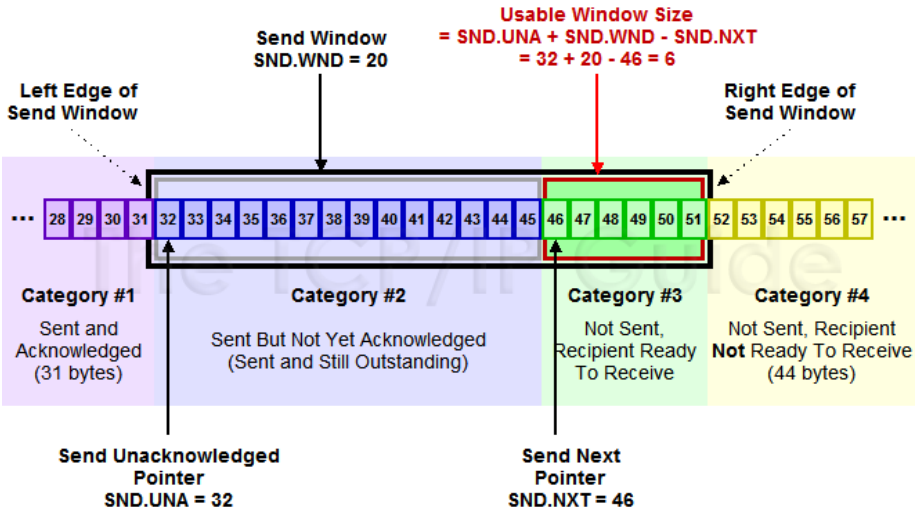
กิจกรรมที่ 8 : TCP Window

กิจกรรมครั้งนี้จะเป็นการทำความเข้าใจกับโปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) ให้มากยิ่งขึ้น โดยเน้นเรื่องของ TCP Window โดย TCP Window จะแบ่งออกเป็น send Window และ receive Window

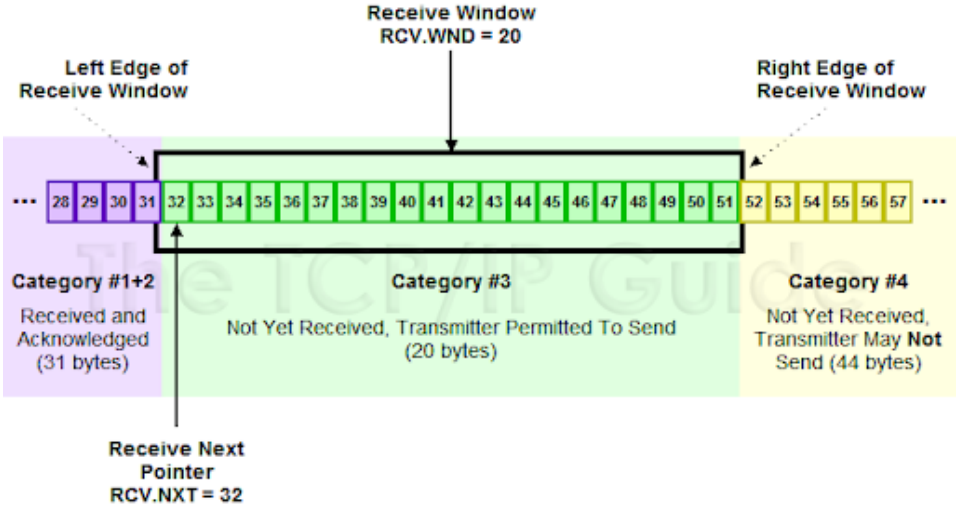
ใน send window จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

- ข้อมูลที่ส่งแล้วและได้รับ Acknowledge ไปแล้ว
- ข้อมูลที่ส่งไปแล้วแต่ยังไม่ได้รับ Acknowledge (ใน Wireshark จะเรียกว่า byte in flight)
- ข้อมูลที่ยังไม่ได้ส่ง และ ฝั่งรับสามารถรับได้ (ตามขนาดของ receive window)
- ข้อมูลที่ยังไม่ได้ส่ง และ ฝั่งรับไม่พร้อมจะรับเนื่องจากขนาดของ receive window

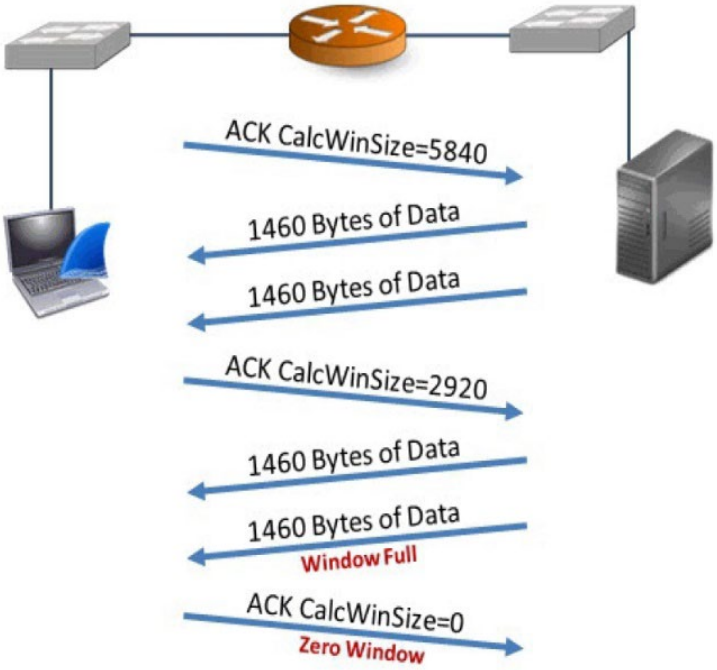


ใน receive window จะแบ่งเป็น 2 ส่วน

- ข้อมูลที่รับแล้วและ Acknowledge ไปแล้ว
- ข้อมูลพร้อมจะรับ



ในระหว่างการสื่อสารทั้ง 2 ด้านจะมีการแจ้งขนาดของ window size ที่เหลือที่ยังรับข้อมูลได้มาใน header ของ TCP โดยมีขนาด 2 ไบต์ โดยมีค่าสูงสุด คือ 65,535 ไบต์ โดยมี Scaling Factor เป็นตัวคูณ ซึ่งหากฝั่งรับไม่สามารถนำข้อมูลออกจาก receive window ได้เร็วพอจะทำให้ Buffer เต็มและเกิด zero window ตามรูป (หมายเหตุข้อมูล window full และ zero window นี้เป็นข้อมูลที่ wireshark สร้างขึ้น เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน)



1. ให้เปิดไฟล์ tr-youtubebad.pcapng จากนั้นให้ค้นหาเหตุการณ์ zero window โดยใช้ display filter tcp.analysis.zero_window จะเห็นว่ามี zero window เกิดขึ้นจำนวนมาก ให้เลือกบรรทัดแรก แล้วยกเลิก filter โปรแกรม wireshark จะแสดงบริเวณ packet ที่เกิด zero window ครั้งแรก ให้ขยาย TCP หาฟิลด์ calculated window size แล้วสร้างเป็นคอลัมน์ โดยกำหนดให้ Align Center และตั้งชื่อเป็น **WinSize**
   - ให้สังเกตที่ packet 2718 ซึ่งเป็น packet ที่ host 24.4.7.217 ส่ง ACK กลับมา โดยมี window size เหลือเพียง 1,460 ไบต์
   - ต่อมาใน packet 2719 host 208.117.232.102 มีการส่งข้อมูลไปอีก 1,460 ไบต์ ซึ่งจะทำให้เต็ม receive window พอดี และทำให้ wireshark สร้างข้อมูลแจ้งเตือนว่า window full
   - เมื่อถึง Packet 2720 host 24.4.7.217 ก็ส่ง Packet ACK กลับมา โดยมีค่า window size เป็น 0 ทำให้ wireshark สร้างข้อมูลแจ้งเตือนว่า zero window
   - ให้สังเกตช่วงเวลาระหว่าง packet 2720 และ 2721 จะเห็นว่ามีระยะห่างมากกว่าปกติ หมายความว่าฝั่งผู้ส่งเมื่อพบ zero window ก็จะรอฝั่งผู้รับให้เคลียร์ receive window เสียก่อน
   - ใน packet 2721 จะมีการส่ง packet keep alive (คือ packet ACK ที่ไม่มีข้อมูล จากฝั่งผู้ส่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อ keepalive timer expire)
   - จากนั้นใน packet 2722 ผู้รับจะส่ง ACK กลับมา โดยมี window size เป็น 0 เช่นเดิม และเกิดซ้ำอีกครั้งใน packet 2723 และ 2724

- จนกระทั่ง packet 2725 ฝั่งผู้รับจึงส่ง packet ACK ซึ่งมีขนาดของ window size = 243820 ซึ่งไม่เท่ากับ 0 ซึ่งหมายความว่า receive window ของฝั่งผู้รับว่างแล้ว พร้อมรับข้อมูลใหม่ ณ จุดนี้ ถือว่าเหตุการณ์ zero window สิ้นสุดลง โดย wireshark จะสร้างข้อมูลแจ้งเตือน window update

2. ให้นักศึกษาตรวจสอบ zero window ระยะที่ 2 แล้วตอบคำถาม ต่อไปนี้

- เกิด window full, zero window (เฉพาะครั้งแรก) และ window update ที่ packet ใด

window full = packet ที่ 4022 , zero window = packet ที่ 4023 ,
window update = packet ที่ 4036

- หลังจากมีการทำ keep alive กี่ครั้ง มีช่วงระยะเวลาเท่าไรบ้าง นับจาก zero window ครั้งก่อน ให้แสดงรูป capture จาก wireshark ที่แสดงเวลาของ keep alive แต่ละครั้ง มาด้วยใน 1 รูป

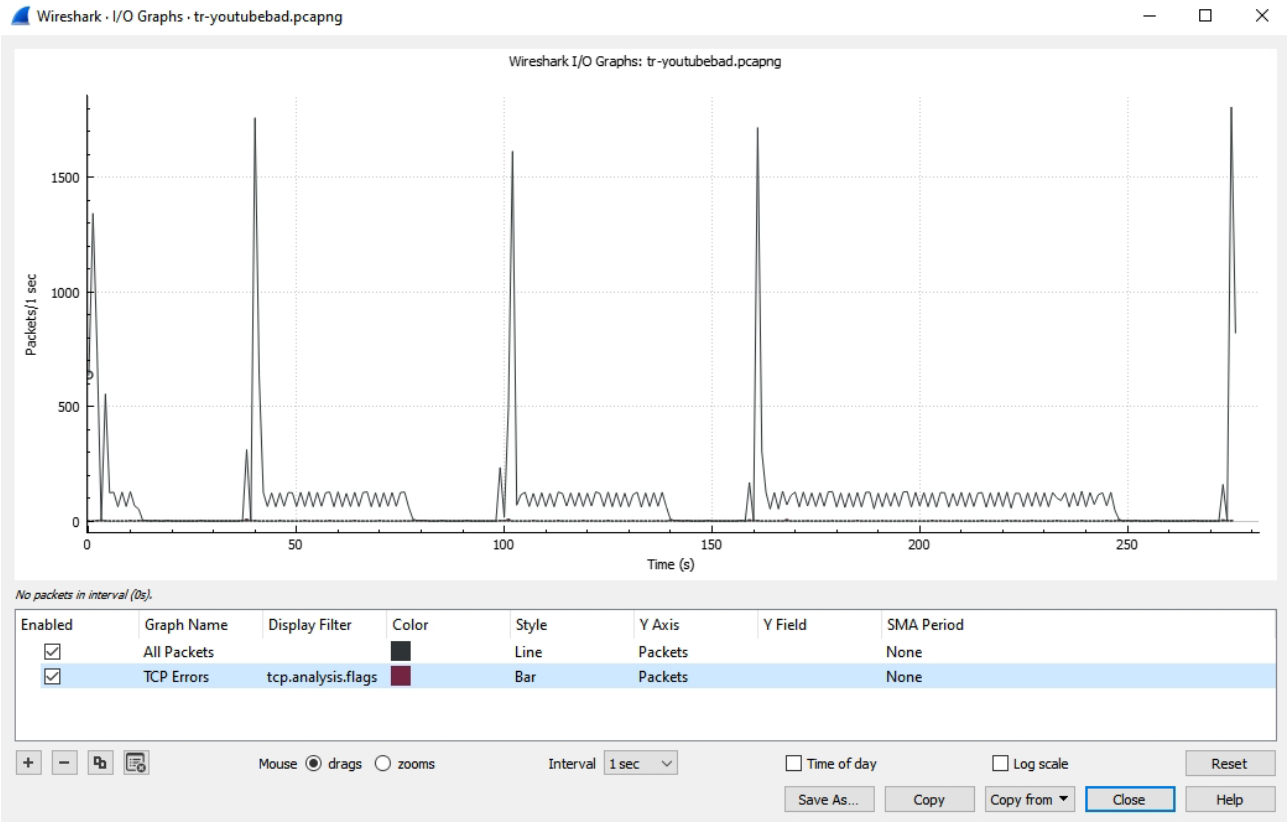
6 ครั้ง ระยะเวลาดังนี้ 0.477 , 0.995 , 1.878 , 3.705 , 7.399 , 10.02 วินาที

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	WinSize	Time since previous	Time since first frame	Info
4022	12.679273	208.117.232.102	24.4.7.217	HTTP	382	8384	0.362283000	12.679273000	[TCP Window Full] Conti
4023	12.889025	24.4.7.217	208.117.232.102	TCP	54	0	0.209752000	12.889025000	[TCP ZeroWindow] 56770
4024	13.366647	208.117.232.102	24.4.7.217	TCP	60	8384	0.477622000	13.366647000	[TCP Keep-Alive] 80 → 5
4025	13.366693	24.4.7.217	208.117.232.102	TCP	54	0	0.000046000	13.366693000	[TCP ZeroWindow] 56770
4026	14.362070	208.117.232.102	24.4.7.217	TCP	60	8384	0.995377000	14.362070000	[TCP Keep-Alive] 80 → 5
4027	14.362127	24.4.7.217	208.117.232.102	TCP	54	0	0.000057000	14.362127000	[TCP ZeroWindow] 56770
4028	16.240228	208.117.232.102	24.4.7.217	TCP	60	8384	1.878101000	16.240228000	[TCP Keep-Alive] 80 → 5
4029	16.240291	24.4.7.217	208.117.232.102	TCP	54	0	0.000063000	16.240291000	[TCP ZeroWindow] 56770
4030	19.945115	208.117.232.102	24.4.7.217	TCP	60	8384	3.704824000	19.945115000	[TCP Keep-Alive] 80 → 5
4031	19.945256	24.4.7.217	208.117.232.102	TCP	54	0	0.000141000	19.945256000	[TCP ZeroWindow] 56770
4032	27.344112	208.117.232.102	24.4.7.217	TCP	60	8384	7.398856000	27.344112000	[TCP Keep-Alive] 80 → 5
4033	27.344212	24.4.7.217	208.117.232.102	TCP	54	0	0.000100000	27.344212000	[TCP ZeroWindow] 56770
4034	37.364265	208.117.232.102	24.4.7.217	TCP	60	8384	10.020053000	37.364265000	[TCP Keep-Alive] 80 → 5
4035	37.364317	24.4.7.217	208.117.232.102	TCP	54	0	0.000052000	37.364317000	[TCP ZeroWindow] 56770
4036	38.319249	24.4.7.217	208.117.232.102	TCP	54	166440	0.954932000	38.319249000	[TCP Window Update] 567

- ระยะเวลาตั้งแต่เกิด zero window ครั้งแรกจนถึง window update ใช้เวลาเท่าไร

38.319 - 12.889 = 25.43 วินาที

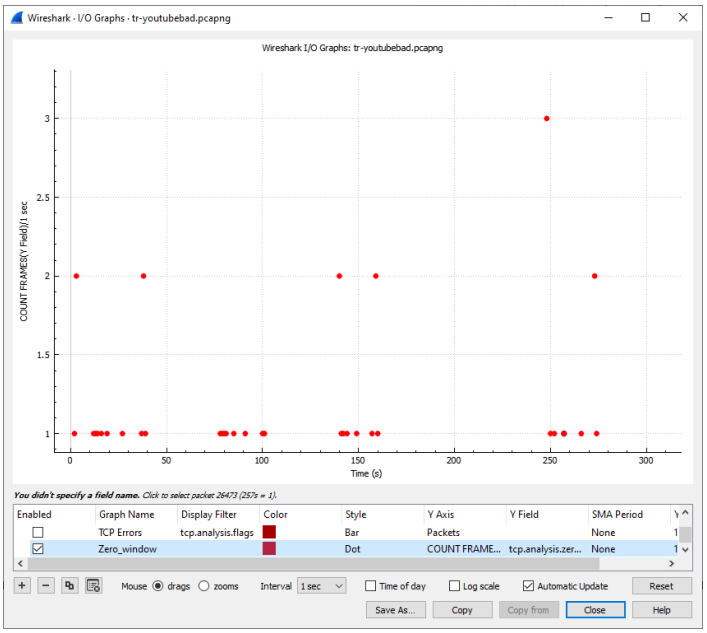
3. การวิเคราะห์ข้อมูลนอกจากจะทำในหน้าต่าง Packet List และ Packet Detail แล้ว ใน wireshark ยังให้เครื่องมือประเภทกราฟมาด้วย จากไฟล์เดิม ให้นักศึกษาเรียกเมนู Statistics | I/O Graph จะปรากฏหน้าจอดังนี้



- ข้อมูลแกน Y คือ packet/sec แกน x คือเวลา ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลมีการส่งได้ดี (กราฟพุ่งสูง จำนวน 5 ครั้ง) จากนั้นก็ลดลงอย่างมาก
- ในช่องด้านล่าง เราสามารถสร้างกราฟขึ้นมาใหม่ได้ ให้กด + แล้วกำหนดข้อมูลดังนี้
  - Graph Name : Zero_Window
  - Display filter : ว่าง
  - Color : แดง
  - Style : Dot
  - Y Axis : COUNT FRAMES(Y Field)
  - Y Field : tcp.analysis.zero_window
- ให้ Disable กราฟเดิมทั้ง 2 กราฟ

- กราฟบอกข้อมูลอะไร (แสดงรูป capture ของกราฟด้วย)

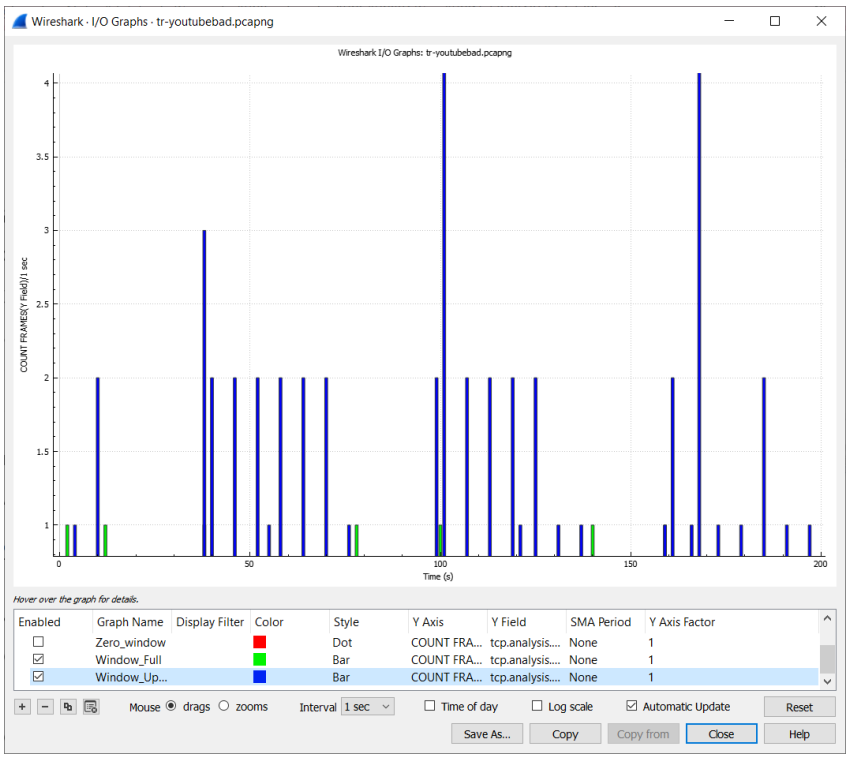
จำนวนการเกิด zero window ในแต่ละวินาที



4. ให้สร้างกราฟเพิ่มอีก 2 กราฟ ดังนี้
   - ชื่อ Window_Full โดยใน Y(AXIS) ใช้ COUNT FRAMES(Y Field) และช่อง Y Field ใช้ tcp.analysis.window_full กำหนดประเภทเป็น Bar สีเขียว
   - ชื่อ Window_Update โดยใน Y(AXIS) ใช้ COUNT FRAMES(*) และช่อง Y Field ใช้ tcp.analysis.window_update กำหนดประเภทเป็น Bar สีน้ำเงิน
   - กราฟแสดงอะไร (แสดงรูป capture ของกราฟด้วย)

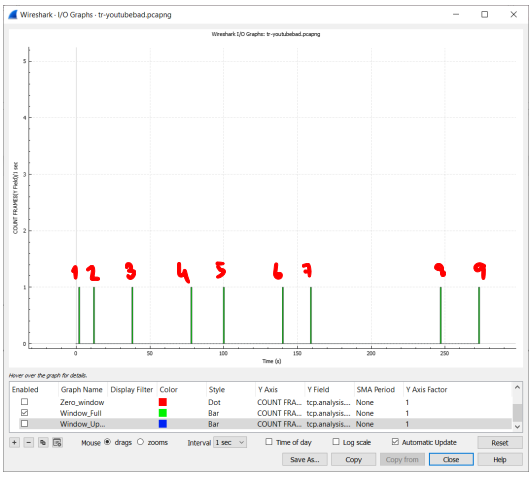
จำนวนการเกิด window full ในแต่ละวินาที (สีเขียว)

จำนวนการเกิด window update ในแต่ละวินาที (สีน้ำเงิน)



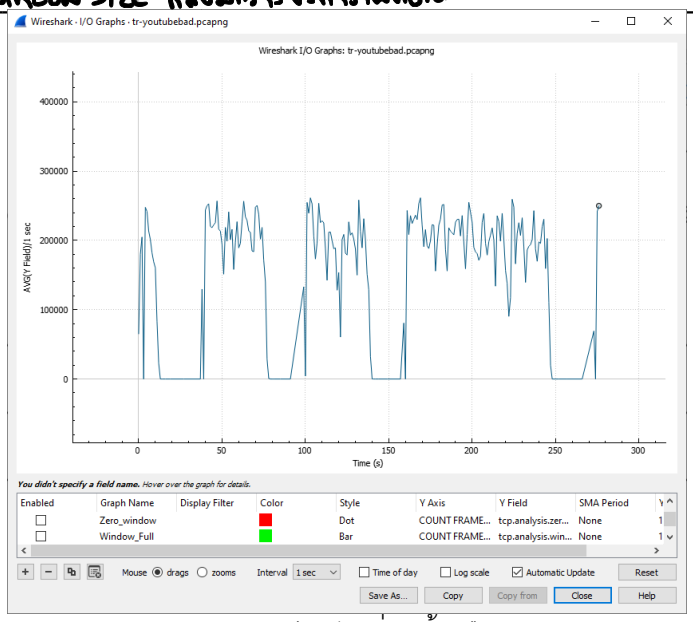
- จากกราฟสามารถบอกได้หรือไม่ว่ามี window full กี่ครั้ง ให้ Capture รูปประกอบด้วย

๑ ครั้ง



5. ให้สร้าง I/O Graph ใหม่ โดยในช่อง Display Filter ให้ใส่ ip.src==24.4.7.217 ใน Y(AXIS) ใช้ AVG(*) และช่อง Y Field ใช้ tcp.window_size กำหนดประเภทเป็น Line ให้ capture รูป และ อธิบายว่าเราสามารถวิเคราะห์ข้อมูลอะไรจากกราฟนี้ ให้ Capture รูปประกอบด้วย

จำนวนของ window size ที่รับข้อมูลในแต่ละวินาที โดย window size มาก หมายถึง ฝั่งรับพร้อมรับข้อมูลจนกระทั่ง window size ลดเหลือ 0 คือเกิด zero window หมายถึงฝั่งรับเต็มแล้ว ต้องรอ window size กลับมาก่อนจึงทำงานต่อได้

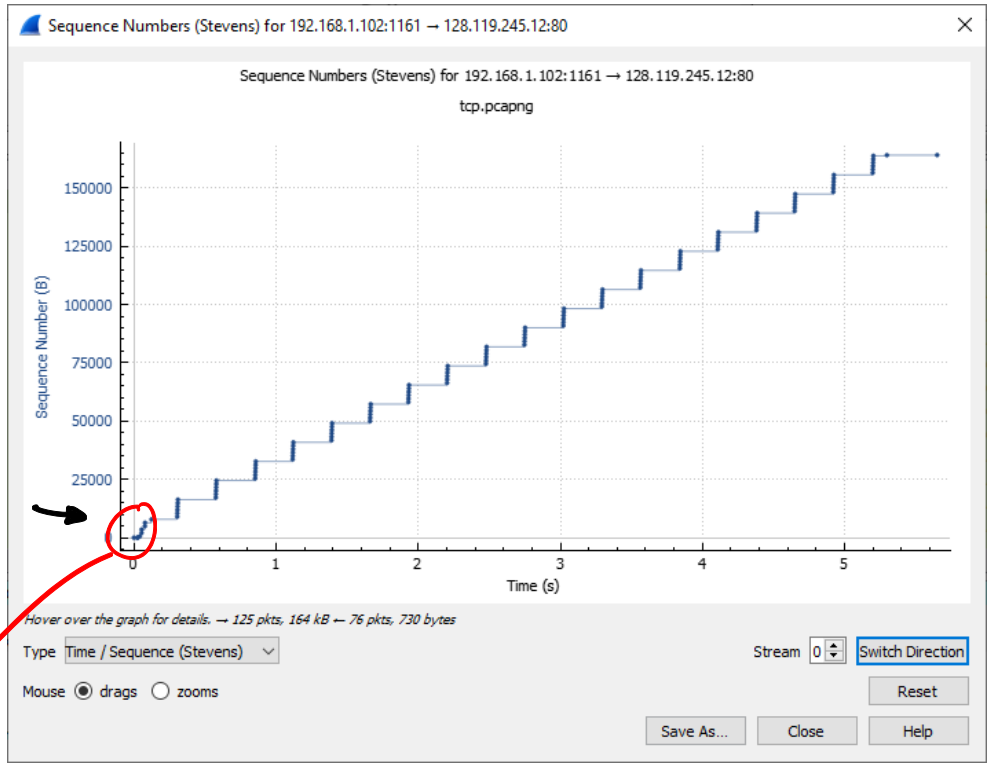


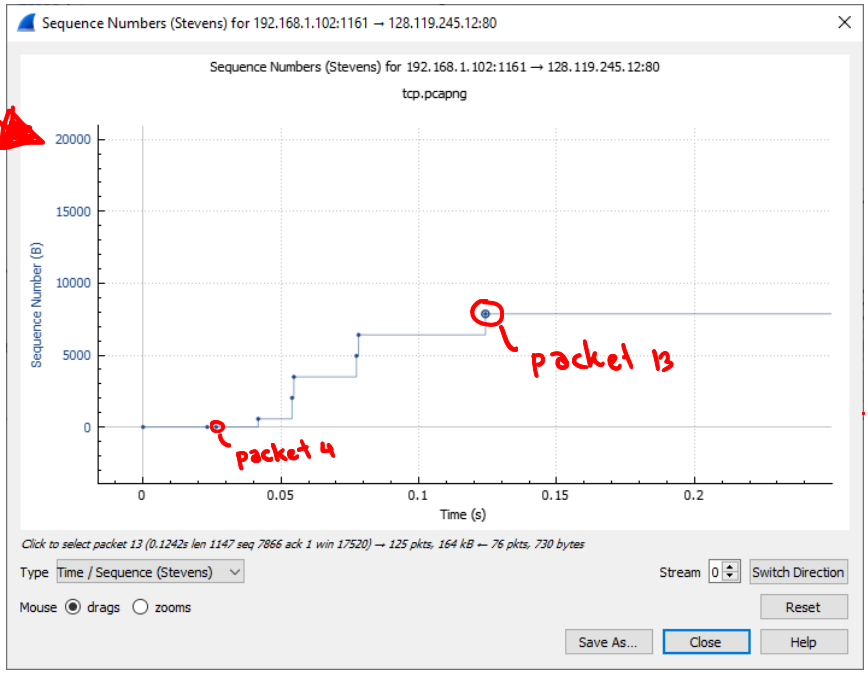
6. ในการควบคุม congestion control ของ TCP จะมีหลักอยู่ 2 ข้อ คือ Slow Start และ Congestion Avoidance ให้เปิดไฟล์ tcp.pcapng แล้วดูที่ Statistics->TCP Stream Graph-> Time-Sequence-Graph(Stevens) โดยแต่ละจุดแสดงถึงการส่งในแต่ละ segment ร่วมกับ Statistics-> Flow Graph นักศึกษาสามารถบอกได้หรือไม่ว่า Slow Start เริ่มต้นและสิ้นสุดที่ใด และมี Congestion Avoidance เกิดขึ้นหรือไม่ ให้อธิบาย พร้อมรูปประกอบ

slow start เริ่มต้นที่ packet 4 จบที่ packet 13

ใน congestion Avoidance

slow start





งานครั้งที่ 8

- การส่งงาน เขียนหรือพิมพ์ลงในเอกสารนี้ และส่งโดยเป็นไฟล์ PDF เท่านั้น
- ตั้งชื่อไฟล์โดยใช้รหัสนักศึกษา และ _Lab8 เช่น 63010789_Lab6.pdf
- กำหนดส่ง ภายในวันที่ 23 มีนาคม 2565