

超越RFC3550 - RTP/RTCP协议族分析

字数1986 阅读163 评论0 喜欢4

一 前言

RF3550定义实时传输协议RTP和它的控制协议RTCP。RTP协议是Internet上针对流媒体传输的基础协议，该协议详细说明在互联网上传输音视频的标准数据包格式。RTP本身只保证实时数据的传输，并不能提供可靠传输、流量控制和拥塞控制等服务质量保证，这需要RTCP协议提供这些服务。

RTCP协议负责流媒体的传输质量保证，提供流量控制和拥塞控制等服务。在RTP会话期间，各参与者周期性彼此发送RTCP报文。报文中包含各参与者数据发送和接收等统计信息，参与者可以据此动态控制流媒体传输质量。RTP和RTCP配合使用，通过有效反馈使使流媒体传输效率最佳化。

IETF的RFC3550定义RTP/RTCP协议的基本内容，包括报文格式、传输规则等。除此之外，IETF还定义一系列扩展协议，包括RTP档次扩展，RTCP报文类型扩展，等等。本文对这些协议进行初步归纳总结，在分析RFC3550的基础上，以档次为主线分析RTP系列协议，以报文类型为主线分析RTCP系列协议。

二 RFC3550协议

RFC3550 - RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications (RTP)

RFC3550协议定义RTP和RTCP协议的最基本内容，包括报文格式及头部扩展、发送和接收规则、RTP Mixer和Translator、协议安全等内容。详细内容都在协议中定义，这里只简述RTP和RTCP报文的基本格式。

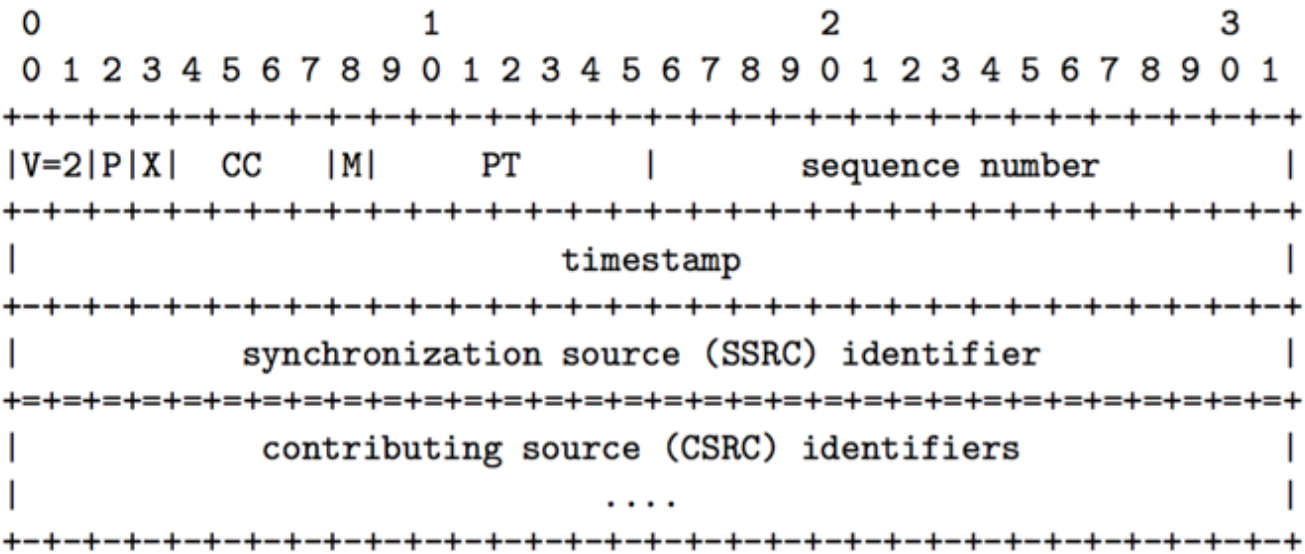


图1 RTP报文头部格式

RTP报文由固定头部、(可选)扩展头部和负载三部分组成，如图1所示。头部中的X域标示固定头部后面是否跟随扩展头部，PT域定义负载类型。各部分的详细定义请参考RFC3550[1]。

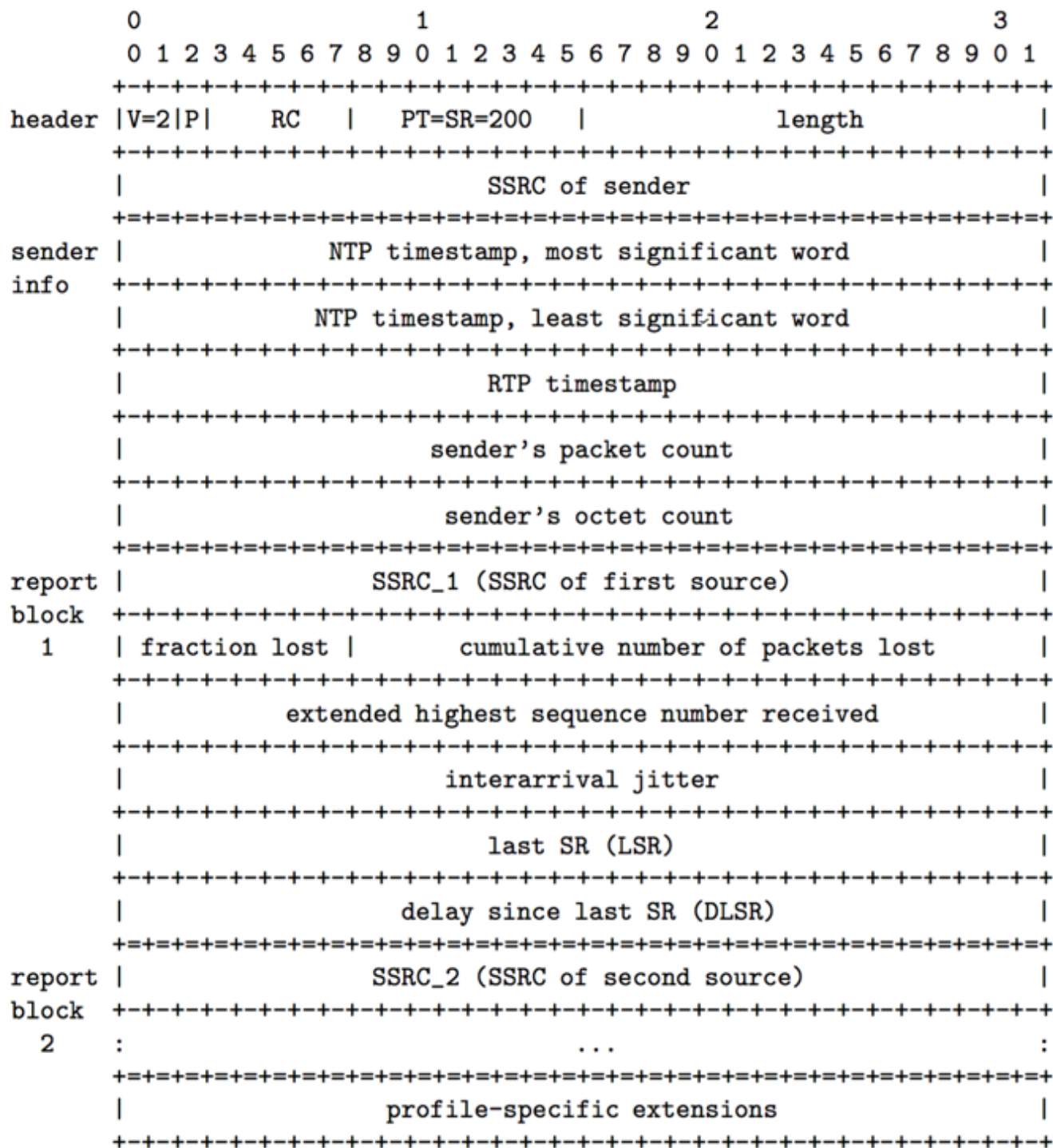


图2 RTCP报文Sender Report头部格式

RFC3550根据RTCP报文类型定义SR、RR、SDS、BYE和APP五种报文格式。图2显示了SR(Sender Report)的报文格式，包括固定头部、发送端信息和报告块三部分组成：发送端信息携带NTP时间同步和数据发送统计等内容，报告块则包含发送端接收到数据的统计信息。关于RTCP报文格式的详细信息，请继续参考RFC3550 [1]。

二 RTP档次扩展

RFC3550关于RTP档次的定义如下[11]:

“档次定义了一系列负载类型和对应的负载格式，也定义了特定于具体应用的RTP扩展和修改。典型地，某个应用仅基于一个档次运行。”

IETF针对RFC3550在档次方面定义了一系列扩展协议，总结如下表1：

RFC定义	内容解析
RFC 3550 - RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications [1]	定义最基本的RTP/RTCP报文格式和收发规则。
RFC 3551 - RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control [2]	RTP/AVP ：定义音视频会议最基本的音视频数据负载格式、编码和传输，是其它档次的基础。
RFC 3711 - The Secure Real-time Transport Protocol (SRTP) [3]	RTP/SAVP ：定义了RTP在安全方面的增强，如加密、认证和重放保护。
RTFC 4585 - Extended RTP Profile for RTCP-Based Feedback (RTP/AVPF) [4]	RTP/AVPF ：定义了RTP基于RTCP在及时反馈方面的增强,如定义NACK, PLI, SLI等RTCP报文。
RFC 5124 - Extended Secure RTP Profile for RTCP-Based Feedback (RTP/SAVPF) [5]	RTP/SAVPF ：综合 RTP/SAVP 和 RTP/AVPF的安全性和及时反馈性的最全面的档次。

表1 RFC3550在档次方面的扩展

RFC3551(RTP/AVP)在RFC3550的基础上针对RTP档次进行补充形成RTP/APVP档次，被用在具有最小会话控制的音视频会议中，是其它扩展档次的基础。该档次在没有参数协商和成员控制的会话中非常有用。该档次也为音视频定义一系列编码和负载格式。对于具体的流媒体负载格式，IETF也定义一系列协议详细描述，如VP8视频负载格式[6]和H264视频负载格式[7]，等等。

RFC3711(SRTP，也即RTP/SAVP)是RTP/AVP在安全方面进行扩展形成的档次，为RTP/RTCP提供数据加密、消息认证、重放保护等功能。SRTP具有高吞吐量和低数据膨胀等特点，是异构环境下对RTP/RTCP数据的有效保护。

RFC4585(RTP/AVPF)是RTP/AVP在及时反馈方面进行扩展形成的档次，使得接收端能够向发送端提供及时反馈，实现短时调整和基于反馈的修复机制。该协议定义早期RTCP报文以实现及时反馈，并定义一系列通用RTCP反馈报文和特定于应用的反馈报文，如NACK、PLI、SLI、RPSI等。

RTC5124(RTP/SAVPF)则是RTP/SAVP和RTP/AVPF的综合。SAVP和AVPF在使用时，需要参与者借助于SDP协议[8]就档次和参数信息达成一致。但是对一个RTP会话来说，这两种档次不能同时被协商。而实际应用中，我们有同时使用这两种档次的需要。因此，RTP/SAVPF档次应运而生，它能够使得RTP会话同时具有安全和及时反馈两方面的特性。

本节对RFC3550在档次方面扩展形成的一系列协议进行初步分析。可以看到，RFC3550只定义最基本的内容，在实际应用中会对其在安全性、及时反馈等方面进行扩展。

三 RTCP报文类型扩展

RFC 3550定义五种RTCP报文，类型在报文头部的PT域定义。表2对它们作简单描述。

类型	缩写	用途
200	SR (Sender Report)	发送端报告
201	RR (Receiver Report)	接收端报告
202	SDES (Source Description)	源端描述
203	BYE	离开会话
204	APP	特定于应用

表2 RFC3550定义的五种RTCP报文

SR报文用于发送端报告本端的数据发送统计信息和数据接收统计信息，RR报文用于报告本端的数据接收统计信息，SDES报文用于报告本端的描述性信息，BYE在本端离开会话时发送，而APP则是特定于应用的数据。

IETF根据实际需求对RTCP的报文类型进行扩展，定义了一系列协议。对这类RTCP报文总结如表3所示：

类型	缩写	用途	所在RFC
195	IJ (Extended Jitter Report)	扩展Jitter报告	RFC 5450 [9]
205	RTPFB (Transport FB)	传输层反馈	RFC 4585 [4] RFC 5104 [10]
206	PSFB (Payload-specific FB)	负载相关反馈	
207	XR (Extended Report)	扩展报告块	RFC 3611 [11]

表3 RTCP其它报文及所在RFC

下面对这些RFC做进一步分析：

RFC5450 - Transmission Time Offsets in RTP Streams

该协议在定义一种更精细地描述传输时间的方法的基础上，定义一种改进的Jitter报告报文，负载类型为195。

RFC5104 - Codec Control Messages in the RTP Audio-Visual Profile with Feedback (AVPF)

该协议对RFC4585 AVPF档次进一步补充，定义一系列传输层和特定于负载的RTCP报文格式。该系列报文对SR/RR报文的RC域重定义为FMT域，用以区分报文的子类型。综合RFC4585所定义的报文，如下表4所示：

类型	子类型	缩写	用途
205 RTPFB	1	Generic NACK	RTP丢包重传
	3	TMMBR	Temporary Maximum Media Stream Bitrate Request
	4	TMMBN	Temporary Maximum Media Stream Bitrate Notification
206 PSFB	1	PLI	Picture Loss Indication
	2	SLI	Slice Loss Indication
	3	RPSI	Reference Picture Selection Indication
	4	FIR	Full Intra Request
	5	TSTR	Temporal-Spatial Trade-off Request
	6	TSTN	Temporal-Spatial Trade-off Notification
	7	VBCM	Video Back Channel Message

表4 RTPFB和PSFB及其子类型

RFC3611 - RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR)

该协议定义RTCP扩展报告块，负载类型为207。RTCP扩展报告块在SR/RR报告块的基础上传输更多的信息。RFC3661定义了7种子报告块，总结如表5:

子类型	名称	用途
1	LLRE	Loss LRE Report Block
2	DLRE	Duplicate LRE RB
3	PRTR	Packet Receipt Times RB
4	RRTR	Receiver Reference Time RB
5	DLRR RB	Delay Since Last Receiver Report
6	SS RB	Statistics Summary RB
7	VoIP Metrics RB	VoIP Metrics

表5 RFC3611扩展报告块

本节以报文类型为主线，归纳总结RTCP报文及其扩展报文，内容比较多也比较繁琐。这些报文为RTP提

供更丰富的控制信息和统计数据。

四 总结

本文在分析RTP/RTCP基础协议RFC3550的基础上，以档次为主线分析RTP系列扩展协议，以报文类型为主线分析RTCP系列扩展协议。通过以上工作，得到一个较为清晰的框架和流程，为进一步学习RTP/RTCP协议打下良好基础。

参考文献

- [1] RFC3550 - RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications
- [2] RFC3551 - RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control
- [3] RFC3711 - The Secure Real-time Transport Protocol (SRTP)
- [4] RFC4585 - Extended RTP Profile for Real-time Transport Control Protocol (RTCP)-Based Feedback (RTP/AVPF)
- [5] RFC5124 - Extended Secure RTP Profile for Real-time Transport Control Protocol (RTCP)-Based Feedback (RTP/SAVPF)
- [6] RFC7741 - RTP Payload Format for VP8 Video
- [7] RFC6184 - RTP Payload Format for H.264 Video
- [8] RFC4566 - SDP: Session Description Protocol
- [9] RFC 5450 - Transmission Time Offsets in RTP Streams
- [10] RFC 5104 - Codec Control Messages in the RTP Audio-Visual Profile with Feedback (AVPF)
- [11] RFC3611 - RTP Control Protocol Extended Reports (RTCP XR)