

华中科技大学

本科生毕业设计（论文）开题报告

题目：基于 Android 的 ECG 信号监测与记录应用程序实现

院 系： 光学与电子信息学院

专业班级： 在这里写下你的专业名称和班级号

姓 名： 某某某

学 号： U201200000

指导教师： 某某某

2016 年 3 月

开题报告填写要求

一、 开题报告主要内容：

1. 课题来源、目的、意义。
2. 国内外研究现况及发展趋势。
3. 预计达到的目标、关键理论和技术、主要研究内容、完成课题的方案及主要措施。
4. 课题研究进度安排。
5. 主要参考文献。

二、 报告内容用小四号宋体字编辑，采用 A4 号纸双面打印，封面与封底采用浅蓝色封面纸（卡纸）打印。要求内容明确，语句通顺。

三、 指导教师评语、教研室（系、所）或开题报告答辩小组审核意见用蓝、黑钢笔手写或小四号宋体字编辑，签名必须手写。

四、 理、工、医类要求字数在 3000 字左右，文、管类要求字数在 2000 字左右。

五、 开题报告应在第八学期第二周之前完成。

1 相关研究简介

1.1 Android 平台及 ECG 监测简介

目前，基于 Android 系统的智能设备已经广泛普及 [1][2]，其内嵌的蓝牙（Bluetooth）通信模块、无线局域网模块（Wireless LAN, WLAN）和进场通信模块（Near Field Communication, NFC）等设备保证了和其他各类设备的近距离交流，而其普遍高于一般微控制器嵌入式设备的处理性能也保证了 Android 平台进行较为复杂运算的能力。同时，经过多年发展，Android 平台已经允许开发者方便地通过各类应用程序接口（Application Programming Interface, API）对智能设备的软硬件进行控制。通过 Android 平台，人们已经实现了对家用电器，个人电脑，显示器等设备的简单控制。基于其较为强大的运算能力，一些简单数据处理应用（如个人文档处理，面部识别，语音识别等）也选择借助 Android 平台实现。同时，由于近年来移动终端计算能力的提高，医学设备的小型化、便携化程度逐渐提高。更加轻便的医学设备既方便了治疗时的检测，也方便了未经医学训练的普通人对自己身体状况的关注，在体育运动领域也体现出了潜在的应用价值 [3]。在各类受监测的体征指标中，心电图（Electrocardiograph, ECG）能够提供如心率等主要的人体指标，也有助于对心脏疾病类型的判断和对应治疗。由于 ECG 监测仪器要求使用者长时间佩戴，因此便携性成为该类监测设备的发展方向之一。目前，在具备了一定的数据处理能力后，便携式 ECG 监测设备能够实时地对 ECG 信号进行预处理、去噪和分析，从而提供更加精确的测量、更加丰富的信息和更多的附属功能（如突发疾病预警等）。为了使被采集 ECG 数据的处理和传递更加方便，利用智能手机平台是很自然的想法。已有研究证实了在 Android 智能设备平台上收集 ECG 等医疗数据的可行性，一些适用于 Android 平台的 ECG 信号处理算法也在验证后提出并应用。基于此，一些研究提出了专门处理 ECG 数据的 Android 平台应用这一构想。

1.2 相关研究现状

已有研究主要着眼于两方面：基于 Android 平台 ECG 监测应用的开发，以及 Android 平台对 ECG 信号的处理算法。

在 ECG 监测应用开发方面，利用 Android 智能设备的蓝牙设备与 ECG 设备连接来获取数据、再加以处理，最后在 Android 端绘制波形的方案成为了相关研究的普遍选择。Android 蓝牙连接较为稳定 [4]，同时 Android 平台使用蓝牙的方法也较为简单，这或许是该方案广受欢迎的原因。多数研究实现了 Android 应用的 ECG 信号显示 [3] [5] [6]，一些研究实现了基于 ECG 信号分析的预警功能 [6]。部分研究实现了利用 Android 智能手机通过移动网络实时传递 ECG 图像的功能，辅助医师进行紧急治疗 [5][6]。同时也有针对配套的 ECG 信号监测设备的研究，从硬件层面消除 ECG 信号中噪声和伪影的干扰 [3]。

Android 平台 ECG 信号处理方面的研究主要着眼于对信号的分析 and 噪声消除。已有研究提出了 Android 平台 ECG 信号的质量评估方法 [7]，以及适用于可穿戴设备的 ECG 信号噪声分类方法 [8]。同时在 ECG 信号处理算法（如波峰检测和波

形异常检测）方面也取得了一些成果 [9]。对于 ECG 信号传输时的格式，部分研究提出了适合蓝牙传输的 ECG 信号格式，并与其它医疗信息格式共同构成用于传递医疗数据的协议 [4] [5]。

1.3 相关研究的不足

大部分有关 ECG 监测应用中，ECG 波形在小尺寸屏幕（比如大多数 Android 智能手机）上的显示不尽人意。由于手机屏幕无法完全显示标准的 ECG 波形信号，大部分现有研究均选择了等比例缩小 ECG 波形后显示。这样一来，ECG 波形的细节就无法方便观察。同时，大部分研究在显示 ECG 波形时模拟了 ECG 定走纸的样式，这妨碍了数据的快速读取。

同时，现有的算法着重解决某些疾病的自动检测及预警问题，已经能够有效检测出某些特定的异常情况。另一些算法着重于实现移动设备或可穿戴设备上 ECG 信号的质量检测以及噪声消除 [8]。但是现有的 ECG 监测应用并没有很好地将 ECG 信号的重要特征提取并表示出来，而是在后台获取 ECG 特征后判断是否需要发出预警。造成的结果是对于临床应用来说，现有 ECG 监测应用的并不能有效地减少医护人员在分析 ECG 信号时的负担。

2 相关概念介绍

2.1 Android 平台的蓝牙技术

蓝牙（Bluetooth）是一种短距离无线通信标准，支持频率为 2.4GHz 左右的短距通信。Android 平台一直以来都对蓝牙技术保持着良好的支持，使用一系列 API 可以在 Android 平台上实现简单的蓝牙操作。通过使用系统提供的 `BluetoothAdapter` 类和 `BluetoothDevice` 类，Android 应用能够扫描附近的蓝牙设备、列出已经配对的蓝牙设备、建立 RFCOMM 通道、连接其他设备并传递数据 [10]。在进行蓝牙连接前，在应用的 `Manifest` 文件中需要申请蓝牙控制权限。之后，使用 `BluetoothAdapter` 类中的方法可以开启蓝牙适配器并搜索设备，搜索到的设备将会返回其蓝牙地址，通过获取到的蓝牙地址就能建立连接。

在建立蓝牙连接后，使用 `BluetoothSocket` 类的方法可以建立作为客户端的连接。使用客户端方式连接的蓝牙设备可以收取服务器端设备传递的信息。通过验证 UUID，两个设备能够正确建立连接。最终，使用 `InputStream` 类可以获取服务端传递的信息，该信息被存储在 `byte` 类型的变量中，并等待处理。Android 平台蓝牙连接的过程可见图1。

2.2 ECG 简介

构成人体心脏肌肉的心肌细胞保持着细胞膜内外的离子浓度差异，因而造成了细胞膜内外存在电势差。记录这种电势差随细胞状态的变动，并将这种电活动曲线记录所得的图形被称为心电图（Electrocardiogram, ECG）。单个心肌细胞的膜内外电位变化过程可视为一对电偶的移动。如图2所示，除极过程和复极过程的电位

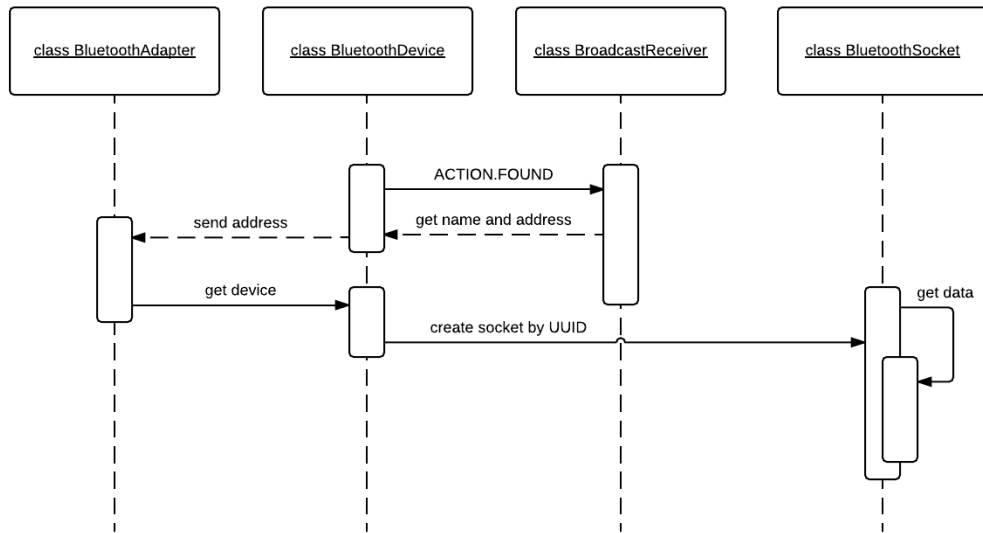


图 1: Android API 蓝牙连接过程

是相反的。因此，除极和复极过程所形成的电位变化波形方向相反，心电图因此包含正负两个方向的电位变化 [11]。

从整体来看，心脏电偶的位移局限在心肌内，可近似看作电偶固定在心脏中心，心脏中不同部位的心肌组织除极时间存在差异，从而造成了心脏电偶的方向变动。同时，电偶电力的强度也随心肌大小、薄厚的改变而改变。因此，将电极（被称为心电图的导联）放置在身体的不同位置时，检测到的心脏电偶变化是不同的。常规的导联体系包含肢导联和胸导联，不同的导联放置位置不同，代表的心脏状态也不同。在临床实践中通常综合 12 个导联的 ECG 波形来判断心脏状态。

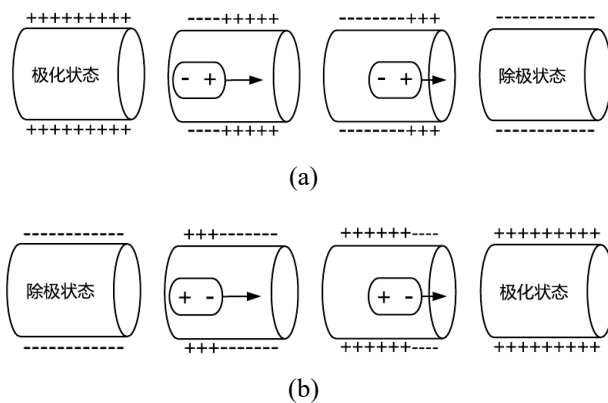


图 2: 心肌细胞的除极与复极过程: (a) 为除极过程, (b) 为复极过程

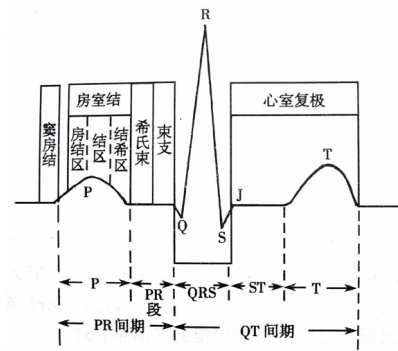


图 3: ECG 信号波形示意图

单幅的心电图通常包含 P 波、QRS 波群和 T 波，这是根据波的大小和形态划分的（见图3）。通过观察一副 ECG 图像的 PQRST 波及其特点，能够了解心脏某部分或整体的搏动状况。在医学生的训练中，以下 ECG 图像特征的观察备受强调：

- 两个 P 波或 R 波的间隔时间（被称为 PP 间期或 RR 间期）；

- PP 或 RR 间期的离散程度；
- P 波持续时间；
- P 波振幅；
- P 波与 R 波的间隔时间（被称为 PR 间期）；
- QRS 波群的间隔时间（被称为 QRS 间期）；
- S 波结束与 T 波开始之间的间隔时间（被称为 ST 段）；
- 经过矫正的 QT 间期（即 QT_c ，可通过 $QT_c = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$ 计算，其中 QT 表示实际 QT 间期，RR 表示 RR 间期）；

除此以外，还有一些基于波形形态的观测（如 QRS 波的主波方向）在诊断中也十分重要。这些波形形态能够反映心脏房室肥大情况、心肌缺血情况、心肌是否坏死等。

3 研究方案及研究计划

3.1 研究目的与方案

本研究以实现 Android 平台的 ECG 监测和记录应用作为主要方向，意在于开发一个与 ECG 信号采集设备通过蓝牙连接，收取数据并且进行实时显示的 Android 平台应用。同时实现 ECG 中某些重要特征的提取算法，并将这些特征通过数据标签的形式显示出来，方便临床观察。同时，构建本地数据库存储接收到的 ECG 信号，方便查找与分析。

本研究计划实现 Android 智能设备与基于 RFCOMM 标准的蓝牙设备间传递数据的方法，并尝试将该方法应用于一种 16-bit ECG 数据的传递。之后，尝试构建一种数据类，在类中实现基于 Android 平台的 SQLite 数据库管理方法。在实现 ECG 数据的管理后尝试构建一种基于 SurfaceView 类的波形显示类，对存储的数据进行显示。同时探索基于数据库的 ECG 分析方法，其中着重探索 ECG 信号特征提取算法，并尝试将适用于 Android 平台的算法作为方法嵌入数据库类中。最后，尝试提出一种友好的 ECG 特征显示方法，并通过之前提出的波形显示类实现。

3.2 研究计划

本研究计划按四个主要研究方向划分，根据四个方向预计花费的时间安排计划表。项目的计划表见表1。

表 1: 研究计划表

时间	研究内容
第 1 周 第 3 周	查找 ECG 信号处理、Android 应用开发资料，翻译英文资料，撰写开题报告
第 4 周 第 5 周	熟悉 Android Studio 开发环境，熟悉各种 ECG 信号特征
第 6 周	设计、构建应用的 UI Activity
第 7 周 第 8 周	设计数据库与存储方法，构建蓝牙连接环境
第 9 周 第 11 周	构建波形显示类，实现 ECG 信号特征提取并显示
第 12 周 第 14 周	撰写毕业论文
第 15 周	答辩

参考文献

- [1] IDC Research Inc. Smartphone os market share, 2015 q2. <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp#>.
- [2] Statista Inc. Android version market share 2015. <http://www.statista.com/statistics/271774/share-of-android-platforms-on-mobile-devices-with-android-os/>.
- [3] Marco Antonio Moreno. An android hosted bluetooth ecg monitoring device. Master's thesis, University of Texas at Austin, 2012.
- [4] Xiaojing Tang, Chao Hu, and Weixing Lin. Android bluetooth multi-source signal acquisition for multi-parameter health monitoring devices. In *Information and Automation, 2015 IEEE International Conference on*, pages 1790--1794, Aug 2015.
- [5] Dongdong Lou, Xianxiang Chen, Zhan Zhao, Yundong Xuan, Zhihong Xu, Huan Jin, Xingzu Guo, and Zhen Fang. A wireless health monitoring system based on android operating system. *{IERI} Procedia*, 4:208 -- 215, 2013. 2013 International Conference on Electronic Engineering and Computer Science (EECS 2013).
- [6] Xiaoqiang Guo, Xiaohui Duan, Hongqiao Gao, Anpeng Huang, and Bingli Jiao. An ecg monitoring and alarming system based on android smart phone. *Communications and Network*, 05, 2013.
- [7] V. Chudáček, L. Zach, J. Kužílek, J. Spilka, and L. Lhotská. Simple scoring system for ecg quality assessment on android platform. In *Computing in Cardiology, 2011*, pages 449--451, Sept 2011.
- [8] U. Satija, B. Ramkumar, and M. S. Manikandan. A simple method for detection and classification of ecg noises for wearable ecg monitoring devices. In *Signal Process-*

ing and Integrated Networks (SPIN), 2015 2nd International Conference on, pages 164--169, Feb 2015.

- [9] J. Oster, J. Behar, R. Colloca, Qichen Li, Qiao Li, and G. D. Clifford. Open source java-based ecg analysis software and android app for atrial fibrillation screening. In *Computing in Cardiology Conference (CinC)*, 2013, pages 731--734, Sept 2013.
- [10] Google Inc. Bluetooth|android developers. <http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth.html>.
- [11] 卢雪峰, 万学红. 诊断学 (第八版). 人民卫生出版社, 3 2013.

华中科技大学本科生毕业设计（论文）开题报告评审表

姓名		学号		指导教师	
院（系）专业					
<p>指导教师评语</p> <p>1. 学生前期表现情况。</p> <p>2. 是否具备开始设计（论文）条件？是否同意开始设计（论文）？</p> <p>3. 不足及建议。</p>					
<p>指导教师（签名）：</p> <p>年 月 日</p>					
教研室（系、所）或开题报告答辩小组审核意见					
<p>教研室（系、所）或开题报告答辩小组负责人（签名）：</p> <p>年 月 日</p>					