



南開大學
Nankai University

计算机学院
计算机网络实验报告

实验 3-4 性能对比分析实验

姓名：赵康明

学号：2110937

专业：计算机科学与技术

目录

1 实验要求	2
2 停等机制与滑动窗口性能比较	2
2.1 丢包率对传输性能的影响	2
2.2 路由器时延对传输性能的影响	3
3 滑动窗口机制中不同窗口大小对性能的影响	4
3.1 累积确认	4
3.2 选择确认	5
4 滑动窗口机制中相同窗口大小情况下，累计确认和选择确认的性能比较	6
5 实验总结与思考	7

1 实验要求

实验 3-4: 基于给定的实验测试环境, 通过改变延时和丢包率, 完成下面 3 组性能对比实验:

1. 停等机制与滑动窗口机制性能对比
2. 滑动窗口机制中不同窗口大小对性能的影响 (累计确认和选择确认两种情形)
3. 滑动窗口机制中相同窗口大小情况下, 累计确认和选择确认的性能比较

2 停等机制与滑动窗口性能比较

在该部分, 我探讨不同丢包率和路由器时延对停等机制与滑动窗口机制对传输性能的影响做了比较, 在滑动窗口中, 统一使用滑动窗口为 4 的情况进行对照组实验。在采取实验数据时, 使用了 1.jpg 作为测试文件。

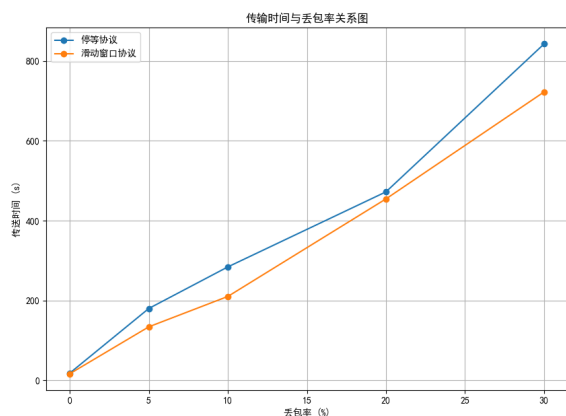
2.1 丢包率对传输性能的影响

本次实验控制了路由器时延为 0 来探究丢包率对于传输性能的影响。

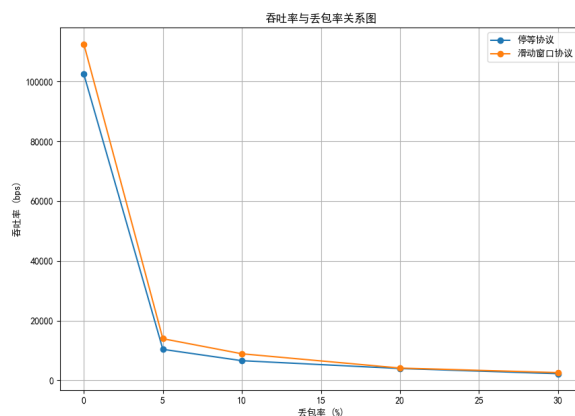
所用协议	停等与滑动窗口			
	丢包率	停等协议	滑动窗口	
		传送时间 (s)	吞吐量 (Byte/s)	传送时间
	0	18.23	102465.8256	16.596
	5	180.111	10371.11559	134.123
	10	284.256	6571.372284	210.241
	20	472.234	3955.564402	454.547
	30	842.741	2216.519666	722.457
				吞吐量 (Byte/s)

表 1: 丢包率对于传输性能的影响

绘制出数据图如下:



(a) 丢包率-传输时间变化图



(b) 丢包率-吞吐量变化图

图 2.1: 丢包率对传输性能影响

实验结果分析 从表中数据和图表分析来看,随着丢包率的变化,停等协议和滑动窗口的传输时间均在增加,吞吐率均在下降,但滑动窗口的性能始终优于停等协议。但不能看出,随着丢包率的增加,滑动窗口和停等协议的吞吐率变得十分接近。这是因为当丢包率增加到一定程度时,滑动窗口发送的包一直丢失,此时会陷入长时间的多次重传,导致性能迅速降低。而停等协议相当于滑动窗口大小为 1 的滑动窗口协议,其重传只需要重传一个数据包,故丢包对其性能的影响不是很显著。

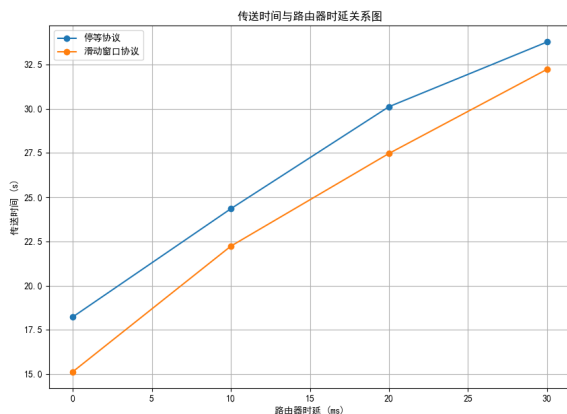
2.2 路由器时延对传输性能的影响

在测量路由器时延对传输性能的影响时,我们控制了丢包率为 5% 的条件下进行测试。

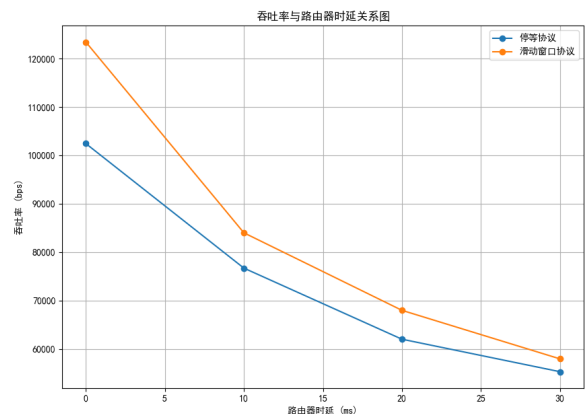
所用协议	停等协议		滑动窗口	
路由器时延	传送时间	吞吐率	传送时间	吞吐率
0	180.111	102465.8265	134.123	13927.15642
10	24.35	76687.96715	22.234	83986.32725
20	30.12	61997.07835	27.475	67965.49591
30	33.78	55279.81054	32.234	57931.12862
30	842.741	2216.519666	722.457	2585.554573

表 2: 路由器时延对传输性能的影响

绘制出图表如下:



(a) 路由器时延-传输时间变化图



(b) 路由器时延-吞吐率变化图

图 2.2: 路由器时延对传输性能影响

实验结果分析 对比不同路由器时延对于传输性能的影响,我们可以发现滑动窗口的性能优于停等协议。

这是因为在停等协议中,发送方在发送一个帧后必须等待确认(ACK)接收该帧的信号,然后才能发送下一个帧。这意味着在任何给定的时刻只有一个帧在传输。随着路由器时延增加,停等协议的性能降低,因为每个帧的往返时间(RTT)增加,导致吞吐率下降。

而滑动窗口协议允许发送方在等待确认的同时发送多个帧。窗口大小指定了不需要立即确认就能发送的帧的数量。这种机制减少了因等待确认而闲置的时间,从而在高延迟环境中提高了吞吐率和减少了传输时间。即使在增加的路由器时延下,由于可以继续发送数据包,使得线路利用率更高,滑动窗口协议仍然保持相对较高的吞吐率。

3 滑动窗口机制中不同窗口大小对性能的影响

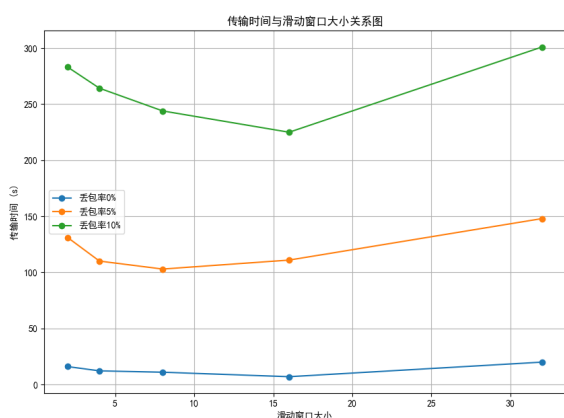
3.1 累积确认

在探讨累积确认下不同窗口大小对于传输性能的影响时，我选定了窗口大小分别为 2 4 8 16 32 64 几种情况进行测试，为避免路由器时延对于性能的影响，此处选取了时延为 0，丢包率为 5%、10%、15% 进行测试比较。实验数据展示如下：

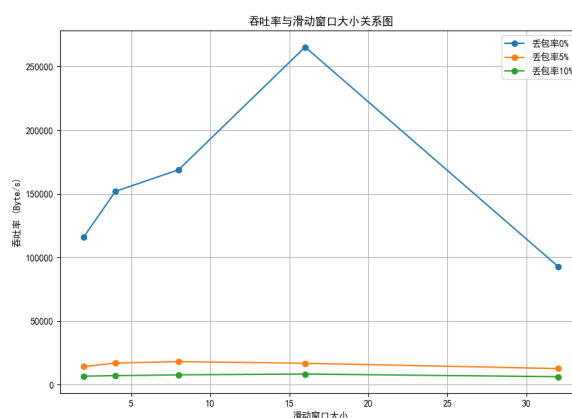
滑动窗口大小对传输性能的影响			
丢包率	滑动窗口大小	传送时间 (/s)	吞吐量 (Byte/s)
0	2	15.99980228	116079.747
0	4	12.22977472	151863.2225
0	8	10.99978992	168844.4064
0	16	6.99978992	265329.8201
0	32	19.99980228	92863.56805
5	2	130.9983441	14177.68303
5	4	110.1087743	16867.43869
5	8	102.996577	18032.18179
5	16	110.9963793	16732.55481
5	32	147.9962804	12549.32215
10	2	282.9974049	6562.791629
10	4	264.2524873	7028.327411
10	8	243.995749	7611.825237
10	16	224.9955884	8254.619627
10	32	300.9952547	6170.373024

表 3: 累积确认下滑动窗口大小对性能的影响

做出实验分析图表：



(a) 滑动窗口大小-传输时间变化图



(b) 滑动窗口大小-吞吐量变化图

图 3.3: 累积确认滑动窗口大小对传输性能影响

实验结果分析

1. 滑动窗口大小增加，传输时间先减小后增大：传输时间线减小是因为滑动窗口变大，一次性能发生的数据更多；而当增加到一定数额之后，传输时间反而增加，这是因为滑动窗口大小的增加会导致更多的数据被发送，而接收端始终每次只能接收一个数据包，导致大量发送的数据包被浪费而造成重传，因此时间的开销会增加，因而整体的传输时间会增大。所以滑动窗口的大小并不是越大越好。
2. 吞吐率与滑动窗口大小关系：滑动窗口大小增加，吞吐率提高：在丢包率为 0% 时，随着滑动窗口大小的增加，吞吐率也随之增加。这是因为较大的滑动窗口允许发送更多的数据，从而提高了吞吐率。但从实验图表来看，增加的并不明显，甚至有下降的趋势。据分析，在滑动窗口中，发送端我设置了一个缓冲区，多线程访问该共享缓冲区，来回切换线程并且通过上锁的形式控制同步，会增加额外的时间开销，因此吞吐率并没有很显著的变化。
3. 丢包率对传输时间有显著影响：随着丢包率的增加，传输时间急剧增加。这是因为在高丢包率的情况下，数据包需要进行重传，从而导致传输时间增加。相比之下，低丢包率下的传输时间相对较短。
4. 丢包率对吞吐率有显著影响：随着丢包率的增加，吞吐率急剧下降。高丢包率会导致大量数据包的丢失和重传，降低了数据传输的效率，因此吞吐率减小。

3.2 选择确认

滑动窗口大小对传输性能的影响			
丢包率	滑动窗口大小	传送时间 (/s)	吞吐率 (Byte/s)
0	2	14.03854652	132303.7252
0	4	5.995168935	309808.1172
0	8	2.915955672	636961.672
0	16	3.915955672	474303.6326
0	32	3.038546517	611263.3096
5	2	100.2064898	18535.2466
5	4	77.03104075	24111.73446
5	8	53.04233659	35016.40613
5	16	43.80883125	42396.74848
5	32	86.10015635	21571.99335
10	2	223.5176333	8309.644178
10	4	179.6873673	10336.57528
10	8	153.4534728	12103.68176
10	16	121.6711913	15265.33916
10	32	200.7387603	9252.582796

表 4: 选择确认下滑动窗口大小对性能的影响

做出实验图表：

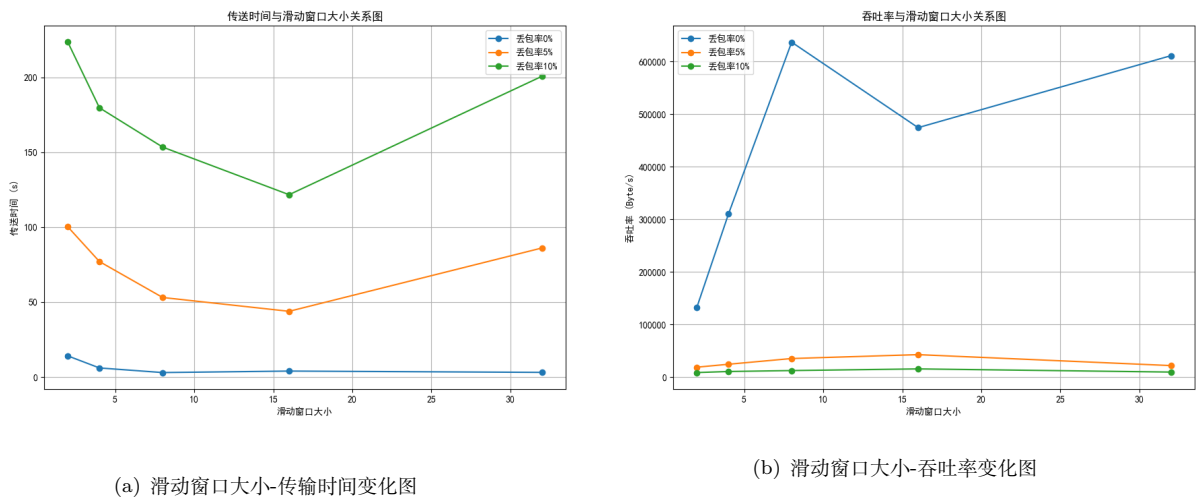


图 3.4: 选择确认下滑动窗口大小对传输性能影响

实验结果分析

1. 吞吐率的变化：随着滑动窗口大小的增加，吞吐率逐渐提高。这是因为较大的滑动窗口允许同时发送更多的数据包，从而提高了网络的利用率和数据传输速度。
2. 传输时间的变化：随着滑动窗口大小的增加，传输时间逐渐减少。较大的滑动窗口允许更多的数据同时在网络中传输，减少了传输的延迟和等待时间。但与累积确认的结果类似，当滑动窗口大小增加到一定带大小之后，传输时间反而增加，这是因为一次性发送大量数据包，会出现因为丢包或者超时导致的滑动窗口阻塞，或者网络情况比较拥堵的情况下，会加重阻塞，导致传输时间的延长，传输性能的降低。
3. 丢包率的影响：在低丢包率的情况下，随着滑动窗口大小的增加，吞吐率提高，传输时间减少。这是因为数据包很少丢失，较大的窗口允许更多数据同时传输，提高了性能。在高丢包率的情况下，尤其是丢包率为 5% 和 10% 时，吞吐率的增加受到限制，而且增加滑动窗口大小可能不会显著提高吞吐率。这是因为高丢包率导致了更多的数据包丢失，增加窗口大小可能会导致更多的重传，降低了性能提升的幅度。
4. 滑动窗口大小的选择：在选择确认的情况下，要选择适当的滑动窗口大小以平衡吞吐率和传输时间。较小的窗口大小可能导致较低的吞吐率，但较短的传输时间。较大的窗口大小可能提高吞吐率，但可能会增加传输时间，并且在高丢包率的情况下可能效果有限。

4 滑动窗口机制中相同窗口大小情况下，累计确认和选择确认的性能比较

综合上一节中的实验数据，我选择对比丢包率为 0% 和 5% 的情况下，窗口大小为 4，路由器时延为 0ms 对比选择确认和累积确认的性能。绘制出数据表如下：

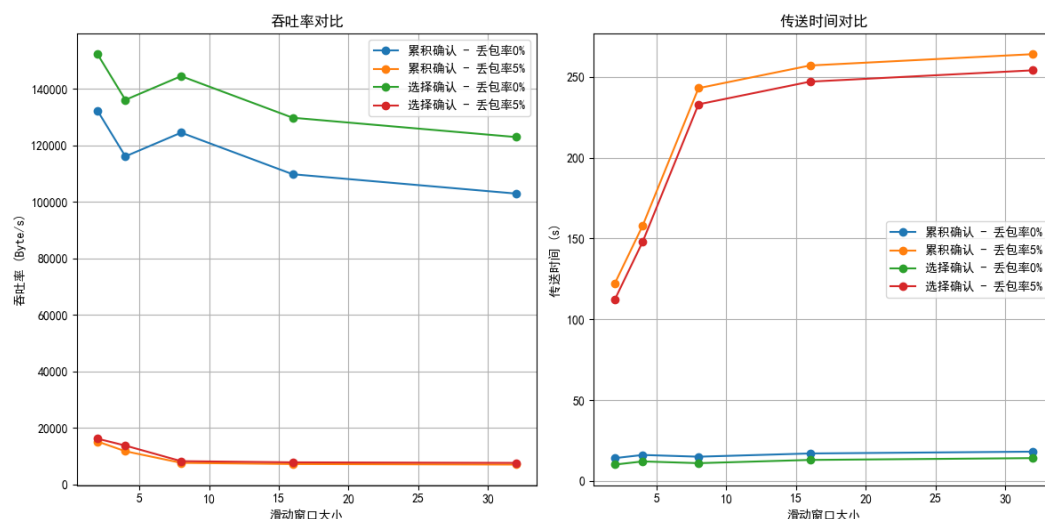


图 4.5: 累积确认和选择确认性能比较

实验结果分析

1. 吞吐率: 在相同滑动窗口大小和丢包率下, 选择确认具有更高的吞吐率, 这是因为选择确认的接收端增加了一个接收缓冲区, 能够接收大量的数据包, 避免了数据包的丢失和重发, 提高了传输效率。
2. 传输时间: 在相同滑动窗口大小和丢包率下, 选择确认通常具有更短的传输时间, 这是因为选择确认能降低重传次数, 提升传输效率。

5 实验总结与思考

本次实验对比了停等协议与滑动窗口的性能比较, 发现滑动窗口相比于停等协议有更好的传输性能, 这也符合我们的理论预期。同样, 我还对比了滑动窗口选择确认和累积确认下的不同窗口大小对于传输性能的影响, 可以得到的结果是传输性能随着窗口大小变化呈现先提高后减小的趋势, 因为传输窗口过大, 在一个窗口内丢包的概率会提高, 会出现滑动窗口无法向前滑动的情况, 导致传输时间变长。最后对比了选择确认和累积确认的性能对比, 选择确认的传输性能要优于累积确认的传输性能, 因为其能同时接收更多的数据包而不丢弃, 但在较高丢包率时其传输性能和累积确认的低, 说明选择确认适合丢包率较低时网络延迟较高的网络情况。