

## การทดสอบการวัด ICMP Response Time

หลักการทดสอบจะเปรียบเทียบผลลัพธ์ของระบบที่พัฒนา กับ Wireshark (ตัวอ้างอิง) ว่ามีความเหมือนกันมากน้อยแค่เพียงใด

### การทดสอบที่ 1

#### รายละเอียด

ทำการนำไฟล์ /test\_pcap/ICMP Test 1.pcap เป็น input ของระบบที่พัฒนา ซึ่งมาจาก การทดลอง ping จาก 192.168.182.146 -> 192.168.182.150 ในเครือข่ายจำลอง GNS3 โดยสมมุติว่า 192.168.182.150 คือ Server ที่ต้องการวัด และใช้ Wireshark จับ Traffic

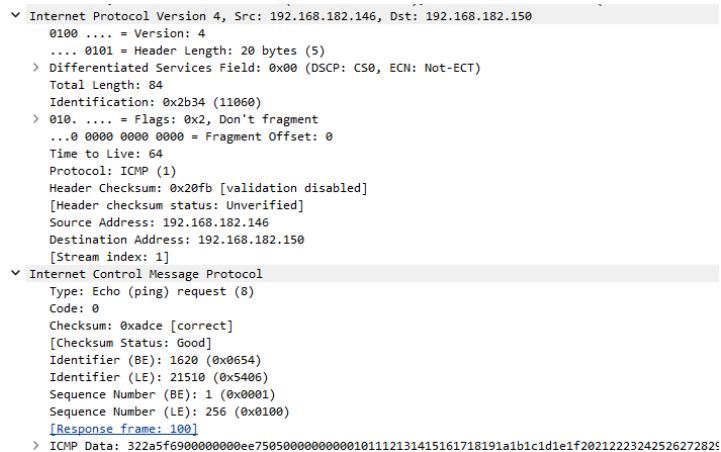
#### ความคาดหวัง

ระบบที่พัฒนาต้องมีผลลัพธ์ Response Time เมื่อเทียบกับที่แสดงใน Wireshark

#### วิธีการได้มาของข้อมูล

1. จำลอง Topology โดยมี Ubuntu IP 192.168.182.146 และ Ubuntu IP 192.168.182.150 จากนั้นให้ 192.168.182.146 ping ไปหา 192.168.182.150
2. ใช้ Wireshark ดัก Traffic จากข้อ 1 ให้ได้แพ็กเก็ตที่เกี่ยวข้องประมาณ 20 ถึง 30 แพ็กเก็ต
3. บันทึกเป็นไฟล์ .pcap พร้อม export เป็น .csv เพื่อนำมาทำตารางที่ 1.1
4. นำไฟล์ .pcap มาเป็น Input ของระบบที่พัฒนาและได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 1.3

ภาพที่ 1.1 ภาพข้อมูลแพ็กเก็ต ICMP Request ของการทดสอบที่ 1 จาก Wireshark



ภาพที่ 1.2 ภาพข้อมูลแพ็กเก็ต ICMP Reply ของการทดสอบที่ 1 จาก Wireshark

```

> Frame 100: Packet, 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits)
> Ethernet II, Src: 0c:a1:70:6a:00:01 (0c:a1:70:6a:00:01), Dst: 0c:3d:14:9a:00:01 (0c:3d:14:9a:00:01)
  Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.182.150, Dst: 192.168.182.146
    Version: 4
    Header Length: 20 bytes (5)
  > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 84
    Identification: 0xba7c (47740)
  > 000. .... = Flags: 0x0
    ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
    Time to Live: 64
    Protocol: ICMP (1)
    Header Checksum: 0xd1b2 [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source Address: 192.168.182.150
    Destination Address: 192.168.182.146
    [Stream index: 1]
  > Internet Control Message Protocol
    Type: Echo (ping) reply (0)
    Code: 0
    Checksum: 0xb5ce [correct]
    [Checksum Status: Good]
    Identifier (BE): 1620 (0x0654)
    Identifier (LE): 21510 (0x5406)
    Sequence Number (BE): 1 (0x0001)
    Sequence Number (LE): 256 (0x0010)
    [Request frame: 99]
    [Response time: 0.813 ms]
  > ICMP Data: 322a5f6900000000ee75050000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f202122232425262728292

```

ตารางที่ 1.1 การวัด ICMP Response Time ใน Wireshark

No.	Time (s)	Src	Dst	Type	To (No.)	Response Time (ms)
99	1.250717	.146	.150	Request		
100	1.25153	.150	.146	Reply	99	0.813
195	2.252316	.146	.150	Request		
196	2.253197	.150	.146	Reply	195	0.881
252	3.254226	.146	.150	Request		
253	3.255311	.150	.146	Reply	252	1.085
299	4.256227	.146	.150	Request		
300	4.256934	.150	.146	Reply	299	0.707
408	5.259391	.146	.150	Request		
409	5.260623	.150	.146	Reply	408	1.232
442	6.26265	.146	.150	Request		
443	6.264355	.150	.146	Reply	442	1.705
525	7.263072	.146	.150	Request		
526	7.264144	.150	.146	Reply	525	1.072
596	8.26532	.146	.150	Request		
597	8.266502	.150	.146	Reply	596	1.182
636	9.267621	.146	.150	Request		
637	9.269257	.150	.146	Reply	636	1.636
670	10.268336	.146	.150	Request		
671	10.269202	.150	.146	Reply	670	0.866
724	11.270287	.146	.150	Request		
725	11.270903	.150	.146	Reply	724	0.616
771	12.274119	.146	.150	Request		
772	12.275976	.150	.146	Reply	771	1.857
805	13.276676	.146	.150	Request		

806	13.278633	.150	.146	Reply	805	1.957
836	14.276492	.146	.150	Request		
837	14.277273	.150	.146	Reply	836	0.781
870	15.279791	.146	.150	Request		
871	15.28174	.150	.146	Reply	870	1.949
901	16.283351	.146	.150	Request		
902	16.285391	.150	.146	Reply	901	2.04
935	17.285716	.146	.150	Request		
936	17.288078	.150	.146	Reply	935	2.362
977	18.285914	.146	.150	Request		
978	18.287095	.150	.146	Reply	977	1.181
1015	19.288886	.146	.150	Request		
1016	19.290612	.150	.146	Reply	1015	1.726
1049	20.29336	.146	.150	Request		
1050	20.294945	.150	.146	Reply	1049	1.585
1081	21.293669	.146	.150	Request		
1082	21.295304	.150	.146	Reply	1081	1.635
1172	22.294379	.146	.150	Request		
1173	22.295232	.150	.146	Reply	1172	0.853
1283	23.298133	.146	.150	Request		
1284	23.299957	.150	.146	Reply	1283	1.824

ภาพที่ 1.3 ผลลัพธ์การทดสอบที่ 1 ของระบบที่ได้พัฒนา

No.	Time (s)	Response To (No.)	Type	Response Time (ms)
100	1.251530000	99	Type: Echo (ping) reply (0)	0.813
196	2.253197000	195	Type: Echo (ping) reply (0)	0.881
253	3.255311000	252	Type: Echo (ping) reply (0)	1.085
300	4.256934000	299	Type: Echo (ping) reply (0)	0.707
409	5.260623000	408	Type: Echo (ping) reply (0)	1.232
443	6.264355000	442	Type: Echo (ping) reply (0)	1.705
526	7.264144000	525	Type: Echo (ping) reply (0)	1.072
597	8.266502000	596	Type: Echo (ping) reply (0)	1.182
637	9.269257000	636	Type: Echo (ping) reply (0)	1.636
671	10.269202000	670	Type: Echo (ping) reply (0)	0.866
725	11.270903000	724	Type: Echo (ping) reply (0)	0.616
772	12.275976000	771	Type: Echo (ping) reply (0)	1.857
806	13.278633000	805	Type: Echo (ping) reply (0)	1.957
837	14.277273000	836	Type: Echo (ping) reply (0)	0.781
871	15.281740000	870	Type: Echo (ping) reply (0)	1.949
902	16.285391000	901	Type: Echo (ping) reply (0)	2.04
936	17.288078000	935	Type: Echo (ping) reply (0)	2.362
978	18.287095000	977	Type: Echo (ping) reply (0)	1.181
1016	19.290612000	1015	Type: Echo (ping) reply (0)	1.726
1050	20.294945000	1049	Type: Echo (ping) reply (0)	1.585
1082	21.295304000	1081	Type: Echo (ping) reply (0)	1.635
1173	22.295232000	1172	Type: Echo (ping) reply (0)	0.853
1283	23.299957000	1283	Type: Echo (ping) reply (0)	1.824

ตารางที่ 1.2 ตารางเทียบวัดค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่าง Wireshark และระบบที่พัฒนาขึ้น ในการทดสอบที่ 1

ICMP Test 1 Response Time Results (ms)

Packet No.	Wireshark	ระบบที่พัฒนา	Difference
1	0.813	0.813	0
2	0.881	0.881	0
3	1.085	1.085	0
4	0.707	0.707	0
5	1.232	1.232	0
6	1.705	1.705	0
7	1.072	1.072	0
8	1.182	1.182	0
9	1.636	1.636	0
10	0.866	0.866	0
11	0.616	0.616	0
12	1.857	1.857	0
13	1.957	1.957	0
14	0.781	0.781	0
15	1.949	1.949	0
16	2.04	2.04	0
17	2.362	2.362	0
18	1.181	1.181	0
19	1.726	1.726	0
20	1.585	1.585	0
21	1.635	1.635	0
22	0.853	0.853	0
23	1.824	1.824	0

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างจะได้

$$\frac{\text{ผลรวมค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ทั้งหมด}}{\text{จำนวนผลคู่ของผลลัพธ์}} = \frac{0}{23} = 0$$

พบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0

ผลการทดสอบที่ 1

เปรียบเทียบผลลัพธ์ของระบบที่พัฒนา กับ Wireshark (ตัวอ้างอิง) พบว่ามี 23 ผลลัพธ์ที่ถูกต้องจากผลลัพธ์ทั้งหมด คิดเป็นสัดส่วนความถูกต้องจะได้

$$\frac{\text{จำนวนผลลัพธ์ที่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมด}} \times 100 = \frac{23}{23} \times 100 = 100\%$$

พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบที่พัฒนาขึนมีความถูกต้องอยู่ที่ 100% ของผลลัพธ์ทั้งหมด

## การทดสอบที่ 2

### รายละเอียด

ในไฟล์ .pcap อาจมีการ Ping พร้อมกันหลาย Session (เช่น จากแหล่ง Source ไปยังแหล่ง Destination) ดังนั้นจึงทดสอบโดยให้ PC1 (192.168.1.2) ping ไปยัง 8.8.8.8 และ PC2 (192.168.1.3) ping ไปยัง 1.1.1.1 พร้อมกัน (ICMP Test 2.pcap)

### ความคาดหวัง

ระบบต้องจับคู่ Echo Request และ Echo Reply ให้ถูกต้องเมื่อมองผลลัพธ์การทำงานของ Wireshark

### วิธีการได้มาของข้อมูล

1. จำลอง Topology โดยมีอุปกรณ์ดังนี้
  - 1.1 Ubuntu PC1 (192.168.1.2)
  - 1.2 Ubuntu PC2 (192.168.1.3)
  - 1.3 Cisco Router สำหรับทำ NAT
2. ทำ NAT Router เพื่อให้ PC1 และ PC2 เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ จากนั้นให้ PC1 Ping ไปยัง 8.8.8.8 และ PC2 Ping ไปยัง 1.1.1.1
3. ใช้ Wireshark ดัก Traffic จากข้อ 1 ให้ได้แพ็กเก็ตที่เกี่ยวข้องประมาณ 20 ถึง 30 แพ็กเก็ต
4. บันทึกเป็นไฟล์ .pcap พร้อม export เป็น .csv เพื่อนำมาทำตารางที่ 2.1 และ ตารางที่ 2.3
5. นำไฟล์ .pcap มาเป็น Input ของระบบที่พัฒนาและได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 2.5 และ ภาพที่ 2.6

ภาพที่ 2.1 ภาพข้อมูลแพ็กเก็ต ICMP Request จาก 192.168.1.3 ไปยัง 1.1.1.1 ของการทดสอบที่ 2 จาก Wireshark

```
> Frame 7: Packet, 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits)
> Ethernet II, Src: 0c:3d:14:9a:00:01 (0c:3d:14:9a:00:01), Dst: c2:01:0e:6c:00:00 (c2:01:0e:6c:00:00)
    0100 .... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
    Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
    Total Length: 84
    Identification: 0x75fe (30206)
    .... 010. .... = Flags: 0x2, Don't fragment
    ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
    Time to Live: 64
    Protocol: ICMP (1)
    Header Checksum: 0x00fe [validation disabled]
    [Header checksum status: Unverified]
    Source Address: 192.168.1.3
    Destination Address: 1.1.1.1
    [Stream index: 1]
    Internet Control Message Protocol
        Type: Echo (ping) request (8)
        Code: 0
        Checksum: 0xd2b7 [correct]
        [Checksum Status: Good]
        Identifier (BE): 927 (0xe39f)
        Identifier (LE): 40707 (0xf0f3)
        Sequence Number (BE): 21 (0x0015)
        Sequence Number (LE): 5376 (0x1500)
        [Response frame: 8]
    > ICMP Data: 8ca4786900000000059b30400000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f20212223242526272829.
```

ภาพที่ 2.2 ภาพข้อมูลแพ็คเก็ต ICMP Reply จาก 1.1.1.1 ไปยัง 192.168.1.3 ของการทดสอบที่ 2 จาก Wireshark

```

> Internet Protocol Version 4, Src: 1.1.1.1, Dst: 192.168.1.3
 0100 .... = Version: 4
... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
> Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 84
Identification: 0xffffd (65469)
> 000. .... = Flags: 0x0
... 0 0000 0000 = Fragment Offset: 0
Time to Live: 126
Protocol: ICMP (1)
Header Checksum: 0x434e [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source Address: 1.1.1.1
Destination Address: 192.168.1.3
[Stream index: 1]
< Internet Control Message Protocol
  Type: Echo (ping) reply (0)
  Code: 0
  Checksum: 0xdab7 [correct]
  [Checksum Status: Good]
  Identifier (LE): 40707 (0x9f93)
  Sequence Number (BE): 21 (0x0015)
  Sequence Number (LE): 5376 (0x1900)
  [Source: 1.1.1.1]
  [Response time: 17.671 ms]
> ICMP Data: 8ca4786900000000059b304000000000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f2021222324252627282

```

ภาพที่ 2.3 ภาพข้อมูลแพ็คเก็ต ICMP Request จาก 192.168.1.2 ไปยัง 8.8.8.8 ของการทดสอบที่ 2 จาก Wireshark

```

> Frame 40: Packet, 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits)
> Ethernet II, Src: 0:c1:17:06:a0:01 (0:c1:17:06:a0:01), Dst: c2:01:0e:6c:00:00 (c2:01:0e:6c:00:00)
 0100 .... = Version: 4
... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
> Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 84
Identification: 0x25a5 (9633)
> 010. .... = Flags: 0x2, Don't fragment
... 0 0000 0000 = Fragment Offset: 0
Time to Live: 64
Protocol: ICMP (1)
Header Checksum: 0x434e [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source Address: 192.168.1.2
Destination Address: 8.8.8.8
[Stream index: 2]
< Internet Control Message Protocol
  Type: Echo (ping) request (8)
  Code: 0
  Checksum: 0xb269 [correct]
  [Checksum Status: Good]
  Identifier (BE): 930 (0x03a2)
  Identifier (LE): 41475 (0xa203)
  Sequence Number (BE): 14 (0x000e)
  Sequence Number (LE): 3584 (0x0e00)
  [Request frame: 41]
> ICMP Data: Bca4786900000000070050e0000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f2021222324252627282

```

ภาพที่ 2.4 ภาพข้อมูลแพ็คเก็ต ICMP Reply จาก 8.8.8.8 ไปยัง 192.168.1.2 ของการทดสอบที่ 2 จาก Wireshark

```

> Frame 41: Packet, 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits)
> Ethernet II, Src: C2:01:0e:6c:00:00 (c2:01:0e:6c:00:00), Dst: 0:c1:17:06:a0:01 (0:c1:17:06:a0:01)
 0100 .... = Version: 4
... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
> Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 84
Identification: 0xffffb5 (65461)
> 000. .... = Flags: 0x0
... 0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
Time to Live: 126
Protocol: ICMP (1)
Header Checksum: 0x6b39 [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source Address: 8.8.8.8
Destination Address: 192.168.1.2
[Stream index: 2]
< Internet Control Message Protocol
  Type: Echo (ping) reply (0)
  Code: 0
  Checksum: 0xba69 [correct]
  [Checksum Status: Good]
  Identifier (BE): 930 (0x03a2)
  Identifier (LE): 41475 (0xa203)
  Sequence Number (BE): 14 (0x000e)
  Sequence Number (LE): 3584 (0x0e00)
  [Request frame: 40]
  [Response time: 32.368 ms]
> ICMP Data: Bca4786900000000070050e0000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f2021222324252627282

```

ตารางที่ 2.1 ผลลัพธ์การทดสอบที่ 2 ใน Wireshark โดยวัด Response Time ของ 1.1.1.1

No.	Time (s)	Source	Destination	Type	Response	Response Time (ms)
						To (No.)
7	0.140102	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
8	0.157773	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	7	17.671
77	1.142398	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
81	1.156851	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	77	14.453
148	2.143956	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
149	2.158486	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	148	14.53
215	3.146515	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		

216	3.160004	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	215	13.489
303	4.148895	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
306	4.170478	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	303	21.583
422	5.150788	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
423	5.162682	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	422	11.894
491	6.152767	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
492	6.172947	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	491	20.18
559	7.156104	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
560	7.171938	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	559	15.834
624	8.157237	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
628	8.168927	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	624	11.69
684	9.158931	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
688	9.178519	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	684	19.588
743	10.16127	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
744	10.17837	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	743	17.096
805	11.16404	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
806	11.17606	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	805	12.022
865	12.16695	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
866	12.18106	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	865	14.112
925	13.16804	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
926	13.17984	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	925	11.796
984	14.17148	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
985	14.1915	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	984	20.027
1039	15.17477	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
1040	15.19308	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	1039	18.319
1096	16.17528	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
1097	16.19498	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	1096	19.702
1155	17.17645	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
1156	17.19587	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	1155	19.421
1207	18.1803	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
1211	18.19664	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	1207	16.334
1282	19.18144	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
1283	19.19653	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	1282	15.086
1348	20.18432	192.168.1.3	1.1.1.1	Request		
1349	20.20143	1.1.1.1	192.168.1.3	Reply	1348	17.108

ภาพที่ 2.5 ผลลัพธ์การทดสอบที่ 2 ของระบบที่ได้พัฒนา โดยวัด Response Time ของ 1.1.1.1

(.venv) PS C:\Users\Non\Desktop\PerfMon\ICMP_Feature> py .\pyshark_process.py					
Target IP : 1.1.1.1	No.	Time (s)	Response To (No.)	Type	Response Time (ms)
	8	0.157773000	7	Type: Echo (ping) reply (0)	17.671
	81	1.156851000	77	Type: Echo (ping) reply (0)	14.453
	149	2.158486000	148	Type: Echo (ping) reply (0)	14.53
	216	3.160004000	215	Type: Echo (ping) reply (0)	13.489
	306	4.170478000	303	Type: Echo (ping) reply (0)	21.583
	423	5.162682000	422	Type: Echo (ping) reply (0)	11.894
	492	6.172947000	491	Type: Echo (ping) reply (0)	20.18
	560	7.171938000	559	Type: Echo (ping) reply (0)	15.834
	628	8.168927000	624	Type: Echo (ping) reply (0)	11.69
	688	9.178519000	684	Type: Echo (ping) reply (0)	19.588
	744	10.178369000	743	Type: Echo (ping) reply (0)	17.096
	806	11.176059000	805	Type: Echo (ping) reply (0)	12.022
	866	12.181063000	865	Type: Echo (ping) reply (0)	14.112
	926	13.179835000	925	Type: Echo (ping) reply (0)	11.796
	985	14.191502000	984	Type: Echo (ping) reply (0)	20.027
	1040	15.193084000	1039	Type: Echo (ping) reply (0)	18.319
	1097	16.194980000	1096	Type: Echo (ping) reply (0)	19.702
	1156	17.195870000	1155	Type: Echo (ping) reply (0)	19.421
	1211	18.196636000	1207	Type: Echo (ping) reply (0)	16.334
	1283	19.196528000	1282	Type: Echo (ping) reply (0)	15.086
	1349	20.201428000	1348	Type: Echo (ping) reply (0)	17.108

ตารางที่ 2.2 ตารางเทียบวัดค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่าง Wireshark และระบบที่พัฒนาขึ้น ในการทดสอบที่ 2 ที่เป้าหมาย

#### 1.1.1.1

#### ICMP Test 2 IP 1.1.1.1 Response Time Results (ms)

Packet No.	Wireshark	ระบบที่พัฒนา	Difference
1	17.671	17.671	0
2	14.453	14.453	0
3	14.53	14.53	0
4	13.489	13.489	0
5	21.583	21.583	0
6	11.894	11.894	0
7	20.18	20.18	0
8	15.834	15.834	0
9	11.69	11.69	0
10	19.588	19.588	0
11	17.096	17.096	0
12	12.022	12.022	0
13	14.112	14.112	0
14	11.796	11.796	0
15	20.027	20.027	0
16	18.319	18.319	0
17	19.702	19.702	0
18	19.421	19.421	0
19	16.334	16.334	0
20	15.086	15.086	0
21	17.108	17.108	0

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างจะได้

$$\frac{\text{ผลรวมค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ทั้งหมด}}{\text{จำนวนผลลัพธ์}} = \frac{0}{21} = 0$$

พบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0

ตารางที่ 2.3 ผลลัพธ์การทดสอบที่ 2 ใน Wireshark โดยวัด Response Time ของ 8.8.8.8

No.	Time (s)	Source	Destination	Type	Response To (No.)	Response Time (ms)
40	0.48178	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
41	0.514148	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	40	32.368
110	1.484657	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
111	1.500471	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	110	15.814
181	2.486138	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
185	2.502534	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	181	16.396
254	3.488982	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
255	3.503431	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	254	14.449
367	4.490308	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
375	4.504229	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	367	13.921
453	5.491918	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
457	5.506577	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	453	14.659
521	6.496384	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
525	6.513432	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	521	17.048
586	7.49585	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
593	7.514302	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	586	18.452
652	8.499677	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
653	8.521512	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	652	21.835
712	9.500693	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
713	9.520529	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	712	19.836
771	10.503025	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
772	10.5226	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	771	19.575
833	11.50356	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
837	11.517694	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	833	14.134
894	12.506395	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
895	12.523445	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	894	17.05
952	13.508621	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
953	13.524847	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	952	16.226
1005	14.508898	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
1006	14.5233	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	1005	14.402
1064	15.512549	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
1065	15.527797	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	1064	15.248
1118	16.513658	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
1119	16.528308	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	1118	14.65

1177	17.515611	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
1178	17.529512	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	1177	13.901
1231	18.516339	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
1232	18.531056	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	1231	14.717
1311	19.517023	192.168.1.2	8.8.8.8	Request		
1312	19.531056	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	1311	14.033

ภาพที่ 2.6 ผลลัพธ์การทดสอบที่ 2 ของระบบที่ได้พัฒนา โดยวัด Response Time ของ 8.8.8.8

(.venv) PS C:\Users\Non\Desktop\PerfMon\ICMP_Feature> py .\pyshark_process.py					
Target IP : 8.8.8.8	No.	Time (s)	Response To (No.)	Type	Response Time (ms)
	41	0.514148000	40	Type: Echo (ping) reply (0)	32.368
	111	1.500471000	110	Type: Echo (ping) reply (0)	15.814
	185	2.502534000	181	Type: Echo (ping) reply (0)	16.396
	255	3.503431000	254	Type: Echo (ping) reply (0)	14.449
	375	4.504229000	367	Type: Echo (ping) reply (0)	13.921
	457	5.506577000	453	Type: Echo (ping) reply (0)	14.659
	525	6.513432000	521	Type: Echo (ping) reply (0)	17.048
	593	7.514302000	586	Type: Echo (ping) reply (0)	18.452
	653	8.521512000	652	Type: Echo (ping) reply (0)	21.835
	713	9.520529000	712	Type: Echo (ping) reply (0)	19.836
	772	10.522600000	771	Type: Echo (ping) reply (0)	19.575
	837	11.517694000	833	Type: Echo (ping) reply (0)	14.134
	895	12.523445000	894	Type: Echo (ping) reply (0)	17.05
	953	13.524847000	952	Type: Echo (ping) reply (0)	16.226
	1006	14.523300000	1005	Type: Echo (ping) reply (0)	14.402
	1065	15.527797000	1064	Type: Echo (ping) reply (0)	15.248
	1119	16.528308000	1118	Type: Echo (ping) reply (0)	14.65
	1178	17.529512000	1177	Type: Echo (ping) reply (0)	13.901
	1232	18.531056000	1231	Type: Echo (ping) reply (0)	14.717
	1312	19.531056000	1311	Type: Echo (ping) reply (0)	14.033

ตารางที่ 2.4 ตารางเทียบวัดค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่าง Wireshark และระบบที่พัฒนาขึ้น ในการทดสอบที่ 2 ที่เป้าหมาย

#### 8.8.8.8

#### ICMP Test 2 IP 8.8.8.8 Response Time Results (ms)

Packet No.	Wireshark	ระบบที่พัฒนา	Difference
1	32.368	32.368	0
2	15.814	15.814	0
3	16.396	16.396	0
4	14.449	14.449	0
5	13.921	13.921	0
6	14.659	14.659	0
7	17.048	17.048	0
8	18.452	18.452	0
9	21.835	21.835	0
10	19.836	19.836	0
11	19.575	19.575	0
12	14.134	14.134	0
13	17.05	17.05	0
14	16.226	16.226	0
15	14.402	14.402	0

16	15.248	15.248	0
17	14.65	14.65	0
18	13.901	13.901	0
19	14.717	14.717	0
14.033		14.033	0

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างจะได้

$$\frac{\text{ผลรวมค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ทั้งหมด}}{\text{จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมด}} = \frac{0}{20} = 0$$

พบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0

#### ผลการทดสอบที่ 2

เปรียบเทียบผลลัพธ์ของระบบที่พัฒนา กับ Wireshark (ตัวอ้างอิง) พบว่า มี 41 ผลลัพธ์ที่ถูกต้องจากผลลัพธ์ทั้งหมด โดยคิดรวมทั้งการวัด 1.1.1.1 และ 8.8.8.8 คิดเป็นสัดส่วนความถูกต้องจะได้

$$\frac{\text{จำนวนผลลัพธ์ถูกต้อง}}{\text{จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมด}} \times 100 = \frac{41}{41} \times 100 = 100\%$$

พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่พัฒนา นั้นมีความถูกต้องอยู่ที่ 100% ของผลลัพธ์ทั้งหมด

#### การทดสอบที่ 3

##### รายละเอียด

หากมีการส่ง Request ที่ 1 และไม่มีคำตอบ แต่ Request ที่ 2 ส่งตามไปและได้คำตอบ ระบบจะสามารถวัด Response Time ได้อย่างถูกต้องหรือไม่ จำลอง Packet Loss โดยทำการนำไฟล์ ICMP Test 2.pcap มาบน Echo Reply ออกบางส่วน ให้ระบบที่พัฒนา และ Wireshark นำมาตรวจสอบและนำผลมาเทียบกัน

##### ความคาดหวัง

ระบบต้องไม่นำ Request ที่ 1 ไปจับคู่กับ Reply ของ Request ที่ 2 ซึ่งจะทำให้ค่า RTT สูงผิดปกติ ระบบต้องรายงานได้ว่า Request ที่ 1 Lost และคำนวนเฉพาะตัวที่มีคุณสมบูรณ์เท่านั้น

##### วิธีการได้มาของข้อมูล

- นำไฟล์ .pcap จากการทดสอบที่ 2 มากรองให้เหลือเฉพาะที่ Ping ไป 8.8.8.8
- ทำการแก้ไข .pcap ให้มีการ Reply บางส่วน
- บันทึกเป็นไฟล์ .pcap ใหม่ พร้อม export เป็น .csv เพื่อนำมาทำตารางที่ 3.1
- นำไฟล์ .pcap มาเป็น Input ของระบบที่พัฒนา และได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ภาพข้อมูลแพ็กเก็ต ICMP Request จาก 192.168.1.2 ไปยัง 8.8.8.8 และไม่ได้รับ Reply กลับมา ของการทดสอบที่ 3 จาก Wireshark

```

> Frame 1: Packet, 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits)
> Ethernet II, Src: 0c:a1:70:6a:00:01 (0c:a1:70:6a:00:01), Dst: c2:01:0e:6c:00:00 (c2:01:0e:6c:00:00)
  Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.1.2, Dst: 8.8.8.8
    0100 ... = Version: 4
    .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
    > Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
      Total Length: 84
      Identification: 0x25a1 (9633)
    > 010. .... = Flags: 0x2, Don't fragment
      ...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0
      Time to Live: 64
      Protocol: ICMP (1)
      Header Checksum: 0x434e [validation disabled]
      [Header checksum status: Unverified]
      Source Address: 192.168.1.2
      Destination Address: 8.8.8.8
      [Stream index: 0]
    > Internet Control Message Protocol
      Type: Echo (ping) request (8)
      Code: 0
      Checksum: 0xb269 [correct]
      [Checksum Status: Good]
      Identifier (BE): 930 (0x03a2)
      Identifier (LE): 41475 (0xa203)
      Sequence Number (BE): 14 (0x000e)
      Sequence Number (LE): 3584 (0xe0e0)
      [No response seen]
        [Expert Info (Warning/Sequence): No response seen to ICMP request]
          [No response seen to ICMP request]
          [Severity level: Warning]
          [Group: Sequence]
        > ICMP Data: 8ca47869000000007050e0000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f20212223242526272829...
  
```

ตารางที่ 3.1 ผลลัพธ์การทดสอบที่ 3 ใน Wireshark โดยวัด Response Time ของ 1.1.1.1 ที่มี Packet Loss

No.	Time (s)	Src	Dst	Type	Response To (No.)	Response Time (ms)	No Resp
1	0	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			No Response
2	1.002877	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
3	1.018691	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	2	15.814	
4	2.004358	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
5	2.020754	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	4	16.396	
6	3.007202	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			No Response
7	4.008528	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
8	4.022449	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	7	13.921	
9	5.010138	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
10	5.024797	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	9	14.659	
11	6.014604	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
12	6.031652	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	11	17.048	
13	7.01407	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			No Response
14	8.017897	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			No Response
15	10.02125	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
16	10.04082	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	15	19.575	
17	11.02178	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
18	11.03591	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	17	14.134	
19	12.04167	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply			
20	13.02684	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
21	13.04307	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	20	16.226	
22	14.02712	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			
23	14.04152	8.8.8.8	192.168.1.2	Reply	22	14.402	
24	15.03077	192.168.1.2	8.8.8.8	Request			

25	15.04602	8.8.8	192.168.1.2	Reply	24	15.248
26	16.03188	192.168.1.2	8.8.8	Request		No Response
27	17.03383	192.168.1.2	8.8.8	Request		
28	17.04773	8.8.8	192.168.1.2	Reply	27	13.901
29	18.03456	192.168.1.2	8.8.8	Request		
30	18.04928	8.8.8	192.168.1.2	Reply	29	14.717
31	19.03524	192.168.1.2	8.8.8	Request		
32	19.04928	8.8.8	192.168.1.2	Reply	31	14.033

ภาพที่ 3.2 ผลลัพธ์การทดสอบที่ 3 ของระบบที่ได้พัฒนา โดยวัด Response Time ของ 1.1.1.1 ที่มี Packet Loss

(.venv) PS C:\Users\Non\Desktop\PerfMon\ICMP_Feature> py .\pyshark_packet_loss.py						
Target IP : 8.8.8.8						
No.	Time (s)	Resp To	Type	Response Time (ms)	No Resp	
1	0.000000	-	Type: Echo (ping) request (8)		No response seen	
2	1.002877	-	Type: Echo (ping) request (8)			
3	1.018691	2	Type: Echo (ping) reply (0)	15.814		
4	2.004358	-	Type: Echo (ping) request (8)			
5	2.020754	4	Type: Echo (ping) reply (0)	16.396		
6	3.007202	-	Type: Echo (ping) request (8)		No response seen	
7	4.008528	-	Type: Echo (ping) request (8)			
8	4.022449	7	Type: Echo (ping) reply (0)	13.921		
9	5.010138	-	Type: Echo (ping) request (8)			
10	5.024797	9	Type: Echo (ping) reply (0)	14.659		
11	6.014604	-	Type: Echo (ping) request (8)			
12	6.031652	11	Type: Echo (ping) reply (0)	17.048		
13	7.014070	-	Type: Echo (ping) request (8)		No response seen	
14	8.017897	-	Type: Echo (ping) request (8)		No response seen	
15	10.021245	-	Type: Echo (ping) request (8)			
16	10.040820	15	Type: Echo (ping) reply (0)	19.575		
17	11.021780	-	Type: Echo (ping) request (8)			
18	11.035914	17	Type: Echo (ping) reply (0)	14.134		
19	12.041665	-	Type: Echo (ping) reply (0)			
20	13.026841	-	Type: Echo (ping) request (8)			
21	13.043067	20	Type: Echo (ping) reply (0)	16.226		
22	14.027118	-	Type: Echo (ping) request (8)			
23	14.041520	22	Type: Echo (ping) reply (0)	14.402		
24	15.030769	-	Type: Echo (ping) request (8)			
25	15.046017	24	Type: Echo (ping) reply (0)	15.248		
26	16.031878	-	Type: Echo (ping) request (8)		No response seen	
27	17.033831	-	Type: Echo (ping) request (8)			
28	17.047732	27	Type: Echo (ping) reply (0)	13.901		
29	18.034559	-	Type: Echo (ping) request (8)			
30	18.049276	29	Type: Echo (ping) reply (0)	14.717		
31	19.035243	-	Type: Echo (ping) request (8)			
32	19.049276	31	Type: Echo (ping) reply (0)	14.033		

ตารางที่ 3.2 ตารางเทียบวัดค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่าง Wireshark และระบบที่พัฒนา โดยวัด Response Time ของ 1.1.1.1 ที่มี Packet Loss

#### ICMP Test 1 Response Time Results (ms)

No.	Type	Wireshark	ระบบที่พัฒนา
1	Request	No Response	No Response
2	Request		
3	Reply	15.814	15.814
4	Request		

5	Reply	16.396	16.396
6	Request	No Response	No Response
7	Request		
8	Reply	13.921	13.921
9	Request		
10	Reply	14.659	14.659
11	Request		
12	Reply	17.048	17.048
13	Request	No Response	No Response
14	Request		
15	Request		
16	Reply	19.575	19.575
17	Request		
18	Reply	14.134	14.134
19	Reply		
20	Request		
21	Reply	16.226	16.226
22	Request		
23	Reply	14.402	14.402
24	Request		
25	Reply	15.248	15.248
26	Request	No Response	No Response
27	Request		
28	Reply	13.901	13.901
29	Request		
30	Reply	14.717	14.717
31	Request		
32	Reply	14.033	14.033

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างจะได้

$$\frac{\text{ผลรวมค่าความแตกต่างของผลลัพธ์ทั้งหมด}}{\text{จำนวนผลลัพธ์ทั้งหมด}} = \frac{0}{32} = 0$$

พบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างมีค่าเท่ากับ 0

ผลการทดสอบที่ 3

เปรียบเทียบผลลัพธ์ของระบบที่พัฒนา กับ Wireshark (ตัวอ้างอิง) พบว่ามี 32 ผลลัพธ์ที่ถูกต้องจากผลลัพธ์ทั้งหมด คิดเป็นสัดส่วนความถูกต้องจะได้

$$\frac{\text{จำนวนผลลัพธ์ที่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนคู่ผลลัพธ์ทั้งหมด}} \times 100 = \frac{32}{32} \times 100 = 100\%$$

พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องอยู่ที่ 100% ของผลลัพธ์ทั้งหมด