

RTMFP 协议在 P2P 视频通信中的应用^①

高奇特¹, 刘金兰¹, 张婷婷²

¹(天津大学 管理与经济学部, 天津 300072)

²(中海油能源发展监督监理技术公司, 天津 300452)

摘要: 在深入研究 RTMFP 协议的工作原理及其实现过程的基础上, 分析了该协议的新特性及其在实时通信领域中的优势, 并将其应用于 P2P 视频通信中。结合 ActionScript 和 Flash Media Server 等技术和产品, 实现了一个 P2P 视频通信应用原型, 并对其具体的应用方法和实现方式进行了探索和阐述。研究表明, 该协议提供了一种新的低成本且高质量的 P2P 视频通信方案, 具有一定的实用性和创新性。

关键词: RTMFP 协议; P2P 视频通信; ActionScript; Flash Media Server

Application of RTMFP to P2P Video Communication

GAO Qi-Te¹, LIU Jin-Lan¹, ZHANG Ting-Ting²

¹(College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

²(CNOOC Energy Technology & Services Ltd. Supervision & Technology Co., Tianjin 300452, China)

Abstract: This dissertation analyzes and investigates the RTMFP (Real-Time Media Flow Protocol). Its principles and new features are elaborated. With comparison to the RTMP (Real-Time Media Protocol), its advantages in real-time communication field are also revealed. In addition, a peer-to-peer video communication application prototype based on ActionScript and Flash Media Server is implemented. Users can communicate with others through p2p networking. It provides a cheap and high-quality video communication solution with practicability and innovativeness.

Key words: real-time media flow protocol; P2P video communication; ActionScript; flash media server

随着网络技术的发展, 网络用户的期望越来越高, 对于实时高质量视频通信的需求不断上升。据 LifeSize 公司 2011 年年发布的报告显示, 视频通信在全球的市场规模已达到 20 亿美元, 并将保持 15%~20% 的年增长率逐年攀升, 市场前景十分广阔。然而, 基于传统的媒体流协议的视频应用对于网络带宽的占用相对较高, 从而限制了视频的清晰程度和传输速度。针对该问题, P2P 对等网络技术的产生为视频通信的发展打开了新思路。P2P 技术自产生至今已逾十年, 经历了全面的发展和完善, 已在实时交流、视频点播/直播、文件共享、分布式计算等领域得到了广泛应用。采用 P2P 技术实现视频通信, 将极大地减小运营商的压力, 同时提高用户的使用体验。从而, 基于 P2P 对等网络技术的视频通信协议成为该领域研究的热点问题^[1]。

至 2010 年 12 月, Adobe Flash Player 10 的客户端

装机率已高达 97%。由此可知, Flash Player 已成为当今使用最为广泛的播放器之一。Adobe 公司在其最新产品 Flash Player 10 和 Air 1.5 中, 率先使用了对等协议联网实时媒体流协议(RTMFP), 并在最新的 Flash media server 中提供了服务端的支持, 使 Flash Player 可以实现应用层组播和 P2P 功能。这一解决方案, 对硬件平台要求不高, 而且具有跨平台的特性, 甚至可以支持移动设备平台, 其优势不言而喻。本文针对这一最新的发展趋势, 对 RTMFP 协议进行深入研究, 并给出了该协议在 P2P 视频通信领域的应用原型。

1 RTMFP 协议研究

1.1 RTMFP 工作原理

RTMFP 协议全称为对等协议联网实时媒体流协议(Real-Time Media Flow Protocol), 始现于 Adobe Player 10

① 收稿时间: 2011-06-30; 收到修改稿时间: 2011-08-04

与 AIR1.5, 并在 AdobePlayer10.1 中得到了进一步的完善。该协议基于 UDP (User Datagram Protocol), 允许客户端之间建立点对点的通讯连接, 即 Flash Player 用户之间可以不通过服务器端直接建立连接, 从而实现客户端之间的数据传输^[2]。

其基本工作原理及实现过程描述如下: 首先, 客户端在进行直接数据传输之前, 必须连接到 Adobe Cirrus 服务或者支持 RTMFP 协议的 Adobe Flash Media Server, 以获得一个惟一的 ID, 作为客户端的惟一标识; 之后, 该客户端就可以通过 UDP 流发布音频, 视频或者数据信息。任何连接到同一服务端的其它客户端, 可以根据 ID 直接接收之前客户端发布的各种流信息, 具体流程如图 1 所示。

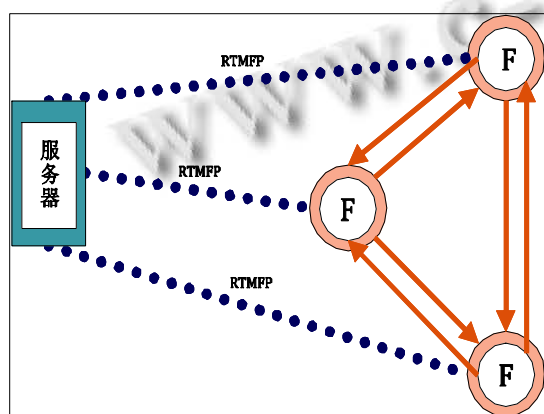


图 1 RTMFP 协议工作图

1.2 RTMFP 优势

根据 Adobe 公司的官方解释, 与 RTMFP 协议最为相似的是 RTMP 协议, 因而本文通过与 RTMP 协议的对比来分析 RTMFP 协议的优点。

RTMP 协议全称是实时消息传送协议 (Real Time Messaging Protocol), 一个专门为传输视频、音频和数据而设计的 TCP/IP 协议, 最早在 Flash Player 6 中发布。RTMP 协议可以在客户端与服务端保持一个持久的连接, 并允许实时通信。协议定义了多个可以独立动作的通道, 分别负责不同的功能^[3]。根据客户端与服务端的连接环境, RTMP 协议将音视频等数据分割为一定大小的数据包, 并在数据包加入头部信息, 指定数据将被传送到的通道 ID, 如果有必要的话, 还会注明数据生成的时间戳, 然后进行传输, 其工作原理如图 2 所示。

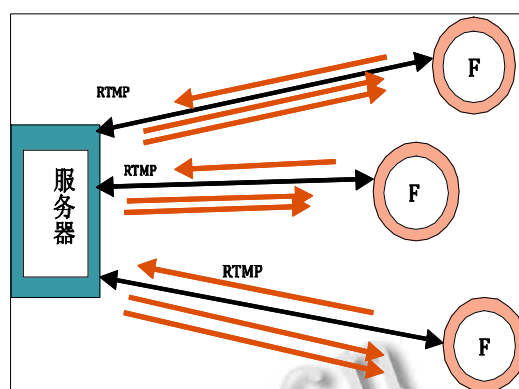


图 2 RTMP 协议工作图

相对于基于 TCP 的 RTMP 协议, 基于 UDP 的 RTMFP 协议具有以下优势:

① 较低的延迟: UDP 协议的实时性明显要优于 TCP 协议, 在端对端通信中, 更低的延迟就意味着更良好的用户体验;

② P2P 的通信: RTMP 协议中, 所有客户端通过 FMS 传送数据, 而 RTMFP 协议则允许客户端之间进行直接的通信, 从而进一步减少了通信延迟;

③ 更低的带宽开销: 显而易见, 端对端的音视频流直接传输, 对作为中央服务器的 FMS 的带宽占用会更少。另外在 Flash Player 10 中, 添加了对 Speex 音频编码的支持, 从而在同等通话质量的前提下可以实现更高的压缩率, 使用更少的带宽, 同时, Speex 编码方案还有较强的容错性, 在部分数据包丢失的情况下仍然可以良好运行, 这一特性尤其适用于基于 UDP 协议的通信环境下;

④ 迅速的连接恢复功能: 基于 RTMFP 协议的网络连接, 可以在断开后迅速地重建, 具有更强大的环境适应性;

⑤ 允许 IP 变动: 基于 RTMFP 协议的网络会话允许客户端动态切换 IP, 同时保持会话处于激活状态不被打断。

基于以上分析, 可见 RTMFP 协议在实时媒体流传输方面有着巨大的优势, 加之客户端为互联网上使用和安装率最高的 Flash Player, 其发展及应用前景更加让人充满期待。

1.3 RTMFP 协议的实现及技术支持

1.3.1 组的概念及实现

在 RTMFP 协议里, 每一个连接到服务器的客户端都被当作一个节点(peer), 多个相互可见的节点在服

务端组成一个组(group)。组内同时保存着各成员之间的路由信息,从而使组内任意两节点之间存在一条直接或间接的连接路径。而一个新的节点可以通过自定义代码处理或者 Flash Media Server 自动处理的方式加入一个组。作为客户端的 Flash Player,负责与组进行通信,组织和优化,以减少延迟,同时维护整个组的连接状态。

组内成员可以实现如下功能:

- ① 组播通信流:一个或者多个发送者可以向组中全体成员发送组播流数据;
- ② 直接路由信息到某一节点;
- ③ 通过对象复制技术,在组内共享对象。

1.3.2 ActionScript3.0 中对 RTMFP 的支持

ActionScript 是 Flash 中的脚本语言,为 flash 内容及应用程序提供强大的交互支持、优秀的用户体验以及数据处理等多种功能。ActionScript 代码通常先被编译成字节码格式,然后嵌入到 SWF 文件中,由 Flash Player 中的 ActionScript 虚拟机(AVM)执行。ActionScript3.0 在原有版本的基础上进行了全面升级,除了更加符合标准和规范之外,其使用的新型虚拟机 AVM2 提升了执行的整体效率。

与 ActionScript 密不可分的还有 Flex,一个企业级的富互联网应用(RIA)表示层解决方案。另外,在 AS3.0 中提供了诸多工具类支持基于 RTMFP 协议的应用的开发,例如 NetConnection, NetStream, NetGroup, NetGroupInfo, GroupSpecifier 等类。

1.3.3 服务端支持

在 Adobe 的实验网站上,研发代号为 Cirrus 的技术对使用 RTMFP 协议的开发应用提供了支持^[4]。最新版的 Cirrus2 支持 RTMFP 组,覆盖网络,对象复制等特性。这一服务方便了用户开发基于 RTMFP 的应用,不过需要先向网站申请 developer ID 才能进行测试开发。目前只支持用户开发实现 P2P 实时通讯的应用。

除 Cirrus 之外,在最新版的 Flash Media Server 中,已经提供了对 RTMFP 的支持,用户可以安装开发者版本进行相应的开发研究。

2 应用探索: P2P 视频通信应用

2.1 应用系统设计

开发基于 RTMFP 协议的视频 P2P 通信应用,需要使用到服务器端和客户端的相关技术。该应用系统

结构如图 3 所示。

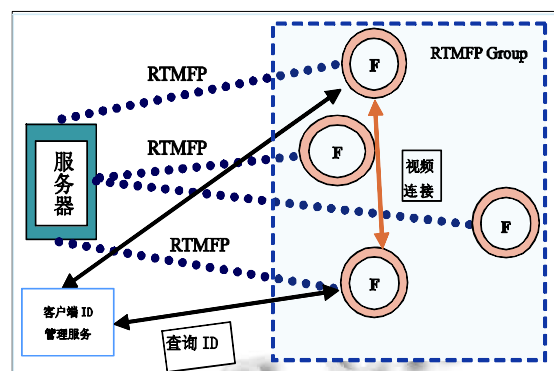


图 3 视频通信示例系统结构图

2.1.1 服务器端技术

服务器方面,现在有两种方案可选,一是直接申请 developer ID 使用 Adobe 官方提供的 Cirrus 服务,另一种是下载并安装最新的 Flash Media Server 4^[5],然后创建 RTMFP 应用。本示例采用 Cirrus 服务。

2.1.2 客户端技术

客户端方面由 HTML 嵌入 SWF 实现,要求至少使用 Flash Player10,本示例采用 10.3 版本,在打开应用页面时,会进行对 Flash Player 插件的检测,如果不符合要求则会提示用户到相应网站升级。正确运行的客户端中,用户可以使用自己的用户名连接服务器,连接成功后,获得惟一的 Peer ID;一个成功连接的用户可以根据另一个用户注册名对相应用户进行视频电话请求;收到请求的用户可以选择接受或者拒绝邀请;在建立连接以后,两用户除了进行音视频通话之外,还可以相互发送文本信息。

2.1.3 客户端 ID 共享技术

客户端 ID 管理服务提供客户合法性验证和 PeerID 共享功能,通过该服务可以实现客户端 ID 的共享,并对未注册用户进行屏蔽。具体的实现方式可以采用 ActionScript 中的 RemoteShareObject 或者其他 Web Service 实现。本例采用基于 Python 的 cgi 实现 ID 管理的 web service。

2.2 应用系统实现

现将本应系统实现过程上的关键部分阐述如下。

2.2.1 客户端 ID 管理服务

客户端 ID 管理服务采用 Python 实现,数据存储使用 sqlite 数据库。建立了一张用户注册表,存储所有活动用户的信息,表的字段内容包括用户的用户名,

用户的 ID 以及修改时间。该服务提供对用户 ID 信息的增、删、改、查操作, 该服务有效地保护了系统用户的安全, 凡是非本系统注册用户, 均无法查询到个人的相关信息, 进而也无法与本系统内用户进行通信。

具体的实现代码中, 通过判断请求中附带的参数, 从而选择对数据库进行相应的操作, 并将操作结果以 XML 的形式返回给调用者, 如在进行用户查询时, 会以如下形式返回结果, 供客户端解析:

```
<result>
<user>username</user>
<identity>id</identity>
<registered></registered>
</result>
```

在本系统中, 采用 ActionScript 编写 IdManager 类提供 ID 相关的增删改查操作。

2.2.2 用户连接

具体的用户连接操作, 通过 ActionScript 中的 NetConnection 类实现。NetConnection 类建立服务器与应用程序之间的双向连接, 建立了连接之后, 可以通过 NetStream 对象通过该连接发送流, 也可以通过 NetConnection.call() 来对服务端或客户端的应用进行调用^[6]。

NetConnection 调用 connect(url, parameters) 方法连接服务器时, 服务器会调用 application.onConnect 来处理该客户端的请求, 如果返回 true 或者执行 acceptConnection(client) 则连接成功, 返回 false 或者执行 rejectConnection(client) 则拒绝连接, 如果返回 null 或者不返回则将进入未决状态。连接过程及可能的状态如图 4 所示:

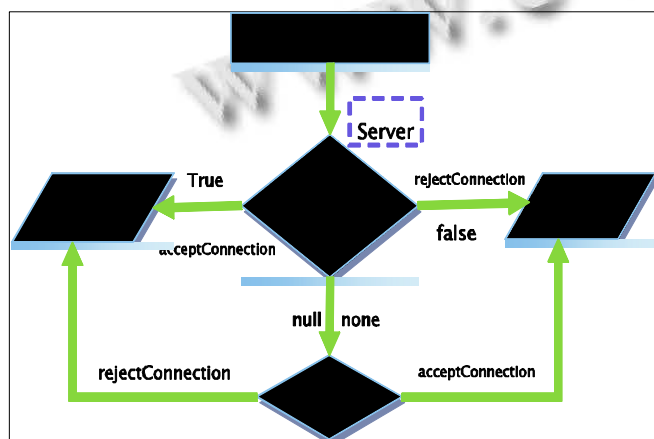


图 4 客户连接状态图

连接成功后, NetConnection 对象将获得 nearID 和 farID 属性, 其中 nearID 为客户端的惟一标识, farID 为服务端相对应用实例的标识。在本系统中, 用户进行功能连接之后, 会调用 IdManager 中的 register 方法, 将用户名及用户获得的 nearID 插入到 ID 管理服务中。

2.2.3 邀请用户通话与结束通话

用户在成功连接服务器之后, 输入欲联系的用户名称, 点击 Call 按钮, 服务器将根据所邀请的用户名到客户端 ID 管理服务去查询相应的用户 ID, 如果用户 ID 不存在, 则邀请失败; 如果成功查询到用户 ID, 则触发 loopSuccess 事件, 事件处理中使用 netConnection.call() 方法, 尝试与相应的用户 ID 建立连接。如果对方拒绝邀请, 则建立通信失败; 如果对方接受邀请, 则建立通信, 开始流的发送与接收。

在用户选择结束通话以后, 先将用户名从客户端 ID 管理服务注销, 然后分别将用于发送和接收的 NetStream 对象的 close 方法进行关闭, 则两节点间的连接关闭, 通话结束。

2.2.4 流的发送与接收

对于视频流和音频流的处理, 我们使用 NetStream 类, 该类的实例可以看作是 NetConnection 对象实例中的一个通道, 使用此通道可以通过 publish 方法发布流, 也可以使用 play 订阅其他用户发布的流, 该流数据的内容可以是实时的数据, 也可以以先前录制好的数据文件。在建立基于 RTMFP 的 P2P 直连时, 可以使用 NetStream.DIRECT_CONNECTIONS 参数传入 NetStream 的构造参数。同类节点的连接请求, 会通过 netstream.client.onPeerConnect 方法进行处理, 该方法返回 true 表示与节点建立连接, 否则拒绝连接。

具体到发送视频和音频流方面, 发送者通过生成 NetStream 实例, 使用其 attachAudio 和 attachVideo 方法连接本地的视频和音频流, 然后可以使用 publish("streamname") 的方法发布一个名为 streamname 包含了音频和视频的流。

而在接收数据流的时候, 接收者同时使用 NetStream 对象, 传入主叫者 ID 作为构造参数, 然后通过 play("streamname") 方法播放由发相应 ID 发送者发布的相应名称流数据。最终将该 NetStream 对象通过 Video 对象的 attachNetStream 方法传入到一个 Video 实例里, 就可以将接收到的音视频数据正常播放。如

下图 5:

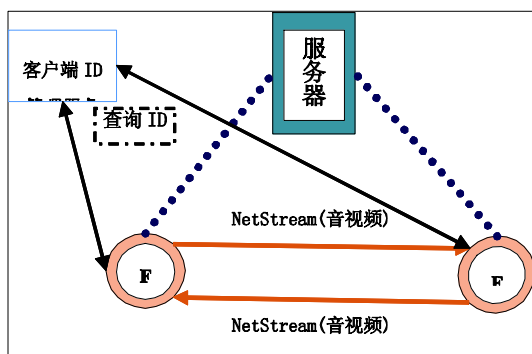


图 5 流的发送与接收

最终效果如图 6 所示:

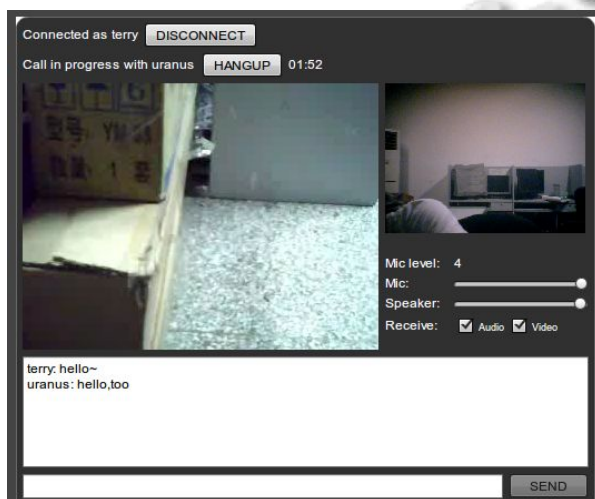


图 6 运行效果图

2.2.5 文本聊天

除了音视频流的处理,还可以进行消息发送。使用 NetStream 的 send 方法,将可以将消息发送给对方。例如,使用发送者的发送流实例,调用其 send 方法,传入接收方消息处理函数的名称,以及消息内容,如 outgoingStream.send (“onReceive”, name, text),那么

接收方相应的 onReceive 函数就可以接收到 name 和 text,进行显示和其他相应的处理了。这样就实现了 P2P 的文本聊天功能。

3 结语

本文深入研究了 Adobe 最新发布的 RTMFP 协议的原理、内容,及特点,并对其在 P2P 视频通信方面的应用进行了初步的探索,最后结合示例对具体的应用过程进行了说明。研究表明,P2P 与 Flash Player 的结合具有很强的应用前景和市场潜力,有着强大的竞争力。相信今后随着 RTMFP 协议的日渐成熟以及应用范围的不断扩大,对于 P2P 应用领域,特别是音视频等多媒体内容服务,将产生极大的推动作用。在企业级应用中,基于 Flash 的 P2P 多媒体协作系统以其高效率、低成本且跨平台的特点,将对现有企业的工作方式产生巨大的影响。

参考文献

- 1 张冲,杨灿,杨泽铨,黄辉泽.RTMP 协议在 P2P 流媒体系统中的应用.电视技术,2009,33(S2):189-191.
- 2 Lesser B. Adobe's Real-Time Media Flow Protocol. <http://broadcast.oreilly.com/2009/04/adobes-real-time-media-flow-pr.html>.2009..
- 3 汪孔敏,李凯,李华飙,南凯.基于 RTMP 的文档在线浏览工具.计算机系统应用,2010,19(10):257-260.
- 4 Vass J. Cirrus service for developing end-to-end applications using RTMFP in Flash Player 10. http://www.adobe.com/devnet/flashplayer/articles/rtmfp_cirrus_app.html.2010.
- 5 Sanders WB. Learning Flash Media Server 3. USA:O'Reilly. 2008.
- 6 Lott J, Scball D, Peters K. ActionScript 3.0 Cookbook. USA: O'Reilly,2007.

(上接第 82 页)

- 2 黄声华,刘承锡,吴晨.全可控能量回馈器的研制与应用.电力电子技术,2006,40(6):54-57.
- 3 顾和荣,杨子龙,郭伟扬.并网逆变器输出电流滞环跟踪控制技术.中国电机工程学报,2006,9(26):108-113.
- 4 Zare F, Ledwich G. A Hysteresis Current Control for Single-

Phasemultilevel Voltage Source Inverters: PLD Implementation. IEEE Trans. on Power Electronics,2002,17(5):731-738.

- 5 熊健,史鹏飞,张凯,等.基于积分环节电压微分反馈的逆变器重复控制策略.电工技术学报,2007,22(1):85-90.