如何实现H.264的RTP封装及传输?







┃ 一、RTP协议概述

RTP(Real-time Transport Protocol)实时传输协议,由IETF的多媒体传输工作小组 发布的网络传输协议、标准为RFC3550/3551。RTP协议支持TCP和UDP两种传输方 式,RTP协议负责对流媒体数据进行封包并实现媒体流的实时传输,但并不能为按顺 序传送的数据包提供可靠的传送机制,也不提供流量和拥塞控制,这些是依靠RTCP 协议来完成的,两者配合使用。本文主要从数据处理的角度实现对H.264的RTP封装 进行详细介绍。

■二、RTP协议解析

RTP协议是由RTP Header和RTP Payload两部分组成的, 具体如下图所示:

RTP Header RTP Payload

1, RTP Header

0			1		2	2							
0 1 2 3 4	5 6	7 8 9	0 1 2 3	4 5 6	789012	3 4 5 6 7	8 9 0 1						
+-+-+-+-	+-+-		+-+-+-	+-+-+-+	-+-+-+-+-+	-+-+-+-	+-+-+-+						
V=2 P X	CC	M	PT	1	sequenc	e number	1						
+-+-+-+-	+-+		+-+-+-	+-+-+-+	-+-+-+-+-+	-+-+-+-	+-+-+-+						
1				timesta	mp		1						
+-+-+-+-	+-+		+-+-+-	+-+-+-+	-+-+-+-+-+	-+-+-+-	+-+-+-+						
1	syr	chroni	zation	source	(SSRC) ident	ifier	1						
+=+=+=+=	+=+=+	+=+=+=	+=+=+=	+=+=+=+	=+=+=+=+=+	=+=+=+=	+=+=+=+						
I	CC	ntribu	iting so	urce (C	SRC) identif	iers	1						
I			_				1						
+-+-+-+-	+-+			+-+-+-+	-+-+-+-+-+	-+-+-+-	+-+-+-+						

RTP头部前12个字节的含义是固定的, 具体的含义如下所示:

V:RTP协议的版本号, 占2位, 当前协议版本号为2。

P:填充标志, 占1位, 如果P=1, 则在该报文的尾部填充一个或多个额外的八位组, 它

X:扩展标志, 占1位, 如果X=1, 则在RTP报头后跟有一个扩展头。

CC:CSRC计数器, 占4位, 指示CSRC 标志符的个数。

M: 标记, 占1位, 不同的有效载荷有不同的含义, 对于视频, 标记一帧的结束;对于音 频, 标记会话的开始。

PT: 有效荷载类型, 占7位, 用于说明RTP报文中有效载荷的类型。

sequence number: 序列号, 占16位, 用于表示发送者所发送的RTP报文的序列号, 每发送一个报文, 序列号增1。这个字段当下层的承载协议用UDP的时候, 网络状况 不好的时候可以用来检查丢包。同时出现网络抖动的情况可以用来对数据进行重新 排序,序列号的初始值是随机的,同时音频包和视频包的sequence是分别计数的。

timestamp:相对时间戳,占32位,反映了该RTP报文的第一个八位组的采样时刻。接 收者使用时戳来计算延迟和延迟抖动, 并讲行同步控制。

SSRC: 同步信源标识符, 占32位, 用于标志同步信源。该标识符是随机选择的, 参加 同一视频会议的两个同步信源不能有相同的SSRC。

CSRC: 特约信源标志符, 每个CSRC标识符占32位, 可以有0~15个。每个CSRC表 示了包含在该RTP报文有效载荷中的所有特约信源。

2, RTP Payload

RTP Payload负载有很多形式,可以传输编码的数据如视频H264、H265、音频 G711A(U)、AAC等数据,也可以传输封装好的数据,如GB28181中常用的PS流等, 本文接下来介绍一下RTP Payload Format for H.264 Video (ES流)的具体实现形 式。H264的NALU作为RTP Payload负载,结构类型如下图所示

NAL Unit Type	Packet Type	Packet Type Name	Section
0	reserved		
1-23	NAL unit	Single NAL unit packet	5.6
24	STAP-A	Single-time aggregation packet	5.7.1
25	STAP-B	Single-time aggregation packet	5.7.1
26	MTAP16	Multi-time aggregation packet	5.7.2
27	MTAP24	Multi-time aggregation packet	5.7.2

相关推荐



sumifs函数使用技巧



ode和UTF-8有什么 ⊠别?



新手学c还是java语言



o的DApp生态风起, 1会否是下一个.

no的DApp生态风起,









如此重要?

百度热搜〉

〇 换一换



2 有力回击佩洛西窜台等倒行… 🦺

3 二十大为世界经济变局扮演"常量"

4 官方回应中方领导人是否出席G2…

5 中方:5200多名同胞已从乌克兰…

6 海南争取2025年全岛封关运作

7 成都街头刮起柿子风

8 佩洛西称要揍特朗普 特朗普回怼

9 外交部称绝不接受教师爷的颐指…

10 大妈跳舞过于陶醉把自己转到湖里

29 FU-B Fragmentation unit 5.8 30-31 reserved -

rtp payload header

rtp payload数据包的形式主要包含以下三种:

(1)单个NALU包模式

```
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2
```

single nal unit packet

rtp payload 仅由一个完整NALU单元组成,这种情况一般用于H264 NALU单元小于MTU(Maximum Transmission Unit, 最大传输单元)时,而且RTP Payload Header类型字段和原始的 H.264的NALU Header类型字段是一样的,此时仅需要把NALU单元的开始头去掉,加上RTP Header即可。

示例

一个H264的原始NALU单元如下所示:

[00 00 00 01 67 4d 00 2a 96 35 40 f0 04 4f]

这是一个SPS类型的H264 NAL单元。封装为RTP包如下所示:

[RTP Header][67 4d 00 2a 96 35 40 f0 04 4f]

(2)组合包模式

```
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2
```

aggregation packet

开头1个字节表示NAL单元类型,接着1个或多个聚合单元,后面是可选的RTP填充,组合包模式有以下四种类型:

Type	Packet	Timestamp offset field length (in bits)	DON-related fields (DON, DONB, DOND) present
24	STAP-A	0	no
25	STAP-B	0	yes
26	MTAP16	16	yes
27	MTAP24	24	yes

aggregation types

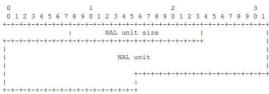
组合包模式是当H264 NALU单元的长度较小时,将几个NALU单元封装在一个RTP数据包中,以STAP-A为例进行详细介绍。

单时刻聚合包(STAP-A)应该用于当聚合在一起的NAL单元共享相同的NALU时间。 STAP-A荷载不包括DON(Decoding Order Number),并且至少包含一个单时刻聚合 单元、如下图所示:



Payload format for STAP-A

single-time aggregation unit的格式如下图所示:



single-time aggregation un

NAL unit size:表示NAL unit的长度, 不包含其本身。

NAL unit: H264 NALU单元

一个RTP包含一个STAP-A组合包,一个STAP-A包含两个单时间聚合单元的示例如下图所示:

0										1										2										3	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
+		+-+	-+	+-+	-+			+	+	+-+		+	+-+	-+		+	+-+		+	+	+	+-	+	+	+	+	+	+	+	+	+-+
1													RI	P	He	ead	der														1
+		+-+		+-+	-+		+	+	+	+	+	+	+-+	-+		+			+	+	+	+-	+	+	+	+	+	+	+	+	+-+
IS:	PAI	P-F	1	IAL	E	IDE	3	1				1	NAI	U	1	S	ze	2						1	NA:	LU	1	HI	DR		1
+		+-+		+-+	-+		+	+	+	+		+	+-+	-+		+	+-+			+	+	+-	+	+	+	+	+	+	+	+	+-+
1												1	NAI	U	1	Da	ata	1													1

```
NALU 2 Data
:..OPTIONAL RTP padding
具体数据示例:
[00 00 00 01 67 42 C0 1F 8C 8D 40 48 14 B2 F0 0F 08 84 6A]
```

[00 00 00 01 68 CE 3C 80]

将以上SPS、PPS两个H264 NAL单元封装成STAP-A形式如下所示:

[RTP Header][78 00 0F 67 42 C0 1F 8C 8D 40 48 14 B2 F0 0F 08 84 6A 00 04 68 CE 3C 80 1

78:第一位表示F为, 值为0;第二三位表示NRI重要程度;后五位Type, 值为24, 表示 STAP-A类型。

00 0F: NALU 1 size

67:NALU 1 HDR

42 C0 1F 8C 8D 40 48 14 B2 F0 0F 08 84 6A: NALU 1 data

00 04: NALU 2 size

68:NALU 2 HDR

CE 3C 80: NALU 2 data

(3)分包模式

当H264 NALU 的长度超过 MTU 时, 就必须对 NALU 单元进行分片封包. 也称为 Fragmentation Units,主要包含FU-A和FU-B两种形式,FU-A分包格式如下图所示:

```
FU payload
    :...OPTIONAL RTP padding
```

RTP payload format for FU-A

FU indicator的格式如下图所示:

```
10111213141516171
|F|NRI| Type |
```

F:禁止位, 与NALU Header的F位一致

NRI: 重要程度, 与NALU Header的NRI一致

Type:分包类型, 28表示FU-A类型, 29表示FU-B类型

FU header的格式如下图所示:

```
|0|1|2|3|4|5|6|7|
+-+-+-+-+-+-+
|S|E|R| Type |
```

FU header

S:占1bit, 值为1, 表示NAL分包的开始, 其余情况值为0。

E:占1bit, 值为1, 表示NAL分包的结束, 其余情况为0。

R:占1bit, 值为0, 表示保留位。

Type: 占5bit, 值为H264 NALU Header中的Type。

[00 00 00 01 65 b8 00 01 4d 00 00 ff bc 5d.....]

将H264 I帧进行分包,具体的分包多少由I帧的数据长度和设置分包大小决定,示例如 下所示:

[RTP Header][7c 85][H264 Payload Data]

[RTP Header][7c 05][H264 Payload Data]

[RTP Header][7c 45][H264 Payload Data]

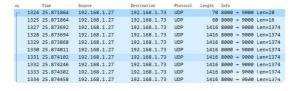
7c 85:表示分包开始包。

7c 05:表示分包中间包。

7c 45:表示分包结束包。

■三、H264封装示例

读取一个H264文件, 封装为RTP协议格式进行传输, 具体实现如下所示:



- 1、SPS、PPS采用单包模式发送。
- 2、I帧、P帧采用FU-A分包模式发送。
- 3、注意RTP Header中Mark标记位的设置和相对时间戳的设置。

■四、总结

音视频开发技术如何入门?本文介绍了最常用的RTP协议及负载H264的封装及传输,从数据处理的角度进行了详细的分析。

