

# 应用 SIP 协议的楼宇对讲系统设计与实现

许庆泳, 谭鸽伟

(华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 厦门 361021)

**摘要:** 通过对 SIP 协议功能及特性的研究, 将 SIP 协议应用到传统的小区楼宇对讲系统. 提出一种新型的基于 SIP 协议的小区楼宇对讲系统解决方案, 克服了传统方案的许多不足, 解决了楼宇对讲网络与因特网、通信网的无缝融合, 可实现家居门禁移动对讲, 提升楼宇智能化水平. 设计一个嵌入式终端 SIP 协议栈, 完成基于该协议栈的楼宇对讲系统终端的实现, 并搭建一个小型的楼宇对讲系统, 验证了方案的可行性. 测试结果分析表明: 该方案具备了较好的可行性和稳定性.

**关键词:** SIP; 协议栈; 小区楼宇; 对讲系统; 网络融合

**中图分类号:** TN 919.2

**文献标志码:** A

相比于数字化网络, 当前广泛使用的是基于 CAN 总线独立组网型的楼宇对讲系统<sup>[1]</sup>, 但其存在着大规模组网复杂, 业务单一等缺点. 在物联网概念和网络融合的背景下, 将楼宇对讲系统数字化, 与移动通信网络融合成为了新的需求. SIP(session initiation protocol)是 IETF(internet engineering task force)提出的会话管理协议<sup>[2]</sup>, 在 VOIP(voice over internet protocol)中表现出了优越的信令管理性能, 并被 3GPP(the 3rd generation parteer project)定为 IMS(IP multimedia subsystem)核心网的会话控制信令, 成为因特网、通信网及其他独立网络相互融合的首选协议. 本文提出了一种基于 SIP 的小区楼宇对讲系统解决方案, 将 SIP 的会话管理优势与 IP 网络数据传输优势相结合, 应用在小区楼宇对讲领域.

## 1 系统原理分析

传统的楼宇对讲系统一般由门口机、室内用户机、中央控制器以及各楼层的分配器、解码器组成, 有独立的布线结构<sup>[3]</sup>, 实现访客与户主之间的呼叫寻址、语音通信和门禁控制.

基于 SIP 协议的新方案, 采用 IP 网搭建小区内部 SIP 网络, 使得建网高效、简易. 通过 SIP 协议的注册机制, 可以很好地实现同一服务器域内的任何两点间呼叫寻址, 创建并管理两端间的多媒体会话. 结合 SDP(session description protocol)协议开展多种类型业务, 包括文本、语音、视频、XML 甚至 Java 小程序. 将基于 SIP 协议的楼宇对讲系统与 IMS 网络进行无缝连接, 实现与数据网、通信网的最终融合. 经过二次开发, 极易实现基于楼宇平台上的家居安全、状态显现、移动监控等新型应用.

## 2 SIP 楼宇对讲系统设计

### 2.1 系统网络结构设计

本方案的网络结构设计, 如图 1 所示. 系统由基于 SIP 的门口机、基于 SIP 的室内用户机和小区管理中心的 SIP 服务器组成. 整体采用 C/S 架构, 门口机和室内机为客户端, 小区管理中心为服务端, 双绞线方式接入小区局域网, 并以 IP 网接入方式接入 IMS 通信网. 系统的关键包括客户端 SIP 协议栈设

收稿日期: 2013-06-04

通信作者: 谭鸽伟(1970-), 女, 讲师, 主要从事 SAR 信号处理, 高分辨率机载 SAR 运动补偿, 模式识别, 智能天线的研究. E-mail:tangewei70@163.com.

计、终端的软硬件设计和网络搭建. 因此, 设计将侧重于方案设计及室内机终端的软硬件实现.

2.2 SIP 协议栈设计

SIP 协议栈是在开源 OSIP 的基础上<sup>[4]</sup>, 针对楼宇对讲系统的行业特点开发实现, 整个协议栈结构<sup>[5]</sup>, 如图 2 所示. 协议栈最顶层的事务用户层实现了协议栈面向用户所表现出来的全部行为和功能, 包括 UI 界面生成的操作指令、底层上传的 SIP 事件指令和定时器生成的超时指令. 实现中, 设计了一个分层通信处理机制, 将协议栈收到的指令用 E\_CMD\_TYPE 枚举类型定义, 并为每种类型的指令注册对应的回调处理函数, 所有的指令类型及处理函数组成一个指令池. 每收到一个指令 eCmd, 则从指令池中寻找匹配对应的处理函数 HandlerFunc (Msg\_DATA\_ST stMsgData, int nAcutIndex), 并执行函数, 完成一个 SIP 会话操作. 协议栈事务层管理功能直接调用 OSIP 的实现. 传输层调用 socket() 函数创建网络套接字, bind() 和 listen() 函数绑定和监听端口, rcvfrom() 和 sendto() 函数收发数据<sup>[6]</sup>.

针对楼宇对讲中远程开锁的实际需求, 本协议栈在事务用户层中, 采用 SIP 协议对即时消息的 MESSAGE 扩展来实现该功能. 由室内机端发送的 MESSAGE 类型消息的消息体携带远程开锁指令“OPEN DOOR”. 指令发送方向为单向, 只能由室内机发往门口机, 其网络通信的信令应答为 MESSAGE-200 OK.

2.3 室内机软硬件设计

2.3.1 硬件实现 室内机的硬件结构, 系统模块组成, 如图 3 所示. 系统主要由处理器、数据存储模块、人机交互模块、网络及音频数据通信模块和电源供电模块等构成.

主芯片处理器采用 TI 公司 1055 型芯片, 该芯片内嵌一个 32 位 165 MHz 的 MIPS R4000 型处理器, 用于系统运行控制; 一个 125 MHz 的 C55X 系列 DSP 处理器, 专用于语音数字信号处理. 片上还集成两个 10/100 Mb · s<sup>-1</sup> 以太网通信接口, 两个 16 位的 ADC 和 DAC 转换器, 以及 LCD 控制器、键盘接口、I2C 等通用接口. 通过共用地址总线和数据总线可同时外扩 1 个 FLASH 存储器和 1 个 SDRAM 存储器. 外围硬件部分, 以太网通信接口采用 S317103NL 型网络变压器, 其与耦合电容构成差分信号耦合滤波电路, 并接入主芯片片上 PHY 控制器. 人机交互模块, 输入采用 4×6 扫描方式的键盘矩阵, 显示采用天马 RGB 三基色 LCD 屏. 电源供电模块由 TI 的 TPS54286 电源控制芯片, 结合比例电阻和稳压二级管构成, 可提供 1.5、3.3、5 V 三种供电电压.

2.3.2 软件实现 室内机软件依据实现的功能不同, 分三层结构设计, 分别为底层软件、中间层软件 and 上层软件, 整体设计架构, 如图 4 所示.

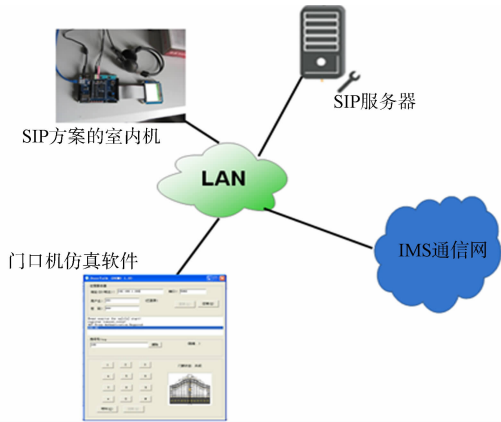


图 1 系统结构框图  
Fig. 1 System structure diagram

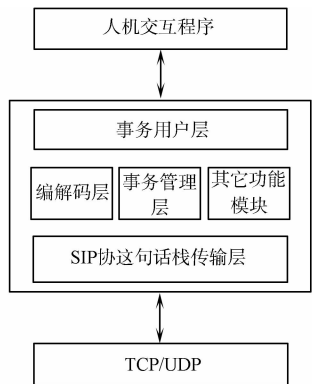


图 2 协议栈结构框图  
Fig. 2 Protocol stack structure diagram

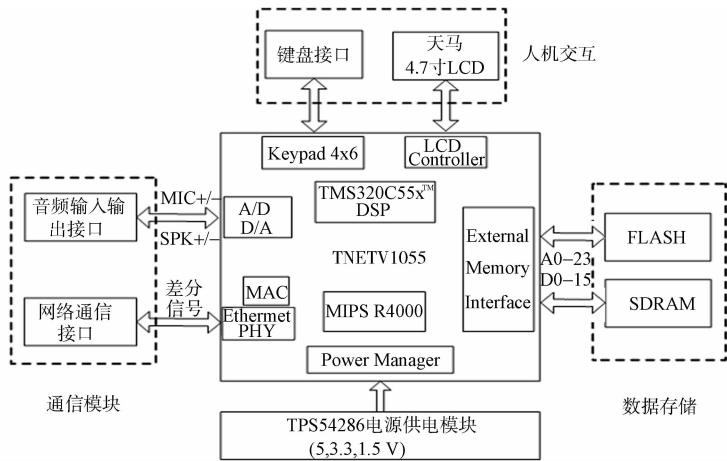


图 3 室内机硬件模块组成图  
Fig. 3 Hardware module of indoor machine

底层软件主要是 Linux 操作系统以及硬件驱动,包括主芯片、存储器、网口、LCD、键盘等,并为上一层软件提供系统级接口调用. 中间层软件包含 SIP 协议栈和 DSP 语音数字信号处理模块. SIP 协议栈负责终端接入 SIP 网络并管理 SIP 会话. 语音处理模块运行在 DSP 处理器上,完成语音信号的编解码及 RTP 拆封包. 其中,语音编解码算法采用 G711A-Law,语音防抖技术采用分配固定缓冲内存,接收 RTP 语音包的策略<sup>[7]</sup>. 上层软件主要实现人机交互,用户界面采用北京飞漫公司 MinuGUI 开发实现<sup>[8]</sup>.

2.4 门口机与服务器

门口机采用 VC 6.0 编写的仿真软件. 该终端后台运行了对楼宇对讲系统设计的 SIP 协议栈,可完成呼叫、接收解析门禁控制 SIP 消息指令. 服务器采用 SIP 开源的 SER 服务器<sup>[9]</sup>,负责终端帐号接入和权限管理,并对 SIP 信令进行路由和转发.

3 系统实验与分析

3.1 系统实验测试

为验证方案的可行性,根据所设计方案的系统结构框架(图 1),在局域网内部搭建了小型楼宇对讲系统测试环境. 测试中观察 UI 界面的状态提示,并用 WireShark 网络抓包工具,捕获 SIP 包进行深层次逻辑分析<sup>[10]</sup>. 测试内容包括以下 3 个功能项.

1) 注册认证功能测试

预置条件:服务器、室内机、门口机接入 LAN,并配置静态 IP 为 192.168.1.200,192.168.1.10,192.168.1.20; SIP 服务器上创建户主帐号、密码等鉴权数据,并将室内机 SIP 帐号设为 101@192.168.1.200,密码为 101;门口机 SIP 帐号为 100@192.168.1.200,密码为 100.

测试步骤:两终端分别输入服务器 IP 地址 192.168.1.200,端口 5060,以及各自的帐号和密码,接入局域网网络,向服务器发送 REGISTER 类 SIP 消息注册.

测试结果:界面提示注册成功;抓包分析 SIP 信令流为 REGISTER-401-REGISTER-200 OK.

结果分析:SIP 信令流正确,终端帐号注册认证成功,成功接入服务器.

2) 会话创建功能测试

预置条件:室内机与门口机处于已注册状态,与服务器连接正常.

测试步骤:门口机 192.168.1.20,输入被呼叫用户的门牌号“101”,按“呼叫”键,开始呼叫;室内机振铃,摘话柄,创建会话进行语音通信,挂机退出.

测试结果:室内机 UI 界面显示“进来呼叫”,摘手柄后切换到通话状态,能听到 192.168.1.20 端的声音,挂机结束会话;抓包显示 192.168.1.20,信令流程为 INVITE-180 Ringing-200 OK-ACK-BYE-200 OK;语音通信正常,wireshark 可捕获 RTP 语音包.

结果分析:SIP 信令流正常;任意帐号点对点间能创建会话,语音数据传输流畅.

3) 远程开锁功能测试

预置条件:门口机与室内机已经建立会话且正在语音通信中;门口机门禁处于“关闭”状态.

测试步骤:室内机 192.168.1.10,按“开锁”键,往门口机 192.168.1.20 发送携带 OPEN DOOR 指令的 MESSAGE 消息.

测试结果:门口机门禁状态由“关闭”切换为“开启”;抓包显示 192.168.1.10/20 的 SIP 信令流程为 MESSAGE-200 OK.

结果分析:通过 MESSAGE 消息实现了对远端门禁系统开关状态有效的实时管理.

通过上述系列功能测试并分析,验证了所提方案能很好的满足楼宇对讲系统的需求. 且采用 SIP 实现,在帐号管理、组网、会话创建、寻址呼叫以及业务承载等方面也都有着很好的性能表现.

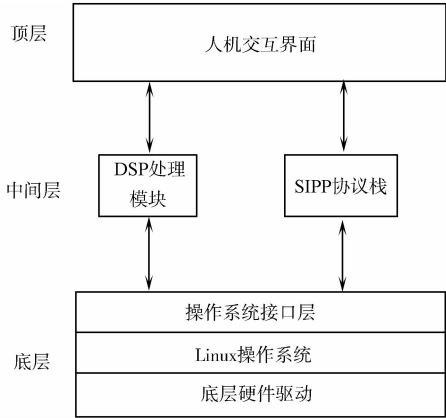


图 4 整机软件结构  
Fig. 4 Software structure diagram

3.2 系统性能优势分析

为了验证方案的总体性能优劣,将所设计方案与传统的基于总线型的方案,就系统的关键指标进行比较,如表 1 所示.

表 1 楼宇对讲系统方案比较  
Tab. 1 Comparison of building intercom system

方案类型	组网性能	呼叫能力	数据传输	网络融合	业务
传统总线方案	总线、不易扩展	弱、范围小	模拟传输,距离短	独立网络	单一
基于 SIP 方案	简单、大规模	强、任意点对点	数字传输,距离远	可多网融合	丰富

通过对比分析,基于 SIP 方案的系统凭借 SIP 体系网络所具备的特点,在组网能力、数据传输、呼叫能力、业务支持上都具备极大优势;尤其是采用 SIP 协议,可实现与 IMS 通信网的无缝融合的特性,更是以往的对讲系统所无法比拟.

4 结束语

SIP 被誉为通信网中的“TCP/IP”协议,具有很强的生命力.测试分析表明:基于 SIP 协议的楼宇对讲系统方案,不仅克服了传统技术存在的缺陷,提高了系统建设的方便性.更重要的是,方案采用同 IMS 核心网相同的控制信令,将使得楼宇对讲系统不再只是独立的网络系统,而可以直接通过 IP 网接入,与下一代 IMS 移动通信网进行对接,提升楼宇智能化水平,具有重要的实用价值.

参考文献:

[1] 武金山. 基于 CAN 总线的楼宇自动化系统设计[D]. 合肥:合肥工业大学,2008:8-18.

[2] ROSENBERG J,SCHULZRINNE H,CAMARILLO G,et al. RFC 3261 SIP: Session Initiation Protocol. [2008-01-23]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>.

[3] 谢杨华. 智能楼宇可视对讲系统的研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2007:6-23.

[4] 赵璐璐,张善从. 基于 oSIP 的嵌入式 SIP 协议栈设计[J]. 计算机应用与软件,2010,27(3):265-268.

[5] 张薇薇. 嵌入式 SIP 协议栈的设计与实现[J]. 计算机应用与软件,2007,24(4):139-141.

[6] 王枫,罗家融. Linux 下多线程 Socket 通讯的研究与应用[J]. 计算机工程与应用,2004,16:102-109.

[7] 白宪丽. 基于 RTP 音频的实时传输实施与实现[D]. 成都:电子科技大学,2009:37-54.

[8] 于水生. 基于 Linux 和 MiniGUI 的嵌入式计算机系统的研发[D]. 北京:北京邮电大学,2007:47-51.

[9] 彭扬,黄永峰. SER 服务器的结构分析[J]. 数据通信,2007,6:28-32.

[10] 林浒. SIP 协议测试方法和测试工具的研究[J]. 小型微型计算机系统,2008,29(3):406-410.

Solution of Building Intercom System Using SIP Protocol

XU Qing-yong, TAN Ge-wei

(College of Information Science and Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** After carefully studying on the function and feature of SIP protocol, we applied SIP protocol to traditional building intercom system, and proposed a new building intercom system solution based on SIP protocol. The new solution will overcome some weakness of traditional solution, integrate with internet and communication network, provide mobile communication with the house entrance guard, and improve the intelligent of building. In this solution, a SIP protocol stack which can work in an embedded terminal was designed, the building intercom system terminal were implemented based on protocol stack. At the end, a small scale building intercom system was set up to test our solution. The test results confirm the feasibility and validity of the solution.

**Keywords:** SIP; protocol stack; traditional building; intercom system; network convergence