

安卓手机声波通信软件设计*

吴良圆 魏书宁 李艺阳 陈远毅

(湖南师范大学 物理与信息科学学院 长沙 410000)

摘 要: 随着移动设备的不断发展,安卓系统日益普及。由于 NFC 芯片硬件成本较高,大量安卓设备没有配置,导致利用 NFC 芯片进行近场通信的应用范围存在局限。为解决近场通信的普适性问题,本文给出了一种利用移动设备内置扬声器和麦克风进行声波近场通信的软件方案,介绍了在安卓手机上实现的原型系统的设计,以及采用声波调幅传输二进制信息的调制、解调算法。对该方案进行了兼容性、识别率、抗干扰等方面的测试,实验结果表明声波通信软件具有硬件要求低、成本低、传输可靠等优点,具有良好的应用前景。

关键词: 安卓; 近场通信; 调幅软件

中图分类号: TN929.5; TP311.52 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.5025

Software design of acoustic communication software for android mobile phone

Wu Liangyuan Wei Shuning Li Yiyang Chen Yuanyi

(College of physics and Information Science, Hunan Normal University, Changsha 410000, China)

Abstract: With the development of mobile devices, Android systems are becoming increasingly popular. Due to the high cost of NFC chip hardware, a large number of Android devices are not configured, resulting in limitations in the application range of the near field communication by using the NFC chip. In order to solve the general problem of near field communication. This paper introduces a schema which uses speaker and microphone built-in mobile device for the near field communication, presents the design of the prototype APP of Android phone, describes modulation-demodulation algorithm using sonic-camplitude modulation to transmit binary information. The program has been tested in terms of compatibility, recognition rate, anti-interference etc. The results show some advantages, like low hardware requirements, economy, reliability. This method has good prospects for application.

Keywords: Android; near field communication(NFC); AM software

1 引 言

随着移动终端的发展,无线网络支持的上下行数据不断增多。新的应用尤其是数据业务方面的应用不断涌现,手机成为人们身边不可或缺的信息终端^[1]。移动设备之间或者移动设备与服务器终端之间有蓝牙、WiFi 等传输方式,但建立连接较为麻烦,因此不适合在传输数量较少且时间紧迫的环境下使用^[2]。近场通信应运而生为人们提供了诸如电子钱包支付、刷公交卡等服务^[3]。有些厂商在手机中添加 NFC 芯片,属于硬件方案。由于成本过高,且只存在于高端机中,所以使用范围较窄^[4]。本文提出一种软件方案,即利用声波进行通信^[5],只要求移动设备具有扬声器和麦克风,而目前几乎所有的移动设备均具有,所以软件方案使用范围广,成本低,且具有极强的通用性。

2 工作原理

本文利用声波的性质,以安卓手机为平台,探索了利用声波的幅度变化携带信息的调幅方案,完成了发送端对声波的调制和接收端对声波的解调^[6]。实验结果表明,调幅方案的传输速度在 0.22~0.441 k/bps,传输距离因不同型号手机的硬件配置而异,一般能在 0~20 cm 之间进行稳定传输。安卓手机声波软件工作原理如图 1 所示^[7]。

3 软件界面设计

3.1 入口界面设计

入口界面将发送和接收基于一个应用之中,当启动程序时会出现选择界面,使用者可选择进入发送信息、接收信息,或选择查看时域下的波形图^[8]。如图 2 所示,最上方是

收稿日期:2016-05

* 基金项目:湖南省教育厅科研项目(14C0685)资助

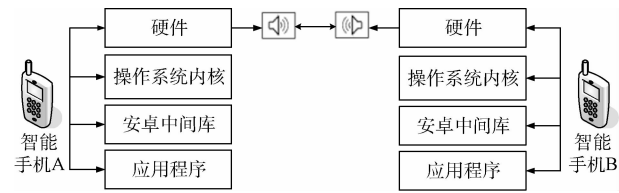


图 1 安卓手机声波软件工作原理

音量调节的控件 SeekBar, 使用者可以在此拖动滑条调节音量大小。在调节音量控件的下方是 3 个选择提示分别为: “我要发送”、“我要接收”以及“查看实时波形图”。使用者点击其中 1 个, 对应的文字将变换背景色, 示意使用者已经选择了该选项。然后点击右下方的“开始”按钮, 便能启动不同的功能。最后两个是“退出”和“关于”按钮, 分别起到退出程序和查看关于信息的作用。

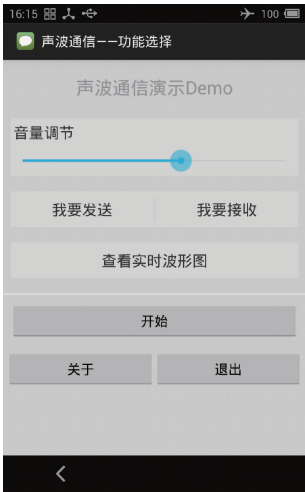


图 2 入口界面设计图

3.2 发送内容编辑界面设计

从入口界面选择“我要发送”并点击“开始”按钮, 将会启动发送内容的编辑界面。在 Layout 布局上, 采用了 1 个大的 LinearLayout 嵌套 2 个小的 LinearLayout 的嵌套方式, 最上方是 EditText 控件, 可以获得输入的内容和设置“请在此处输入文字”的默认提醒, 并完成输入框的 ID 设置、长宽描述、默认提醒显示以及字体大小等设置, 如图 3 所文字输入框左下方的箭头是返回到入口界面^[9]。当点击“马上发送”按钮时, 程序将使用 getText() 方法得到输入框中的内容, 并对内容进行判空处理。当发送内容为空时, 将给出 1 个“请输入发送内容”的 Toast 提示再用 return 返回。当信息不为空时, 利用 Intent 进行跳转, 将输入框中的 String 信息绑定在 Intent 对象上, 使用 Intent 对象的 setClass 方法参数为类名称, 表示当前的和将要跳转的 activity 类名^[10]。再用 startActivity 方法传入 Intent 对象实现 Activity 的跳转。

最下方是 ListView 列表, 使用者可以在列表中点击不



图 3 发送内容编辑页面

同的条目, 选中的信息将传入输入框中。将 ListView 对象设置监听, 根据接口的参数可以做出响应。

3.3 发送与接收界面设计

正在发送界面包括发送状态、音量调节、返回上级界面、发送内容显示 4 个部分。为了 UI 视觉效果更好, 终止发送和返回按钮的功能相同, 都是返回上级目录。最下方是 2 个 TextView 控件, 分别显示“发送内容如下”作为提示信息 and 使用者将要发送的信息。信息是根据上一个 Activity 输入框中的内容确定的, 用 TextView 的 setText (String str) 在代码中设置文本内容, 具体设计如图 4 所示。



图 4 正在发送界面

在接收界面主要以解析音频为主, 解析的信息将显示在屏幕上。整个 layout 布局只有 TextView 一个控件用于显示信息。在实际显示中这个控件会动态更新文字, 在不同的执行过程中将会有文字提示, 具体设计如图 5 所示。



图 5 正在接收界面

3.4 时域波形图显示界面设计

当使用者需要在接收端查看接收到的时域波形图时,可以点击入口界面中的“查看实时波形图”按钮便可查看当前波形状态。因为波形图是根据数据进行动态更新的,一般固定好的布局在此不适用,而对于这个界面的布局代码仅有 LinearLayout 布局,所以在这个线性布局中需要使用代码进行绘制。

新建一个继承 View 的子类 DrawChart。这个类可以画出一个坐标轴,横轴代表时间,纵轴代表振幅。得到设备的分辨率后计算偏移量就可以适配大多数的设备屏幕^[11]。主要用了 Canvas 对象和 Paint 对象,前者类似于画布,后者类似于画笔,画布经过 onDraw() 方法可以自动执行,画笔主要描述颜色、大小等信息。关于绘制波形,主要用到 Canvas 对象的 drawLine 方法。plist 是 List<Point> 的对象包含了音频数据,Point 包含了 int 类型的横坐标与纵坐标 2 个信息。在 WaveShowActivity 中,将 DrawChart 对象添加至 LinearLayout,然后通过 Handler 对象的 postDelayed(this,300)方法,每隔 0.3 s 进行一次新数据的刷新显示。

4 声波近场通信方法设计

4.1 调制方案

调幅的调制方案是指根据二进制数据的不同对声波信息的幅度进行调制,用波形不同的幅度信息表达不同的二进制数据。如图 6 所示,由于麦克风不能识别超声波和次声波,手机的扬声器也有硬件限制,大多数的手机无法调制出频率高于 15 kHz 的声波,所以选择了能调制音频的最大频率 14.5 kHz,而幅度变换也是基于这个值。根据声波的特性,声波不能立即改变幅度,否则将会导致音频播放混乱。在本程序中调幅是渐变的,即高振幅与低振幅之间的跳变会有过渡过程^[12]。采用二进制的数据传输方式,用低

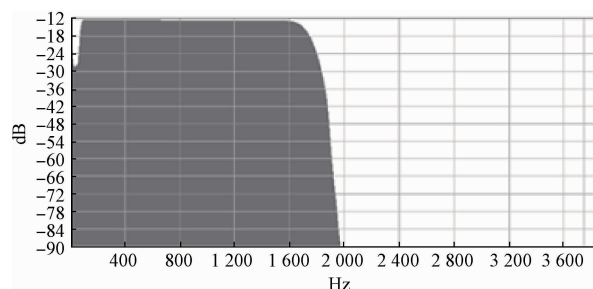


图 6 手机输入输出的频率范围

振幅之间的宽度来区分 0 和 1。

通过上一个 Activity 传入的 Intent 对象,可以得到输入框中的 String 值。创建了一个名为 AudioMaker 的类,其中包含了构造方法中的参数配置、将 String 转化为 byte 类型、将 byte 转换为布尔值数组、字符串反转、音频播放、将原始信息包装接收协议、String 包装的二进制数组转通过上一个 Activity 传入的 Intent 对象,可以得到输入框中的 String 值。创建了一个名为 AudioMaker 的类,其中包含了构造方法中的参数配置、将 String 转化为 byte 类型、将 byte 转换为布尔值数组、字符串反转、音频播放、将原始信息包装接收协议、String 包装的二进制数组化为布尔值表示的二进制数组、将 String 类型的二进制转化为 int 类型的二进制、将 int 类型的二进制信息转化为布尔值数组、将布尔值数组最终转化振幅信息、退出时释放资源等一系列方法。通过这些方法完成输入信息的转化和包装协议,用 UTF-8(8-bit Unicode Transformation Format 是一种针对 Unicode 的可变长度字符编码,又称万国码)将信息转化为数组,并在头尾插入协议信息供接收端识别使用,再转化为布尔值数组,最后通过布尔值数组直接调制波形数据^[13]。其中,1 占用 100 个采样点,从第 1 个到第 50 个采样点幅度递增,再从第 50 个到第 100 个幅度递减;0 占用 200 个采样点,从第 1 个到第 100 个采样点幅度递增,从第 100 个到第 200 个幅度递减。

4.2 解调方案

ReceiverActivity 和 AudioDecoder 两个代码文件主要起解调的作用,前者负责整体逻辑的处理,后者集合了一系列解调的方法^[14],录音流程如图 7 所示。

原始音频数据经过处理后,最终解析成 0、1(X 代表既不为 0 也不为 1,这是因为发送端是每隔 1.002 s 发送 1 次数据,而接收端设备是一次处理 2.2 s 的数据内容),显示结果如图 8 所示。

5 系统测试

5.1 软件兼容性测试

软件的兼容性检测非常重要,兼容性越好,说明能运行该软件的机型越多,通用性越好^[15]。本设计采用了互联网云端百度云测试,基于上百种机型的所有数据都来自第三

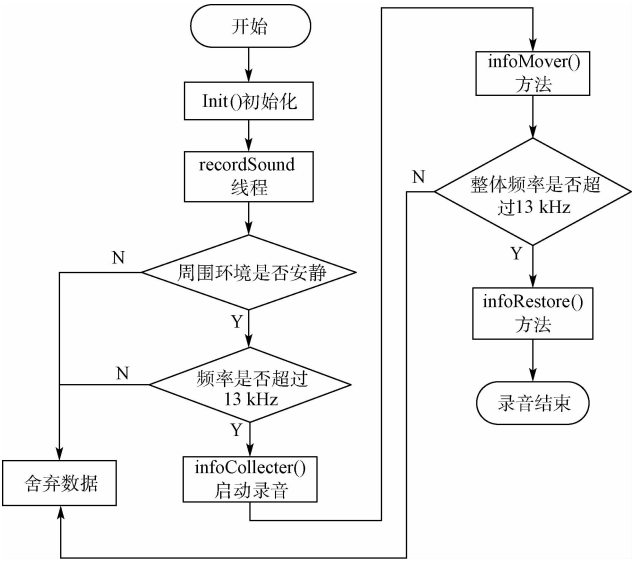


图 7 录音流程

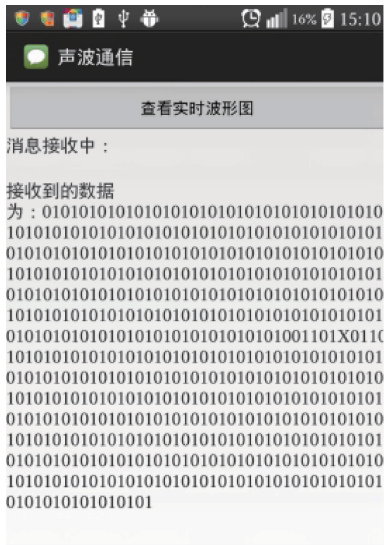


图 8 接收到的数据

方。云端共测试了 126 台手机,未通过终端数量为 2 台,即通过率为 98.4%。其中未通过终端的手机品牌为华为 P1 和小米 1S。错误分析报告显示,华为 P1 的错误原因是该云端机器内存已满,装不下任何其他软件。而小米 1S 可能由于系统经过修改,所以不支持该软件。则兼容率为 99.2%。具体测试情况表 1 所示。

5.2 信息识别率测试

信息识别是在相对安静的环境下发送端发送信息后,接收端是否能在限定的时间内准确显示接收信息^[16]。这里将时间定为 10 s,距离为 10 cm,手机音量为机型的中等音量,发送内容为“湖南师大-物信院-电子班”,发送端机型为魅族 MX2,接收端机型为 LG G2。对调幅方案共测试 30

表格 1 软件兼容性测试

APP 名称:声波通信 测试日期:2014-04-27 测试网络环境:WLAN
选择终端数:126 款 实际终端执行数:126 款 测试终端通过数:124 款
品牌覆盖:三星 HTC 摩托罗拉 华为 中兴 联想 索尼 LG 小米 其他
系统版本覆盖: Android 4. 1. 2 Android 4. 1. 1 Android 4. 0. 4 Android 4. 0. 3 Android 2. 3. 7 Android 2. 3. 6 Android 2. 3. 5 Android 2. 3. 4
分辨率覆盖:480×800 540×960 480×854 320×480 1 280×720 720×1 280 1 920×1 080 240×320 1 080×1 920 1 280×800
测试项:安装卸载测试 U 适配性测试 稳定性测试 性能测试 遍历测试
测试未通过(2)
安装测试(1)华为 U9200... 遍历测试(1)小米 MI-ONE PI ... 稳定性测试(1)小米 MI-ONE PI...
测试通过(124)
三星 I9228(Galaxy Note) 三星 I929(Galaxy SII Duo) 三星 S5830i HTC Incredible S(G11) 三星 I779 三星 I9220 (GALAXY Note) HTC One X 索尼 LT26i 华为 C8812 三星 I8160 三星 S5820 更多

次,所用时间最短为 2. 946 s,最长为 5. 191 s,识别率为 100%。表 2 是调幅方案实验所得的部分数据。

表格 2 信息识别率测试数据

次数	用时/s	达标
1	3. 005	是
2	3. 062	是
3	3. 017	是
4	3. 132	是
5	3. 023	是
6	2. 95	是
7	2. 946	是
8	2. 956	是
9	3. 088	是
10	3. 187	是
...	...	...

5.3 抗干扰测试

抗干扰测试是对声波通信的环境施加一定程度的干扰噪声,通过识别率以及消耗时间判断其抗干扰能力的强弱。其他测试条件都不变,只加入 70 dB 的噪声环境。对调幅方案共测试 30 次,用时最长为 24.47 s,最短为 3.032 s,26 次成功,4 次失败。调幅方案实验所得部分数据如表 3 所示。

表格 3 抗干扰测试数据

次数	用时/s	达标
1	3.347	是
2	3.216	是
3	5.705	是
4	3.315	是
5	3.231	是
6	3.073	是
7	3.032	是
8	24.047	否
9	5.425	是
10	3.162	是
...	...	...

6 结 论

本设计是一款基于安卓手机的声波近场通信软件,采用调幅方案对数据进行传输。与 NFS 等近场传输方式相比,本设计具有更强的通用性,同时节约了成本,具有很好的应用前景。当前方案还存在单次发送内容长度受限,传输距离有限等缺点,需要在下一步研究中改进。

参考文献

[1] 赵峰. 近场通信技术及其应用[J]. 现代电子技术, 2013,36(13):74-77.

[2] Want. Near fied communication, pervasive computing[J]. IEEE,2011,10(3):4-7.

[3] 刘艳峰,魏兵,任新成. 近场通信天线分布特征仿真[J]. 电子测量技术,2015,38(08):132-134.

[4] SU H, WEN X, ZOU D. Secure moble payment system based on NFC cover[C]. 2nd International Conference on Future Computers 2nd International Conference on Future Computers in Education 2012: 204-209.

[5] 梁振虎,古悦,杨春林,等. 基于安卓平台的脑-心电远程监控系统[J]. 国外电子测量技术,2014,33(06): 91-94.

[6] 马建设,赵雪江,苏萍,等. 基于 Android 系统的视频播放器开发[J]. 计算机应用与软件,2013,30(11): 136-137.

[7] HANSPACH M, GOETZ M. On covert acoustical mesh net works in air [J]. Journal of Communications,2013,8(11):758-767.

[8] 张传真,张莉,江建军. Android 平台无线视频监控小车的设计[J]. 电子测量技术,2013,36(10):19-22.

[9] 何晨晖,郑紫薇. 近场通信设备间的 P2P 通信设计与实现[J]. 计算机工程, 2015,42(3):77-80.

[10] 石旭东. 基于 Android 平台的 NFC 技术的研究与实现[J]. 软件,2013,34(1):64-68.

[11] 马捷,鄂金龙. 基于近场通信的 WiFi 传输连接方案[J]. 计算机工程,2013, 39(6):1-6.

[12] 宋军,刘渝,王旭东. FSK/BPSK 复合调制信号识别与参数估计[J]. 电子与信息学报,2013, 35(12): 2868-2873.

[13] 孙宇,严斌峰,安岗,等. 基于 SWP 方案的近场通信终端测试[J]. 信息通信技术,2015,9(3):65-71.

[14] 宋君,文磊,雷菁,等. RS 码的实际应用及编译码器设计实现[J]. 通信技术, 2013,46(1):10-13.

[15] JANA S, PREMNATH S, CLARK M, et al. On the effectiveness of secret key extraction from wireless signal strength in real environments [C]. Mobicom,2009.

[16] GOLLAKOTA S, HASSANIEH H, RANSFORD B, et al. They can hear your heartbeats: non-invasive security for implanted medical devices [C]. Sigcomm,2011.

作者简介

吴良圆,硕士研究生,研究领域为智能控制算法研究。
E-mail:W_Liangyuan@163.com.

魏书宁(通讯作者),副教授、硕士生导师,博士学位,主要研究领域智能信息处理、智能控制、物联网。
E-mail:weishuning@sina.com.

李艺阳,本科生,湖南师范大学
E-mail:79947948@qq.com.

陈远毅,讲师,研究领域为电子信息与应用。
E-mail:361218031@qq.com.