

基于 Android 的可视 IP 电话多媒体终端设计与实现

邵长彬,张重阳,郑世宝

(图像通信与信息处理研究所;上海交通大学 电子工程系,上海 200240)

【摘要】介绍了一种嵌入式可视 IP 电话多媒体终端的设计和实现方案,设计的 IP 可视电话终端基于以多媒体处理器 i.mx27 为主控芯片的嵌入式硬件平台和 Android 手机软件平台,支持 SIP 等协议,实现实时的音视频双向同步通信。

【关键词】Android;可视电话;SIP;嵌入式

【中图分类号】TN919.8

【文献标识码】A

Design and Implementation of Visual IP Video Phone Terminal Based on Android

SHAO Changbin, ZHANG Chongyang, ZHENG Shibao

(Institute of Image Communication and Information Processing; Department of Electronic Engineering,
Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

【Abstract】The design and implementation scheme of embedded visual IP phone terminal is proposed. The IP video phone terminal runs on Android and the embedded platform which uses the multimedia processor i.mx27 as its master chip. The terminal supports SIP, and also supports video and audio communication bi-directionally.

【Key words】Android; video phone; SIP; embedded

0 引言

在移动通信从 2G/2.5G 向 3G 的发展过程中,多媒体得到了越来越多的应用,视频通信功能作为移动便携式终端的一项研究热点,越来越受到各移动厂商的重视。随着集成电路技术的进步和多媒体硬件处理性能的提高,使得在嵌入式终端上可以开发出越来越强大的多媒体功能。在嵌入式平台上实现可视电话、流媒体电视、上网等多媒体功能,对扩展 3G 业务有很好的市场前景。

Google 于 2007 年 11 月推出了一个专为移动设备设计的软件平台——Android^[1]。Android 是一款包括基于 Linux 内核的操作系统、中间件和关键应用的手机软件平台,它对第三方应用软件开发完全开放,开发者在为其开发应用程序时拥有更大的自由度,同时 Android 平台免费向开发人员提供,节约了开发成本,因此,Android 受到了业界的广泛关注,具有很大的市场发展潜力,研究在嵌入式平台上基于 Android 的 IP 可视电话具有一定的实际应用价值。

1 系统框架

1.1 硬件体系结构

硬件系统使用 Freescale 的 i.mx27 多媒体处理器作为主控芯片^[2]。i.mx27 处理器以 i.mx21 为基础进行设计,基于 ARM926EJ-S,主频达 400 MHz,片内还有一个硬件

加速器,集成了视频编解码器 VPU (Video Processing Unit),支持 H.263, MPEG-4, H.264 等视频编解码标准,同时, i.mx27 片内集成了丰富的外设接口,方便用户进行多媒体应用程序的开发。

基于 i.mx27 的外围接口,可视电话终端的硬件结构如图 1 所示。其中,SDRAM 控制器和 Nand Flash 控制器分别外接 SDRAM 和 Nand Flash 存储芯片,用于存放数据、运行的程序、内核镜像、文件系统等;LCD 接口连接 LCD 显示器,用于视频的显示;CSI 接口外接 Camera 摄像头,用来读取 Camera 的摄像图像,实现视频采集;SSI 接口外接语音编解码器,用于读写音频编码数据,实现语音的采集和播放;以太网接口 FEC 外接以太网物理层芯片,用于数据的网络传输;UART 接口外接 RS-232 收发器,与宿主机相连,方便用户通过宿主机控制目标板的运行;直流电源连接电源接口,使芯片能够稳定地运行。

1.2 软件体系架构

可视 IP 电话系统终端设计是在 Android 平台上实现的,Android 是真正意义上的开放性移动设备平台,它同时包括底层操作系统以及上层的用户界面和应用程序。Android 所有的应用程序都运行在一个核心引擎上,系统的核心应用和用户开发的第三方应用是完全平等的。因此,用户可以将系统默认的应用软件替换为其他的第三方应用软件。另外,Android 提供了大量的库和工具,An-

基金项目:国家自然科学基金项目(60902073)

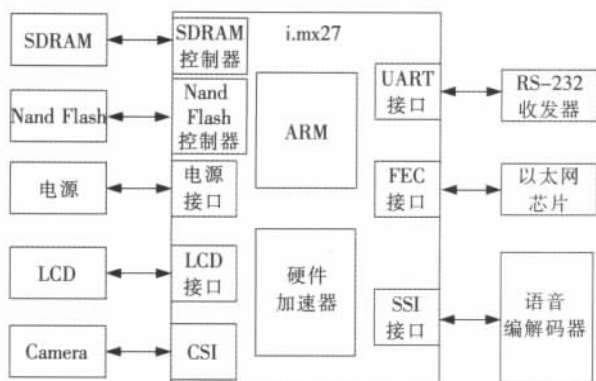


图1 IP可视电话硬件框图

droid的图形系统非常丰富,对多媒体的支持很强,用户可以方便地在上层开发功能复杂的应用程序。

Android的平台架构分为4层:最底层是嵌入式Linux 2.6操作系统;第3层是Google为Android开发的函数库和运行环境等,如核心库和Dalvik虚拟机等;第2层是应用框架层,它提供了Android应用程序使用的系统API,如Views, Content Provider, Resource Manager, Notification Manager等;最上层是应用程序层,它涉及用户界面和用户交互,以Java编程语言编写,Android本身提供了Home, Phone, Browsers等众多核心应用程序。

考虑到可扩展性和跨平台性,并参考Android的系统架构,设计的嵌入式可视电话系统的软件架构如图2所示。

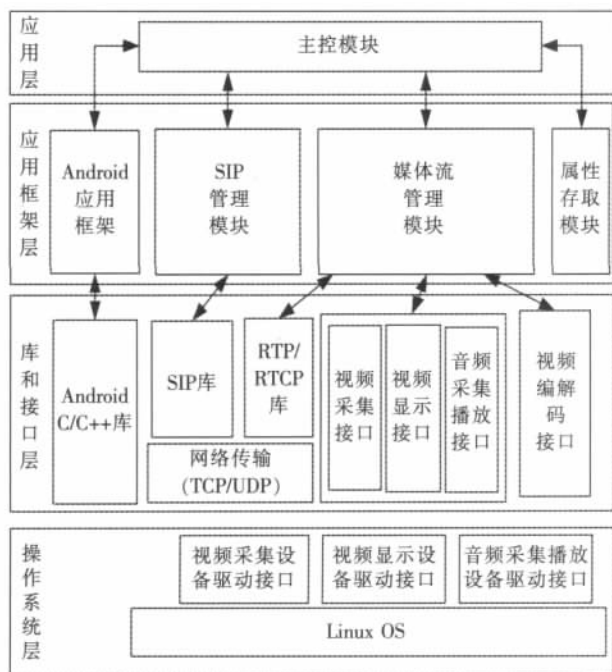


图2 可视电话终端的软件体系架构

本软件系统架构分为操作系统层、库和接口层、应用框架层、应用层4层。各层的主要功能为:

1) 操作系统层。底层基于硬件的驱动程序,这些驱动分别控制着网口、传声器、摄像头、LCD等,向下控制硬件工作,向上提供接口调用。

2) 库和接口层。这一层主要是应用框架层调用的一些基本的类库和接口,包括Android的C/C++库、SIP库、RTP/RTCP库、音视频采集播放等抽象接口以及视频编解码接口。

3) 应用框架层。该层采用模块化开发方法,基于其下层提供的函数库和接口,封装成为功能模块,供应用层开发使用。

4) 应用层。系统的最上层,提供用户图形界面的设计,与其他模块交互,并为其他模块分配资源。在该软件架构下,涉及到的软件功能模块有主控模块、SIP管理模块、媒体流管理模块、属性存取模块等。

2 软件主要功能模块实现

2.1 主控模块

主控模块是系统的主要模块,在最上层实现了可视电话的功能。它一方面完成系统GUI的设计,提供图形化的接口给用户,另一方面调用其他如SIP管理模块、媒体流管理模块、属性存取模块等提供的开发接口,分别实现呼叫、音视频通话、属性存取等主要功能。为了丰富可视电话终端功能,主控模块还可以划分成多个不同的功能子模块,主要包括“通话”、“设置”、“注册”、“地址簿”、“选单”、“图片浏览”等,每个子模块分别实现可视电话的一部分功能。在开发中,每个子模块设计为Android的一个Activity,并且根据需求利用不同的Android组件开发GUI,各子模块之间功能相互独立,子模块之间的跳转切换依靠用户的GUI操作实现。

1) 通话子模块。它是系统的主要功能模块,负责实现通话的整个流程,模块流程如图3所示。首先,进行系统资源以及其他模块的初始化,初始化工作完成后,从主线程里创建一个SIP消息监听子线程,该子线程用来监听和处理SIP消息,创建子线程成功后,主线程向服务器注册,注册成功后就可以发起和接收会话并进行多媒体通信,会话结束后如果用户执行了UI操作,结束了当前的Activity,则发送结束信号给SIP监听线程,否则等待用户的下一次呼叫操作。

通话的建立、修改和结束等均存在SIP信令交互,SIP消息监听子线程用来监听远端传来的SIP消息,SIP消息监听子线程流程图如图4所示。子线程接收到SIP消息后,根据消息类型完成不同的处理动作,并通过Android Handler机制通知主线程更新UI组件。SIP消息监听是靠

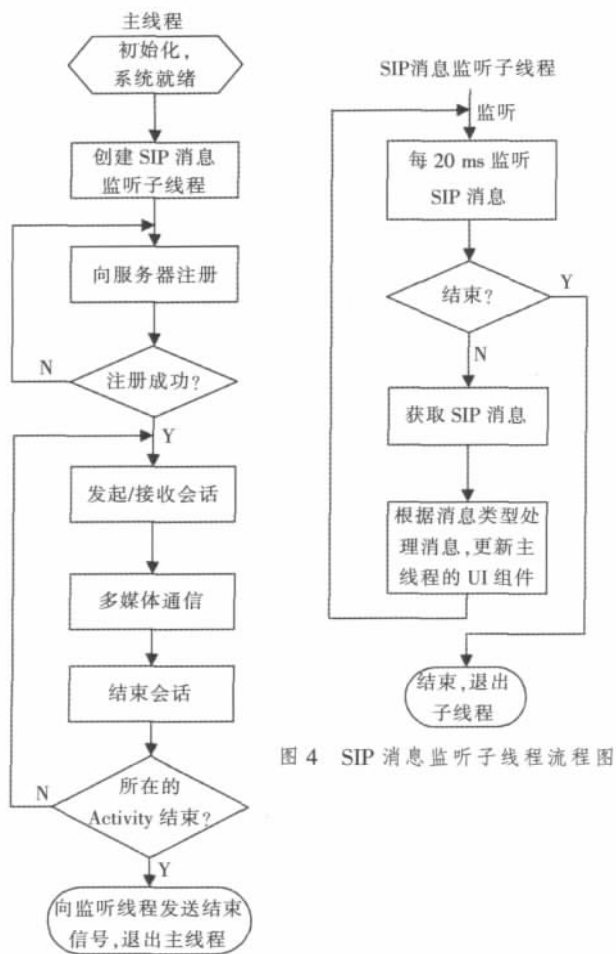


图 4 SIP 消息监听子线程流程图

图 3 通话子模块流程图

定时器触发, 每 20 ms 执行一次消息处理并检查一次结束标志, 如果结束标志为真值, 则退出。

2) 设置子模块。使用 Tab 组件, 分别用来配置用户信息、音视频编解码、网络等参数信息, 用户在文本框中输入配置参数, 点击保存按钮后, 调用属性存取模块的函数完成保存。

3) 注册子模块。负责用户向服务器的认证、注册, 用户输入注册的用户名、密码、SIP 服务器地址等, 然后调用 SIP 管理模块的注册函数, 向服务器注册。

4) 地址簿子模块。使用 SQLite 数据库存储, 实现电话本的功能, 该电话本可以存储联系人姓名、SIP 地址、用户组、备注等信息, 用户可以方便查找、添加、删除账户。

5) 图片浏览子模块。使用 Gallery 组件, 用来浏览一组图片, 本系统在通话过程支持通话图片的实时截取, 图片截取后会存储到指定位置, 用户可以在图片浏览界面中方便看到通话截取保存的图片。

2.2 SIP 管理模块

初始会话协议(Session Initiation Protocol, SIP)是 IETF

提出的基于文本编码的 IP 电话/多媒体会议协议^[3], 用于建立、修改并终止多媒体会话, 与 H.323 等其他会话信令协议相比, SIP 复杂度低、可扩展性好, 具有与 Internet 集成、可操作性好、成本低等优点。

SIP 管理模块实现 SIP 会话信令技术, 用于会话的建立、维持、修改、终止等, 根据应用层开发需求, 负责向主控模块提供开发接口, 供主控模块调用, 开发接口包括 phoneRegisterSipServer(), phoneDeregisterSipServer(), phoneCallStart(), phoneCallTerminate(), 分别用于发出注册、注销、呼叫、结束通话等请求, 模块还提供 phoneGetMsgFromQueue() 用来获取 SIP 消息。

SIP 管理模块主要是通过调用 JAIN SIP 库实现^[4]。JAIN SIP 是 SUN 公司按照 RFC3261 标准, 使用 Java 语言编写的一个 SIP 类库, 整个结构以事件为基础, 采用 Listener/Provider 的事件模型。JAIN SIP 的结构包括 SipStack, SipProvider, SipListener 三部分。其中, SipStack 是 JAIN SIP 的核心, 所有 SIP 操作在这里实现, 它实现的服务由 SipProvider 统一向 SipListener 提供。SipProvider 是一个接口, 通过 Listening Point 封装了对 SipStack 的操作方法, 将 SipStack 接收到的 SIP 消息加工成 SIP 事件交给 SipListener 处理, 并将上层的 SIP 消息交给 SipStack 处理。在逻辑上, 两个 SIP 应用程序之间的交互体现在它们的 SipProvider 之间的交互。SipListener 用于管理一个或多个 SipProvider, 当一个 SipProvider 建立后会注册到一个 SipListener。

2.3 媒体流管理模块

媒体管理模块实现通话中音视频的实时采集、编码和播放功能, 为了方便主控模块的调用, 其向主控模块提供的几个主要功能函数有 startMediaStream(), stopMediaStream(), registerMediaChannel(), 分别开启音视频处理、关闭音视频处理、媒体通道的初始化。

为具体实现媒体流管理功能, 需向下调用 RTP/RTCP 库、音视频编解码、采集播放等接口, 使用 RTP/RTCP 协议是目前解决流媒体实时传输问题的最好办法, RTP 负责流媒体数据的发送和接收, 而 RTCP 负责提供数据分发质量反馈信息^[5]。

流媒体传输是采用 jlibrtsp 实现, jlibrtsp 是一个面向对象的开源 RTP 库, 它遵守 RFC3550 标准, 是 Java 多媒体编程框架(JMF)的 RTP stack 的替代版。与 JMF 相比, 其提供了更简便的程序开发接口。使用 jlibrtsp 开发时, 首先提供一个实现回调接口 RTPAppIntf 的类, 在该类中实现 receiveData() 方法以完成数据流的接收。然后, 生成 RTP

Session类的一个实例来表示此次 RTP 会话,并生成一个 Participant 的实例来表示设置的会话参与者的用户名、IP 地址、端口号等,调用 addParticipant(),setPayloadType() 等方法在会话中加入该参与者、设置负载类型等,当 RTP 会话成功建立后,调用 SendPacket() 方法就可以向目标地址发送数据。

视频的编解码接口基于 i.mx27 平台的 VPU 开发,使用 VPU 提供的驱动接口封装成视频编解码库函数,供媒体管理模块调用,为了保证可视电话的通话效果,同时开发了音视频同步、回声消除等子模块,供应用层模块调用。

2.4 属性存取模块

属性存取模块为主控模块提供开发接口以实现系统参数信息的存取,例如,注册的用户名、密码、服务器地址等网络参数信息以及音视频编码、图像显示等媒体参数信息等。这样,应用层可以方便读取和设置系统的参数,属性存取模块为主控模块提供的开发接口,包括 readPhoneConfig() 和 writePhoneConfig() 分别用于读取和修改对应的参数信息,这些参数信息保存在属性文件中,每个参数项均由一个索引和参数值组成,用户只需根据索引来读写参数值。

2.5 模块封装

应用层开发按照 Android 应用程序开发规范,使用 Java 语言实现,而在本设计中底层的库和接口有的是使用 C/C++ 语言实现(如 VPU 的开发),这样应用层程序无法直接调用底层的库,为了解决这样问题,使用 Android NDK 的方法完成应用框架模块的封装,继而供应用层调用。Android NDK 是运行于 Android 平台上的 Native Development Kit 的缩写,是一套工具集,允许 Android 应用开发者嵌入从 C/C++ 源代码文件编译来的本地机器代码到各自的应用软件包中。在某些情况下,它提高了代码的重复使用率,提高执行速度。

3 系统测试

本系统测试环境由 Asterisk 服务器和设计的嵌入式可视 IP 电话终端(IP Phone)组成,如图 5 所示^[6]。Asterisk 是一款由 Digium 公司研发的功能非常丰富的开源 PBX 软件,它既支持传统的模拟电话设备和数字电话设备,也支持新兴的基于网络的 VoIP 系统,可以透明地桥接 VoIP 之间的一些协议,如 SIP,H.323,MGCP 等。具体的测试参数为:1) IP Phone A,SIP 地址为 1001@192.168.1.104;2) IP Phone B,SIP 地址为 1002@192.168.1.104;3) Asterisk,地址为 192.168.1.104,软件版本号 1.6.0.10;4) 视频,分辨率 VGA,码率 500 kbit/s,帧率 25 f/s,编码标准为

H.264;5) 音频,编码标准 g711u。

经测试,系统稳定性良好,图像清晰流畅,唇形保持同步,没有明显的通话回声,基本满足了可视 IP 通话的需求。

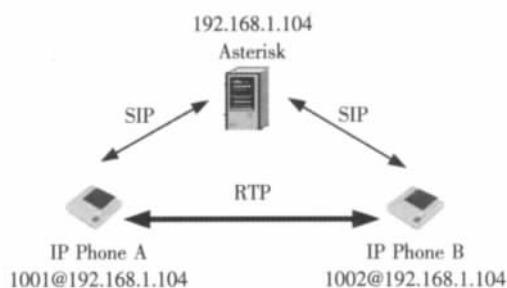


图 5 系统测试环境

4 小结

笔者设计和实现了一个基于 Android 的嵌入式可视 IP 电话,并根据 Android 系统的开发框架,采用了一套可行的软件架构。实现的终端交互界面良好,支持音视频通信,与其他产品的互通性良好,在实际应用中得到了验证,基于 Android 的嵌入式 IP 可视电话的设计与实现便携式多媒体终端领域的研究具有比较实际的意义。

参考文献:

- [1] Android—an open handset alliance project[EB/OL].[2010-06-24]. <http://code.google.com/p/android/>.
- [2] MCIMX27 multimedia applications processor reference manual[EB/OL].[2010-06-24]. <http://www.keil.com/dd/docs/datashts/freescale/mcimx27ec.pdf>.
- [3] ROSENBERG J,SCHULZRINNE H,CAMARILLO G,et al. SIP: session initiation protocol[EB/OL].[2010-06-24]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>.
- [4] 欧阳明星,程剑.使用 JAIN SIP 开发基于 SIP 协议的应用[J].计算机应用,2005,25(3):493-494.
- [5] SCHULZRINNE H,CASNER S,FREDERICK R,et al. RTP:a transport protocol for real-time applications[EB/OL].[2010-06-24]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc1889.txt>.
- [6] 万晓榆,张溢华,樊自甫.基于 SIP 的视频会议系统视频模块的设计与实现[J].电视技术,2009,33(8):99-102.

作者简介:

邵长彬(1986-),硕士生,主研多媒体网络通信、SVC 编码;

张重阳(1976-),讲师,主研多媒体通信、视频监控技术;

郑世宝(1959-),教授,博士生导师,主研网络多媒体技术、数字电视。

责任编辑:孙卓

收稿日期:2010-09-06