

--	--	--	--

在 2018 年，FreeBSD 社区在 TCP 堆栈中引入了一项名为 RACK 的改进。RACK 是 "RACK" 的缩写，代表 "Retransmission Acknowledgement"（重传确认）。它旨在解决在高速网络环境中，由于网络延迟和丢包导致的性能问题。RACK 通过引入快速重传和快速恢复机制，使得在检测到丢包时能够更快地重传数据，而不是等待传统的超时时间。此外，RACK 还优化了确认机制，使得在接收到多个乱序的数据包时能够更快地确认接收到的数据。这些改进显著提高了 FreeBSD 在高带宽、低延迟网络环境中的性能表现。

```

root@kali:~# cat /etc/passwd | grep netinet
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
daemon:x:1:1:daemon:/usr/sbin:/usr/sbin/nologin
nobody:x:65534:65534:nobody:/nonexistent:/usr/sbin/nologin
sys/netinet:x:1033:1033:sys:/usr/sbin:/usr/sbin/nologin

```

Proportional Rate Reduction ($\frac{R_{\text{min}}}{R_{\text{max}}}$)

1. 发送窗口大小 (PRT - 1) (RFC6937) . PRT 窗口大小
 2. 发送窗口大小 (SACK 窗口大小) . SACK 窗口
 3. 窗口大小 (NewReno 窗口大小)
 4. 窗口大小 (50%, Cubic 窗口大小 70%), 窗口大小 ACK 窗口
 (NewReno) 窗口大小 30% 窗口大小 窗口大小 窗口大小 . 窗口大小
 5. 窗口大小 ACK 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小

1. 在慢启动阶段，发送窗口大小按照指数规律增长，直到收到接收方的 ACK 为止。
 2. 在拥塞避免阶段，当窗口大小达到慢启动阈值 (ssthresh) 后，窗口大小按照线性规律增长。
 3. 当发生丢包时，TCP 会进入快速重传和快速恢复阶段。

1. 慢启动 (Slow Start)：

- 初始窗口大小通常为 1 个 MSS (Maximum Segment Size)。
- 每收到一个 ACK，窗口大小就加倍。
- 直到窗口大小达到慢启动阈值 (ssthresh) 为止。

2. 拥塞避免 (Congestion Avoidance)：

- 当窗口大小达到 ssthresh 后，进入拥塞避免阶段。
- 此时窗口大小按照线性规律增长，每次增加 1 个 MSS。
- 当检测到丢包时，说明网络发生了拥塞，此时会减小 ssthresh 并重置窗口大小。

3. 快速重传和快速恢复 (Fast Retransmit and Fast Recovery)：

- 当收到 3 个重复 ACK 时，说明网络发生了丢包。
- 此时会立即重传丢失的段，并进入快速恢复阶段。
- 在快速恢复阶段，窗口大小会减小到 ssthresh 的值，并继续接收新的数据。

1. 慢启动 (Slow Start)：

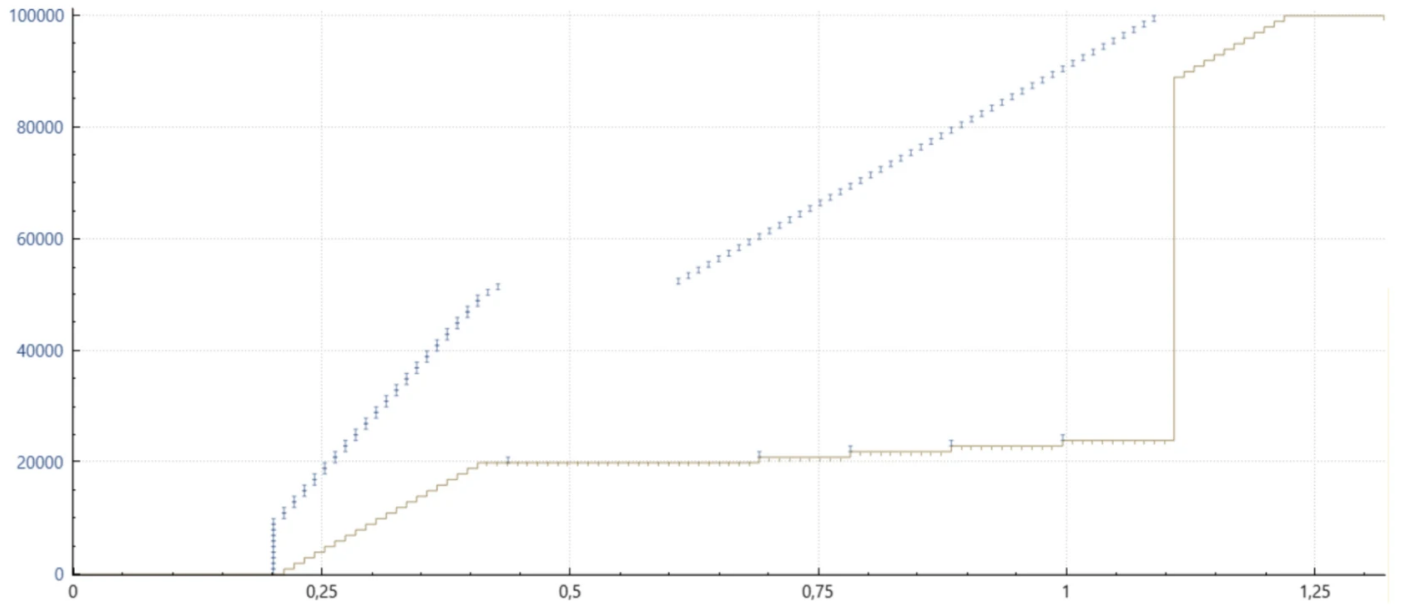
- 初始窗口大小通常为 1 个 MSS (Maximum Segment Size)。
- 每收到一个 ACK，窗口大小就加倍。
- 直到窗口大小达到慢启动阈值 (ssthresh) 为止。

2. 拥塞避免 (Congestion Avoidance)：

- 当窗口大小达到 ssthresh 后，进入拥塞避免阶段。
- 此时窗口大小按照线性规律增长，每次增加 1 个 MSS。
- 当检测到丢包时，说明网络发生了拥塞，此时会减小 ssthresh 并重置窗口大小。

3. 快速重传和快速恢复 (Fast Retransmit and Fast Recovery)：

- 当收到 3 个重复 ACK 时，说明网络发生了丢包。
- 此时会立即重传丢失的段，并进入快速恢复阶段。
- 在快速恢复阶段，窗口大小会减小到 ssthresh 的值，并继续接收新的数据。



Cubic Without SACK or PRR, Classic NewReno Loss Recovery

1. 慢启动 (Slow Start)：

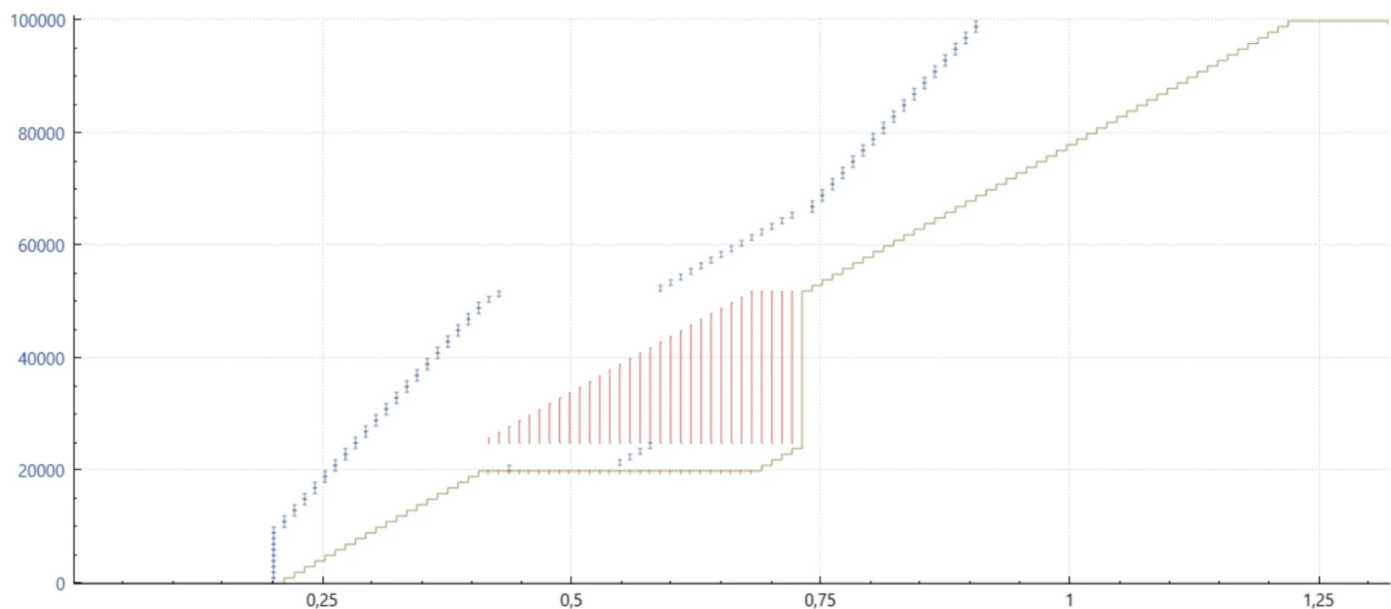
- 初始窗口大小通常为 1 个 MSS (Maximum Segment Size)。
- 每收到一个 ACK，窗口大小就加倍。
- 直到窗口大小达到慢启动阈值 (ssthresh) 为止。

2. 拥塞避免 (Congestion Avoidance)：

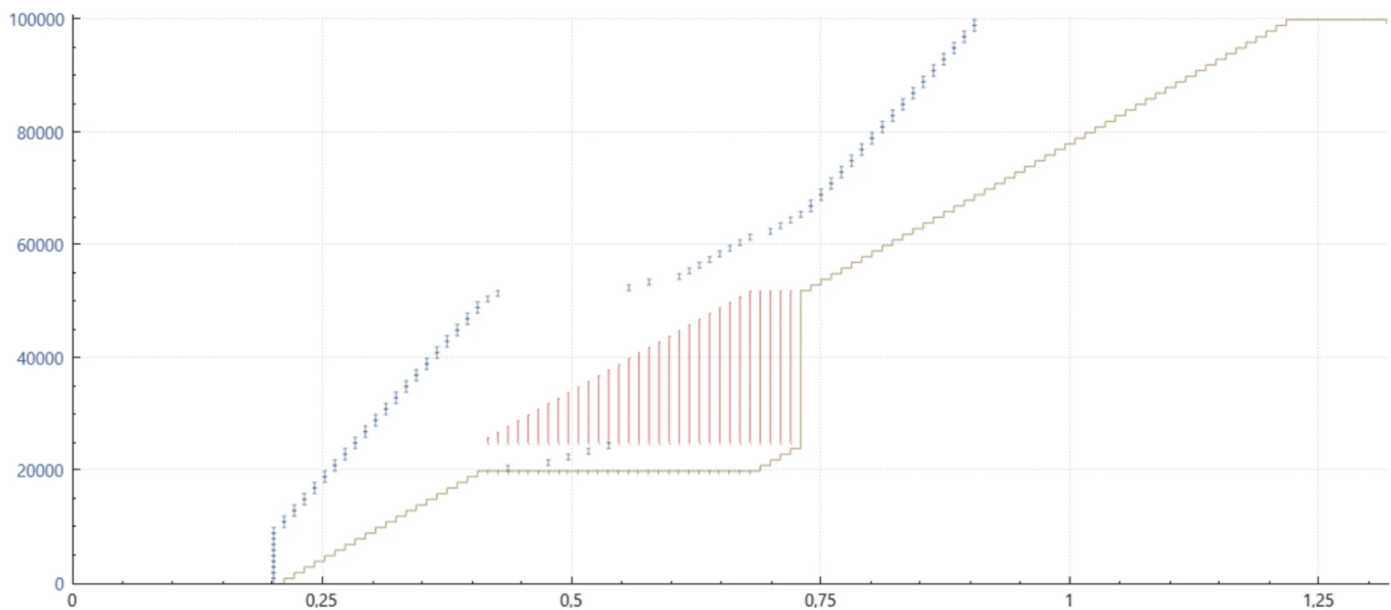
- 当窗口大小达到 ssthresh 后，进入拥塞避免阶段。
- 此时窗口大小按照线性规律增长，每次增加 1 个 MSS。
- 当检测到丢包时，说明网络发生了拥塞，此时会减小 ssthresh 并重置窗口大小。

3. 快速重传和快速恢复 (Fast Retransmit and Fast Recovery)：

- 当收到 3 个重复 ACK 时，说明网络发生了丢包。
- 此时会立即重传丢失的段，并进入快速恢复阶段。
- 在快速恢复阶段，窗口大小会减小到 ssthresh 的值，并继续接收新的数据。



Cubic with SACK, but no PRR

[illegible]

Cubic with SACK (6675) and PRR

1. 如果 PRR 为 0，则发送 ACK。如果 PRR 不为 0，则发送 RTO。



□□ ACK□ 0.7□□ □□ □□□□□□ .

1. 如果接收方收到一个失序的段，并且该段的序列号大于接收方期望的下一个段的序列号，那么接收方应该设置 PRR 标志，并立即向发送方发送一个 ACK 段，该段的序列号等于接收方期望的下一个段的序列号。如果接收方已经收到一个失序的段，并且该段的序列号大于接收方期望的下一个段的序列号，那么接收方应该设置 PRR 标志，并立即向发送方发送一个 ACK 段，该段的序列号等于接收方期望的下一个段的序列号。

SACK Handling

The `ack` field is set to the sequence number of the first byte of data expected by the receiver. The `ack` field is set to the sequence number of the first byte of data expected by the receiver. The `ack` field is set to the sequence number of the first byte of data expected by the receiver.

00 0 000 00 0000 RACK 0000 0000 00 00 0000 0000 00 0000 000
 0000 . 0 , 00 00 000 00 000 0000 0 00 000 0000 000 000 0000 00
 000 00000 000 00 000 00000 .

[illegible]

 , IP
 .

[illegible]

Accurate Explicit Congestion Notification

[illegible][illegible]

Authentication and Security

□ RACK □ TCP □ MD5 □ □ □ □ □ □ □ . □ RACK
□ BGP □ □ □ □ □ , RACK □ □ □ □ □
□ □ □ □ □ □ □ .

```

# RFC7323(RFC1323) 选项 选项 选项 选项 选项 选项 选项 选项
# 选项 . 选项 选项 选项 选项 选项 选项 选项 , 选项
# 选项 选项 选项 选项 选项 . 选项 net.inet.tcp.rfc1323 选项 (1) 选项 (0) 选项
# 2(选项 ) 3(选项 ) 选项 选项 选项 选项 . 选项 RFC7323 选项
# 选项 TCP 选项 选项 选项 TCP 选项 选项 选项
# 选项 . 选项 net.inet.tcp.tolerate missing ts 0 选项

```

What's Next?

