

基于 ARM9 平台的嵌入式 SIP 服务器的设计

盛惠兴^{1,2}, 王海滨¹, 沈剑丽¹

(1. 河海大学计算机及信息工程学院, 常州 213022; 2. 南京理工大学电子工程与光电技术学院, 南京 210094)

摘要: SIP 服务器由重定向服务器、代理服务器、注册服务器组成, 在 VoIP 系统中起着重要作用。该文基于嵌入式 ARM CPU S3C2410, 设计了硬件平台, 对 Linux 2.6 内核进行了移植, 实现了 SIP 协议栈和服务器软件。该服务器已成功应用于某水利部门的实时语音通信平台中, 取得了良好效果。

关键词: 嵌入式系统; ARM; SIP 协议; SIP 服务器

Design of Embedded SIP Server Based on ARM9 Platform

SHENG Huixing^{1,2}, WANG Haibin¹, SHEN Jianli¹

(1. College of Computer & Information Engineering, Hohai Univ., Changzhou 213022;

2. College of Optoelectronic, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094)

【Abstract】 SIP server, which is composed of redirect server, proxy server and registrar server, plays an important role in VoIP system. This paper ports Linux 2.6 to the hardware platform based on ARM CPU S3C2410 and realizes SIP protocol and server. This server has already been successfully deployed as a real-time voice communication platform of an e-government system in a department of the Ministry of Water Resources.

【Key words】 Embedded system; ARM; SIP protocol; SIP server

IP 电话 (Voice over IP, VoIP), 是指利用 IP 网络承载语音业务。1995 年 2 月以色列 VocalTec 公司研制出一款软件产品“Internet Phone”, 用户只要有多媒体 PC 机上安装该软件, 就可以通过 Internet 和任何地方安装同样软件的联机用户进行通话。这也可以说是 IP 电话的雏形。然而, 直到 Internet 商业化以后, 并且随着编解码技术的发展, VoIP 技术才得到快速发展。其形式也开始变得丰富起来, 从最初的 PC-PC, 发展到 PC-PHONE, PHONE-PHONE。

目前, 被广泛接受的 VoIP 控制信令体系主要包括 ITU-T 的 H.323 系列和 IETF 的会话初始协议 (Session Initiate Protocol, SIP)。因 SIP 协议相对简单, 易于实现, 更适合 IP 网络, 代表了新一代 IP 电话的发展方向, 正在越来越多的用于 VoIP 系统的组建。

1 SIP 协议

SIP 最初的版本名为简单会话初始化协议 (SCIP), 是由 IETF 的 MMUSIC 工作组于 1996 年提出的, 经过几年的讨论和实际应用, 1999 年成为提议标准即 RFC2543。其后, SIP 协议由专门的 SIP 工作组进行改进和升级。目前, SIP 协议已于 2002 年 7 月修订为 RFC3261。

SIP 是一个基于 C/S 模式的信令协议, 用来建立、修改和终结多媒体会话。SIP 会话中的媒体交换可以使用任何传输协议, 但一般都以 RTP 作为传输协议。SIP 消息 (或称信令) 与会话媒体流有可能通过相同的介质来传输, 但二者在逻辑上仍然是分离的。图 1 展示了信令和会话数据的逻辑分离关系, 这种分离很重要, 因为信令在传输中可能要经过一个或多个代理服务器或重定向服务器, 而会话媒体流则采用直接连接。SIP 必须与 IETF 的其他协议如 SDP、RSVP 和 SAP 协同工作。

目前业界对 SIP 的支持越来越广泛, 全球大的运营商都转

向支持 SIP 方式, 国内的服务商考虑组建新网络的时候也开始采用 SIP。而且, SIP 已逐步成为下一代网络 (NGN) 和第三代移动通信 (3G) 中的重要协议^[1]。



图 1 信令和媒体分离传输

2 嵌入式 SIP 服务器的总体实现方案

2.1 SIP 服务器的功能

SIP 服务器最主要的功能是为呼叫者提供被呼叫者的位置信息, 使呼叫双方能够成功的建立呼叫连接, 在整个 VoIP 系统中起着非常关键的作用。SIP 服务器是一个总体概念, 功能模块如图 2 所示。



图 2 SIP 服务器功能模块

由图 2 可以看出, SIP 服务器由重定向服务器、代理服务器、注册服务器等模块组成^[2], 这些服务器协调工作, 对客

作者简介: 盛惠兴(1961-), 男, 博士生、副教授, 主研方向: 智能信息系统; 王海滨、沈剑丽, 硕士生

收稿日期: 2006-03-21 **E-mail:** sheng_hx@hhuc.edu.cn

户机发出的基于SIP的请求消息提供服务,并返回相应的基于SIP的应答。同时,为方便管理员对SIP服务器的管理,系统特地加入了嵌入式Web服务器,并编程实现了服务器端的CGI程序,从而使得管理员可在任何一台电脑上通过Web浏览器在线管理SIP服务器。

2.2 系统体系结构

经过大量的资料收集比较,深入地研究分析并结合现有的实验条件,我们对系统的体系结构、硬件平台和软件做出了以下选择:

(1)目前嵌入式CPU很多,选择哪款CPU要根据自己的产品的实际需要。一般而言,首先应尽量选择系统集成度高、外围电路简洁的CPU。其次,还应综合考察CPU的各项性能指标。最后,还应该考虑软硬件开发环境的建立、厂家的货源以及代理的软件支持力度。经过比较,选择了三星的S3C2410微处理器。这是一款高性价比、低功耗、高集成度的CPU,基于ARM920T内核,主频最高为203MHz,专为手持设备和网络应用而设计,能满足嵌入式系统中的低成本低功耗高性能小体积的要求。

(2)根据设计要求,系统需要一个便宜、成熟并且提供高端嵌入式系统所必须特性的操作系统,嵌入式Linux操作系统以价格低廉、功能强大又易于移植而正在被广泛采用,成为嵌入式操作系统的首选。因此,在软件体系上采用Linux2.6版本作为操作系统内核,并使用GNU工具链,包括编译器、汇编器、库、调试器和相关实用程序等。

系统体系结构如图3所示。

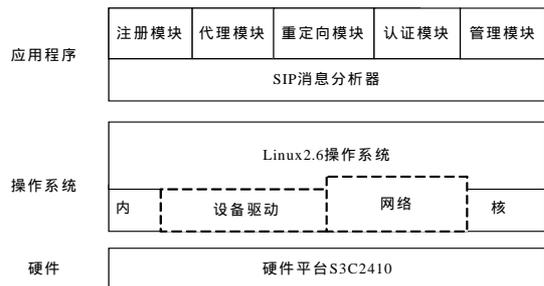


图3 系统体系结构

3 嵌入式SIP服务器设计和实现

3.1 硬件系统设计

图4为硬件系统的总体设计。

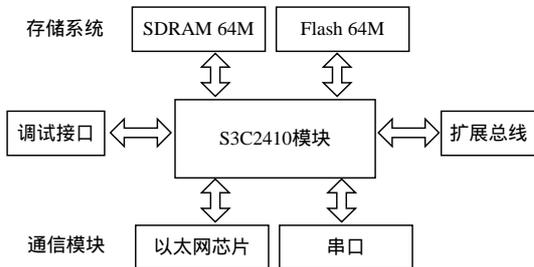


图4 硬件系统框图

硬件平台包括许多模块,它们以S3C2410为中心实现不同的功能。CPU模块是主板的核心部件,主要由S3C2410及其辅助电路组成。存储系统包括64MB的NAND Flash存储器模块和SDRAM存储器模块;Flash用于存放嵌入式操作系统、应用程序和用户数据等,并作嵌入式文件系统;SDRAM作为系统运行时的主要区域,用于存放系统及用户数据。通信模块包括串口和以太网接口模块;以太网接口为系统提供

以太网接入的物理通道,串口则用于下载映像到Flash中。JTAG调试接口用于系统的嵌入式调试。扩展总线扩展出了系统总线供今后继续开发使用。

3.2 操作系统移植

在PC机中安装的Linux操作系统动辄占用上G的硬盘存储空间,而嵌入式系统往往只拥有几兆或者几十兆的存储空间,根本不足以安装一个最小型的Red Hat Linux。因此需要把Linux系统进行裁减,直至可以装进一个小小的存储芯片里面。

对Linux进行裁减需要对Linux系统有完全的了解,如启动过程、文件系统、目录结构、系统工具文件等。这一过程需要在空间和功能上加以权衡。一般来说,主要包括两个部分的工作:

(1)对内核进行移植

针对系统的ARM的硬件,修改Linux-2.6内核,提供对S3C2410的支持和必要的设备驱动。由于在本系统所采用的Linux2.6内核中,S3C2410CPU已经成为一种标准支持,因此关于内核移植部分的工作量就大大减少了,所需要做的就只剩下修改网卡驱动、添加YAFFS2文件系统、添加NAND Flash启动初始化代码等工作了。由于论文篇幅所限,具体工作请参考相关资料。

(2)文件系统的设计

为了提供Linux运行所必需的环境,应该提供文件系统,至少应该包括如下内容:目录/dev、/proc、/bin、/etc、/lib、/usr、/tmp,最基本的应用程序如sh、ls、cp、mv等,最低限度的配置文件如inittab、fstab等,设备文件如/dev/mtd*、/dev/console等。此外,还应包括程序运行所需的函数库。由于以上所需文件远超过1.44MB,因此文件系统的构建主要采用busybox和其他必要的工具。

3.3 SIP消息分析器的设计

SIP是一个基于request-response模式的协议。协议实体之间的协作是通过网络消息的发送和响应实现的。因此每个实体都需要一个模块来构造和解析SIP消息,把这些功能放在SIP消息分析器内实现。

从SIP消息的定义可以知道,所有消息都由一个起始行(start-line)、多个头域(message-header)以及消息体(message-body)3部分组成。因此,根据SIP的语法特点,消息分析器的设计,从功能上分成两个模块:即解析模块与构造模块;从层次上分为3个部分,即SIP-URL(SIP地址)的解析与构造、头域的解析与构造以及SIP消息的解析与构造。

当SIP实体(服务器)接收到一个SIP消息后,首先对字符串形式的消息进行整体的判断和分解。通过对行结束符以及CRLF的识别,判断消息是否合法。如果合法,再将消息分成3个部分分别进行判断和解析。先是对起始行(start-line)进行判断,以判断所收到的是请求消息还是应答消息,然后对start-line进行解析,同时提取相关信息(SIP URL或应答码);随后对各个头域进行解析,提取并复制相关信息;当遇到空行(CRLF)后,开始调用对消息体的操作。这3项操作所得到的结构信息被传递给相应的事务。

当SIP实体(服务器)想发送一个SIP消息时,被建立的事务根据用户所选定的方法、键入的地址等信息,通过调用分析器相应部分的API分别构造出SIP消息的各个部分,然后将消息的结构信息转化为字符串,传递给传输层以备发送。

3.4 SIP服务器的设计^[3]

3.4.1 注册服务器模块的实现

SIP服务器需要完成的一个重要的功能就是用户的注册和定位,这是实现SIP会话建立的基础。SIP协议中定义的

Registrar 功能在本服务器中由 Registrar 模块实现, Registrar 模块的功能是接收 REGISTER 请求, 保存 REGISTER 请求中的用户地址等信息。

注册的实现过程首先是由客户端向服务器发出注册请求, 并等待服务器返回响应消息。客户端必须在收到前一个 REGISTER 请求的最终响应之后或者前一个 REGISTER 请求超时的情况下, 才能发送一次新的注册请求。SIP 服务器在接收到客户端的 REGISTER 请求后, 取出 REGISTER 消息中的 To 头域中的用户地址消息和 Contact 头域中的 Contact 消息, 将它们绑定到定位数据库中的信息映射表中。

3.4.2 代理服务器模块的实现

代理服务器作为 SIP 消息进入整个服务器系统的进入点, 接收来自外部 SIP 电话设备和其它服务器的各种 SIP 消息。对接收到的消息进行分析以后, 得到响应消息, 发送到其他服务器或者外部 SIP 电话设备。

代理服务器功能主要由发送接收模块和响应模块来实现。发送接收模块接收到 SIP 消息以后, 对其完整性、合理性进行分析以后, 把合理的消息放到响应模块的输入队列中, 等待响应模块对其进行进一步的处理。响应模块对输入队列中的消息进行分析, 把不同的方法、消息, 分别放入相应的方法处理模块进行处理; 把状态消息放到状态处理模块进行处理。方法处理模块和状态处理模块产生的消息统一放到输出队列中, 由发送接收模块把输出队列中的消息发送到其相应的目的地址。

3.4.3 重定向服务器模块的实现

SIP 协议中定义的重定向功能在本服务器中由定位服务器(Location Database, ldb)模块实现。Ldb 模块根据 Registrar 所获得的信息, 查找被叫用户的位置, 接下去根据查询结果返回响应消息。

重定向服务器不发送任何 SIP 请求消息, 当接收到非 CANCEL 请求时, 重定向服务器要么查询地址转换表并返回 3XX 响应消息, 要么拒绝该请求。而对于 CANCEL 请求它返回一个 2XX 响应, 该响应结束事务。重定向服务器始终监视某个服务端口, 检查是否有请求消息, 并对消息作处理。

3.4.4 B/S 管理模块的实现

管理员通过浏览器来管理 SIP 服务器的过程中, 需要通过 Web Server 对服务器上的文件或者数据库进行操作, 这是通过在 Web Server 实现动态网页技术来实现。到目前为止, 实现动态 Web 页面有 4 种技术可供选择: CGI, ASP, PHP 和 JSP。考虑到 ASP、PHP 和 JSP 都过于庞大, 不适合应用于嵌入式环境, 因此本系统选择了 CGI。

CGI 的工作流程如图 5 所示。用户通过浏览器向 Web 服务器发出请求, Web 服务器意识到 URL 指向的是一个程序而不是静态的文件时, 调用 CGI 程序; CGI 程序执行, 读取输入的变量和信息, 处理后输出结果, 程序结束; 服务器发

现程序执行结束, 发送 HTML 格式的文件给客户端浏览器; 浏览器接收并予以显示。



图 5 CGI 工作流程示意图

3.4.5 认证模块的实现^[4]

认证模块主要实现了 SIP 服务器对用户的摘要认证。SIP 摘要认证是从 HTTP 摘要认证中得出的, 是一种基于挑战的机制。这种认证方式与 HTTP 认证中的密码认证方式的工作方式是同样的。如果 UA 发送一个没有任何认证信息的 INVITE 给代理, 代理将返回一个 407(需要认证)响应, 这个响应中包含一个随机产生的字符串 nonce。UA 将其用户名、密码、从 407 响应中得到的 nonce 字符串及一些其他的信息, 通过 MD5 算法(一个唯一的单向 hash, RFC 1321)得到密钥。然后, UA 重新发送这个 INVITE 请求, 其中包含认证的信息, 即先前得到的密钥。

收到这个重发的 INVITE 的代理用同 UA 一样的方法计算密钥。它可以得到用户的用户名和密码, 因此它可以通过同样的 MD5 算法计算得到密钥。如果二者是匹配的, 则说明用户的密码是正确的。这样代理可以继续进行处理。这样加密的好处是: 代理和 UA 都只需知道用户的密码, 而不用在网络中发送它, 就可以进行有效的认证。

4 结束语

本系统采用 SIP 这种新的协议, 提出了一个基于 ARM9 的嵌入式 SIP 服务器的设计方案, 系统具有简单、灵活等优点, 在功能性和增长潜力方面具有很强的优势。通过本系统的使用简化了原有的通信系统, 降低了系统成本和管理成本; 为企业、雇员、合作伙伴和客户提供了更灵活而有效的沟通方式。本设计方案已成功应用于某水利部门的实时语音通信平台中, 获得了良好效果。

参考文献

- 刘志治, 李晓峰. 基于 SIP 协议的即时信息机制[J]. 北京邮电大学学报, 2004, 27(1): 137.
- IETF. SIP: Session Initiation Protocol[Z]. 2002. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>.
- IPTTEL. SER HOWTO[Z]. <http://www.iptel.org/ser>.
- Salsano S, Veltri L, Papalilo D. SIP Security Issues: The SIP Authentication Procedure and Its Processing Load[J]. IEEE Network, 2002, 16(6): 38.
- Wookey, Tak-Shing. Porting the Linux Kernel to a New ARM Platform[Z]. <http://arm.nihilisme.ca/doc/aleph.pdf>.
- Samsung Electronics Co. Ltd.. User's Manual S3C2410X 32-Bit RISC Microprocessor Revision 1.2[Z]. 2003.

(上接第 267 页)

能优化、数据安全性和访问控制等方面做进一步研究, 随着框架不断完善, 相信它的应用也会日益广泛起来。

参考文献

- Geography Markup Language2.0[Z]. 2001-02. <http://www.opengis.net/gml/01-029/GML2.html>.

net/gml/01-029/GML2.html.

- 徐中宇, 徐耀群. WebGIS 中间件的研究与开发[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2004, 20(2): 142.
- 黄照强, 冯学智. 地理信息系统空间异构数据源集成研究[J]. 中国图象图形学报(A 辑), 2004, 9(8): 904-907.

