

# 基于 Labview 和 Matlab 的心电信号分析系统设计\*

胡 晓<sup>1</sup>, 魏 薇<sup>2</sup>, 郑庆州<sup>1</sup>, 高 鹰<sup>1</sup>

(1. 广州大学机械与电气工程学院, 广东 广州 510006; 2. 广东省人民医院)

**摘 要:** 介绍了一种采用 Labview 和 Matlab 相结合设计心电信号分析仪的方法: 利用 Labview 灵活的图形化编程工具设计前面板, 利用 Labview 平台上 Matlab 调用节点调用小波变换等算法。应用该方法所设计的系统具备读取并显示心电信号文件、小波变换的滤波功能和测试 ECG 信号参数等功能, 效果良好; 系统实现简单, 可扩展性强。

**关键词:** Labview; Matlab; 心电信号; 小波变换

## Design of ECG Signal Analysis System Based on Labview and Matlab

HU Xiao<sup>1</sup>, WEI Wei<sup>2</sup>, ZHENG Qing-zhou<sup>1</sup>, GAO Ying<sup>1</sup>

(1. School of Mechanical and Electric Engineering, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China; 2. Guangdong General Hospital)

**Abstract:** A kind of method to design an ECG (Electrocardiogram) signal analyzer by combining Labview and Matlab is introduced. The front panel is designed with the help of the flexible image toolbox in Labview and the algorithms such as wavelet transform are invoked by using the Matlab node in Labview platform. The system is able to read and display the ECG signal files, to filter ECG signal by wavelet transform, to test the parameters of ECG signal and etc, it shows good effect. The system can easily be implemented and has strong expandability.

**Key words:** Labview; Matlab; ECG signal; wavelet transform

## 0 引言

心电检测能为心脏疾病的正确分析诊断、治疗和监护提供客观依据, 具有十分重要的社会价值和经济价值<sup>[1,2]</sup>。Labview 是一种业界领先的工业标准图形化编程工具, 是图形化编程语言, 主要用于开发测试、测量与控制系统<sup>[3]</sup>。同时, Labview 实现了对 FPGA 等硬件的支持, 实际上也是一个硬件设计工具。Matlab 是当今很流行的科学计算软件, 集成了大量科学计算程序, 几乎对所有的工程计算领域都提供了准确、高效的工具箱, 它已经成为应用学科中的计算机辅助分析、设计、仿真等不可缺少的基础软件。本论文结合 LabView 和 Matlab 的优势, 开发了一个心电信号分析系统。

整个系统主要分为五个部分, 如图 1 所示。

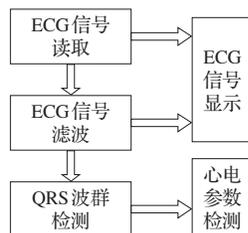


图 1 系统总体框图

## 1 ECG 信号的读取

本系统 ECG 信号来自两种信源, 第一, 存储于计算机的数据文件; 第二, 系统实时采集的 ECG 信号。本文以读取存储的

数据文件为例加以说明。目前国际上公认的可作为标准的心电数据库有三个, 分别是美国麻省理工学院提供的 MIT-BIH 数据库、美国心脏学会 AHA 数据库及欧洲 ST-T 数据库<sup>[4]</sup>。由于 MIT-BIH 数据库中病例丰富、典型、注释详细, 很快就得到了世界的承认。MIT-BIH 数据库中的数据是录制在磁带上的模拟信号经模数转换后的数字信号, 在存贮时为了减少文件长度节省存贮空间, 使用了自定义格式, 因此, 无法通过通用的方式去读取数据。在 MIT-BIH 数据库中, 心率失常数据存储格式主要是 Format 212。格式 212 针对两个信号(为了方便起见, 设定为信号 0 和信号 1)的采样数据进行交替存储, 每三个字节存储两个数据, 这两个数据分别来自信号 0 和信号 1, 信号 0 的采样数据取自第一字节对(共 16 位)的最低 12 位, 信号 1 的采样数据由第一字节对的剩余 4 位(作为组成信号 1 采样数据的 12 位的高 4 位)和下一字节的 8 位(作为组成信号 1 采样的 12 位的低 8 位)共同组成。两个信号的所有数据都按照这种方法连续存储。根据信号的存储格式用 Labview 编写的读取 MIT/BIH 数据库 data 文件的后面板程序如图 2 所示。

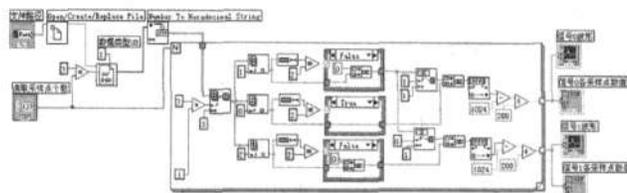


图 2 ECG 读取后面板程序

\* 基金项目: 广东省科技计划项目(2009B060700124); 广东省教育部科技部企业科技特派员行动计划专项项目(2009B090600034)

### 2 ECG 信号的滤波

在采集心电信号时,由于受仪器、人体等方面的影响,所采集的 ECG 信号常常存在以下几种干扰:呼吸和运动所产生的基线漂移、工频干扰、肌电干扰、电极接触噪声、运动伪迹和电子设备产生的高频仪器噪声。

目前比较热门的滤波处理是用小波变换<sup>[6]</sup>。具体做法是:首先选取适当的小波函数和分解尺度 n 后,对 ECG 信号进行多尺度分解。然后,将小波变换后的各尺度离散系数进行阈值处理。最后,利用处理后的小波系数对信号进行重构,获得平稳的心电图信号,以此达到消除 ECG 中噪声的目的。滤波的关键在于:①选择合适的小波函数;②选择小波门限法。为此,本系统设置了小波函数选项和小波门限法选项。其中,小波门限法提供了三种:软阈值法、硬阈值法和自适应阈值法。

本设计在 Labview 平台上调用 MATLAB 节点,用 MATLAB 小波函数对加噪信号进行滤波。Matlab 提供小波分析等复杂算法供 Labview 调用。利用 Matlab 中提供的小波函数工具来进行去噪处理,以获得最好的滤波效果。在去噪阈值类型选项中,若不进行选择系统即按默认阈值处理。默认阈值是采用 MATLAB 自带的 ddenomp 函数,程序如图 3 所示。

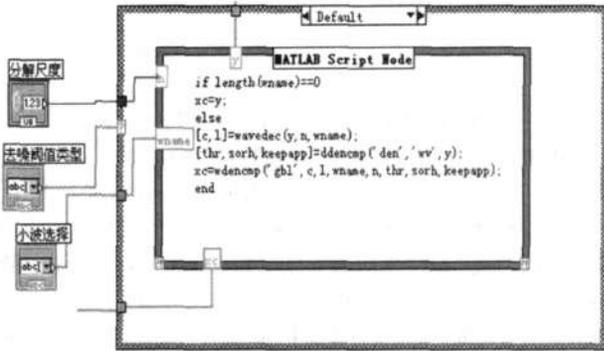


图3 Labview调用MATLAB节点实现小波变换

### 3 QRS 波群检测及参数提取

目前 ECG 自动分析的内容主要包括心电信号的预处理,特征提取,QRS 波检测和分类,数据压缩等。其中 QRS 波的检测是首要问题,也是整个系统的关键;特征提取和分析判断是临床应用的核心。心电信号波形的复杂性和各种类型噪声的存在以及生理上的变异性,使 QRS 波的精确检测非常困难。

QRS 波群的软件检测是近 30 年来研究的焦点。目前,QRS 波的检测方法主要有:差分阈值法、模式判断法、小波分析法、神经网络法和句法分析法。本设计主要采用小波分析法。小波分析方法利用 QRS 波频率总是高于 P 波和 T 波的特点来识别 QRS 波。QRS 波群的中心频带在 17Hz 左右,带宽约为 10Hz。

心电信号的峰值、谷值和峰峰值等可以用 Labview 中 Amplitude and Level Measurements.vi 非常方便地测量出来。

本系统中 R 波峰检测采用 Labview 系统自带的峰值检测控件 Peak Detector.vi。通过检测到的两个连续 R 波峰的位置可计算心电信号的周期、频率等,随后利用公式计算出心率,就可准确判断心率的变化。

R 峰检测的关键是门限的设置,可以调整宽度至精确。但

是,仅靠门限和宽度的设置还不能非常准确地检测出 R 峰,为此,可以通过二阶导数峰检测中输出的信息进一步精准化,也可以根据 R 峰的性质结合其他模块更好的检测出 R 峰的位置。

### 4 心电分析仪前面板

心电分析仪前面板见图 4。整个前面板分成原始 ECG 信号显示区、经小波滤波后 ECG 信号显示窗口、滤波参数选择 and ECG 信号参数显示及提示区。其中,滤波参数选择包括小波函数选择、去噪阈值类型选择和小波分解级选择。

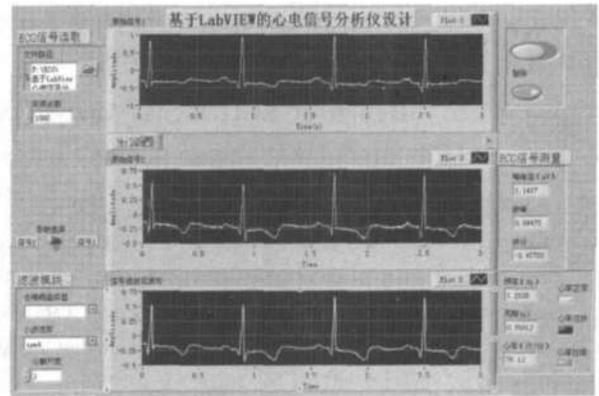


图4 心电信号分析仪前面板

另外, ECG 信号参数显示区主要用来提示 ECG 信号的波峰、波谷和心率以及异常信号等。本系统采用异常信号的判断方法是:设定心率的最大值和最小值,也就是上限和下限,当采集的心电信号的心率高于最大值或者低于最小值时,启动报警程序。前面板上将显示异常的信号类型,点亮指示灯,提示管理人员进行适当的处理。本系统中用布尔指示灯显示报警状态,设定心率为 90 次/分,下限为 70 次/分;当采集的心率高于 90 次/分时,心率过快的指示灯点亮为红色,当心率低于 70 次/分时,心率过缓的指示灯点亮为蓝色,当心率在 70—90 次/分时,心率正常的指示灯点亮为绿色。该系统诊断报警子程序如图 5 所示。

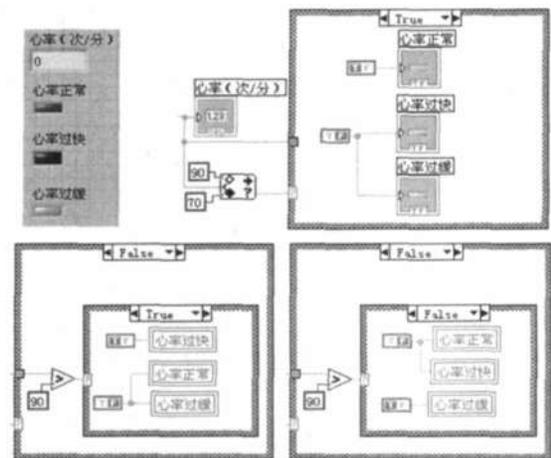


图5 诊断报警子程序框图和前面板

### 5 结束语

基于 Labview 的心电信号分析仪,包含心电信号采集、文件

(下转第 31 页)

```

}
public List findByCode(Object code) {
    return findByProperty(CODE, code);
}
public List findByChntitle(Object chntitle) {
    return findByProperty(CHNTITLE, chntitle);
}
public List findByEngtitle(Object engtitle) {
    return findByProperty(ENGTITLE, engtitle);
}
...
public Course merge(Course detachedInstance) {
    log.debug("merging Course instance");
    try {
        Course result=(Course) getHibernateTemplate()
            .merge(detachedInstance);
        log.debug("merge successful");
        return result;
    } catch (RuntimeException re) {
        log.error("merge failed", re);
        throw re;
    }
}
public void attachDirty(Course instance) {
    log.debug("attaching dirty Course instance");
    try {
        getHibernateTemplate().saveOrUpdate(instance);
        log.debug("attach successful");
    } catch (RuntimeException re) {
        log.error("attach failed", re);
        throw re;
    }
}
public void attachClean(Course instance) {
    log.debug("attaching clean Course instance");
    try {
        getHibernateTemplate().lock(instance, LockMode.NONE);
        log.debug("attach successful");
    } catch (RuntimeException re) {
        log.error("attach failed", re);
        throw re;
    }
}

```

(上接第 26 页)

读取、信号预处理、QRS 波检测等几个部分。所有的软件都基于 Labview 工作环境编写,并在 Labview 平台上调用 MATLAB 节点,通过充分调用 Matlab 环境中的经典算法程序,省去了在 LabView 工作环境中编写小波变换等复杂算法程序的过程,方便了参数调试和修改。而且,通过增加一块 ECG 信号采集卡,能够对 ECG 信号进行采集,实时处理、实时显示。

参考文献:

[1] 朱大援.非接触式心电检测系统的研究[D].西南交通大学,2008.

```

}
}
public static CourseDAO getFromApplicationContext
    (ApplicationContext ctx) {
    return (CourseDAO) ctx.getBean("CourseDAO");
}
}
}

```

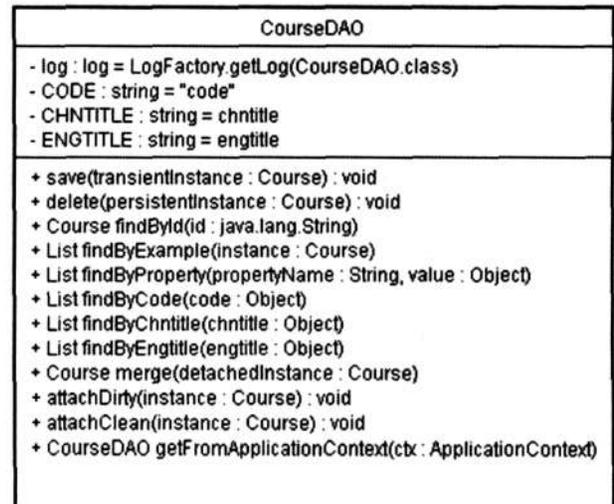


图 4 CourseDAO.JAVA 类图

### 3 结束语

在企业大型系统开发设计过程中,采用 Hibernate 数据持久层解决方案,既方便了开发者,也减少了程序与数据库之间的访问工作量,节约了开发成本和系统资源,极大地提高了系统开发的效率,是系统开发中数据持久层解决方案的最佳选择。

参考文献:

- [1] 张琳.面向方面的软件体系结构设计方法 AOP[A].武汉大学软件工程国家重点实验室 2006 级博士生研究课题,2009.
- [2] 蔡雪彦.Hibernate 开发及整合应用大全[M].清华大学出版社,2006.
- [3] 黄佩虹,张冰晶.精通 Hibernate:java 数据库持久层开发核心编程[M].清华大学出版社,2009.
- [4] 付京周.精通 Hibernate3.0:java 数据库持久层开发实践[M].人民邮电出版社,2007.
- [5] 王国辉,马文强.Hibernate 应用开发完全手册[M].人民邮电出版社,2007.



- [2] 胡晓,李莉,黄海等.基于多分辨率的 VF/VT ECG 信息研究[J].南方医科大学学报,2007.27(9):1368~1369
- [3] 岂兴明,周建兴,矫津毅.Labview8.2 中文版入门与典型实例[M].人民邮电出版社,2008.
- [4] <http://www.physionet.org/physiobank/database/mitdb/>.
- [5] Hu Xiao, Gao Ying, Liu Wai-xi. Pattern recognition of surface electromyography signal based on wavelet coefficient entropy [J].health,2009.1(2):121~126

