

基于 Labview2014 的心音信号瞬时频率分析

Analysis of the Instantaneous Frequency of Heart Sound Signals Based on Labview2014

韦博轩, 彭松

兰州理工大学 电气工程与信息工程学院,
四川 成都 610031

WEI Bo-xuan, PENG Song

School of Information and Electrical
Engineering, Lanzhou University of
Technology, Chengdu Sichuan 610031,
China

[摘要] 目的 利用信号处理手段对心音信号进行分析, 为医生诊断心音相关心脏疾病提供客观依据。**方法** 基于Labview2014开发平台对心音进行瞬时频率分析, 给出其能量图谱以及瞬时频率曲线。**结果** 正常与异常心音的瞬时频率曲线及功率谱有明显差异。**结论** 经试验验证, 该方法能够准确描述正常与异常心音的频率差异, 使医生能够便捷、高效地诊断心音相关心脏疾病。

[关键词] Labview2014; 心音信号; 瞬时频率; 能量图谱

Abstract: Objective To analyze the heart sound signals through signal processing methodology so as to provide objective foundations for physicians to diagnose the heart-sound-related heart diseases. **Methods** Based on Labview2014, the instantaneous frequency of heart sound was analyzed to obtain the frequency spectrum and the curve of instantaneous frequency. **Results** The differences between normal and abnormal heart sound was significant in the aspects of the frequency spectrum and the curve of instantaneous frequency. **Conclusion** This methodology had proven its accuracy in the verification test in revealing differences between normal and abnormal heart sound, which contributed to convenient and efficient diagnosis of heart-sound-related heart diseases for physicians.

Key words: Labview2014; heart sound signals; instantaneous frequency; energy spectrum

[中图分类号] R310 [文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2015.04.007

[文章编号] 1674-1633(2015)04-0025-03

0 前言

近年来, 随着物质生活的极大丰富, 冠心病的发病率及死亡率呈逐年递增趋势, 严重威胁着人类健康。心脏病的诊断与治疗已成为世界医学界研究的热点问题, 尤其是心音相关的心脏疾病。利用现代信号处理技术对心音进行分析研究, 是诊断心音相关心脏疾病的重要手段。心音具有随机性、噪音大、信号微弱等特性, 仅依靠医务人员采用传统方法进行主观判断与分析不是非常可靠, 因此利用信号处理技术对心音信号进行分析研究, 得出心音信号的时频特征对于医生诊断心音相关心脏疾病具有十分重要的临床意义^[1-2]。

信号处理技术中最为常见的是傅立叶变换, 然而因为心脏活动是一个动态过程, 所以传统的傅立叶变换无法清晰准确地表现出一个频率分量的变化趋势及其具体的变化

时间, 不具有瞬时有有效性。相比之下, 瞬时频率 (Instantaneous Frequency, IF) 分析法能够准确表现出非平稳信号的特征^[3-5]。本研究基于 Labview2014 开发平台, 通过瞬时频率方法对心音信号进行分析, 得出心音频率成分随时间变化的过程, 为医生对心音相关心脏疾病的诊断提供了一种客观、有效的分析方法。

1 瞬时频率的定义

以解析信号法定义瞬时频率, 直观上, 瞬时频率表现为相位的微分, 是描述频率随时间变化的一个重要物理量, 在分析非平稳信号方面具有独特的优势以及瞬时有有效性^[6-8]。

求解一个信号 $x(t)$ 的瞬时频率, 首先需要给定一个窗函数, 并假定其在一段时间间隔内是平稳的, 对 $x(t)$ 加窗函数后进行傅立叶变换, 可得其频谱, 如下式所示:

$$s_x(t, \omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(\tau) \gamma(\tau - t) e^{-j\omega t} d\tau \quad (1)$$

由经傅立叶变换之后的频谱, 即可得到信号的瞬时频率, 如下式所示:

收稿日期: 2015-03-05

基金项目: 甘肃省科技厅支撑课题 (090NKCA092); 兰州军区医学课题 (CLZ11JC03)。

作者邮箱: 459899929@qq.com

$$\omega_t = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \omega s_x(t, \omega) d\omega}{\int_{-\infty}^{+\infty} s_x(t, \omega) d\omega} \quad (2)$$

2 心音信号的瞬时频率分析

2.1 Labview2014开发平台

该软件是一种图形化的编程语言，它结合了简单易用的图形式开发环境与强大的G编程语言，提供了一个非常直观的编程环境^[9]。Labview2014为目前最新版本，其在原有基础上增加了更多的vi脚本以及服务器对象，让用户可以随时随地地快速采集、分析和可视化访问所有数据，并利用数据对象快速做出决策，是目前虚拟仪器研发的主流开发平台，其高级信号处理工具包集成了时频分析、小波分析以及时间序列分析等现代信号处理技术，含有大量的实例及vi子程序，为本研究提供了重要的实验支持^[10]。

2.2 心音瞬时频率分析的实验设计

根据瞬时频率相关理论，利用Labview2014的高级信号处理软件，应用vi编程及调整相关参数，将预期实现的目标进行程序化设计。工作流程图，见图1。

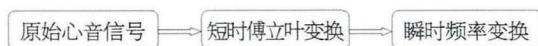


图1 心音瞬时频率分析工作流程图

工作流程如下：首先将原始心音信号进行短时傅立叶变换（STFT变换）得到心音能量频谱，然后再进行瞬时频率变换（MIF变换）最终得到心音的瞬时频率曲线。心音程序框图（即后面板图），见图2。

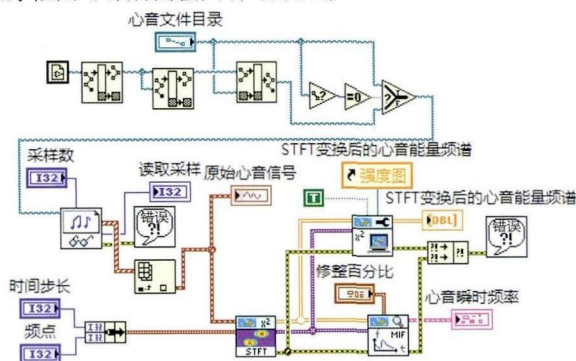


图2 心音瞬时频率分析程序后面板图

注：STFT变换：短时傅立叶变换；MIF：瞬时频率变换。

2.3 实验及分析

本研究采用的正常心音信号由自主研发的心音采集系统采集所得，采样频率为2000 Hz；病变患者心音数据来自Department of Medicine of University of Washington数据库，采样频率为5000 Hz。

图3所示的是18岁健康男性的心音，图4所示的是二尖瓣狭窄患者的心音。对二者进行能量图谱以及瞬时频率分析后可以发现：正常与异常心音的能量图谱与瞬时频率曲线有明显差异，利用瞬时频率分析法处理后的的心音能够

更加准确地识别出心音频率成分随时间变化的过程，可以将信号的频率特征表现地更加明显，进而可以在心音相关心脏疾病的识别诊断方面为临床医生提供一种更加客观、准确的手段^[11-12]。

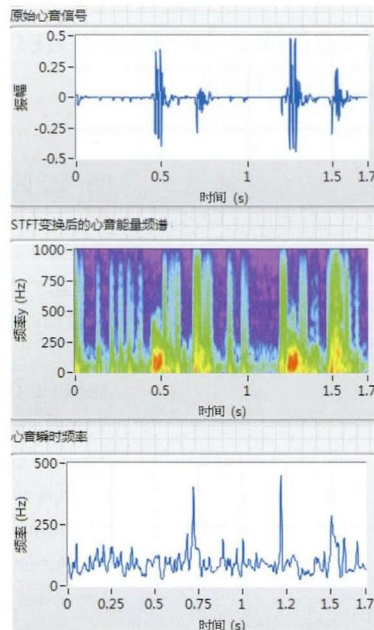


图3 正常心音能量图谱以及瞬时频率分析结果

注：STFT变换：短时傅立叶变换。

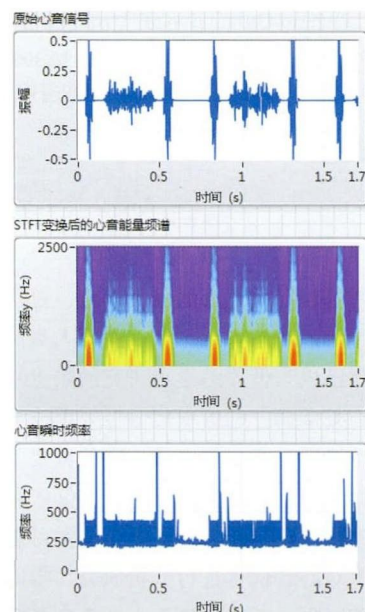


图4 二尖瓣狭窄心音能量图谱以及瞬时频率分析结果

注：STFT变换：短时傅立叶变换。

3 结语


本研究基于Labview2014平台，通过瞬时频率分析构建了心音信号分析方法，对正常以及病变患者的心音加以分析，得出了心音信号的能量图谱以及瞬时频率曲线。目前，已对多例正常或异常心音进行分析，实验结果表明该

方法能够客观有效地描绘出心音信号瞬时频率的变化趋势,可为临床医生诊疗心音相关心脏疾病提供参考依据,具有一定的实用价值。

利用信号处理技术对心音信号进行分析研究是目前医学信号处理领域的热点,除了时频分析之外,有关时间序列分析、小波分析和其他非线性分析方法在该领域也有着广泛的应用前景。随着研究的深入,低成本、无损伤的心音相关心脏疾病的诊断手段将会得到极大的改善,对医学科学的发展具有重要的意义^[13-15]。

[参考文献]

- [1] 周静,杨永明,何为.心音信号的分析及其特征提取方法的研究[J].中国生物医学工程学报,2005,24(6):685-689.
- [2] 韦哲,辛迈,汪凌艳,等.基于LabVIEW2011的心音信号STFT分析[J].中国医学装备,2014,11(1):20-21.
- [3] 谢斌,严碧歌,李锦.心音信号的分析方法及其应用[J].现代生物医学进展,2010,10(23):4578-4581.
- [4] 李战明,韩阳,韦哲.心音信号时频分析方法研究[J].中国医学装备,2012,9(9):1-4.
- [5] Zhao ZD, Pan M, Chen YQ. Instantaneous Frequency Estimate For Non-stationary Signal[A]. Proceedings of the 5th World Congress on Intelligent Control and Automation[C]. Hangzhou, 2004:3641-3643.

- [6] Huang NE, Wu ZH, Long SR, et al. On Instantaneous Frequency[J]. Advances in Adaptive Data Analysis, WSPC, 2009, 1(2):177-229.
- [7] 任达千,杨世锡,吴昭同,等.信号瞬时频率直接计算法与Hilbert变换及Teager能量法比较[J].机械工程学报,2013,49(9):42-48.
- [8] Wang C, Ren WX, Wang ZC, et al. Instantaneous frequency identification of time-varying structures by continuous wavelet transform[J]. Engineering Structures, 2013, 52:17-25.
- [9] 赵华,张代远.基于LabVIEW的虚拟任意信号发生器设计[J].计算机技术与发展(网络版),2013,(16):7.
- [10] 贾峰.基于Labview的虚拟信号分析仪的设计与研究[J].电子测试,2012,(10):42-44.
- [11] 李丽,胡方明.基于小波变换的病灶心音识别[J].中国医疗设备,2012,27(2):9-12.
- [12] 陈剑,郭兴明,肖守中.心音信号识别的意义及其方法研究[J].国外医学生物医学工程分册,2004,27(2):87-89.
- [13] 张家亮,江洪,阙大顺,等.基于小波的心音信号分析及其特征提取[J].电脑与信息技术,2011,19(1):17-20.
- [14] 马中午,李战明,韦哲.基于AR方法的心音信号3D分析[J].中国医学装备,2011,8(5):12-14.
- [15] 马永华,成谢峰.小波和神经网络在心音识别中的应用[J].微型机与应用,2011,30(1):72-74. 

上接第24页

[参考文献]

- [1] 刘飞飞,魏守水,景天磊.自动监护与无痛分娩闭环系统的设计与实现[J].中国医疗设备,2012,27(11):59-61.
- [2] 程志厚,宋树良.胎儿电子监护学[M].人民卫生出版社,北京:2001:308-316.
- [3] 唐许,彭珏,陈思平.医学超声单晶探头的进展及新技术[J].中国医疗器械信息,2014,(4):16-21.
- [4] 王威琪,汪源源.医学超声信号及其特征提取[J].中国医疗器械信息,2004,(1):4-11.
- [5] 汪源源,刘斌,吴晓峰,等.超声多普勒信号的频谱分析[J].声学

技术,1998,(2):57-62.

- [6] 林书玉.匹配电路对压电陶瓷超声换能器振动性能的影响[J].压电与声光,1995,(3):27-30.
- [7] 张伟涛,张永俊,姚震.基于Matlab压电超声换能器匹配电路的研究[J].电加工与模具,2014,(2):47-50.
- [8] 陆尧胜,邓松茂,崔忠艺,等.超声多普勒胎心检测前置电路的研究[J].电路与系统学报,2011,(2):114-118.
- [9] 李勇,李巍,李社伟,等.基于模拟开关和OPA548的同步相敏解调电路[J].电子器件,2007,(5):1816-1818. 

《中国医疗设备》杂志临床工程栏目简介

临床医学工程是运用工程学的理论与方法解决医学中实际问题的新兴学科,学科领域较广。故本栏目包括的内容也较广,凡与临床医学工程的理论、技术、方法等有关的文章均可。诸如现代先进医疗仪器设备的构成原理、性能特点、应用功能开发、医用设备和计算机的安全使用技术、设备改装、医疗新技术革新、小发明和专利等稿件。本栏目的稿件要求论述简单明了,突出技术重点,具有科学性和实用性。