

一种基于虚拟仪器的交互式心电信号源系统

郑春雄¹, 胡良勇¹, 周晓佳², 李大鹏³

1. 广州计量检测技术研究院, 广东 广州 510030; 2. 中山大学中山眼科中心, 广东 广州 510060; 3. 南方医科大学南方医院, 广东 广州 510515

【摘要】目的:为满足对心电类仪器的研发检测以及对其后续使用进行质量监控、心电检测算法的验证、心电自动诊断研究领域对特殊心电信号的需求, 研究设计一种基于虚拟仪器的交互式心电信号源系统。**方法:**该系统运用软件技术通过绘图和插件组合编辑方式获得所需心电信号, 通过DAQ硬件卡和归一化双端输出电路实现以相当于人体真实水平输出。**结果:**该系统实现了可人为地构建所需心电波形, 调用、修改、显示已有心电信号, 并可将其以相当于人体真实水平进行输出。**结论:**该心电信号源系统具有强大的交互式编辑扩展功能, 理论上可产生任意所需心电信号, 在心电类仪器的研发、质量检测、计量检定校准、心电检测算法的验证、心电自动诊断研究等领域有非常广阔应用前景。

【关键词】心电信号源; 虚拟仪器; 心电自动诊断

【中图分类号】R318; R540.41

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2016)09-0970-03

Interactive electrocardiograph signal source system based on virtual instrument

ZHENG Chun-xiong¹, HU Liang-yong¹, ZHOU Xiao-jia², LI Da-peng³

1. Guangzhou Metrology Institute of Technology, Guangzhou 510030, China; 2. Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, China; 3. Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

Abstract: Objective To test the research and development of electrocardiograph (ECG) instruments and offer quality monitoring in the subsequent use of ECG instruments, and to verify the ECG detection algorithm, and to meet the requirement for the special ECG signal in the field of ECG automated diagnosis research by studying and designing a kind of interactive ECG signal source system based on virtual instrument. **Methods** The software technology of system was utilized to obtain the desired ECG signal by drawing and plug-in combination editing mode. The output signal close to the original ECG signal was obtained by using the DAQ card and normalized double-side output circuit. **Results** The desired ECG waveform was artificially built by using the system. And the ECG signal in the system was called, modified, displayed, and output in the level close to original ECG signal. **Conclusion** The ECG signal source system has a powerful interactive editing extension function. Theoretically, any desired ECG signal can be produced by using the system. The designed system has a broad application prospects in the research and development, quality test, verification and calibration of ECG instruments, the verification of ECG detection algorithm, ECG automatic diagnosis research and other fields.

Key words: electrocardiograph signal source; virtual instrument; electrocardiograph automatic diagnosis

前言

心电信号是人们发现最早、研究最早的生理电信号之一。如今, 心电图、动态心电图(Holter)、心电监护设备已是临床使用非常普遍的医疗设备, 且其

功能已十分强大, 如自动分析式心电图机、24 h动态心电图分析仪以及心电监护仪等, 都带有对心律不齐等异常心电信号的自动诊断功能。但是用户对于此类设备的心电自动诊断功能的优劣却没有一个标准的评定方法, 也无法在使用中进行质量监控^[1]。同时, 心电自动诊断作为一个热门课题, 亟待研究和发 展, 而原始数据及专家知识的获得却常常阻碍了这一研究的顺利进行^[2]。因此, 有必要依据实际需求和有关心电知识来人为地合成所需心电信号。为此本文研究一种能产生满足各种心电类仪器的研发检测与后续使用进行质量监控、心电自动诊断研究、心电

【收稿日期】2016-04-08

【基金项目】国家质量监督检验检疫总局质检公益性行业科研专项 (201110045)

【作者简介】郑春雄, 男, 硕士研究生, 工程师, 主要从事医学仪器的检定、校准、检测方法研究以及医疗设备质量检测和质量保证, E-mail: 29409631@qq.com

检测算法的验证等需求的交互式心电信号源系统。

1 系统设计

本系统主要分为两大模块,模块一:心电信号编辑器实现对心电信号的创建、编辑、储存、删除、导入等功能。模块二:心电信号输出模块实现对心电信号显示预览,同时以相当于人体真实水平的心电信号进行输出。系统的结构如图1所示。

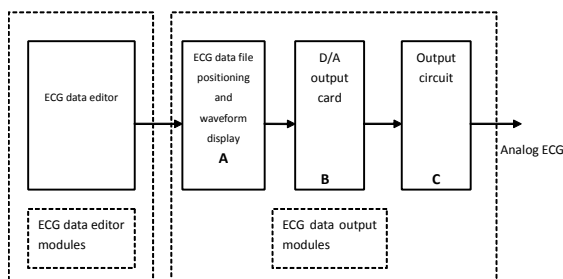


图1 系统结构图

Fig.1 System module

模块一心电数据编辑器用于定义各种常用的基本信号及其相应的特征参数,如P波、QRS波、T波及一些常见的病理P-QRS-T复合波等,能根据用户实

际使用需求提供P-QRS-T波各项参数分别可调的各种合成心电信号,能在心电信号中加入随机噪声、高斯噪声等干扰信号形成干扰心电波形,同时可创建、编辑、储存、删除、导入各种基本信号,用户可将这些基本信号设定参数来形成新的测试信号,还可将这些基本信号任意组合形成混合测试信号。选择所需波形,通过简单的插入、拖动、参数调整等方式来获得所需的心电波形,而后可通过手工修改局部的细节来得到所需最终波形。所有这些测试信号均可由用户定义详细的文字描述,并且在调用时显示。

模块二心电数据输出模块可分成A、B、C共3个子模块:子模块A用于心电数据文件的定位选择及其波形的显示预览。子模块B实现将数字心电信号转换成模拟信号输出功能;子模块C是归一化双端输出电路,根据输入信号的特点设计的电路如图2所示。由DAQ卡输出的离散信号Vd先通过一个截止频率为100 Hz的一阶RC低通滤波电路,在起到平滑效果的同时,又保留了信号中几乎全部的频率成分。最终输出的信号幅度为 $V_2-V_3=V_1/1\ 000$,为一个衰减了1 000倍的双端信号。II导联输出则为V3端接RA,V2端接LL。

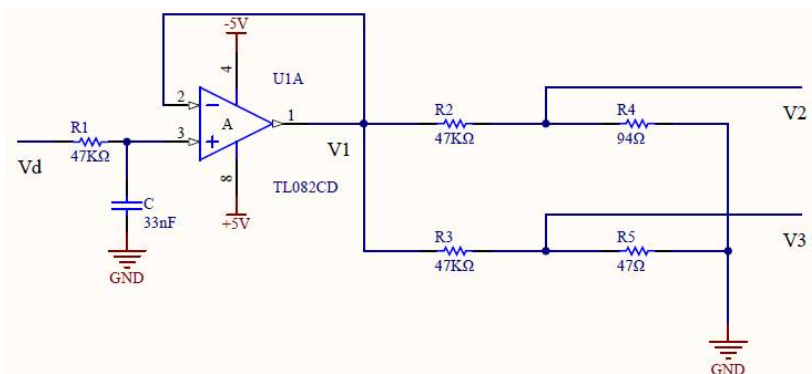


图2 系统输出电路

Fig.2 System output circuit

2 系统应用举例

运用本系统中的心电数据编辑器可以编辑产生满足多种心电研究领域所需的心电波形。如在一些心电诊断研究的专业文献上描述的心电波形中,有些在临床采集中往往不易获得甚至无法获得其时序数据。这时,利用本系统中的心电数据编辑器,通过将文献上的图形扫描成位图,再将其作为编辑器的背景图层进行描记,通过判断灰度值得到所需数据,从而实现了将心电波形转为时序数据。如图3所示,3种异常心电波形都是根据文献[4]编辑获得的波形。

3 输出结果的验证

为验证心电信号输出模块能否将心电数据文件以相当于人体真实的水平输出,将系统的输出信号送到PHILIPS公司的MP50多参数监护仪上。图4为心电数据文件在系统中的显示,图5为信号输出到监护仪上的显示。从输出效果看,信号可被监护仪正常接收和分析。为了进一步评估输出的模拟心电信号的失真情况,我们将输出的心电信号重新进行采样,与系统中的原始信号进行比较,以100段信号为例,随机抽取10段,每段时长5 s,长度1 800点的采样信号数据数组,并将

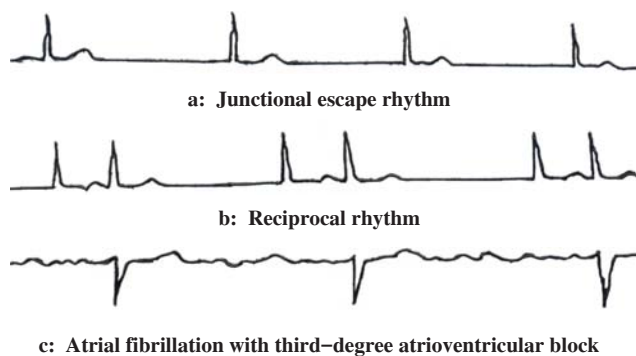


图3 根据文献[4]描述获得的波形
Fig.3 ECG described in document[4]



图4 原始信号
Fig.4 Original signal

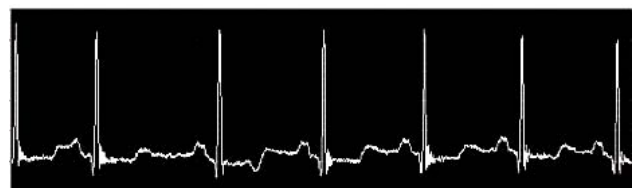


图5 输出信号
Fig.5 Output signal

其与对应的原始心电信号的数据段计算相关系数,得到的相关系数为 0.95 ± 0.01 ,证明输出信号没有出现较大的失真。再通过比较一段时间内原始信号与采样信号的R波数,结果两者也是一致的,由此说明系统输出结果基本达到预期要求。

4 结语

异常心电图种类繁多,波形复杂多变,差异性大,同种病理的不同患者的心电图甚至同一患者本身的心电信号都存在着很大的差异,而现有的标准心电数据库存在着导联位置不统一、样本类型少、扩展性能差等致命缺点。本文介绍的心电信号源系统具有强大的交互式编辑扩展功能,通过运用软件技术进行绘图和插件组合编辑的方式,能根据用户实际使用需求来人为地构建或合成所需的心电测试信号,理论上可生成任意所需的心电波形。因此,本信号源系统在心电类仪器的研发、质量检测、计量检定校准、心电检测算法的验证、心电自动诊断研究等领域有非常广阔的应用前景。

【参考文献】

- [1] 向可, 王成. 基于心电数据库的虚拟心电信号发生器设计[J]. 中国医疗设备, 2009, 24(5): 15-17.
XIANG K, WANG C. Design of suppositional ECG signal generator based on ECG database[J]. China Medical Equipment, 2009, 24(5): 15-17.
- [2] 叶文宇. 心电自动诊断技术的研究[D]. 天津: 天津大学, 2003.
YE W Y. The research of ECG automated diagnosis[D]. Tianjin: Tianjin University, 2003.
- [3] 李涛, 刘延武. 基于LabView的心电信号采集和分析[J]. 医疗设备信息, 2007, 22(6): 15-17.
LI T, LIU Y W. Acquisition and analysis system of ECG signal based on labview[J]. China Medical Equipment, 2007, 22(6): 15-17.
- [4] 吴中海, 黄彰海, 高天明, 等. 生理学[M]. 广州: 中国人民解放军第一军医大学, 2001.
WU Z H, HUANG Z H, GAO T M, et al. Physiology [M]. Guangzhou: The First Military Medical University of PLA, 2001.
- [5] 徐胜鹤. 基于虚拟仪器的心电信号采集系统研究[D]. 济南: 山东大学, 2008.
XU S H. Study on acquisition system of ECG signal based on virtual instrument[D]. Jinan: Shandong University, 2008.
- [6] 朱志强, 田心. LabView及其在生物医学工程中的应用[J]. 国外医学: 生物医学工程分册, 2001, 24(2): 59-64.
ZHU Z Q, TIAN X. LabView and its application in biomedical engineering[J]. Foreign Medical Sciences(Biomedical Engineering Fascicle), 2001, 24(2): 59-64.
- [7] 曾山, 陆尧胜, 王思华, 等. 基于LabView的信号发生器和虚拟示波器综合测试仪的设计[J]. 医疗设备信息, 2006, 21(11): 10-11.
ZENG S, LU Y S, WANG S H, et al. The design of integrated test instrument of signal generator and virtual oscillograph based on Labview[J]. China Medical Equipment, 2006, 21(11): 10-11.
- [8] 张玉华, 李桥, 孟延, 等. 基于虚拟仪器的12导同步心电信号采集系统[J]. 中国医学物理学杂志, 2004, 21(6): 353-354.
ZHANG Y H, LI Q, MENG Y, et al. A 12-Lead synchronous ECG signal acquisition system based on virtual instrument[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2004, 21(6): 353-354.
- [9] 刘尚明, 潘燕, 李桥, 等. 基于虚拟仪器的12导同步心电数据库的建立[J]. 生物医学工程研究, 2005, 24(1): 18-20.
LIU S M, PAN Y, LI Q, et al. Establishment of 12-lead synchronous ECG database based on virtual instrument[J]. Journal of Biomedical Engineering Research, 2005, 24(1): 18-20.
- [10] 沈宇飞, 赵燕, 方祖祥. 采用MIT-BIH心律失常数据库的信号源[J]. 中国医疗器械杂志, 2007, 31(6): 346-348.
SHEN Y F, ZHAO Y, FANG Z X. A signal generator using standard MIT-BIH Arrhythmia Database [J]. Chinese Journal of Medical Instrumentation, 2007, 31(6): 346-348.
- [11] HILTON M L. Wavelet and wavelet packet compression of eclectrocardiograms[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 1997, 44(5): 394-402.
- [12] JI Z, QIN S R. Methods for biomedical signal measurement and analysis based on virtual instrumentation[J]. Chinese Journal of Clinical Rehabilitation, 2005, 13(8): 317-318.
- [13] BIOUCASDIAS J M. A fast GEM algorithm for bayesian wavelet-based image restoration using a class of heavy-tailed priors[J]. Lect Notes Comput Sci, 2003, 2683: 407-420.
- [14] KOHLER B U, HENNIG C, ORGLMEISTER R. The principles of software QRS detection[J]. IEEE Eng Med Biol Mag, 2002, 21(1): 42-57.
- [15] MOODY G B, MARK R G. The impact of the MIT-BIH arrhythmia database[J]. IEEE Eng Med Biol Mag, 2001, 20(3): 45-50.

(编辑: 薛泽玲)