示器屏幕上实时动态显示,通过观察屏幕上波形的变化,就可以了解所测量阻抗的变化趋势,另外,为了便于以后再次查看测量结果,可通过存储或打印方式对测量数据进行保存。

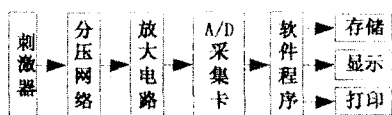


图 1 整体系统设计框图

2 系统硬件设计

硬件电路根据图 1 所示进行设计,下面分别简述各个部分的功能与设计。

2.1 刺激器

刺激器产生幅度和频率均可调的脉冲信号,实际测量中应根据具体需要进行相应调整,然后通过隔离器进行处理,以确保人身安全。实验中选取周期和脉宽分别为 3ms 和 100μs,幅度为 40V 的脉冲信号作为激励信号送至分压网络。

2.2 分压网络

分压网络由两部分组成,如图 2 所示。一部分将激励信号接到由 R_1 和 R_2 组成的固定回路,然后从 R_2 引

出分压值 V_{o1} ,送至 A/D 采集卡的第 0 通道,作为参考电压;另一部分是将测试电极一端接在人体皮肤某一固定位置上,通过移动另外一个电极来改变接入的阻抗值 R ,然后将反映 R 的变化的分压值 V_{o2} 送至 A/D 采集卡的第 1 通道。

由于两个回路的输入电压相同,则根据参考电压 V_{o1} 和分压值 V_{o2} ,以及电阻参数可以计算出等效阻抗值:

$$R = \frac{V_{o2}R_2R_3(R_4 + R_5)}{V_{o1}R_5(R_1 + R_2) - V_{o2}R_2(R_3 + R_4 + R_5)}$$

由于被测者之间不同的肤质等因素的影响,测量过程中低阻部位信号的强度并不稳定,但其会在一定的范围之内。为了尽可能地提高测量仪器的测量精度,即放大后的信号幅值与采集卡的最大输入电压相适应,应注意分压网络参数的设计。

2.3 放大电路

本系统的前置放大器采用了 Analog 公司生产的低功耗、高精度仪表放大器 AD620^[4],其连接如图 3 所示。由于其所具有的超 β 结构,使它的输入偏置电流仅为 1nA,保证了模块的高阻抗、低噪音和高共模抑制比(CMRR)。由于极化电压的影响,为避免电路饱和,第一级放大的增益不能太高,本系统中由于刺激器的信号幅度较高,且 A/D 采集卡的模拟输入电压最大为 +5V,为了使放大后的信号幅度不超过采集卡的最大电压,故选择增益 1~5 倍即可。其增益 G 由单一电阻 R_g (接于芯片管脚 1 和 8 之间)决定,计算公式: $G = 1 + (49.4k\Omega/R_g)$,为提高精度,应尽可能地选择高精度的电阻。

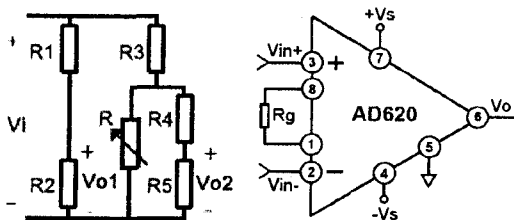


图 2 分压网络原理图

图 3 AD620 连接图

2.4 A/D 采集卡

系统采用北京双诺公司生产的 MP425^[5] A/D 采集卡进行数据采集。

MP425 是一款 USB2.0 总线 14 位 8 路并行采集模块,采用 2 片 4 路 14 位芯片,具有 8 路并行采样输入功能,可以最高以 80kHz/通道(12.5μs 周期)的速度对 8 个输入通道进行转换。MP425 采用 USB2.0 总线,支持即插即用、实时采集。MP425 内置 512k Byte DFIFO,支持全速实时不间断全速采集。支持内、外部触发采集及多种时钟模式。

2.5 其 它

供电电源的设计:采用直流电源模块将模拟电路与数字电路隔离,以及进行安全和噪声隔离。

接口导线全部采用屏蔽电缆来减少噪声干扰。

3 系统软件设计

3.1 开发环境

操作系统:Windows XP SP2。

开发平台:Microsoft Visual C++ .Net 2005。

采用 MP425 采集卡进行数据采集,则应先安装好 MP425 的 USB 接口驱动程序,则软件程序就可以通过 USB 接口对采集卡进行控制和数据读取。编程前,将 MP425.lib 及 MP425.h 程序拷贝到用户当前目录中。利用显式调用加载函数,在程序的开始处加入如下语句:

```
#pragma comment(lib, "MP425.lib")
#include "MP425.h"
```

利用 MP425_OpenDevice 函数获得板卡的操作句柄。在退出程序时必须执行 MP425_CloseDevice 函数关闭句柄。

3.2 程序功能模块

3.2.1 采集模块

本模块实现对接入 A/D 采集卡的多路信号进行采集,然后将采集获得的数据传送至数据处理模块进行相应的处理,主要是通过以下函数来实现:

1)设置采样参数并启动 AD 采样:

```
long MP425_AD(HANDLE hDevice, long trsl, long
trpol, long clksl, long clkpol, long tdata)
```

2)查询并回读采样数据:

```
long MP425_Read(HANDLE hDevice, long * rda-
ta)
```

3)停止采样:

```
long MP425_StopAD(HANDLE hDevice)
```

AD 采样的数据按照从 0 到 7 的通道扫描顺序,循环存放,每一个 16 位采样结果按低 8 位在前,高 8 位在后的顺序排列,其中仅高 14 位有效,故应对其进行右移 2 位处理。

3.2.2 数据处理模块

本模块的功能是将采集模块采集到的数据进行处理。由于采集获得的数据中包含有用数据和无用数据,为了减少处理时间并获得准确的结果,有必要先对采集获得的数据进行预处理,将其中的有用数据提取出来,然后再进行相应的处理。接下来根据分压网络参数来计算对应测量部位的等效阻抗值,然后送至显示模块进行显示处理,以及送至存储模块进行存储或

打印。

3.2.3 存储模块

本模块包括数据存储和信息存储。

数据存储是将处理得到的阻抗值存储到文件中,以便以后查看数据波形。

信息存储是将当前进行的测量信息进行存储,信息主要包括被测试者的信息(编号、姓名、年龄和性别等)、测试信息(测量部位、测量时间、测量地点和测量时的环境条件等)和备注信息(测试人员和其他附注信息),便于以后的查询使用。对于测量信息,还可以对其进行查看或编辑,从而方便对信息的修改与管理。

3.2.4 显示模块

本模块包括实时数据的显示和存储数据及信息的显示。

实时数据显示可以实时动态地显示阻抗变化过程。根据屏幕上波形幅度的变化,用户就可以很直观地在屏幕上观察到皮肤阻抗的变化,由于被测者之间的阻抗大小有所差别,故设置了一组量程切换菜单选项,用户可以根据实际需要选择不同的显示量程,以获得最佳的显示效果。另外为了便于观察,设计的显示坐标系与普通的坐标系有些不同,其纵坐标的值是从上往下依次增大的,所以,当看到波形向上波动时,表明所测量的阻抗值下降;反之,则是上升。若看到显示为波峰时,则表明该位置是一个低阻点。

存储数据及信息的显示是将已经存储的数据文件打开,取出其中数据并采用波形方式显示于屏幕上。对于信息部分的显示则直接将已存储的测量相关信息显示于屏幕上。

3.2.5 管理模块

管理模块是在存储模块和显示模块的基础上进行的,采用数据库的管理模式进行管理,根据具体要求找到对应的测量信息和数据,然后将这些信息和数据波形显示在屏幕上,方便用户进行比较与查看。

3.3 程序设计流程

主程序设计流程如图 4 所示,首先启动 AD 设备,这样才可以进行对 AD 的操作,接下来启动 AD 对多路信号进行采集,这样就可以进行阻抗测量,读取采样数据并进行处理,将计算所得的电阻值按照要求进行显示,对于感兴趣的波形,可对其进行存储或打印,若要结束测量,则需先停止 AD 采样,然后再关闭 AD 设备,这样整个测量过程就结束了。

3.4 系统特点

1)根据实际应用中的具体需求进行开发,整个软件系统的设计更加人性化,使用方便,容易上手。采用模块化处理,操作更加简单。各个功能按钮均采用“菜

单”,“工具栏”和“快捷键”三合一方式,来满足不同需求,使得操作更加便捷。同时,对于功能按钮的显示设置,采用了互相限制的处理办法,只有满足一定的条件才可以使用该功能,否则,该功能按钮将不起作用。这样不仅降低了测量人员的操作难度,而且避免了可能的误操作。

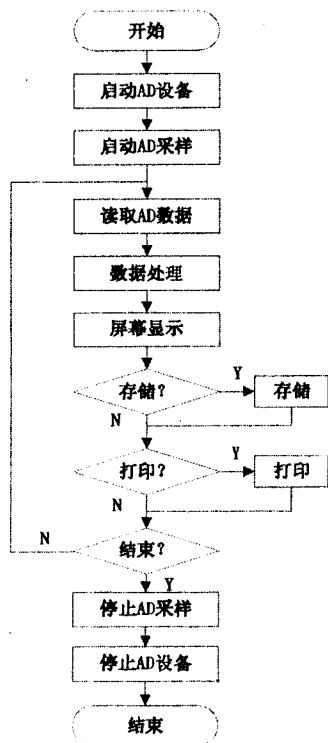


图4 软件主程序流程图

2)可实时更换量程。设置有3个量程(50 kΩ/DIV,40kΩ/DIV,30 kΩ/DIV)选择开关,测量人员可根据不同被测者的低阻阻值范围,选择恰当的量程进行显示,从而达到最佳的视觉效果。

3)实时显示测量数据。测量人员可选择对感兴趣的数据进行存储或打印,方便以后进行查看和比较。同时可对测量数据的相关信息存储,查看编辑和显示。通过查看相关信息,可以明确地知道测量数据所对应的信息,极大地方便了实验和临床数据分析。

测量的界面与效果见图5。

4 结束语

1)文中介绍的皮肤阻抗检测系统充分利用了近年

来不断发展的半导体技术和通用串行总线 USB 2.0 的技术优势,能够快速地对信号进行精确采集和测量,同时利用 Visual C++ .Net 2005 软件开发平台开发出处理快速、操作简单、界面友好的程序,为测量人员提供了强有力的技术支持,为探索经络系统的本质,揭示其调控人体生命现象的规律,提供了有力的研究平台,在临床上具有广阔的应用前景。

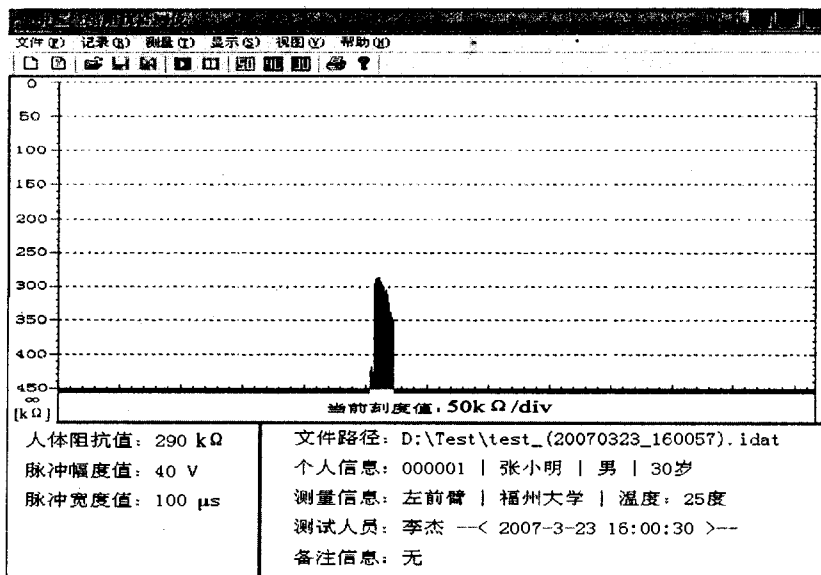


图5 系统的测量界面

2)今后改进的目标:

硬件部分:采用多通道进行同时检测,为实时比较不同检测点的电学特性指标提供方便。

软件部分:进一步提高程序处理效率并增加一些更加实用便捷的辅助功能。

参考文献:

- [1] 王文彪,钟季康,马 骏,等.生物阻抗技术概述[J].上海生物医学工程,2005,26(2):119-123.
- [2] 杨国平,贾晓航.皮肤阻抗等效电路及经络低阻抗原因探讨[J].中国医学物理学杂志,1998,15(1):31-32.
- [3] 胡翔龙,吴宝华,许金森,等.皮肤低阻点及其循经分布特征的微机检测 I、测试方法可靠性的研究[J].针刺研究,1990,15(3):232-237.
- [4] Analog Devices, Inc. AD620 Datasheet [M]. [s. l.]: Analog Devices, Inc, 1999.
- [5] 双诺公司. MP425 USB 采集卡说明书[M]. 北京:双诺公司, 2006.

(上接第 191 页)

Distribute and Protect Digital Contents Using Digital Licenses [M]. Electronic Edition. [s. l.]:[s. n.], 2005:422-427.

- [7] Xin W, Thomas D, Guillermo L, et al. XrML - eXtensible rights Markup Language[J]. ACM Workshop on XML Securi-

ty, 2002, 22:71-79.

- [8] 刘翌南,费洪晓,冷 健.文件防篡改的技术及实现[J].湘潭大学自然科学学报,2002,24(3):56-59.