

基于 H.323 协议的 H.264 视频传输

唐智伟¹, 石跃祥¹, 朱珍民², 顾晓光²

TANG Zhi-wei¹, SHI Yue-xiang¹, ZHU Zhen-min², GU Xiao-guang²

1.湘潭大学 信息工程学院, 湖南 湘潭 411105

2.中国科学院 计算技术研究所, 北京 100080

1.College of Information Engineering, Xiangtan University, Xiangtan, Hunan 411105, China

2.Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China

E-mail: nevsaynev105@yahoo.com.cn

TANG Zhi-wei, SHI Yue-xiang, ZHU Zhen-min, et al. Transport of H.264 video based on H.323 protocol. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(12): 121-123.

Abstract: This paper provides a way to transport the H.264 video in H.323 protocol through the Openh323 system, and also compares with the result which uses H.261 and H.263. The satisfying experiment results are acquired.

Key words: H.323; H.264; Openh323

摘要: 通过研究 H.264 标准在 Openh323 系统中的应用, 实现了在 IP 网络中基于 H.323 协议的 H.264 视频传输, 给出了 H.264 在 Openh323 系统中的传输方案, 并与 H.261 和 H.263 编码标准的结果进行了比较分析, 得到了令人满意的实验结果。

关键词: H.323; H.264; Openh323

文章编号: 1002-8331(2008)12-0121-03 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP319.4

H.323 是一套在 IP 分组网上提供实时音频、视频和数据通信的标准, 是 ITU-T 制订的在各种网络上提供多媒体通信的系列协议 H.32x 的一部分。H.323 协议被普遍认为是目前在分组网上支持语音、图像和数据业务最成熟的协议, 它在诸如视频会议、交互式网络视频、远程监控、视频新闻等领域都有着非常广泛的应用。在 H.323 协议簇中视频编解码标准采用的是 H.261 和 H.263 标准, 其质量和传输码率与新一代视频编码标准 H.264 相比较有着很大的差距, 因此研究 H.264 在 H.323 系统中的应用有着很大的现实意义和价值。

Openh323 系统作为一个开源的 H.323 开发平台, 是完全实现 H.323 协议簇功能的软件平台, 在 Openh323 中, 基本的视频编码标准配置为 H.261, H.263 只是作为选项, 而 H.264 作为最新的编解码标准并不包括其中, 因此研究在 Openh323 系统中的 H.264 视频应用有着重要意义, 可以提高 Openh323 系统中的视频质量和传输效率, 并真正实现基于 H.323 的 H.264 的视频传输。由于 H.264 是一种新的视频编解码标准, 与以往标准在体系结构等方面有诸多差异, 在 H.323 体系中应用 H.264 存在一系列问题, 例如如何定义实体的 H.264 能力、定义完能力后如何进行 H.264 的能力协商, 因此必须对 H.323 标准进行必要的补充和修改, H.241 协议是 ITU-T 对 H.32x 系列协议支持 H.264 的补充, 对 H.264 在 H.323 中的实现提供了统一的支持。

本文以 Openh323 系统为实验框架, 对系统中原来所支持

的各种视频标准(主要是 H.261 跟 H.263, 以及最新的 H.264 标准)做出比较, 分析了 H.323 对新一代视频标准 H.264 进行支持的必要性, 并经过实验实现了 H.323 对 H.264 标准的支持。文中对 Openh323 系统中的 H.264 的视频通讯应用进行研究, 满足 ITU-T 的相关协议标准, 能实现与其它基于 H.323 协议的系统进行 H.264 的互通, 因此, 本文的研究具有广泛的普遍性和现实意义。

1 H.323 协议及 Openh323 协议栈概述

1.1 H.323 协议介绍

H.323 是 ITU-T 第 16 工作组的建议, 由一组协议构成, 其中有负责音频与视频信号的编码、解码和包装, 有负责呼叫信令收发和控制的信令, 还有负责能力交换的信令。H.323 一共定义了四种部件: 终端、网关、网守和多点控制单元。利用它们, H.323 可以支持音频、视频和数据的点到点或点到多点的通信。H.323 协议族包括用于建立呼叫的 H.225.0、用于控制的 H.245、用于大型会议的 H.332 以及用于补充业务的 H.450.X 等协议。H.323 协议中包含 3 条信令控制信道: RAS 信令信道、呼叫信令信道和 H.245 控制信道。3 条信道的协调工作使得 H.323 的呼叫得以进行。H.323 包括了 H.323 终端与其它终端之间的、通过不同网络的、端到端的连接。其体系结构终端框图如图 1 所示。

基金项目: 国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60234030)。

作者简介: 唐智伟(1983-), 男, 硕士生, 主研方向: 多媒体视频; 石跃祥(1964-), 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要研究领域: 图像处理、模式识别等; 朱珍民, 教授; 顾晓光, 助研。

收稿日期: 2007-08-14 **修回日期:** 2007-11-14

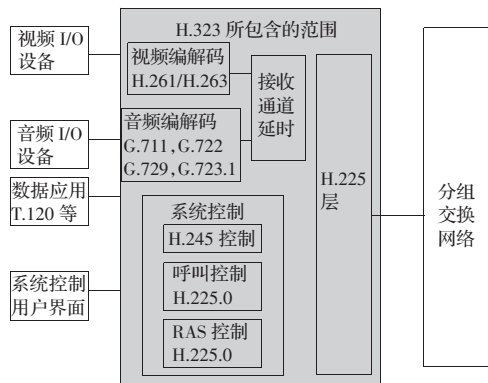


图1 H.323系统终端框图

H.323系统控制协议包括H.245和H.225.0,其中RTP/RTCP是H.225.0的主要组成部分。系统控制是H.323终端的核心。整个系统控制由H.245控制信道、H.225.0呼叫信令信道和RAS(注册、许可、状态)信道提供,音频编解码协议包括G.711协议(必选)、G.722、G.723.1、G.728、G.729等协议。编码器使用的音视频标准必须由H.245协议协商确定。视频编解码协议主要包括H.261协议(必选)和H.263协议。H.261是被H.323协议本身所包括的,而对H.263只提供支持,H.323对H.263提供了支持接口,只要按照接口规定要求加入H.263的实际编解码库即可实现H.263的视频互通功能。

H.323系统中视频功能是可选的。由于H.323协议本身并不提供H.264协议的支持,所以需要对H.323进行扩充,不仅需要添加H.323对H.264的能力支持,还需要重新添加H.264的能力实体,以能实现H.264视频流的互通。在H.323协议栈中视频传输的流程如图2所示:

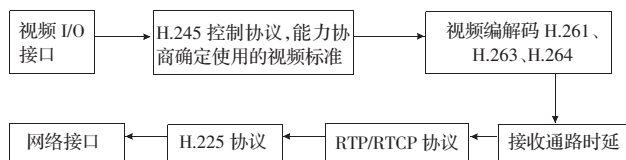


图2 H.323视频传输功能框图

1.2 Openh323系统简介

Openh323项目是澳大利亚的Equivalence Pty Ltd公司组织开发的,这个项目1998年开始,到了2000年底基本的H.323协议框架已经实现,主要是免费面向所有想从事VOIP和网络视频传输的软件开发商使用,这个协议库是完全符合H.323协议的,能和任何符合该协议的软件进行视频和语音的通讯,例如Microsoft的NetMeeting。Openh323协议栈是在PWLib(Portable Windows Library)基础之上开发的。PWLib是一个开放源代码的函数库,封装了I/O、GUI、多线程和网络功能属性,目标是支持既适用Windows,又能用于Unix操作系统的应用程序的开发。Openh323协议栈是以PWLib为底层基础,用C++开发完成的,它同时适用于Windows平台和Unix平台。

Openh323目前已经有非常广泛的应用,所有选择Openh323作为实验平台来实现H.323协议的H.264互通,具有一定的普遍意义。

2 H.264视频编码标准介绍

H.264标准是ITU-T的VCEG(视频编码专家组)和ISO/IEC的MPEG(活动图像专家组)的联合视频组(JVT,Joint Video

Team)开发的标准,也称为MPEG-4 Part 10,“AVC高级视频编码”。在相同的重建图像质量下,H.264比H.263节约50%左右的码率。因其更高的压缩比、更好的IP和无线网络信道的适应性,在数字视频通信和存储领域得到越来越广泛的应用。

H.264标准中的内部预测创造了一种从前面已编过码的一幅或多幅图像中预测新的模型。此模型是通过在参考中替换样本的方法做出来的(运动补偿预测)。AVC编码使用基于块的运动补偿。从H.261标准制定以来,每一个主要的视频标准都采用这个原理。H.264与以往标准的重要区别是:支持一定范围的图像块尺寸(可小到4x4)和更细的分像素运动矢量(在亮度组件中为1/4像素),而在H.263中使用的是半像素运动矢量,H.261使用带一个“环形滤波器(loop filter)”的全像素精度,因此跟以往标准相比H.264具有更细的预测像素精度。同时,H.264具有很强的抗误码特性,可适应丢包率高、干扰严重的信道中的视频传输。H.264支持不同网络资源下的分级编码传输,从而获得平稳的图像质量,H.264的码流结构网络适应性强,并且增加了差错恢复能力,能够很好地适应IP和无线网络的应用。图3是H.264编码的结构流程图:

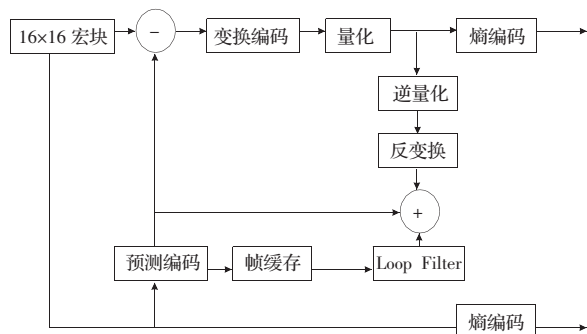


图3 H.264编码流程图

3 H.323对H.264提供支持的H.241协议

由于H.323协议虽然没有对H.264提供直接的支持能力,但在H.264发布不久,ITU-T就随即于2003年7月发布了H.241标准来对H.300系列协议终端对高级视频编码标准(包括H.264)的扩展。

H.241标准定义了如何在原有的H.300系列终端间应用H.264视频编解码标准进行通信,废除了一些不再适合H.264使用的信令,重新定义了一些扩展信令来支持H.264,这些扩展信令包括控制、能力交换、传送机制等方面。

在H.241标准中分别做了以下定义:

(1)如何在H.245能力协商过程中协商H.264能力。H.264能力集是一个包含一个或多个H.264能力的列表,每一个H.264能力都包含Profile和Level两个必选参数和CustomMaxMBPS、CustomMaxFS等几个可选参数。在H.264中,Profile用于定义生成比特流的编码工具和算法,Level则定义一些关键的参数。H.264能力包含在GenericCapability结构中,其中

CapabilityIdentifier的类型为standard,值为0.0.8.241.0.0.1,用于标识H.241能力。MaxBitRate用于定义最大比特率。Collapsing字段包含H.264能力参数。

Profile,ParameterIdentifier类型为standard,值为41,用于标识Profile,ParameterValue类型为booleanArray,其值标识Profile值,可以为64、32、16,分别表示Baseline、Main和Extended三个Profile;

Level, ParameterIdentifier 类型为 standard, 值为 42, 用于标识 Level, ParameterValue 类型为 unsignedMin, 其值标识对应 15 个可选的 Level 值。

其他的几个参数作为可选项出现。

(2) 由于 H.264 中图像的组织结构与传统的标准不同, 一些原有的 H.245 信令不再适用于 H.264 (如 MiscellaneousCommand 中的 videoFastUpdateGOB, videoSendSync EveryGOB 等), 因此 H.241 重新定义了几个信令。

(3) H.264 的 RTP 封装格式参考 RFC3550, 载荷类型 (PT) 域未作规定。

4 H.264 在 Openh323 系统中的实现

4.1 算法描述

H.264 的能力在 H.323 中的描述属于 H.323 的应用程序接口。它是编解码能力的描述, 而不是编解码器本身的实现。H.264 的能力描述必须要按照 H.241 规定的要求来实现。H.264 的能力描述的信息主要包括能力类型、能力编号、发送或接收的数据包中包含的帧数目、媒体数据格式、负载类型等信息, 这些信息是描述一个 H.323 能力所必须包含的。另外, 除了对 H.264 进行必要的描述外, 还必须对 H.264 的编解码器进行抽象描述, 该抽象除了描述简单的打开 (Open) 关闭 (Close) 编码器和具体的编码 (Encode) 解码 (Decode) 调用外, 还规定了 RTP 负载类型、采样率、帧长度、帧率等参数信息, 并需要处理来自控制信道的命令及提示。

H.264 的能力交换的具体算法过程为: 能力集交换过程的状态机成员变量 state 记录本地能力集的发送状态, 共有空闲 (e_Idle)、处理 (e_InProgress) 和发送 (e_Sent) 三个不同状态; 布尔变量能力接收 (receivedCapabilities) 指示是否接受远端的能力集。当控制信道建立之后, 能力集交换过程在连接的两端同时开始。Start 方法启动交换过程, 建立描述本地能力集消息, 并得到发送能力集的具体设定消息, 消息发送后本地协商过程进入处理 (e_InProgress) 状态。远端接收到从本地端的请求消息后, 对消息进行处理, 并根据其返回值决定发送接受 (Accept) 还是拒绝 (Reject)。本地收到接受 (Accept) 后进入发送 (e_Sent) 状态, 若收到的是拒绝 (Reject), 则进入空闲 (e_Idle) 状态。如果本地状态为发送 (e_Sent) 且布尔变量能力接收 (receivedCapabilities) 为真值, 则认为整个能力集交换过程成功完成。

具体的算法描述如下:

```
State=e_Idle;
receivedCapabilities=TRUE;
Start(); \ 启动交换过程
On_Send_CapabilitySet(); \ 发送能力交换消息
Set_State(e_InProgress);
On_Received_CapabilitySet(); \ 接收远端返回消息
IF Received==Accept
    THEN Set_State(e_Sent);
    ELSE Set_State(e_Idle);
        receivedCapabilities=FLASE;
        Return Flase;
IF receivedCapabilities==1 AND State==e_Sent;
    THEN Return Succeeded;
```

4.2 实现过程

整个实验过程在两台装有 Linux2.6 内核的操作系统中进行, 实验步骤主要包括:

(1) 预编译。编译安装 Openh323 和 PWLib 类库以及 Ohphone, 修改 H.264 编解码库的接口, 添加 H.264 的能力集, 整合程序代码并调试运行。

(2) 封装操作。PWLib 将操作系统的各种接口进行了抽象与封装, Openh323 将 H.323 协议栈进行了封装, 它们为用户编写应用软件提供类接口。由于 Pwlib、Openh233 以及 Ohphone 都是开源的, 其代码可以在 www.openh323.org 免费下载, 编译和安装这些类库的过程也并不复杂, 在此不多做阐述。

(3) 过程与步骤。Openh323 对视频能力协商和视频编解码模块调用都抽象了相应的接口, 本文根据 Openh323 所提供的接口, 来对 H.264 的能力协商进行添加, H.264 的能力协商需要满足 Openh323 的接口抽象和 H.241 协议标准的规定支持, 而调用视频编解码模块的接口相对来说较为简单, 只要满足 Openh323 提供的视频调用接口即可实现 H.264 的编解码的调用。通过继承方式分别编写实现这两个功能的子类, 再进行修改和调试通过后, 实现了其相应的功能。按照以上的描述, H.323 完成了 H.264 的能力实体添加、能力交换的过程, 接着需要添加具体的编解码器, 具体的实现过程为: 将 H.264 编解码器编译成动态链接库, 用 Openh323 的数据接口链接该库进行编译, 生成的新的类库即加入了 H.264 编解码功能, 并能通过 Openh323 中调用动态链接库中的编解码函数来实现 H.264 视频内容的传输。

(4) 实验过程。当前期的工作都顺利完成, 在局域网内进行两台电脑间的点对点实验, 实验以 Ohphone 程序来进行通讯对话。它是一个基于 Openh323 的通讯终端程序, 可以实现 H.323 协议的各种功能。通过运行 Ohphone 再进行 IP 拨号, 通讯两端连接后即可进行语音和视频的数据通讯, 这样就能实现在局域网内基于 H.323 协议簇的 H.264 的视频通讯功能。

4.3 性能比较

在实验中, 成功地使 Openh323 系统实现了 H.264 编码标准的视频通讯, 并对其进行了跟踪调试, 实验结果显示 H.264 的重建图像质量无论是清晰度还是运动的连续性都好过 H.261 和 H.263 算法。在实验过程中, 分别对 H.261、H.263 和 H.264 的 CIF (352×288) 图像格式进行了测试, 主观结果如表 1 所示。

表 1 H.261、H.263 和 H.264 的 CIF 格式的实验结果比较

视频标准	编码速率/(帧/s)	重建图像质量	运动的连续性
H.261	25 帧以上	较差, 较模糊	连续
H.263	15 帧以上	一般, 画面稍模糊	较连续
H.264	15 帧以上	良好, 画面清晰	较连续

随机地分别对 H.261、H.263 和 H.264 的 100 帧编码图像的峰值信噪比 (PSNR) 进行了统计, 统计所得的结果如图 4 所示。

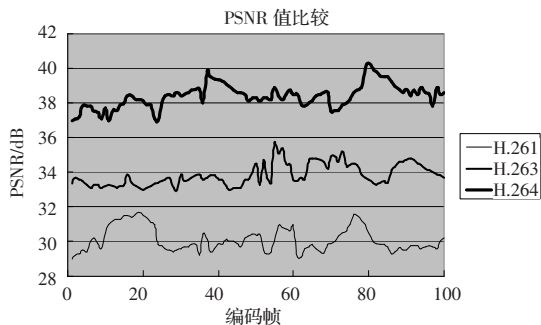


图 4 H.261、H.263 和 H.264 的 PSNR 结果比较

(下转 129 页)