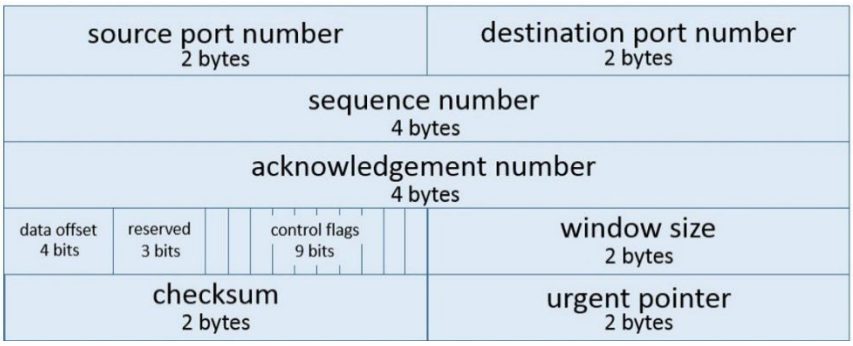
กิจกรรมที่ 6 : TCP Connection

กิจกรรมครั้งนี้จะเป็นการทำความเข้าใจกับโปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) ซึ่ง TCP มีคุณสมบัติในการทำงานอยู่ 5 ประการได้แก่

- Reliable, in-order delivery คือ การส่งไม่ผิดพลาดโดยข้อมูลมีการเรียงตามลำดับ
- Connection Oriented คือ ต้องมีการสร้างการเชื่อมต่อก่อน และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลควบคุม
- Flow Control ควบคุมการไหลของข้อมูลระหว่าง Process ทั้ง 2 ด้าน
- Congestion Control ควบคุมการไหลของข้อมูลผ่านอุปกรณ์เครือข่าย
- Full Duplex data สามารถส่งได้ทั้ง 2 ทาง ในการเชื่อมต่อเดียวกัน

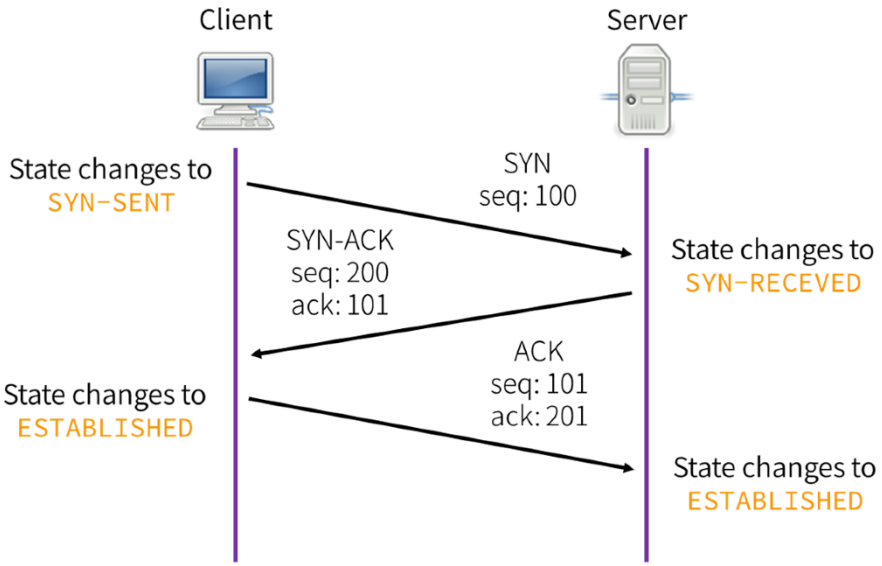
Connection Setup



รูปแสดง TCP Header

ก่อนเริ่มการส่งข้อมูลทุกครั้งของ TCP จะต้องมีการสร้าง Connection ขึ้นมาก่อนโดย Client จะเริ่มสร้างการเชื่อมต่อไปที่ Server ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

- Client การส่ง packet SYN ไปที่ Server โดย Client จะมีการสร้างหมายเลข Sequence Number เรียกว่า ISN : Initial Sequence Number ขึ้นมา (ในรูปสมมติว่า 100) ใส่ใน SEQ# แล้วส่ง
- เมื่อ Server ได้รับ packet SYN จะตอบกลับโดย packet SYN-ACK โดย Server จะมีการสร้างหมายเลข ISN ของตนเองขึ้นมาเช่นกัน โดยใส่ใน SEQ# และนำหมายเลข SN:Client+1 แล้วใส่ใน ACK# แล้วส่ง
- เมื่อ Client ได้รับ packet SYN-ACK ก็จะตอบกลับโดย packet ACK สุดท้าย โดย Client จะนำ SN:Client+1 ใส่ใน SEQ# และนำ SN:Server+1 ใส่ใน ACK# แล้วส่ง เมื่อถึงตรงนี้จะถือว่าฝั่ง Client สร้างการเชื่อมต่อสำเร็จแล้ว ซึ่ง Client สามารถจะเริ่มส่งข้อมูลได้
- เมื่อ Server ได้รับ packet ACK สุดท้าย จะถือว่าฝั่ง Server สร้างการเชื่อมต่อสำเร็จแล้วเช่นกัน



1. ให้เปิดไฟล์ http-browse101d.pcapng ค้นหา 3 way handshake แรกในไฟล์แล้ว บันทึกข้อมูลลงในตารางด้านล่าง (ทั้ง Seq# และ Ack# ให้ใช้แบบ raw ในช่อง Flag ให้บอกว่ามี Flag ใดที่ Set บ้าง

SYN

Src Port : 61598	Dest Port : 80
Seq # : 610997682	
Ack # : 0	
Flags : SYN	8192

```
Source Port: 61598
Destination Port: 80
[Stream index: 0]
[Conversation completeness: Complete, WITH_DATA (31)]
[TCP Segment Len: 0]
Sequence Number: 0    (relative sequence number)
Sequence Number (raw): 610997682
[Next Sequence Number: 1    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 0
Acknowledgment number (raw): 0
1000 .... = Header Length: 32 bytes (8)
Flags: 0x002 (SYN)
Window: 8192
```

SYN-ACK

Src Port : 80	Dest Port : 61598
Seq # : 4134094401	
Ack # : 610997683	
Flags : SYN, ACK	14300

```
Source Port: 80
Destination Port: 61598
[Stream index: 0]
[Conversation completeness: Complete, WITH_DATA (31)]
[TCP Segment Len: 0]
Sequence Number: 0    (relative sequence number)
Sequence Number (raw): 4134094401
[Next Sequence Number: 1    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 1    (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 610997683
1000 .... = Header Length: 32 bytes (8)
Flags: 0x012 (SYN, ACK)
Window: 14300
```

ACK

Src Port : 61598	Dest Port : 80
Seq # : 610997683	
Ack # : 4134094402	
Flags : ACK	65780

```
Source Port: 80
Destination Port: 61598
[Stream index: 0]
[Conversation completeness: Complete, WITH_DATA (31)]
[TCP Segment Len: 0]
Sequence Number: 0    (relative sequence number)
Sequence Number (raw): 4134094401
[Next Sequence Number: 1    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 1    (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 610997683
1000 .... = Header Length: 32 bytes (8)
Flags: 0x012 (SYN, ACK)
Window: 14300
[Calculated window size: 14300]
```

Window size 65780

Length	
Syn	66
Syn,Ack	66
Ack	54

- ค่าความยาวข้อมูลของ packet ทั้ง 3 เท่ากับเท่าไรบ้าง 66,66,54 byte
- ใน packet SYN มีข้อมูลอื่นๆ ส่งมาด้วยหรือไม่ อะไรบ้าง (ดูในคอลัมน์ info) และข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นมีความหมายอะไรหรือนำไปใช้อะไร (ให้ค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือ)

ข้อมูล	ความหมาย
Win = 8192	The window size from TCP header
Len = 0	TCP Segment length
MSS = 1460	Maximum segment size
WS = 4	Window scale

- ใน packet SYN-ACK มีข้อมูลอื่นๆ ส่งมาด้วยหรือไม่ อะไรบ้าง (ดูในคอลัมน์ info) และข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นมีความหมายอะไรหรือนำไปใช้อะไร

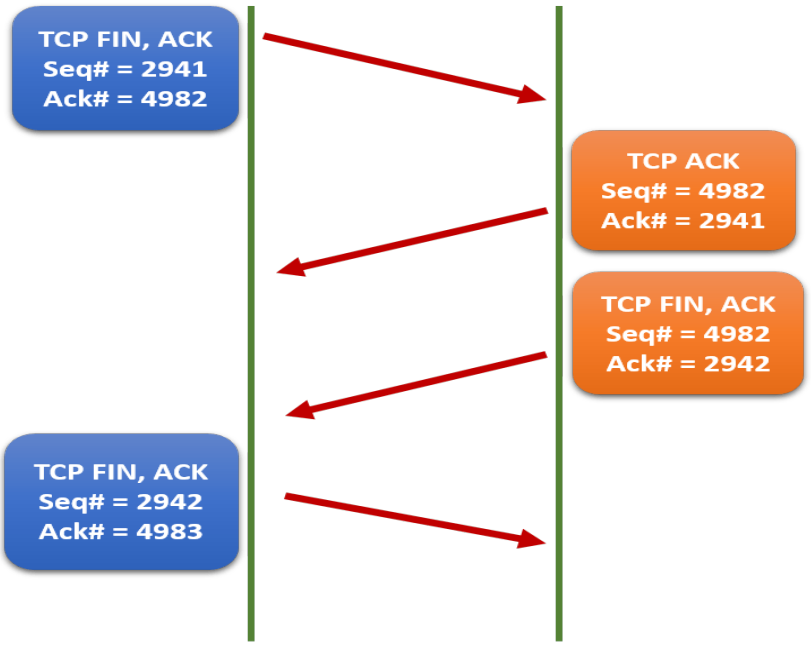
ข้อมูล	ความหมาย
Win = 14300	The window size value from the TCP header
Len = 0	TCP Segment length
WS = 64	Window scale
SACK_PERM =1	Selective Acknowledgment

- ให้ดู packet ที่ส่งข้อมูล packet แรก (หรือ packet อื่นก็ได้) ให้ตอบว่าในข้อมูลที่ไม่เท่ากันของ Client กับ Server ในการเลือกใช้ข้อมูลหนึ่ง (เนื่องจากทั้ง 2 ด้านต้องใช้พารามิเตอร์เดียวกันในการส่งข้อมูล) คิดว่ามีหลักในการเลือกอย่างไร

คิดว่าเลือกโดยการที่ Client ส่ง GET ข้อมูลที่อยากได้ไปบอก Server ให้ส่งข้อมูลที่ต้องการกลับมาโดยการ Server จะส่ง ACK ของ GET กลับไปพร้อมส่งข้อมูลที่ต้องการ หากฝั่ง Client ได้รับข้อมูลที่ต้องการแล้วฝั่งก็จะทำการส่ง Ack กลับไปให้ฝั่ง Server รู้ด้วย

Connection Terminated

เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูลแล้ว ใน TCP จะมีการปิด Connection ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน



- ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งที่ต้องการปิด Connection (ต่อไปจะเรียก A และเรียกอีกฝั่งว่า B) จะส่ง packet ที่มี FIN/ACK flag มา โดยใช้ SEQ# และ ACK# เท่ากับ packet สุดท้ายก่อนจะปิด connection
- ฝั่ง B จะตอบด้วย packet ที่มี ACK flag โดยใช้ SEQ# เท่ากับ ACK# ของ FIN/ACK ก่อนหน้า และใช้ ACK# เท่ากับของ SYN# ของ packet ล่าสุด โดยเมื่อ A ได้รับ packet นี้ จะถือว่าเป็นการสิ้นสุด connection ของฝั่ง A (**หมายเหตุ** บางครั้งอาจไม่มีการส่ง packet นี้ โดยอาจรวมไปกับ packet ที่ 3
- ฝั่ง B จะเริ่มปิด Connection บ้าง โดยจะส่ง packet ที่มี FIN/ACK flag โดยใช้ SEQ# เท่ากับ ACK# ของ FIN/ACK ก่อนหน้า และใช้ ACK# เท่ากับของ SYN# ของ packet ล่าสุด +1
- ฝั่ง A จะตอบกลับการปิด Connection โดยจะส่ง packet ที่มี FIN/ACK flag โดยใช้ SEQ# เท่ากับ ACK# ของ FIN/ACK ก่อนหน้า และใช้ ACK# เท่ากับของ SYN# ของ packet ล่าสุด +1 เมื่อถึงจุดนี้จะถือว่าเป็นการสิ้นสุด Connection ของ B

2. ให้หา Packet ที่ปิด Connection ของ Connection ในข้อ 1 โดยให้บอกขั้นตอนการหาและป้อนรายละเอียดลงในตาราง (ข้อมูล Seq# และ Ack # ให้ใช้แบบ Relative)

Packet# 1663	
Src Port : 61598	Dest Port : 80
Seq # : 610998003	
Ack # : 4134095528	
Flags : FIN, ACK	16163

```
Source Port: 61598
Destination Port: 80
[Stream index: 0]
[Conversation completeness: Complete, WITH_DATA (31)]
[TCP Segment Len: 0]
Sequence Number: 323    (relative sequence number)
Sequence Number (raw): 610998005
[Next Sequence Number: 324    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 1127    (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 4134095528
0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
Flags: 0x011 (FIN, ACK)
Window: 16163
```

Packet# 1664	
Src Port : 80	Dest Port : 61598
Seq # : 4134095528	
Ack # : 610998006	
Flags : FIN, ACK	15424

```
Source Port: 80
Destination Port: 61598
[Stream index: 0]
[Conversation completeness: Complete, WITH_DATA (31)]
[TCP Segment Len: 0]
Sequence Number: 1127    (relative sequence number)
Sequence Number (raw): 4134095528
[Next Sequence Number: 1128    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 324    (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 610998006
0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
Flags: 0x011 (FIN, ACK)
Window: 241
[Calculated window size: 15424]
```

Packet# 1665	
Src Port : 61598	Dest Port : 80
Seq # : 610998006	
Ack # : 4134095529	
Flags : ACK	646552

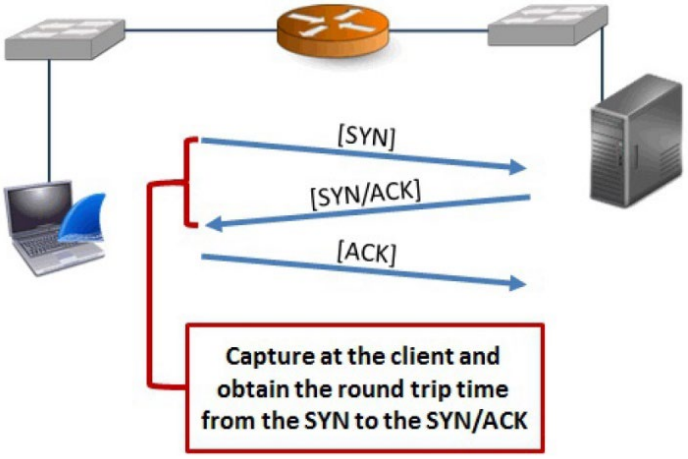
```
Source Port: 61598
Destination Port: 80
[Stream index: 0]
[Conversation completeness: Complete, WITH_DATA (31)]
[TCP Segment Len: 0]
Sequence Number: 324    (relative sequence number)
Sequence Number (raw): 610998006
[Next Sequence Number: 324    (relative sequence number)]
Acknowledgment Number: 1128    (relative ack number)
Acknowledgment number (raw): 4134095529
0101 .... = Header Length: 20 bytes (5)
Flags: 0x010 (ACK)
Window: 16163
[Calculated window size: 64652]
```

วิธีค้นหา

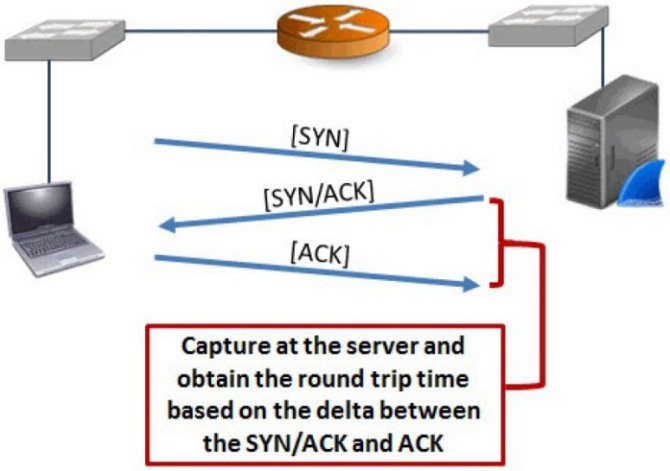
ใช้ filter ดู filter display เป็น

```
((ip.dst == 173.194.79.121) && (ip.src == 24.6.173.220 )) or ((ip.dst == 24.6.173.220) && (ip.src == 173.194.79.121 ))
```

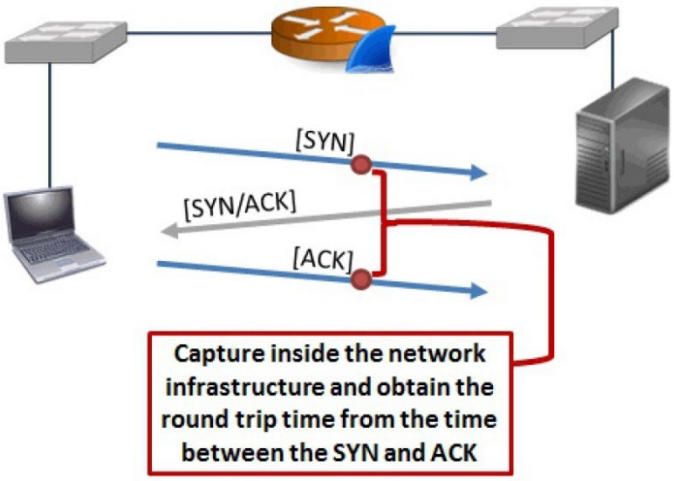
3. ใน Wireshark เราสามารถจะหา packet ที่มีคุณลักษณะของ flags เฉพาะได้ โดยใช้ display filter tcp.flags เช่น **tcp.flags.syn==1** หรือ **tcp.flags.ack==1** ซึ่งเราสามารถใช้หา RTT ของ TCP handshake ได้ โดยการหา RTT ของ TCP handshake มี 3 แบบ คือ วัดจากฝั่ง Client จะใช้เวลาระหว่าง SYN และ SYN–ACK



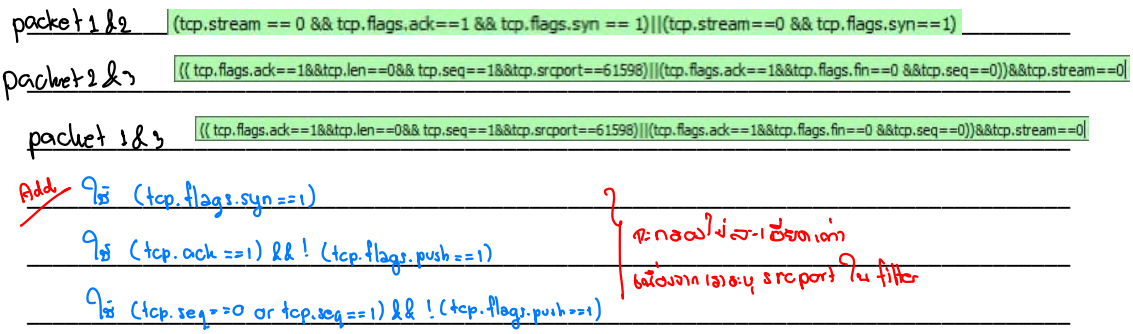
และวัดจากฝั่ง Server จะใช้เวลาระหว่าง SYN/ACK กับ ACK



แต่ในกรณีที่วัดจากอุปกรณ์ ควรใช้ระหว่าง SYN และ ACK ตามรูป



4. จากไฟล์ http-browse101d.pcapng ให้สร้าง display filter ที่สามารถแสดงเฉพาะ packet ที่เป็น Open Connection (3 way handshake) คู่ที่กำหนด ของทุกๆ TCP Stream โดยไม่มี packet อื่นๆ มาปน (นักศึกษาพยายามคิดด้วยตนเอง) ให้เขียนวิธีการหา และ display filter ของแต่ละอัน
   - packet SYN และ SYN/ACK ของ 3 way handshake (packet ที่ 1 และ 2)
   - packet SYN/ACK และ ACK ของ 3 way handshake (packet ที่ 2 และ 3)
   - packet SYN และ ACK 3 way handshake (packet ที่ 1 และ 3)



5. เราสามารถใช้ค่า RTT ของ TCP handshaking ตามข้อ 4 มาใช้วัดประสิทธิภาพของ Web Server ได้เช่นกัน โดย Server ที่มีค่า RTT น้อย แสดงถึงการตอบสนองที่รวดเร็ว ดังนั้นให้ capture ข้อมูลจากเว็บและใช้ display filter ตามข้อ 4 (ให้นักศึกษาเลือกใช้ตัวที่เหมาะสม) เพื่อหาค่า RTT ของเว็บต่างๆ จำนวน 3 เว็บ แล้วนำค่ามาใส่ตาราง

URL	เวลา
www.kmitl.ac.th	0.008056
www.lib.kmitl.ac.th	0.008626
www.imperva.com	0.175391

   - ให้ตอบว่าระหว่าง RTT ที่วัดในครั้งนี้ กับ HTTP RTT ที่วัดในครั้งก่อนหน้านี้ บอกถึงอะไร และแตกต่างกันอย่างไร

RTT ที่วัดในครั้งนี้ คือการวัดประสิทธิภาพ แค่ช่วงการเชื่อมต่อ TCP Handshake แต่ HTTP RTT ที่วัดครั้งก่อน คือวัดประสิทธิภาพ เพื่อ browser ส่ง request ไปจนได้รับ response จาก server

งานครั้งที่ 6

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