

# 教学视频解决方案

作者：孙全军

email:sqj0213@163.com

日期：2013-10-22

## 一、技术储备

### 业务需求：

1. 支持音频视频录播
2. 支持音视频点对点直播
3. 支持音视频在线直播
4. 支持在线电子白板

### 架构需求：

1. 支持视频流多 IDC 转发
2. 支持多终端播放：flash player/android/ios 等
3. 多协议播放：rtmp/rtp/rtcp/hls/webrcrt
4. 服务端需支持多码流的流媒体播放

### 相关技术难点：

1. 出于机房带宽的流量限制，需启用 p2p 技术
2. 出于用户网络带宽的原因，考虑用户自动切换不同码流以顺畅的播放音视频
3. 出于对用户端防火墙的考虑，用户端可以自动在 rtp 协议与 hls 协议间进行切换
4. 组播技术在同一局域网内的技术实现(可极大的降低中心服务器的出口带宽)

### 媒体视频压缩标准：

MPEG-X：MPEG1、MPEG2、MPEG4 (part4)、MPEG4(part10)、MPEG7、MPEG21

H.26X：H.261、H.262、H.263(H.263+)、H.264

传输带宽上 MPEG2 定为基准 100%，MPEG4 相同效果只需要 60%带宽,H.264 低至 40%,约为 MPEG2 的

## 视频播放所需的数据量：

1.以 1024\*768 分辨率来计算，每秒钟视频 25 帧，每种颜色用 8bit 表示 RGB 分别用 8bit256 级别来表示

未做压缩所需的数据量：1024 \* 768 \* 25\*3\*8=58982400=450Mb

mpeg 压缩后所需的数据量：450/26 = 17.30Mb（mpeg 系列的压缩比为 1：26）

H.264 压缩后所需的数据量：17.30\*40%=6.92Mb

90 分钟的视频所需传输的数据大小：6.92\*90\*60/8=4.671GB

## 视频压缩标准：

标准	输入	输出
MPEG1	视频：352*240*30、352 * 288 * 25 音频：32、43.1、48KHZ 线性 PCM	1.5Mb/s、32-384Kb/s(音频)
MPEG2/H.262	视频：352*288-1920*1152 音频：16、21.05、24、32、43.1、48KHZ 线性 PCM、支持 5.1 声道	1.5-80Mb/s,8-640Kb/s(音频)
H.264/MPEG4(part10)/avc	多种分辨率格式	多种码率输出 压缩率最高的视频压缩标准

## H.264 在各分辨率情况下的传输带宽：

分辨率	每秒帧数	流畅播放所需的带宽
176x144	10-24	50-60Kbps
640x480	24	1-2Mbps
1280x720	24	5-6Mbps
1920x1080	24	7-8Mbps

## 相关术语：

PS：程序数据流

TS：传输数据流

RTP：传送音视频数据通常都会采用基于 UDP 的 RTP 传输，RTP 为数据流提供时间信息和实现流同步。但 RTP 本身并不能为按顺序传送数据包提供可靠的传送机制，也不提供流量控制或拥塞控制，它依靠 RTCP 提供这些服务。

如果是 PLAY，Server 发送到 Client 端，如果是 RECORD，可以由 Client 发送到 Server

RTCP:和 RTP 一起提供流量控制和拥塞控制服务。在 RTP 会话期间，各参与者周期性地传送 RTCP 包。RTCP 包中

含有已发送的数据包的数量、丢失的数据包的数量等统计资料，因此，服务器可以利用这些信息动态地改变传输速率，甚至改变有效载荷类型。RTP 和 RTCP 配合使用，它们能以有效的反馈和最小的开销使传输效率最佳化，因而特别适合传送网上的实时数据。整个 RTP 协议由两个密切相关的部分组成：RTP 数据协议和 RTP 控制协议（即 RTCP）

**RTMP**：**RTMP** 协议是一个专门为高效传输视频，音频和数据而设计的协议。它通过建立一个二进制 TCP 连接或者连接 HTTP 隧道实现实时的视频和声音传输。共享对象是 **RTMP** 数据中一种比较重要的数据类型，任何客户端改变数据时，共享对象能够及时更新服务器端的数据，这样，每个客户端都能够及时了解到数据的变化。适用于直播，连接用户数多时，服务器的性能呈线性下降

**RTSP**：实时流协议（Real Time Streaming Protocol，RTSP）RTSP 的请求主要有

DESCRIBE, SETUP, PLAY, PAUSE, TEARDOWN, OPTIONS 等，顾名思义可以知道起对话和控制作用 RTSP 的对话过程中 SETUP 可以确定 RTP/RTCP 使用的端口，PLAY/PAUSE/TEARDOWN 可以开始或者停止 RTP 的发送，等等

**组播**：是指在 IP 网络中将数据包以尽力传送的形式发送到某个确定的节点集合（即组播组），其基本思想是：源主机（即组播源）只发送一份数据，其目的地址为组播组地址；组播组中的所有接收者都可收到同样的数据拷贝，并且只有组播组内的主机可以接收该数据，而其它主机则不能收到。

**码流**：（Data Rate）是指视频文件在单位时间内使用的数据流量，也叫**码率**，是**视频编码**中画面质量控制中最重要的部分。同样分辨率下，视频文件的码流越大，压缩比就越小，画面质量就越好。

**多码流**：多码流技术是通过在**编码**过程中同时产生多种不同码流及分辨率的**流媒体**数据，根据用户实际网络带宽条件为之自动分配相对最佳解码画质的解决方案

- **ISA 总线（16 位）：**

ISA 总线时钟最大 8MHz

ISA 总线传输率最大为 16MB/s, 16x8=128Mbps

## 相关文档：

### 第 02 章 第 01 节\_网络多媒体视频压缩编码技术 2.1 MPEG1-2

<http://wenku.baidu.com/view/e27db937a32d7375a4178058.html>

RTMP 协议发送 H.264 编码及 AAC 编码的音视频，实现摄像头直播

<http://www.cnblogs.com/haibindev/archive/2011/12/29/2305712.html>

#### ffmpeg 与 RTMP 流媒体连接用法

<http://www.chinavideo.org/viewthread.php?tid=15423>

实现输出 h264 直播流的 rtmp 服务器

<http://blog.csdn.net/huohuxingxing1987/article/details/12744793>

nginx rtmp 功能支持：

<http://blog.csdn.net/cccallen/article/details/8440191>

## 【多媒体基础知识】 ---常见音频编码格式总结

<http://blog.csdn.net/huohuxingxing1987/article/details/12708961>

流媒体系统 Microsoft Media Real and HTTP Media Service

<http://wenku.baidu.com/view/e8870b1bff00bed5b9f31d58.html>

## 第 02 章 第 03 节\_网络多媒体视频压缩编码技术 2.3H.26X

<http://wenku.baidu.com/view/bf9fb1bafd0a79563cle7258.html>

## 组播技术

<http://blog.csdn.net/jianchaolv/article/details/7909948>

RTP 与 RTCP 协议介绍

<http://zhang.junhd.blog.51cto.com/113473/25481/>

RTMP JAVA CLIENT

<http://sourceforge.net/projects/rtmpjavaclient/reviews?source=navbar>

<http://sourceforge.net/projects/rtmp-publisher/>

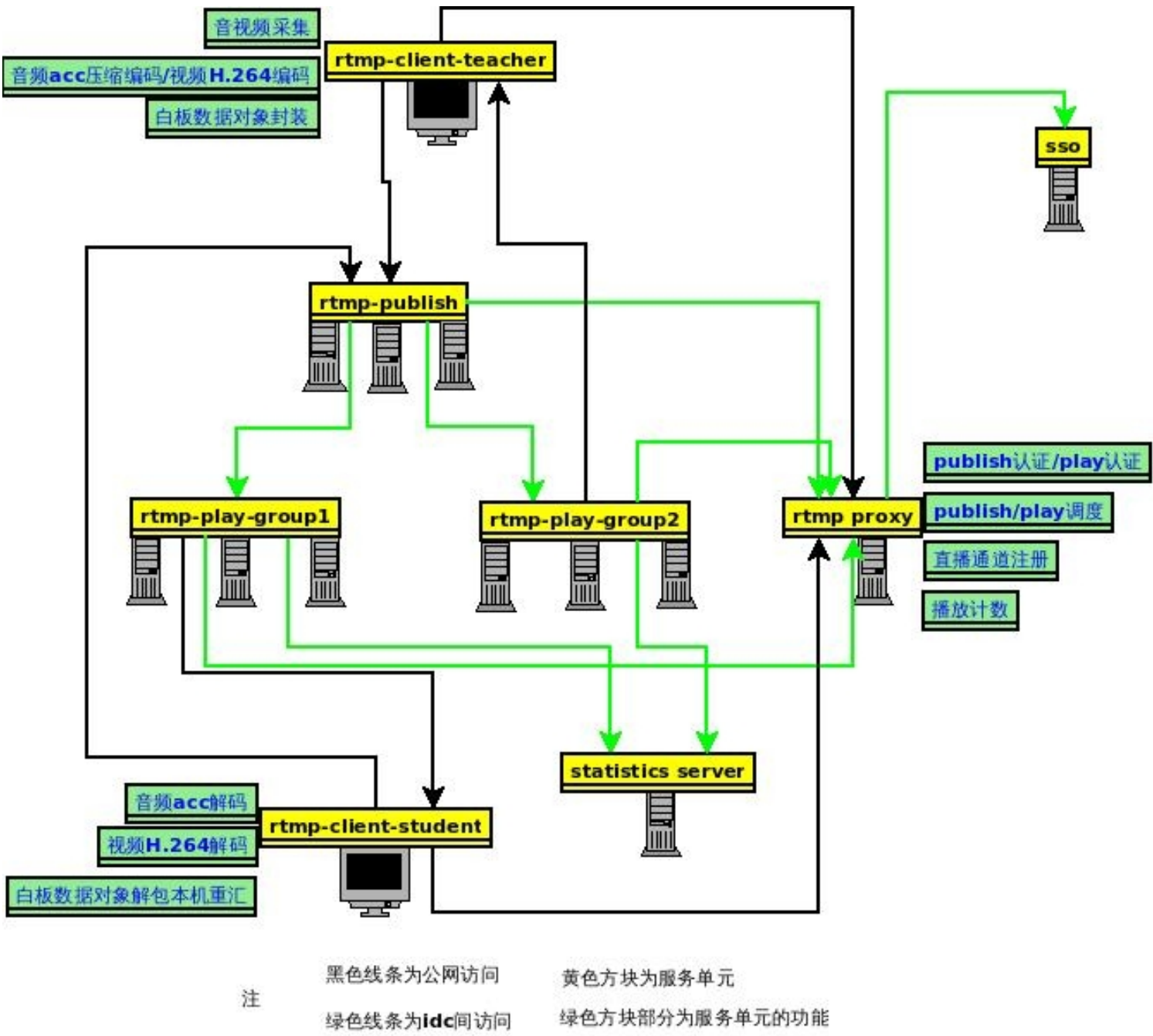
WebRTC

<http://baike.baidu.com/link?>

[ur1=c\\_HbAD9qakZUMcDQ1Vszt3z0BxlHqt--T1HNMe8MqWt-5,jb7DpLD61\\_Q8vK2Cb6Y53cqttBW6LGA1Cx6tC\\_hgK](http://baike.baidu.com/link?url=c_HbAD9qakZUMcDQ1Vszt3z0BxlHqt--T1HNMe8MqWt-5,jb7DpLD61_Q8vK2Cb6Y53cqttBW6LGA1Cx6tC_hgK)

# 二、点对点互动直播教学系统

方案一：c/s 方式的点对点互动直播-直播流上下行分离



优点：

直播上行下行分离，适合于上行少，下行多的应用场景

分区域部署可有效的降低中心服务器的流量成本，把相同区域的用户分布到同一区域内的服务器

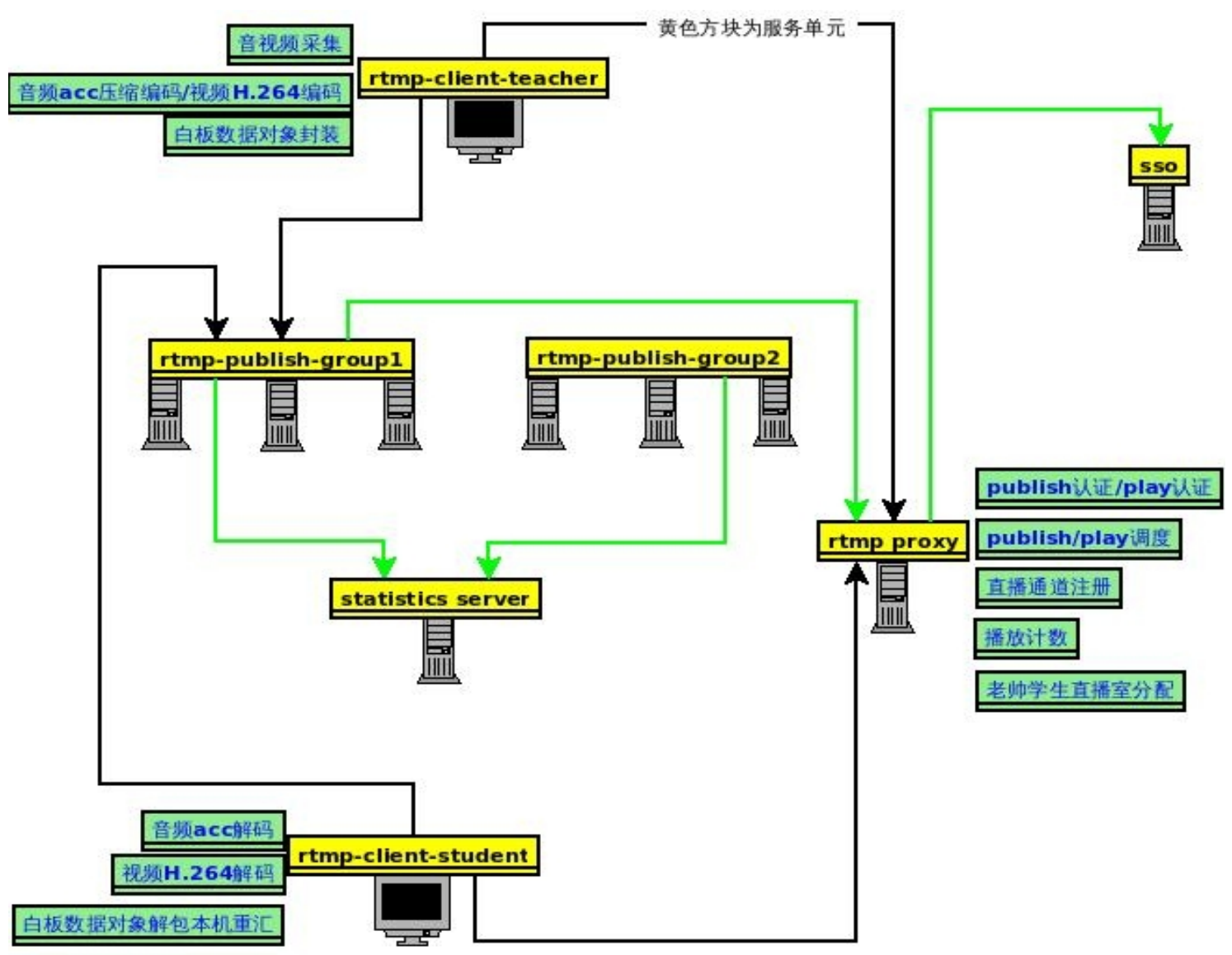
缺点：

- 部署相对复杂
- 上行服务器的网络质量要求相对较高
- 上行服务器与下行服务器间存在同步延迟的情况

适用业务的特点：

上行用户少，下行用户多的业务,如在线 k 歌系统（9158，6 间房）

方案二：c/s 方式的点对点互动直播-直播流上下行合并



注 黑色线条为公网访问 黄色方块为服务单元  
绿色线条为idc间访问 绿色方块部分为服务单元的功能

## 优点：

上下行服务器在同一组服务器，部署简单

不存在机房间同步延迟的问题

## 缺点：

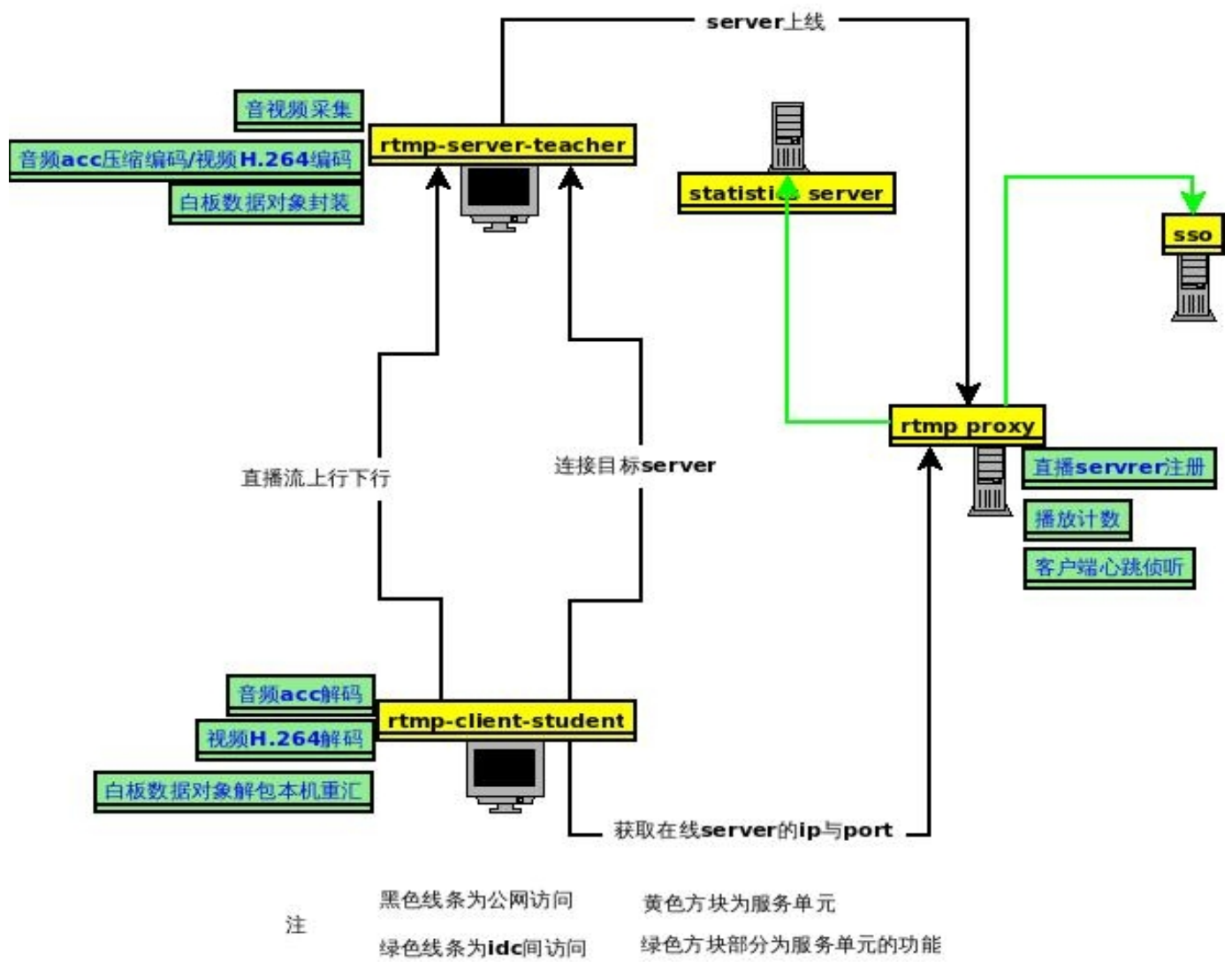
大规模用户使用对带宽要求较高

对于机房的网络稳定性要求较高

## 适用业务特点：

互动及时性要求高，且上下行用户比例均等的业务。点对点互动直播

## 方案三：*p2p* 集中目录式直播



## 优点：

服务端的带宽使用量较少

部署简单

## 缺点：

客户端的业务逻辑相对复杂

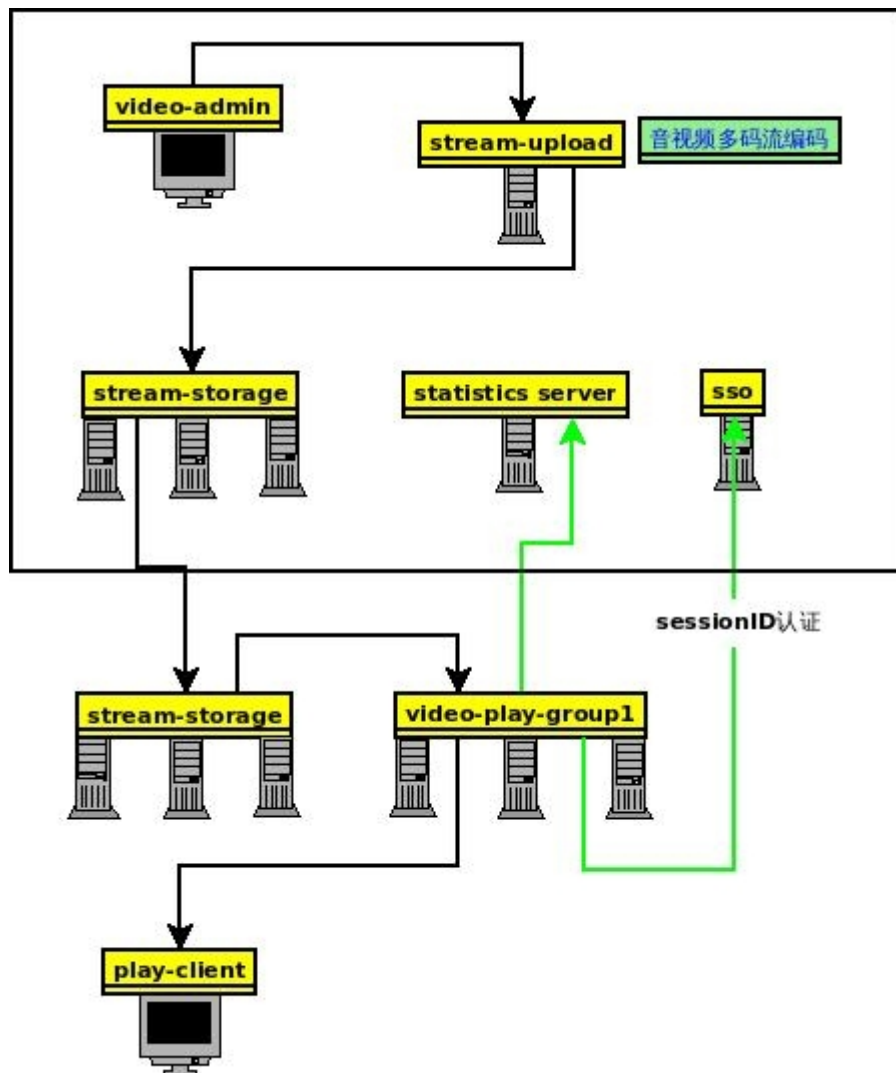
用户端的网络状况相对较复杂，对于可靠性要求极高的点对点业务几乎不可用

## 适用业务特点：

点对点可靠性要求不高的业务，文件共享，p2p 业务。如迅雷等



### 三、点播教学系统



#### 部署说明：

方块内为中心机房

下面内的服务单元可以为外地机房

#### play-client:

play-client 可以为 flash player/ios/android

play-client 可以支持 hls 协议/rtsp 协议/rtmp 协议

play-client 可以支持 hls 协议多码流的自动切换

## stream-storage:

中心机房的 storage 为主节点，为外地机房提供音视频文件的主心存储

外地机房的 storage 负责同步中心节点的音视频数据，为 video-play-group 提供音视频存储

stream-storage 可以采用 fdfs 系统来实现

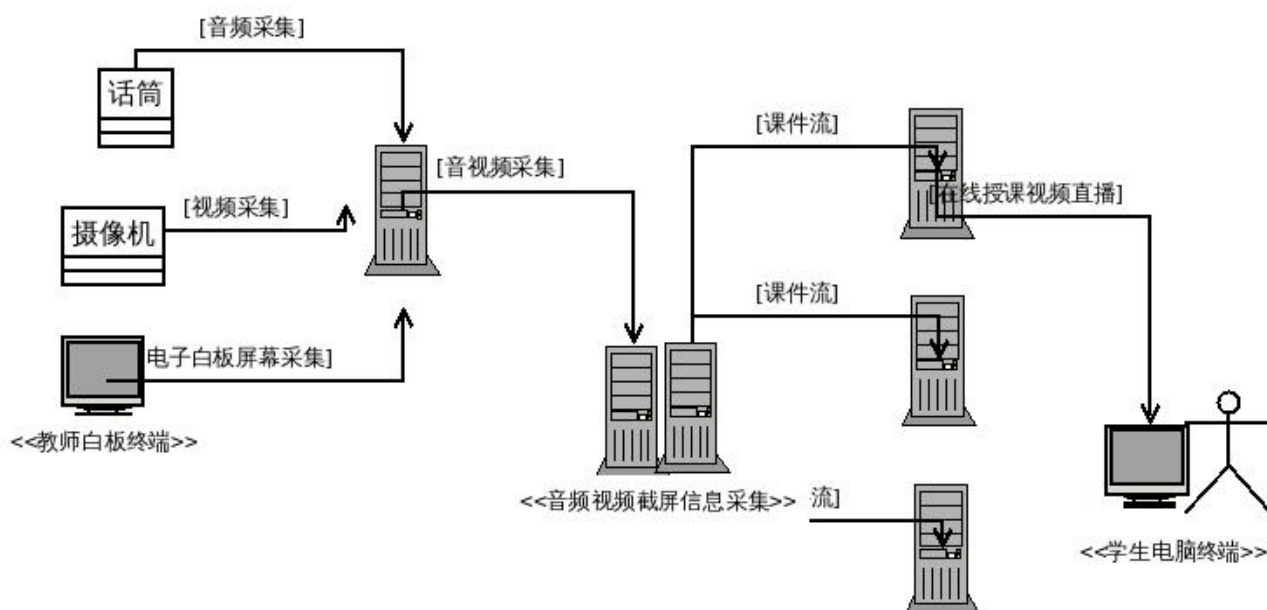
## video-play-group:

为最终用户提供播放的音视频流

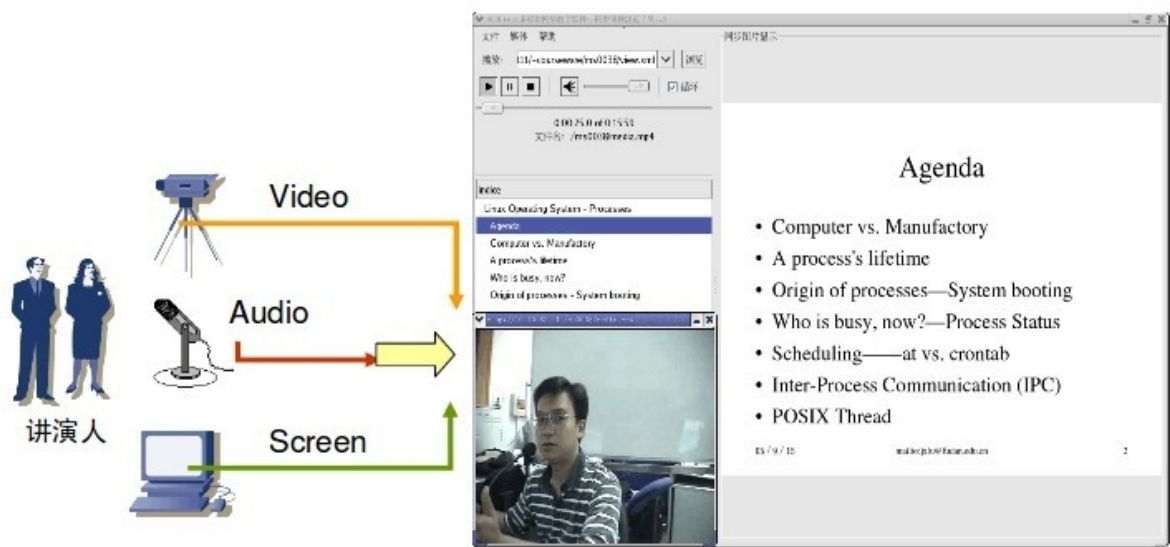
可以使用 nginx rtmp server 来实现

# 四、同步教学系统

## 产品功能逻辑结构图



产品功能演示图



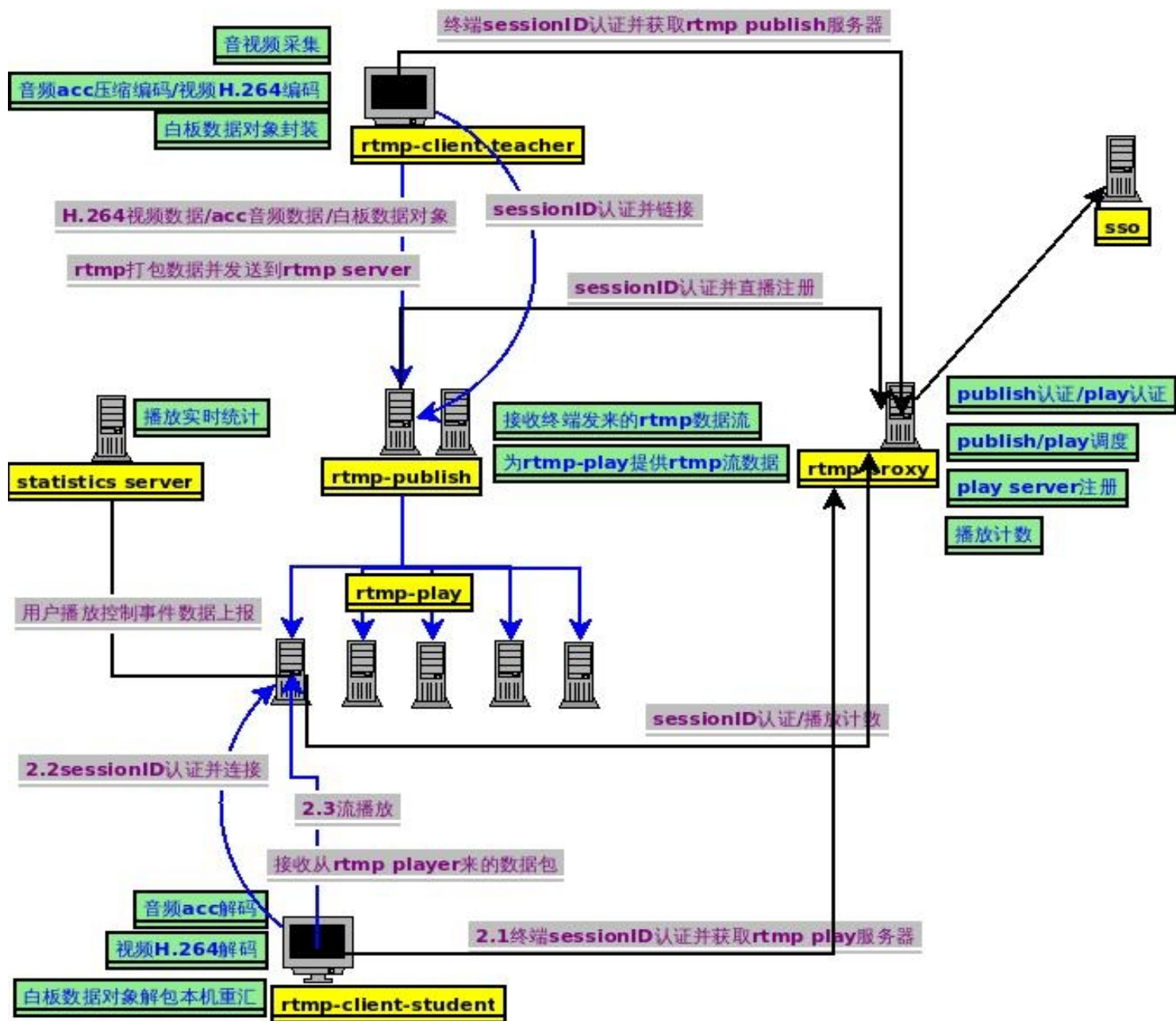
技术实现概述

系统实现总体分为以下几部分：

音视频采集、电子白板采集、同步教学上行平台、同步教学下行平台、同步课件浏览客户端

子单元	说明
音视频采集	负责采集压缩授课现场的音视频信号，并发送到同步教学上行平台
电子白板采集	负责实时采集教师授课的屏幕数据，压缩成 Web 图片并发送到同步教学支持平台？ 如果启用 rtmp 协议可以直接利用服务端的共享数据对象来解决此问题，降低复杂度，并提高实时性
同步教学上行平台	接收音视频授课现场和教师授课屏幕数据，进行音视频数据和屏幕数据三种媒体的同步组织，进行流化后向同步课件浏览工具进行直播服务，并提供点播服务
同步教学下行平台	负责从同步教学上行平台接收课件流，并为终端用户提供最终的课件流服务
课件浏览客户端	客件浏览客户端，支持 android/ios/flash player

技术架构



注

蓝色线条为rtmp协议

浅绿色部分表示该模块具备的功能

黑色线条为http协议

黄色部分表示组成系统的逻辑单元

## 技术实现

物理单元	需要开发与配置的内容	运行环境	依赖库
rtmp-client-teacher	配置更新与版本升级 SessionID 认证 音视频数据采集 音频 acc 压缩编码 视频 H.264 压缩编码 白板数据对象封装 rtmp 数据打包并发送 ios-ui/android-ui/flash ui 开发	Flash player/android/ios	Java rtmp sdk(是否有官方的，有待研究) ios-rtmp-sdk(是否有官方的，有待研究) as3-rtmp-sdk
Rtmp-client-student	配置更新与版本升级 SessionID 认证 rtmp 数据流下行 音视频数据解码，并播放 白板数据对句下行并本地重汇 播放控制事件上行 ios-ui/android-ui/flash ui 开发	Flash player/android/ios	Java rtmp sdk(是否有官方的，有待研究) ios-rtmp-sdk(是否有官方的，有待研究) as3-rtmp-sdk
Rtmp publish	sessionID 认证 多码流转码 crtmpserver/red5 等 rtmpserver 开源选型 直播通道注册	centos	
rtmp-play	sessionID 认证 点播配置 直播通道配置 点播存储的解决方案？ nginx-rtmp-module 研究	nginx-rtmp-module	
Rtmp-proxy	sessionID 认证 publish/play 服务器调度 播放计数 play server 注册 publish server 注册	Centos/webserver	
Statistics server	实时播放统计数据分析	Nginx/php-fpm/mysql	
Sso	单点登录	Nginx/php-fpm/mysql/	

## 五、在线广播电台系统

去除在线教育系统里的视频与白板的功能即可实现

## 六、带宽成本计算

湖洲：

月平均流量：380Mbps

机房费用：34000元/月

每月总流量： $380 * 3600 * 24 * 30 / 8 / 1024 = 120234.375\text{GB}$

带宽成本： $34000 / 120234.375 = 0.283$  元/GB

北京：

月平均流量：55Mbps

每月带宽流量： $55 * 3600 * 24 * 30 / 8 / 1024 = 17402.34375\text{GB}$

机房费用：18000元/月

带宽成本： $18000 / 17402.34375 = 1.0343434343434$  元/GB

## 七、CC 视频服务费用计算

视频基础功能服务费用：30000元/年

空间费用：2元/GB/月

流量费用：100元/100Gb/月,计量单位为100G，不足100G按100G计

算

# 八、点播流量计算

## 视频清晰度、码流、分辨率、帧率关系：

同等分辨率，码率越大越清晰；

同等码率，分辨率越低越清晰

同等码率与分辨率，帧率越大清晰度越低，帧率越小，清晰度越高，但越不流畅

当前高清电影主流：H.264、720P

## 不同码流情况下的视频大小：

码流（kbps）	1 小时视频大小
4096	$4096/8*3600/1024/1024=1.8\text{GB}$
2048	$2048/8*3600/1024=900\text{MB}$
1024	$1024/8*3600/1024=450\text{MB}$
512	$512/8*3600/1024=225\text{MB}$
2048	$2048/8*3600/1024=900\text{MB}$
1024	$1024/8*3600/1024=450\text{MB}$
512	$512/8*3600/1024=225\text{MB}$
300	$300/8*3600/1024=131.84\text{MB}$

## 乐视提供的分辨率与码率、用户所需带宽：

流畅的码流：300kbps

高清的码流：600kbps

用户所需带宽的建议

	4:3	16:9	观看用户网络带宽建议
流畅	640*480	640*360	>512kb
高清	640*480	848*480	>1M
超清	1024*768	1024*576	>2M

并发播放对于带宽与费用的要求**(30nobs)**

并发人数	总出口带宽(Mbps)	单价(元/月)以湖洲为准(3.4万/1.5G/月)	总出口带宽	未来云视频费用(70元/100G/月)
10	$300 \times 10 / 1024 = 2.93$			
50	$300 \times 50 / 1024 = 14.65$			
100	$300 \times 100 / 1024 = 29.30$			
500	146.5			
1000	293.0			
5000	1465	34000	$1465 \times 3600 \times 24 \times 30 / 1024 = 3708281.25 \text{Gb}$	$3708281.25 \times 70 / 100 = 2595796.875 \text{元}$
10000	2930			
50000	14650			
100000	29300			
500000	146500			