

# 基于 SIP 的企业指挥调度系统的设计与实现

薛绍伟<sup>1,2</sup>, 耿卫东<sup>1</sup>, 缪永伟<sup>1,3</sup>

(1. 浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室, 杭州 310027; 2. 迈可行通信技术有限公司, 杭州 310012; 3. 浙江工业大学理学院, 杭州 310032)

**摘要:** SIP 是下一代网络的核心协议, 基于 SIP 协议的企业指挥调度系统是一个新的重要的研究课题。该文通过对 SIP 协议和指挥调度系统相关技术的研究, 提出了一种以 SIP 协议作为控制信令的、集中式拓扑结构的 IP 调度系统, 分析了系统的功能需求, 介绍了主要功能模块的具体实现。

**关键词:** 指挥调度; 会话初始协议; 会议; 实时传输协议

## Design and Implementation of Command and Dispatch System of Enterprises Based on SIP

XUE Shaowei<sup>1,2</sup>, GENG Weidong<sup>1</sup>, MIAO Yongwei<sup>1,3</sup>

(1. State Key Laboratory of CAD&CG, Zhejiang University, Hangzhou 310027; 2. Microsys Communication Technology Co. Ltd., Hangzhou 310012; 3. College of Science, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032)

**【Abstract】**SIP is a key protocol in next generation network(NGN), the command and dispatch system of enterprises based on SIP protocol is a new important research topic. After presenting some techniques of SIP protocol and the command and dispatch system, a new centralized IP dispatch system using SIP as control signal is proposed. Some function requirements of the system and the implement details of some main modules are given.

**【Key words】** Command and dispatch; SIP; Conference; RTP

当前国内许多行业由于行业的业务特点, 在传统的基于电路的调度通信网应用中, 指挥调度作为常用的交流手段发挥着重要作用。伴随着 IP 网的建设和 IP 电话系统标准的日益完善, 许多行业、部门开始在建设 IP 数据网的同时, 在 IP 电话网上实现原有的指挥调度业务也就随之提到日程上来。

本文分析了 IP 调度系统的相关技术, 确定了基于 SIP<sup>[1]</sup> 协议的指挥调度系统的功能需求, 提出了一种新的集中式 IP 调度系统的体系结构, 并详细研究了在这种结构下, 如何设计并实现以 SIP 机制作为调度服务器会话控制功能、调度会场和带有 SIP 会话功能的调度终端。

### 1 相关技术介绍

#### 1.1 SIP 简介

会话初始协议(SIP)是 Internet 工程任务组(IETF)制定的一个用于建立、更改和终止多媒体会话的应用层控制协议。它大量借鉴了成熟的简单邮件传送协议(SMTP)和 HTTP 协议。SIP 协议的语法衍生于 HTTP(RFC 2068), 很多 HTTP 协议的消息标头和语法可以在 SIP 中得到重用。SIP 还重用了 SMTP 的地址方案, SIP 地址(也可以作为用户名, 例如 name@domain.com)与电子邮件地址的结构完全相同。SIP 甚至利用了 Web 体系结构, 如域名系统服务器(DNS), 从而使基于 SIP 的通信具有更高的可扩展性。SIP 遵循了 Internet 的设计原则并将 Internet 开放精神引向通信领域, 实现了各种(固定或移动、智能或非智能)终端之间的无缝通信。SIP 协议的设计方法和结构特点使它成为下一代网络架构中的重要技术, 无论是软交换还是 3GPP 提出的 IMS 都将 SIP 作为核心协议。

在 SIP 核心规范中请求消息一共定义了 6 种方法: INVITE 表示邀请消息, 用于会话建立的发起; ACK 表示确认消息, 用于对会话建立的确认; BYE 表示结束消息, 用于终止一个会话; CANCEL 表示取消消息, 用于挂起一个会话; REGISTER 表示登记消息, 用于向注册服务器登记用户信息; OPTIONS 表示查询消息。SIP 协议定义了 6 种响应消息: 1XX 表示请求被接收并在处理中; 200 表示请求被成功接收; 3XX 为主叫用户提供更多的被叫用户地址信息; 4XX 表示客户错误; 5XX 表示服务器错误; 6XX 表示全局错误<sup>[2]</sup>。

SIP 协议支持会话的 5 个方面: (1) 用户定位, 确定要进行的终端用户的位置, 找到终端系统; (2) 用户能力, 协商并确定通信媒体和媒体的使用参数; (3) 用户可达性, 与终端用户协商并确定加入会话的意愿; (4) 呼叫建立, 建立主叫和被叫的呼叫参数、媒体流开始传输、会话建立; (5) 呼叫处理, 包括呼叫转移和呼叫终止、修改会话参数、处理其它的服务等。

#### 1.2 指挥调度系统的现状

调度系统是工业生产和业务活动中指挥调度的专用通信系统。

在工业企业、交通运输、公安消防和军事机构等部门中,

**基金项目:** 浙江省杭州市科技型中小企业技术创新基金资助项目“IP 综合业务智能交换平台”

**作者简介:** 薛绍伟(1973 -), 男, 工程师、硕士生, 主研方向: CTI 技术, 多媒体会议; 耿卫东, 教授、博导; 缪永伟, 博士生

**收稿日期:** 2006-06-27 **E-mail:** xueshaowei@gmail.com

由于生产业务活动，需要迅速传递命令和通知，常常采用调度系统，及时指挥和调度人力、物资和车辆等。由于不同部门各自的特殊需要，对调度系统的性能要求各有不同，但从调度系统具有指挥、调度和监督等重要作用来看，其基本性能大致相同<sup>[3]</sup>。

调度系统的发展经历了多个阶段与演变，现行主流的调度主机能够实现所有的呼叫和交换功能，包括调度分机的排队和调度功能、组网功能等。调度台是调度员进行具体操作的平台，调度员在调度台上可以观察所有调度用户的状态，进行调度操作、召集会议、控制录音。对于有录音要求的用户，可通过录音系统对调度台和调度用户进行全程录音。

传统的基于 PABX 的调度交换系统不能提供灵活的组网功能，节点的增加十分不便，远端维护功能的欠缺使得系统的维护工作量十分巨大。正是由于这些原因业界一直都在探索新的解决办法，该文的研究也是在这种背景下提出的。

### 1.3 基于 SIP 的指挥调度系统

IP 调度系统就是要把调度系统的业务功能移植到 IP 网上，减少调度系统因为专用线路和组网困难而增加费用。新的调度系统在功能上没有什么大的改变，只是语音数据流都是以 IP 包的形式发送和接收。基于 SIP 协议的调度系统，完全克服了传统调度系统的缺点，提供十分灵活的组网功能，调度节点扩充简便，网络的维护简单而有效，利用廉价的路由技术实现复杂的呼叫迂回、全网等位拨号等功能。整个调度交换网简洁而有效。

## 2 系统的设计与实现

### 2.1 系统组成

IP 调度系统采用基于 CompactPCI 的分层体系结构，如图 1 系统分为 3 部分：增值业务交换平台，调度业务服务器和客户端管理。系统组成如图 1 所示。

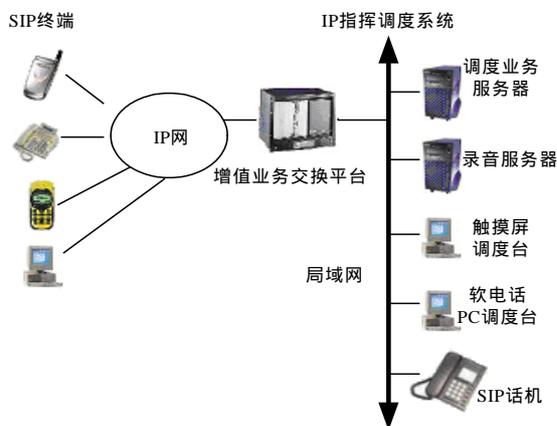


图 1 IP 调度系统组成

增值业务交换平台在硬件设计上遵循 CompactPCI 总线标准、H.110 CT bus 总线标准、千兆以太网包交换标准、IEEE 1101.1 机械标准结构欧卡等国际标准。操作系统采用稳定可靠的 Linux 系统。系统采用模块化和板件化的结构，主要分为接口模块和资源模块，终端用户管理在门户模块实现，硬件模块间互连采用 CompactPCI 总线，业务软件挂在软件总线上。在扩容时只需要增加相应的模块或板件即可完成扩容，可适应行业的快速发展，保护投资。

调度业务服务器通过 SIP 协议，接入 IP 网络系统，实现对 SIP 终端用户的调度控制；通过 SIP 协议，接入调度台和 SIP 话机(也可以是软电话+耳麦的形式)，实现对调度系统的

操作；通过 TCP/IP 协议接入录音服务器，存储录音文件；可通过 TCP/IP 协议接入维护台，用于对整个系统的维护配置、监控、告警等。

调度台是 SIP 调度系统的指挥中心，它是话务员(调度员)操作调度业务服务器的界面，同时，系统的所有指挥、调度功能也是通过调度台与调度业务服务器的通信来实现的，因此调度台应承担如下两项功能：即话务台功能和指挥调度功能。话务员要通过调度台向调度业务服务器发送各种命令，控制其完成调度业务过程中需完成的各种操作。同时，还需要配合调度功能，随时提供各成员分机的状态、显示及各功能键的工作状态<sup>[4]</sup>。

### 2.2 功能需求

增值业务交换平台带有 SIP 代理服务器功能，基于此交换平台的调度系统可以与企业已建成的 IP 电话系统相连，对 IP 电话系统管理的终端进行调度，又可以对自己管理的用户进行调度。系统除了具有基本调度功能外，还具有强大的会议功能，可以实现从三方到几十、几百方的全交互会议；还可对调度过程自动进行录音备份；使每个分机都具有语音信箱功能；TTS 资源的引入，可将文本文件变成语音，使所有调度成员可以听文件；ASR 资源的引入，改变了以往通过按键拨号进行调度的形式，可直接通过语音呼叫进行调度，使调度变得更方便、更快捷。

调度业务服务器是整个系统的业务部分，通过增值业务交换平台实现以下功能：

- (1)调度直呼分机、分机直呼调度。
- (2)分机间无阻塞自动交换。
- (3)配合终端功能，实现强拆强插，一键到位。
- (4)调度状态、分机状态、通道状态多态显示。
- (5)系统集呼、组呼、选呼。
- (6)调度会议，可同时举行多组会议。每组双工用户根据系统配置设置三方到几百方不等，单工会议成员数不受限制，各成员可以是内部分机用户，也可以是外线用户。
- (7)丰富的 IVR 资源，入通道自动语音提示，二次拨号直达分机。
- (8)调度员实现组呼通知功能，发起并行呼叫，播放录音。

### 2.3 系统构架

IP 调度系统采用 SIP 作为接入协议，设计基于 CompactPCI 总线结构的软交换 SIP 服务器，将调度业务服务器独立出来，实现接入与交换相分离，交换与呼叫控制相分离，业务与平台相分离，降低系统的耦合度，便于扩充系统。下面介绍 RTP<sup>[5]</sup>媒体流处理、SIP 信令流处理、调度涉及的多方通话功能和作为调度台的终端程序的设计与实现。功能模块之间的关系如图 2 所示。

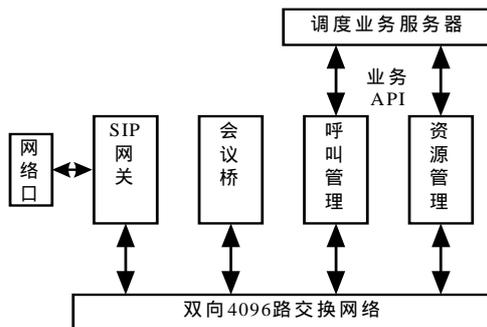


图 2 IP 调度系统构架

## 2.4 主要功能模块设计与实现

### 2.4.1 SIP 呼叫控制

呼叫控制模块要实现 SIP 信令流处理和 RTP 语音流处理。SIP 信令流处理对象是 SIP 文本呼叫消息,完成呼叫的接续,实现一个呼叫信令网关的功能。

由于SIP调度系统属于集中式控制结构,各终端之间复杂的多方关系被分解成了若干个终端与调度业务服务器之间的两方关系,而RFC3261中定义的SIP已经可以很好地适用于这两种两方会话,因此会话控制的基本流程完全可以沿用下来<sup>[6]</sup>。SIP终端与SIP网关建立单播的连接,SIP网关提供API接口支持呼叫管理器完成业务呼叫。SIP终端的用户号码可以采用局号,也可以采用网号,用户拨叫会议接入号码进入会场。呼叫流程描述如图3所示。

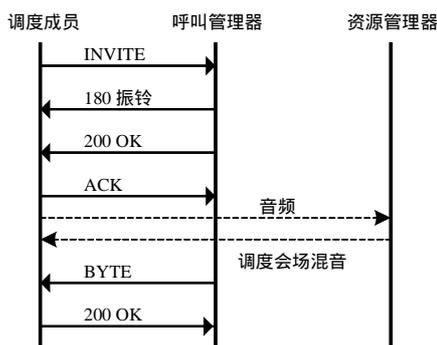


图3 SIP 呼叫流程

SIP 终端向呼叫管理器发送 INVITE 消息请求增值业务服务。呼叫管理器向 SIP 终端发送 180 临时响应,提示系统正在入呼叫处理,其中包含会议系统支持的 SDP 信息。接着向 SIP 终端发送 200 成功响应,主叫 ACK 响应,建立双向语音连接。调度会场结束后,呼叫管理器向 SIP 终端发送 BYE 请求释放连接,SIP 终端向呼叫管理器发送成功响应 200,指示完成连接的释放。

该设计对于 RTP 语音流处理,通过呼叫管理器得到业务服务器的呼叫输入,发起一个呼叫,收到 ACK 以后,音频处理模块的编码线程通过交换总线得到成员的语音,将会场的混音封装成 RTP 包,发送到 IP 网络。由于 RTP 包头长度一定,在网络带宽受限时,通过增大语音包的长度来提高 RTP 的传输效率,达到节省带宽的目的。对于解码流程,解码线程接收到 IP 网络的 RTP 包,先从包前缀中获得该 RTP 包的源 IP,然后与音频处理模块维护的源 IP 队列进行比较,得到该 RTP 包应放置的抖动缓冲的索引值,放入相应的抖动缓冲进行去抖,之后直接输出到相应的交换总线设备。SIP 呼叫控制模块如图4所示。

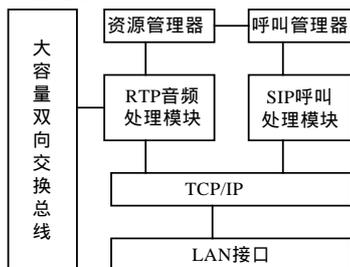


图4 SIP 呼叫控制模块

### 2.4.2 调度会场的实现

在指挥调度系统中,会议技术是不可缺少的,但业界缺

少在 IP 网上应用的全交互、大容量的会议技术,将交互式会议技术很好地应用在 IP 指挥调度系统上,也是该系统的一个创新点。

当系统组织一个交互式调度会议时,参加会议的成员进行混音处理后送到所有成员。会议中每一个成员听到的语音信号就是除本身外其余所有成员输出的语音信号的叠加。在语音信号交换中,由于该系统语音信号的二进制非线性编码(G.711A/U 律)特性,不允许将来自若干路成员的二进制语音信号简单地相加。

为实现参加调度会议的成员进行实时混音,交换网输出的语音信号输入会议模块,经串-并变换后,输入线性化处理。线性化后的各成员的语音(抽样)经过控制系统的衰减或增益后被送入加法器相加,加完后的结果再线性化。哪些语音构成一个会议,由会议控制系统确定。当一个用户发起一个调度会议时,控制系统为该会议编排一个编号。此后,其它语音可根据需要加入已经存在会议,或重新组织另一个会议。加法器输出的语音信号经非线性化还原为 G.711 编码信号,最后有并一串变换恢复为串行输出,送往对应的交换网络语音输入总线。

### 2.4.3 调度台的实现

调度台主要分3个模块:调度模块,用户代理模块和语音模块。下面分别介绍各个模块的实现:

(1)调度模块:系统功能需求主要在该模块体现出来。界面如图5所示。

(2)语音模块:采集本地语音数据进行编码,并发送到 SIP 接入模块;从网络接收语音数据,并解码播放。

(3)用户代理模块:负责分析 SIP 呼叫消息和管理消息,并根据消息控制语音数据的接收和发送,然后发送响应消息给 SIP 接入模块;它在物理上属于调度终端,在逻辑上则属于调度业务控制系统。

为便于调度台软件的实现,系统采用了 Delphi 开发环境,在 Windows 操作系统的工作平台上设计并实现(见图5)。



图5 调度台

## 3 结束语

了解到 SIP 调度系统的系统组成和主要工作原理。这种层次化的 SIP 调度系统不论在使用灵活性、成本上都具有很好的优势,并且随着计算机技术、Internet 以及宽带网的不断发展,这种基于 CTI 技术的系统会有良好的应用前景。

该文介绍的系统已经开发完成,并商业化,得到了业界好评。SIP 作为一种 IP 网络上非常有前途的信令协议在指挥调度系统的应用,在业界较少,这是该系统的研发意义所在。随着应用开发和研究的深入,需要进一步对该系统进行完善,如从实用的角度来看,还有一些功能需要完善:如添加白板、程序共享等功能;提高语音的质量和减少带宽;加入各种视频编码,实现 SIP 可视化调度等。(下转第 238 页)