

# 无线局域网设备小包转发测试

严方 李小华

中国电子科技集团公司第七研究所 广东 广州 510310

**摘要:**近年来随着WiFi6的普及和WiFi7推出,路由器的无线速率已经来到了1800Mbps、3000Mbps甚至10000Mbps,而有线网口往往还是1Gbps接口,原本的吞吐量测试受限于有线网口速率,已经无法反应WiFi性能,同时原本吞吐量测试的条件单一,并不能真实反应现在复杂的网络使用环境,无法真实的代表WiFi路由性能。本文介绍了小包转发测试的原理和方法,并与传统的吞吐量测试进行对比测试分析。

**关键词:**吞吐量测试;小包转发;iperf3;WiFi;wireshark

**中图分类号:** TN915.06 **文献标识码:** A

## 1 引言

随着互联网技术的快速发展,无线路由器作为家庭网络的核心设备,承担着越来越重的业务压力。家庭智能设备和云服务的普及,不仅使得接入无线网络的用户数急剧增加,同时也带来了海量的业务数据流量,这对无线路由器的性能提出了更高的要求。目前随着WiFi6无线路由器的普及,无线路由器本身硬件性能也不断加强,采用传统的吞吐量测试已经无法区分现在主流路由器的性能差异,因此有必要进行小包转发测试对路由器的性能进行评定。

## 2 吞吐量测试和小包转发测试区别

要理解吞吐量测试和小包转发测试的区别,首先需要理解TCP/IP模型。如图1所示,局域网中TCP/UDP传输时,最大帧长度为1538Byte,去掉用于时钟同步的前导码、SFD(起始帧)和帧间隙,剩余部分为有效帧部分,其中链路层固定占用18Byte来表述MAC头部和FCS(帧校验序列),网络层占用20Byte来表述IP头部,传输层在TCP/UDP下分别占用20Byte/8Byte表述TCP或UDP头部,剩下的部分为应用层传输的数据。<sup>[1]</sup>网络设备在处理流量数据时,由于链路层、网络层和传输层需要进行编码/解码、地址转换、规则匹配转发等操作,对网络设备的硬件资源消耗较大,而应用层传输的数据不需要做任何改变直接发送即可,因此对对网络设备的硬件资源消耗较小。

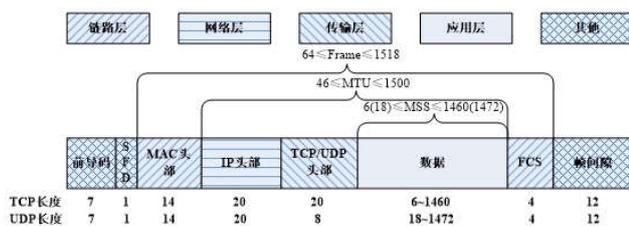


图1 TCP/IP模型

吞吐量测试是用于衡量网络设备性能的重要指标,它表示单位时间内网络设备或端口成功传送数据的数量(Mbps),以UDP为例,我们在测试吞吐量的时候,为了提升网络利用效率,系统会自动将数据分割为1472Byte的一段进行发送,此时有效帧长度为1518Byte,其中1472Byte为数据,这样应用层的数据在一个帧中的占比最大,测得的速率接近理论值。<sup>[2]</sup>小包转发率(也称为包转发率)是网络设备在每秒内可以转发多少个数据包(pps)的度量,它反映了设备同时转发数据包的能力。在实际网络使用中,很多数据都小于1472Byte,最极端情况是数据为最小的18Byte,此时帧长度为64Byte,链路层、网络层、传输层占用大部分的Byte,因此在相同速率下,网络系统的硬件资源开销会大很多,能够更好的评价网络设备的性能。

## 3 小包转发测试方法

使用iperf3吞吐量测速软件测试小包转发组网图如图2所示,用2台计算机分别作为iperf3服务端和客户端,服务端计算机通过千兆有线网络连接到被测无线路由器,被测无线路由器于客户端的AX201无线网卡之间通过160MHz频宽的WiFi6无线相连。<sup>[3]</sup>



图2 iperf3测试组网图

服务端测试命令如下:

```
iperf3.exe -s
```

-s 配置为iperf3服务器。

### 3.1 吞吐量测试命令

以UDP测试为例,终端测试命令如下:

```
iperf3.exe -u -c 192.168.100.1 -b 1000M -P 10 (-R) -i 1
```

- c 配置为iperf3客户端，后接服务器IP地址；
- u 配置为UDP模式传输；
- b 设置发送带宽，UDP默认1MBytes/s，TCP不限制；
- P 测试线程数；
- R 反向模式，使用后数据流方向反向，变为服务器到客户端；
- i 以s为单位的间隔显示测试结果报告。<sup>[4]</sup>

### 3.2 小包转发测试命令

测试小包转发时，关键就是控制数据帧的长度，使用iperf3工具测试时，TCP模式下不能很好稳定控制数据帧长度，故一般使用UDP模式进行小包转发测试，终端测试命令如下：

```
iperf3.exe -u -c 192.168.100.1 -b 1000M -P 10 (-R) -l 18 -i 1
```

命令基本和吞吐量测试相同，参照图1仅对不同点作解释：

-l 18设置读写缓存大小，这里设置为18Byte，为UDP模式下最小数据帧长度，这样帧长度为最小的64Byte。<sup>[4]</sup>

测得结果为小包模式下吞吐量结果，单位为Mbps，需要手动计算转换为包转发率，单位为Mpps，换算公式为：包转发率=吞吐量/8/（包大小+8byte（前导字节）+12Byte（帧间间隙））。可以计算出千兆网口64B小包转发率理论最大值为1.488Mpps。

### 3.3 测试验证

使用wireshark抓包工具分别在吞吐量测试和64B小包转发测试下对测试数据进行分析，结果如图3、图4所示：

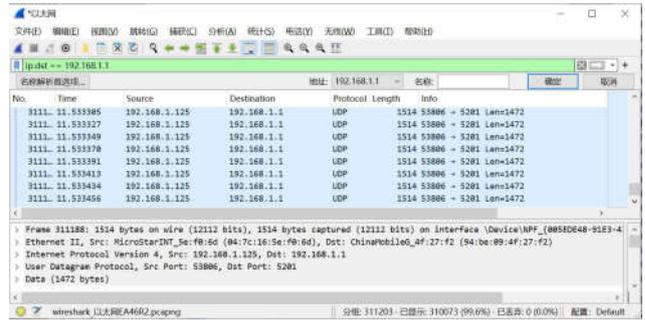


图3 吞吐量测试抓包结果

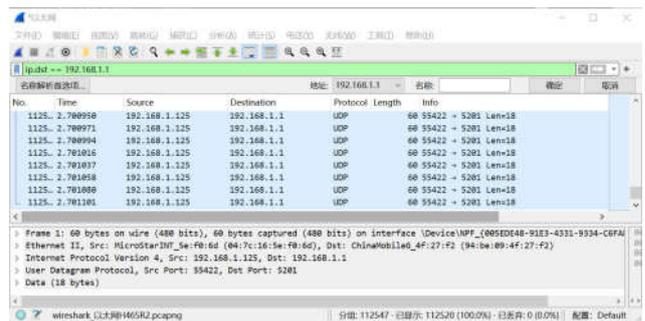


图4 64B小包转发测试抓包结果

可以看到抓包得到的数据长度为1472Byte和18Byte，为UDP模式下最大最小值。帧长度分别1514Byte和60Byte，由于wireshark抓包软件不会对4Byte的FCS（帧校验序列）进行统计，所以实际帧长度分别为1518Byte和64Byte，与理论值一致。<sup>[5]</sup>

### 4 不同设备吞吐量和64B小包转发测试对比

为了对比吞吐量测试和64B小包转发测试对设备的压力，对一台设备按图2在相同组网分别进行两种测试，并检测CPU使用率，测试结果如表1所示：

表1 同一设备不同CPU占用测试结果

被测样品	吞吐量测试		64B小包转发测试	
	测试结果	CPU占用率	测试结果	CPU占用率
样品A	952Mbps	7%	1.45Mpps	29%

由于受到千兆口速率限制，可以通过计算得出千兆口理论最大64B包转发速率为1Gbps/8bit/（8Byte+64Byte+12Byte）= 1.488095Mpps。可以看出，64B小包测试CPU占用率远高于一般的吞吐量测试，能够对无线路由造成

更大的硬件压力，从而更好评价无线路由的性能。

对5台常见型号的无线路由器分别进行吞吐量测试和64B小包转发测试，结果如表2所示：

表2 不同设备吞吐量测试和64B小包转发测试结果

被测样品	CPU型号	吞吐量测试		64B小包转发测试	
		测试结果	结果排名	测试结果	结果排名
样品A	BCM4908	952Mbps	2	1.43Mpps	3
样品B	EN7561	945Mbps	5	1.47Mpps	2
样品C	IP5018	954Mbps	1	0.91Mpps	4
样品D	BCM4708	947Mbps	4	0.13Mpps	5
样品E	MT7622B	949Mbps	3	1.48Mpps	1

可以看出测试的5款无线路由器吞吐量测试均大于940Mbps，接近千兆有线网口的最大理论值，无法很好的区分这5款路由的性能差异。而采用64B小包转发测试，最低仅有130kpps，最高则跑满了千兆网口上限1.48Mpps，采用不同CPU的无线路由测试结果出现了较大的差异，能够更好的对无线路由器的硬件性能进行评价区分。

## 5 结束语

对于不同帧长的数据包，无线路由的处理能力存在较大差异。特别是在处理64B和128B这样的小包时，吞吐量往往会有明显的降低。通过小包转发测试，可以准确评估网络设备在处理小数据包时的性能表现。在许多应用场景中（如企业内部网用户访问Internet、网页浏览、数据库访问、FTP文件传输等），网络流量中包含大量的小数据包。如果网络设备无法有效处理这些小包，将直接影响用户体验。通过小包转发测试并优化相关设备，可以提升用户体验，满足用户日益增长的网络需求。

综上所述，小包转发测试对于评估网络设备性能、

优化网络性能十分重要。作为吞吐量测试的有效补充，能够更全面的评价无线路由器的综合性能，确保网络设备在处理小数据包时具有出色的性能表现，从而满足各种应用场景的需求。

## 参考文献

[1]王海芹,汪生燕,边雪清.OSI参考模型与TCP/IP协议模型的比较[J].青海国土经略,2009(5):32-34.DOI:10.3969/j.issn.1671-8704.2009.05.010.

[2]葛敬国,贺鹏,杨建华,等.通用平台虚拟路由器转发性能测试与改进[J].电子科技大学学报,2014(1):95-100. DOI:10.3969/j.issn.1001-0548.2014.01.016.

[3]朱莹莹,刘明,陶俊,等.一种基于Iperf的WiFi模块吞吐量检测的实现方法[J].通信与广播电视,2019(4):41-47.

[4]Iperf.fr. iPerf-iPerf3 and iPerf2 user documentation [R/OL]. <https://iperf.fr/iperf-doc.php>

[5]罗青林,徐克付,臧文羽,等.Wireshark环境下的网络协议解析与验证方法[J].计算机工程与设计,2011,32(3): 770-773.