Question (Error! Reference source not found.)

1)จากการศึกษาไฟล์ TCPServer_FlowControl.py หลังจากตอบรับการเชื่อมต่อจากฝั่ง client ในแต่ละ connection ฝั่ง server จะวนซ้ำเพื่อเรียกคำสั่ง connectionSocket.send เป็นจำนวนกี่ครั้ง?

Answer 3ครั้ง (ได้จากการศึกษา source code ของไฟล์ TCPServer_FlowControl.py เนื่องจากเมื่อมีการตอบรับการเชื่อมต่อจากฝั่ง Client ในแต่ละ connection จะมีการส่ง quote ไปทีละ quote ซึ่งมีทั้งหมด3quoteก็คือจำนวน quoteใน list quotesนั่นเอง)

2)จากไฟล์ Lab07-A1.txt พบว่า ฝั่ง client มีการ วนซ้ำ เพื่อ อ่านข้อมูลจาก receive buffer ด้วยคำสั่ง clientSocket.recv เป็นจำนวนกี่ครั้ง? แต่ละครั้งได้ข้อความ ใดบ้าง?

Answer มีจำนวน 2ครั้งด้วยกัน(ผู้ทำการทดลองได้ทำการระบุขนาด client process เป็นจำนวน3ครั้งด้วยกัน)

โดยครั้งแรกได้quotesมาทั้งหมดใน list quotesและครั้งสุดท้ายไม่ได้ข้อความกลับมา

3)จากไฟล์ Lab07-A2.txt พบว่าฝั่ง client มีการวนซ้ำเพื่ออ่านข้อมูลจาก receive buffer ด้วยคำสั่ง clientSocket.recv เป็นจำนวนกี่ครั้ง? แต่ละครั้งได้ข้อความใดบ้าง?

Answer มีจำนวน 4ครั้งด้วยกัน(ผู้ทำการทดลองได้ทำการระบุขนาด client process เป็นจำนวน4ครั้งด้วยกัน)

โดยครั้งแรก ได้ประโยคว่า “The Internet is literally a network of networks.The Internet liv”

ครึ่งที่สอง ได้ประโยคว่า “es where anyone can access it.The idea that you can somehow eras”

ครั้งที่สาม ได้ประโยคว่า “e the Internet is silly.”

ครั้งสุดท้ายไม่ได้ข้อความกลับมา

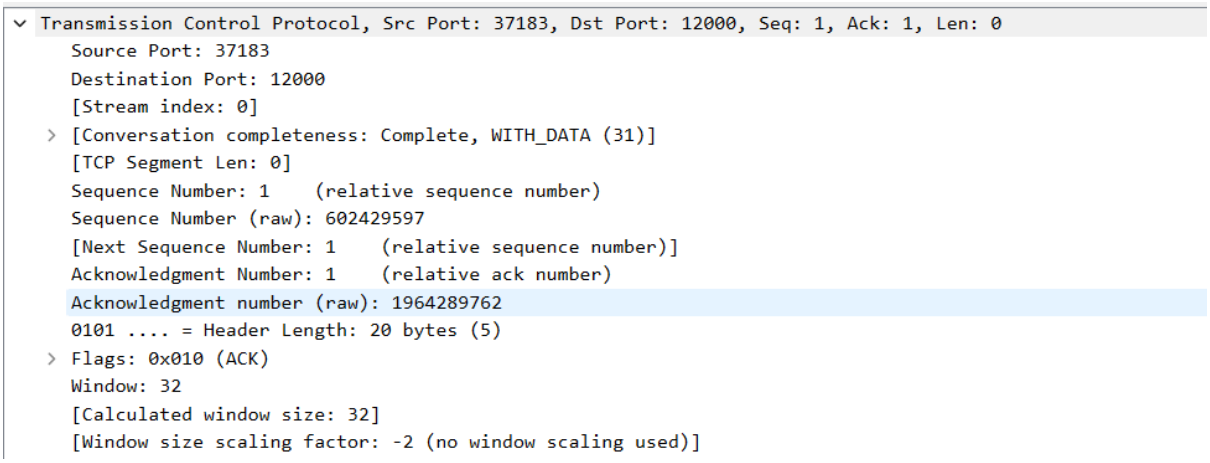
4)จากข้อ 1) ข้อ 2) และ ข้อ 3) ในการส่งข้อมูลผ่าน TCP ฝั่งผู้รับข้อมูลทราบหรือไม่ว่าฝั่งผู้ส่งเรียกฟังก์ชัน send เพื่อส่งข้อมูลเป็นจำนวนกี่ครั้ง? และผู้รับทราบหรือไม่ว่าผู้ส่งเรียกฟังก์ชันsendแต่ละครั้งส่งข้อมูลเท่าใดและสิ้นสุดลงที่ใด

Answer Client ไม่สามารถรู้ได้ว่าผู้ส่งได้ทำการเรียกฟังก์ชัน send เป็นจำนวนกี่ครั้งหรือข้อมูลแต่ละครั้งมีขนาดเท่าไรและสิ้นสุดที่ใด (ไม่พบ field ใน file capture ของส่วน TCPที่บ่งบอกข้อมูลเหล่านี้รวมถึงการ implement socket programming)

5)จาก ไฟล์ packet capture แต่ละไฟล์จงพิจารณา TCP segment ที่สามจาก 3-way handshake ซึ่งเป็นการส่ง ACK จากฝั่ง client ไปยัง server จงตรวจสอบว่า Window ใน TCP header มีค่าเป็นเท่าใด? Wireshark คำนวณ Calculated window size ออกมาเป็นค่าเท่าใด? Window size scaling factor มีค่าเป็นเท่าใด?

Answer จากที่สังเกตในไฟล์ที่ทำการ capture เอาไว้พบว่าค่า Window และ Calculated window size จะมีค่าเท่ากันเป็น min(65535, receive buffer) และ Window size scaling factor เป็น -2

6) จากข้อ 5)ฝั่ง client process มีการสื่อสารค่า Window size scaling factor ไปยังฝั่ง server process เมื่อใด?ค่าดังกล่าวอยู่ใน field ใดของ TCP header?



Answer มีการสื่อสารค่า Window size scaling factor ไปยัง server process เมื่อ Client connect ไปยัง server (ในตอนที่ client ส่งACKกลับไปยัง server) และค่าดังกล่าวไม่ได้อยู่ใน fieldใดในheaderแต่เป็นค่าจากการคำนวณของจาก wireshark

7) จากข้อ 5)จงพิจารณาค่าWindow ค่าCalculated window size และค่า Window size scaling factor ค่าทั้งสามมีความสัมพันธ์กันอย่างไร?จงอธิบาย

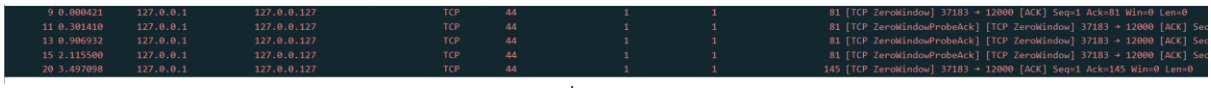
Answer Calculated window size = Window Size * Scaling factor

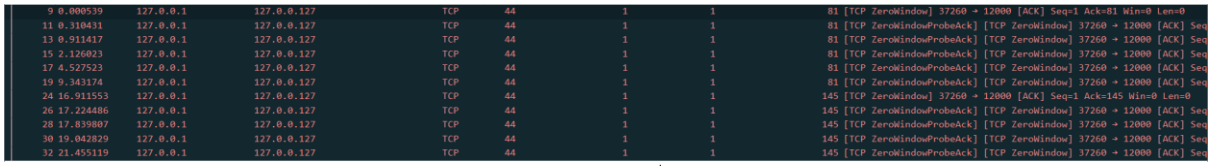
Window size : ขนาดของ window ในปัจจุบัน

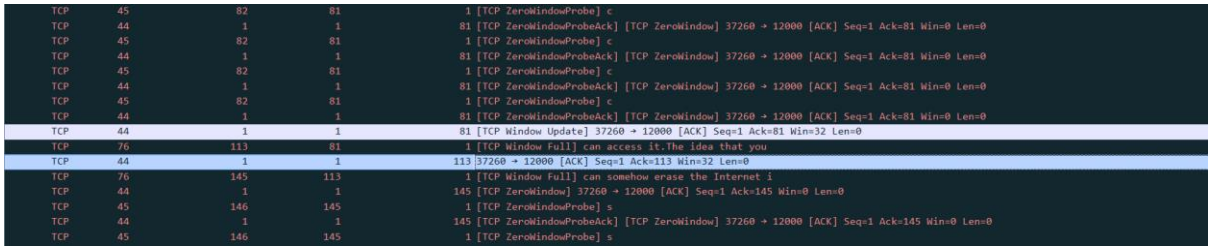
Scaling factor: ตัวคูณที่ถูกส่งกลับทาง acknowledgement จากผู้รับไปยังผู้ส่งเพื่อระบุการร้องขอขนาดหน้าต่างใหม่

Calculated window size : ขนาด window size ใหม่ที่ถูกร้องขอซึ่งมีค่าตามความสัมพันธ์ทางด้านบน

8) ตรวจสอบไฟล์Lab07-A4.pcapng และไฟล์Lab07-A5.pcapng พบว่า TCP segment แรกที่มีการส่ง payload (the first data-delivery TCP segment) อยู่ใน packet หมายเลขใด? และนำส่งTCP payload ขนาดเท่าใด?







```
        [TCP Segment Len: 32]
        Sequence Number: 1    (relative sequence number)
        Sequence Number (raw): 1964289762
        [Next Sequence Number: 33    (relative sequence number)]
        Acknowledgment Number: 1    (relative ack number)
        Acknowledgment number (raw): 602429597
        0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
      > Flags: 0x010 (ACK)
        Window: 65495
        [Calculated window size: 65495]
        [Window size scaling factor: -2 (no window scaling used)]
        Checksum: 0xf13c [unverified]
        [Checksum Status: Unverified]
        Urgent Pointer: 0
      > [Timestamps]
      > [SEQ/ACK analysis]
        TCP payload (32 bytes)
    > Data (32 bytes)
```

Answer อยู่ใน packet หมายเลข 4ของไฟล์ Lab07-A4.pcapng (จาก packets list pane)และมีการนำส่ง TCP payload ขนาด 32 bytes(จาก packet details pane ในส่วน TCP protocol)

9) ตรวจสอบไฟล์ทั้ง 5 ในไฟล์ใดบ้างที่เกิดเหตุการณ์ฝั่งผู้รับประกาศไปยังฝั่งผู้ส่งข้อมูลว่าขนาด TCP Window มีค่าเป็น 0? และเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นครั้งแรกที่ packet หมายเลขใดในแต่ละไฟล์

```
 9 0.000421   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindow] 37183 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=81 Win=0 Len=0
11 0.301410   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37183 → 12000 [ACK] Sec
13 0.906932   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37183 → 12000 [ACK] Sec
15 2.115500   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37183 → 12000 [ACK] Sec
20 3.497098   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1  145 [TCP ZeroWindow] 37183 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=145 Win=0 Len=0
```

(ไฟล์ Lab07-A4 ที่มีขนาด window size เป็น 0)

```
 9 0.000539   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=81 Win=0 Len=0
11 0.310431   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
13 0.911417   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
15 2.126023   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
17 4.527523   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
19 9.343174   127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1   81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
24 16.911553  127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1  145 [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=145 Win=0 Len=0
26 17.224486  127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1  145 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
28 17.839807  127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1  145 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
30 19.042829  127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1  145 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
32 21.455119  127.0.0.1   127.0.0.127   TCP  44  1  1  145 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq
```

(ไฟล์ Lab07-A5 ที่มีขนาด window size เป็น 0)

Answer 2ไฟล์คือ Lab07-A4,Lab07-A5 โดยไฟล์ Lab07-A4 มีหมายเลข 9,11,13,15,20

และ Lab07-A5 มีหมายเลข 9,11,13,15,17,19,24,26,28,30,32

10) หลังจากเกิดเหตุการณ์ตามข้อ9)ฝั่งผู้ส่งมีการส่ง TCP segment ที่มีลักษณะอย่างไรออกไป เพื่อสอบถามความพร้อมรับข้อมูลของฝั่งผู้รับ?(คำใบ้: โปรดสังเกตขนาดTCP payload ของ TCP segment เหล่านี้ว่ามีขนาดเท่าใด) Wireshark มีการระบุข้อความเฉพาะในคอลัมน์ Info ของ packet เหล่านี้เป็นข้อความว่าอะไร?

```
TCP  45  82   81     1 [TCP ZeroWindowProbe] c
TCP  44  1    1     81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=81 Win=0 Len=0
TCP  45  82   81     1 [TCP ZeroWindowProbe] c
TCP  44  1    1     81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=81 Win=0 Len=0
TCP  45  82   81     1 [TCP ZeroWindowProbe] c
TCP  44  1    1     81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=81 Win=0 Len=0
TCP  45  82   81     1 [TCP ZeroWindowProbe] c
TCP  44  1    1     81 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=81 Win=0 Len=0
TCP  44  1    1     81 [TCP Window Update] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=81 Win=32 Len=0
TCP  76  113  81     1 [TCP Window Full] can access it.The idea that you
TCP  44  1    1    113 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=113 Win=32 Len=0
TCP  76  145  113    1 [TCP Window Full] can somehow erase the Internet i
TCP  44  1    1    145 [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=145 Win=0 Len=0
TCP  45  146  145    1 [TCP ZeroWindowProbe] s
TCP  44  1    1    145 [TCP ZeroWindowProbeAck] [TCP ZeroWindow] 37260 → 12000 [ACK] Seq=1 Ack=145 Win=0 Len=0
TCP  45  146  145    1 [TCP ZeroWindowProbe] s
```

Answer ฝั่งผู้ส่งได้ทำการส่ง TCP segment เป็นข้อมูลขนาด 1byte และ Wireshark ได้ทำการระบุข้อความเฉพาะใน info ของ packet เหล่านี้เป็น character ‘c’ บ้างไม่ก็ ‘s’

11) จากกรณีที่ฝั่งผู้ส่งข้อมูลส่ง packets ตามข้อ10) โปรดสังเกตว่าฝั่งผู้ส่งมีการเว้นช่วงระยะเวลาในการส่งpacket เป็นเวลาเท่าใดบ้าง? เว้นช่วงระยะเวลาเท่ากันหรือไม่ในแต่ละครั้ง? หากไม่เท่ากันการเว้นช่วงระยะเวลาในแต่ละครั้งมีการเพิ่มหรือมีการลดในลักษณะอย่างไร? จงอธิบาย

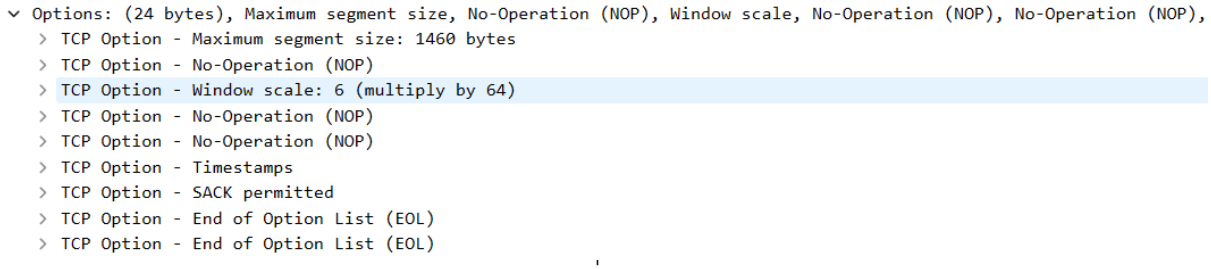
Answer จากรูปมีการเพิ่ม Time since previous frame ไว้เป็นอีก column จะเห็นว่าหาก window size ยังเป็น 0 จะทำให้เวลาที่ใช้ในการส่งเพิ่มขึ้น 2เท่าเมื่อเทียบกับ frame ก่อนหน้าที่ได้รับ

12) ฝั่งผู้ส่งทราบได้อย่างไรว่าฝั่งผู้รับพร้อมที่จะรับข้อมูลต่อแล้ว?

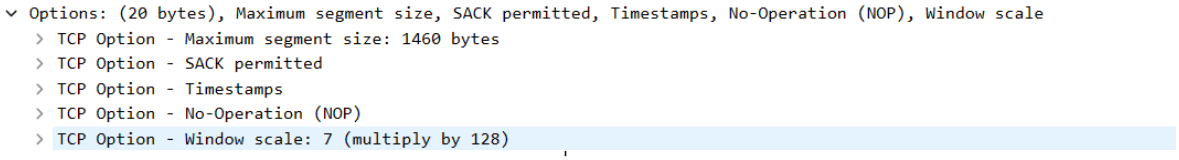
Answer ผู้รับมีการส่ง Acknowledgment กลับคืนไปหาผู้ส่ง

Questions B

13) ในขั้นตอน3-way handshake เพื่อสร้างการเชื่อมต่อ ฝั่ง client process ประกาศว่ารองรับMaximum Segment Size (MSS) ค่าเท่าใด? server process ประกาศว่ารอบรับMaximum Segment Size ค่าเท่าใด?



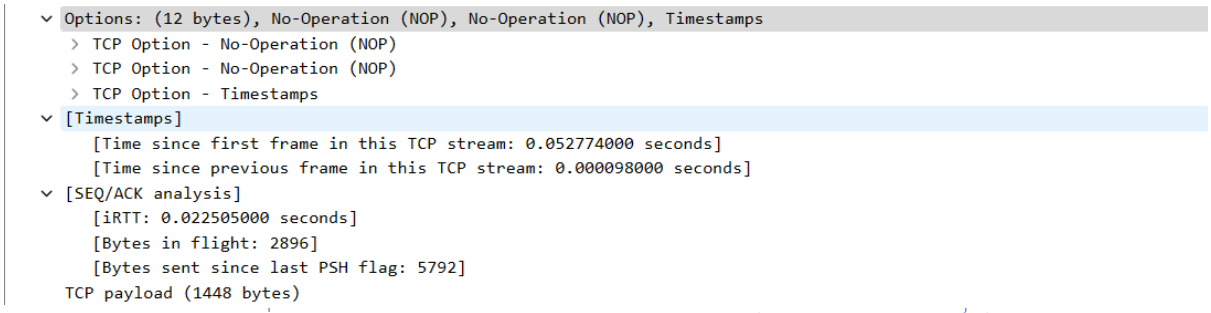
(ฝั่ง client)



(ฝั่ง server)

Answer จะเห็นว่าทั้งฝั่ง server และ client นั้นมีค่า maximum segment size เป็น 1460 bytes ทั้งคู่ (จาก field options ใน TCP protocol)

14) ในกรณีนี้ ระหว่าง client และ server ฝั่งใดเป็นผู้ส่งข้อมูล? หากพิจารณาTCP segment ที่นำส่งข้อมูล (data-delivering TCP segment) แต่ละ segment มีขนาดของ TCP payload เป็นเท่าใด?ค่าดังกล่าวเท่ากับ MSS ที่ฝั่งผู้รับประกาศไว้ในข้อ 13)หรือไม่? กรณีที่มีค่าไม่เท่ากันโปรดระบุว่าเป็นเพราะสาเหตุใด?(คำใบ้: โปรดสังเกต TCP header ว่ามีการใช้options ใดหรือไม่)



Answer จากการสังเกตพบว่าฝั่ง client เป็นผู้ส่งข้อมูล ค่าขนาดของ payload ดังกล่าวมีค่าเป็น 1448 bytes ซึ่งมีค่าน้อยกว่า maximum segment size เพราะว่าอีก 12 bytes เป็นข้อมูล options ใน TCP header

15) จากข้อ14)สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างของค่า Maximum Segment Size ค่าขนาดความยาวของ TCP header (TCP header length) และขนาด TCP payload ได้ว่าอย่างไร?

Answer จะพบว่า mss = TCP payload + TCP header length -20 (โดยที่ 20 = TCP header length – TCP options)

Mss = TCP payload + TCP options (ดังความสัมพันธ์ในข้อที่ 14 เมื่อแทน 20ด้วยนิพจน์ดังกล่าว)

16) จากกราฟรูปแบบ Time-Sequence (Stevens) จงพิจารณาชุดของ packets ที่ส่งต่อเนื่องกันในช่วงเวลาใกล้เคียงกับเวลาดังนี้t = 0.024, t = 0.053, t = 0.081 และ t = 0.1 ในแต่ละช่วงเวลาที่ส่งสามารถอนุมานว่าTCP ทำงานอยู่ใน slow start phase, congestion avoidance phase หรือ phase อื่นใด?

Answer slow start phase เพราะว่า congestion window เพิ่มขึ้นเป็น 2เท่าทุกครั้งโดยเริ่มจาก t = 0.024 (มี packet ส่ง 3,6,12,24 packet ตามลำดับในแต่ละเวลาที่กำหนด)

17) การส่งTCP segment แต่ละชุดจากที่ปรากฏในกราฟสามารถสังเกตได้ว่ามีรอบการส่งออกไปเป็นระยะๆ ช่วงรอบระยะเวลาดังกล่าวสามารถบ่งบอกถึงอะไรได้?

Answer ระยะเวลาในการรอเพื่อจะส่ง packetใน sender window อีกครั้ง (รอ acknowledgment จาก receiver)

18) หลังจากสร้างการเชื่อมต่อสำเร็จ ฝั่งผู้ส่งข้อมูล ส่งข้อมูลต่อเนื่องออกไปเป็นจำนวนกี่ segment โดยที่ไม่ต้องรอ acknowledgement?

Answer 4packets (สังเกตจาก tcp stevens graph ที่ให้มา)

Reference :

ข้อ 16: https://networkers-online.com/p/tcp-protocol-slow-start