

南开大学

计算机网络实验报告

Lab3-4



学院：网络空间安全学院

专业：信息安全、法学

学号：2113203

姓名：付政烨

班级：信安法班

摘要

本实验对比分析了停等机制与滑动窗口机制（GBN 和 SR 协议）在计算机网络中的性能差异。实验通过控制网络时延和丢包率，研究了这些协议在不同条件下的表现。实验结果表明，随着时延的增加和丢包率的提高，所有协议的传输总时长增加，吞吐率下降。在高丢包率和高时延环境中，SR 协议相较于 GBN 协议表现出更好的性能，尤其是在高丢包率的情况下。此外，实验还探讨了滑动窗口大小对性能的影响，发现合适的窗口大小能显著提高传输效率。

关键字：性能比较； 停等机制与滑动窗口； GBN 与 SR

目录

一、 实验要求	1
二、 停等机制与滑动窗口机制性能对比分析	1
(一) 网络时延为 0 时, 不同丢包率对性能的影响	1
(二) 丢包率为 0 时, 不同网络时延对性能的影响	2
三、 滑动窗口机制中不同窗口大小对性能的影响	2
(一) 在 0 时延和 0 丢包率条件下, 滑动窗口大小对性能的影响	2
(二) 在 0 时延条件下, 丢包率和滑动窗口大小对性能的影响 (以 GBN 为例)	3
(三) 在 0 丢包率条件下, 时延和滑动窗口大小对性能的影响 (以 GBN 为例)	4
四、 滑动窗口机制 GBN 和 SR 的性能对比	4
(一) 网络时延为 0 时, 不同丢包率对性能的影响	4
(二) 丢包率为 0 时, 不同网络时延对性能的影响	5
五、 实验心得与体会	5
六、 附件 (实验数据)	6

一、 实验要求

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。

- 控制变量法：对比时要控制单一变量（算法、窗口大小、延时、丢包率）
- Router：可能会有较大延时，传输速率不作为评分依据，也可自行设计
- 延时、丢包率对比设置：要有梯度（例如 30ms, 50ms, ...；5%，10%，...）
- 测试文件：必须使用助教发的测试文件（1.jpg、2.jpg、3.jpg、helloworld.txt）
- 性能测试指标：时延、吞吐率，要给出图、表并进行分析

说明：在本研究中，以便优化测试时间的利用，我们选用了具有代表性的测试文件 1.jpg 进行了程序测试。同时，在未特殊明确的情况下，滑动窗口的大小默认为 8，并且发送信息的缓冲区大小被设置为 4096 字节。

二、 停等机制与滑动窗口机制性能对比分析

（一） 网络时延为 0 时，不同丢包率对性能的影响

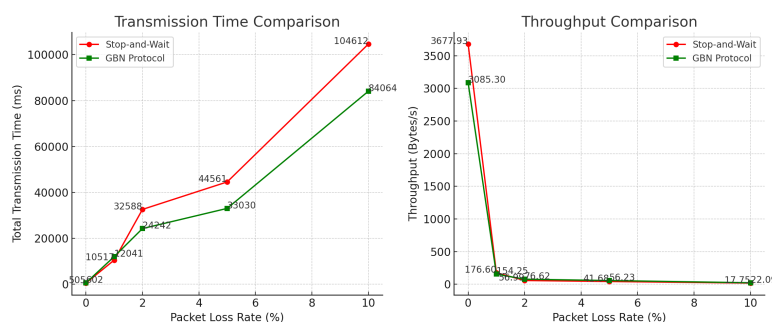


图 1: 改变丢包率

- **传输总时长：**在不同的丢包率下，GBN 协议相比停等机制通常需要更长的时间来完成相同的数据传输。这是因为，由于滑动窗口采用的是 GBN 协议，当丢包率较高时，由于 GBN 协议每次都要将发送缓存区中的分组全部重发，所以传输时间反而比停等协议更长。
- **吞吐率：**在无丢包的情况下，停等机制的吞吐率高于 GBN 协议。但随着丢包率的增加，两者的吞吐率都显著下降，且停等机制的下降幅度更大。在高丢包率下，GBN 协议的吞吐率优于停等机制。
- **对比：**当丢包率较低时，停等机制在吞吐率上表现更好，但随着丢包率的增加，GBN 协议在保持较高吞吐率方面具有优势。这表明在高丢包环境中，GBN 协议更为有效。

(二) 丢包率为 0 时, 不同网络时延对性能的影响

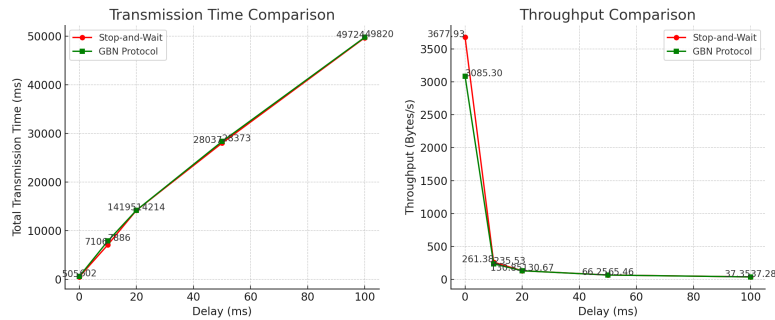


图 2: 改变时延

- **传输总时长:** 在所有时延情况下, 滑动窗口 (GBN) 的传输总时长略长于停等机制。这是因为, 当时延超过阈值时会发生超时重传现象, 停等机制会重发该分组, 但滑动窗口机制会重发窗口内所有未确认的分组, 相对于停等机制效率会低。
- **吞吐率:** 在无时延的情况下, 停等机制的吞吐率高于滑动窗口协议。但随着时延的增加, 两种协议的吞吐率都显著降低, 且下降幅度相似。这表明时延对两种协议的影响是类似的。
- **对比:** 在无时延的情况下, 停等机制在吞吐率上优于滑动窗口。然而, 随着时延的增加, 两种协议的性能差异逐渐减小。这表明在高时延环境中, 滑动窗口协议的稳定性稍好于停等机制。

三、 滑动窗口机制中不同窗口大小对性能的影响

(一) 在 0 时延和 0 丢包率条件下, 滑动窗口大小对性能的影响

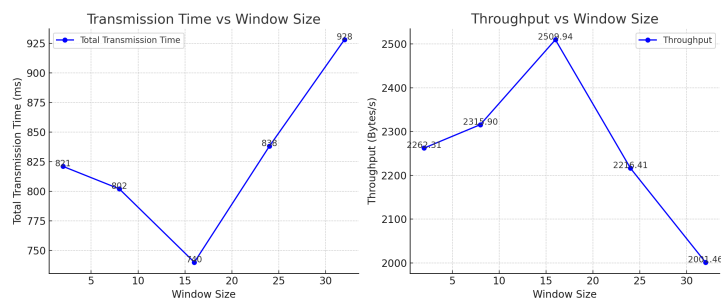


图 3: GBN

- 当窗口大小从 2 增加到 16 时, 传输总时长减少, 吞吐率增加。这表明在无丢包和无时延的情况下, 增加窗口大小可以提高性能。
- 然而, 当窗口大小超过 16 后, 性能开始下降, 吞吐率减少。这可能是因为过大的窗口容易造成网络堵塞, 接收端来不及接收数据包, 进而造成丢包、延时, 从而不断重复发包, 因此吞吐率反而开始下降。

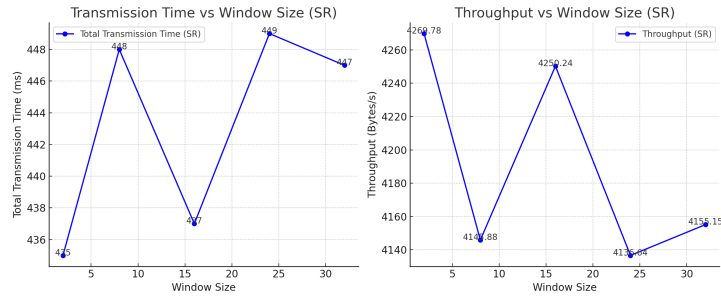


图 4: SR

- 在不同窗口大小下，SR 协议的传输总时长相对稳定，变化不大。窗口大小从 2 到 32 的变化中，传输总时长略有波动，但整体保持在 435ms 到 449ms 之间。
- 吞吐率在不同窗口大小下也显示出相对稳定的趋势。窗口大小的增加并没有导致吞吐率显著提高，吞吐率大体维持在 4136.64 Bytes/s 到 4269.78 Bytes/s 之间。
- 在网络时延为 0 和丢包率为 0% 的理想环境下，窗口大小对 SR 协议的性能影响较小。这是因为在无时延和无丢包的情况下，相比于 GBN 即使窗口大小增加，也不会导致网络拥塞或数据包丢失，因此传输效率保持稳定。由于 SR 协议允许接收方接受非顺序的数据包并独立确认每个数据包，它可以更有效地利用网络资源。在理想的网络条件下，这意味着窗口大小的变化不会对性能产生显著影响，因为协议本身就能高效处理数据包的传输和确认。

(二) 在 0 时延条件下，丢包率和滑动窗口大小对性能的影响 (以 GBN 为例)

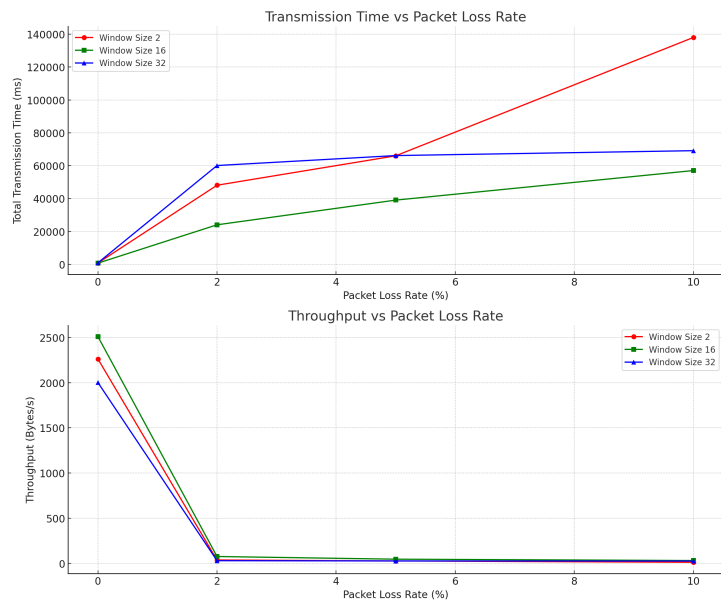


图 5: 改变丢包率和滑动窗口大小

- 对于所有窗口大小，随着丢包率的增加，传输总时长显著增加，吞吐率显著下降。
- 较小的窗口大小（如 2）在高丢包率下的性能下降更为显著。较大的窗口（如 16 和 32）在面对丢包时表现出更好的抵抗力。（但是从理论上讲，当丢包率较低时，不同窗口大小的传

输时间差别不大；当丢包率较高时，随着窗口大小增大，传输时间增大，吞吐率减小。因为如果一个包丢失，那么在发送缓冲区中后面发送的包都是无意义的，所以窗口越大，一旦数据报丢失，要重发的数据报就越多，这就导致了窗口变大，性能反而下降。）

(三) 在 0 丢包率条件下，时延和滑动窗口大小对性能的影响 (以 GBN 为例)

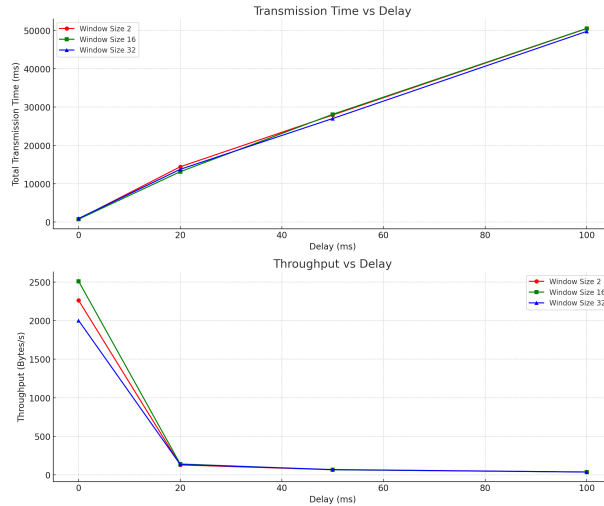


图 6: 改变时延和滑动窗口大小

- 在所有窗口大小下，随着时延的增加，传输总时长增加，吞吐率下降。
- 较大的窗口大小（如 32）在高时延环境下保持了相对较高的吞吐率，表明其在处理网络延迟方面具有优势。

四、 滑动窗口机制 GBN 和 SR 的性能对比

(一) 网络时延为 0 时，不同丢包率对性能的影响

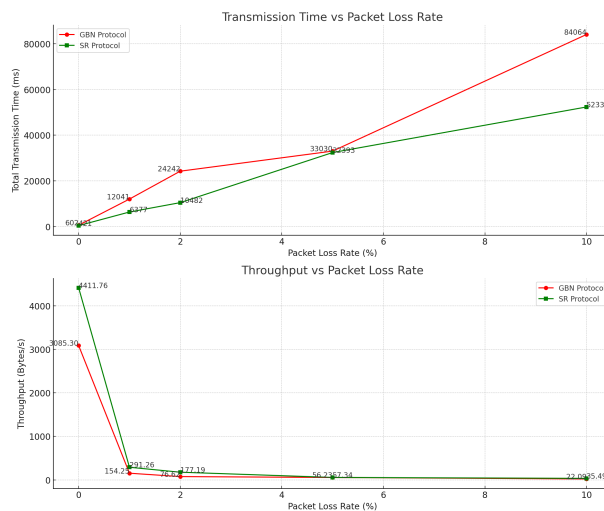


图 7: 改变丢包率

1. **传输总时长：**在所有丢包率条件下，SR 协议的传输总时长都显著低于 GBN 协议。随着丢包率的增加，两种协议的传输总时长都增加，但 SR 协议的增加幅度较小。
2. **吞吐率：**SR 协议在不同丢包率条件下的吞吐率都显著高于 GBN 协议。对于两种协议，随着丢包率的增加，吞吐率都降低，但 GBN 协议的降低幅度更大。
3. **分析原因：**SR 协议允许接收方接受并缓存非顺序的数据包，而且只重传丢失或损坏的数据包。这种机制在面对丢包时更为灵活和高效，因为它避免了不必要的重传，尤其是在高丢包率的环境中。GBN 协议采用的是累积确认机制，如果一个数据包丢失，即使后续数据包已经到达接收方，发送方也需要从丢失的数据包开始重传所有数据包。这导致在高丢包率条件下，GBN 协议的传输效率大幅降低。

(二) 丢包率为 0 时，不同网络时延对性能的影响

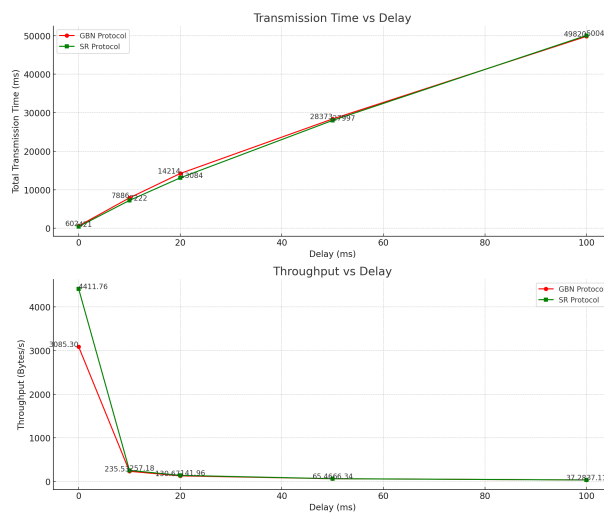


图 8: 改变时延

- 在时无延的情况下，SR 协议比 GBN 协议有更短的传输总时长和更高的吞吐率。
- 随着时延的增加，两种协议的吞吐率都下降，但 SR 协议的吞吐率通常高于 GBN 协议（原因同上）。

五、实验心得与体会

通过本次实验，深刻理解了停等机制与滑动窗口机制在网络通信中的重要性和应用场景。实验中观察到，SR 协议在面对网络挑战时比 GBN 更具韧性，这强化了我对网络协议优化策略的理解。同时，我也认识到合理设置窗口大小对提高网络吞吐率和降低延迟的重要性。通过实际操作和数据分析，我对计算机网络的运作原理有了更加深刻的理解，这对我的学术和职业发展大有裨益。

六、 附件 (实验数据)

网络时延为 0 时, 不同丢包率对性能的影响

丢包率 (%)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	505	3677.93
1	10517	176.605
2	32588	56.995
5	44561	41.6811
10	104612	17.7547

表 1: 停等机制

丢包率 (%)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	602	3085.3
1	12041	154.252
2	24242	76.6171
5	33030	56.2323
10	84064	22.0945

表 2: 滑动窗口 (GBN 协议)

丢包率为 0 时, 不同网络时延对性能的影响

时延 (ms)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	505	3677.93
10	7106	261.378
20	14195	130.846
50	28037	66.2465
100	49724	37.3532

表 3: 停等机制

时延 (ms)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	602	3085.3
10	7886	235.525
20	14214	130.671
50	28373	65.462
100	49820	37.2813

表 4: 滑动窗口 (GBN 协议)

在 0 时延和 0 丢包率条件下，滑动窗口大小对性能的影响

窗口大小	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
2	821	2262.31
8	802	2315.9
16	740	2509.94
24	838	2216.41
32	928	2001.46

表 5: 不同窗口大小下的性能 (GBN) %

窗口大小	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
2	435	4269.78
8	448	4145.88
16	437	4250.24
24	449	4136.64
32	447	4155.15

表 6: 不同窗口大小下的性能 (SR) %

在 0 时延条件下，丢包率和滑动窗口大小对性能的影响 (以 GBN 为例)

丢包率 (%)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	821	2262.31
2	48123	38.596
5	66018	28.134
10	138012	13.4579

表 7: 滑动窗口大小: 2

丢包率 (%)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	740	2509.94
2	24051	77.2256
5	39073	47.5355
10	57053	32.5549

表 8: 滑动窗口大小: 16

丢包率 (%)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	928	2001.46
2	60110	30.8992
5	66163	28.0724
10	69142	26.8629

表 9: 滑动窗口大小: 32

在 0 丢包率条件下, 时延和滑动窗口大小对性能的影响 (以 GBN 为例)

时延 (ms)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	821	2262.31
20	14423	128.777
50	27926	66.5098
100	50492	36.7851

表 10: 滑动窗口大小: 2

时延 (ms)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	740	2509.94
20	13138	141.373
50	28108	66.0792
100	50531	36.7567

表 11: 滑动窗口大小: 16

时延 (ms)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	928	2001.46
20	13759	134.992
50	27013	68.7577
100	49756	37.3292

表 12: 滑动窗口大小: 32

网络时延为 0 时, 不同丢包率对性能的影响

丢包率 (%)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	602	3085.3
1	12041	154.252
2	24242	76.6171
5	33030	56.2323
10	84064	22.0945

表 13: GBN 协议

丢包率 (%)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	421	4411.76
1	6377	291.258
2	10482	177.195
5	32393	57.3381
10	52336	35.489

表 14: SR 协议

丢包率为 0 时, 不同网络时延对性能的影响

时延 (ms)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	602	3085.3
10	7886	235.525
20	14214	130.671
50	28373	65.462
100	49820	37.2813

表 15: GBN 协议

时延 (ms)	传输总时长 (ms)	吞吐率 (Bytes/s)
0	421	4411.76
10	7222	257.18
20	13084	141.956
50	27997	66.3411
100	50048	37.1114

表 16: SR 协议

参考文献