การทดลองที่ 22 เรื่องโพรโทคอล SIP

22.1. วัตถุประสงค์ในการทดลอง

1.1เพื่อศึกษาหลักการเชื่อมต่อการสื่อสารในระบบ VoIP (โพรโทคอลSIP)

1.2 เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลเสียงบนโพรโทคอล RTP

1.3เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้นของการเชื่อมต่อระบบ VoIP ได้ด้วยการใช้ซอฟต์แวร์ WireShark

22.2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โพรโทคอล SIP เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการส่งสัญญาณควบคุม (Signaling Protocol) ที่ใช้ในการเชื่อมต่อการสื่อสาร บริหารจัดการการเชื่อมต่อ (เช่น การเพิ่มคู่สนทนา การโอนสาย เป็นต้น) และการส่งสัญญาณเพื่อจบการสนทนา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในการสื่อสารในระบบ VoIP โพรโทคอล SIP ได้ถูกพัฒนาให้เป็นมาตรฐานโดยองค์กร IETF (Internet Engineering Task Force) เนื่องจาก SIP ไม่ใช่โพรโทคอลที่ใช้ในการส่งข้อมูล ดังนั้นในการใช้งานจริง SIP มักจะต้องทำงานร่วมกันกับโพรโทคอลอื่นที่ใช้ในการส่งข้อมูล สำหรับการสื่อสารบนระบบ VoIP นั้นโพรโทคอลที่ทำงานร่วมกับ SIP เพื่อการส่งข้อมูลเสียง ก็คือ โพรโทคอล RTP (Real Time Protocol)

2.1 โพรโทคอล SIP

เป็นโพรโทคอลในชั้นประยุกต์ (ApplicationLayer) ถูกพัฒนาโดย IETF (Internet Engineering Task Force) โดยออกแบบให้ใช้ในการตกลงกันระหว่างคู่สนทนา หรือระหว่างผู้ใช้บริการเพื่อทำการเริ่มต้นการโทร (Establish Call) เปลี่ยนแปลงรูปแบบการโทร (Modify Call) และสิ้นสุดการโทรหรือจบการสนทนา (End Call/Terminate Call) ดังนั้นโพรโทคอล SIP มีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนการส่งสัญญาณควบคุม (Control Signaling) ก่อนและจบการสนทนาเท่านั้น นอกจากนี้การทำงานอย่างเป็นระบบตามมาตรฐาน SIP ทำให้เกิดความยืดหยุ่นและความสะดวกในการใช้งานแก่ผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้นหน้าที่หลักของมาตรฐาน SIP มีไว้เพื่อทำหน้าที่ ดังนี้

- User Location หาตำแหน่ง (หมายเลขไอพี) ของ endpoint terminal
- User Availability สถานะความพร้อมใช้งานของ endpoint terminal
- User Capabilities ความสามารถ ชนิดของอุปกรณ์ endpoint terminal

รวมถึงพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ผู้โทรศัพท์ต้องการจะใช้งานระหว่างการโทร

2.2 องค์ประกอบของ SIP

เนื่องจากSIP มีการทำงานเป็นแบบ Client/Server ดังนั้น ในองค์ประกอบหลักในการทำงานของโพรโทคอลจึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ เครื่องลูกข่าย (User Agent SIP Client) และ ส่วนของแม่ข่าย (Network Server SIP Server)

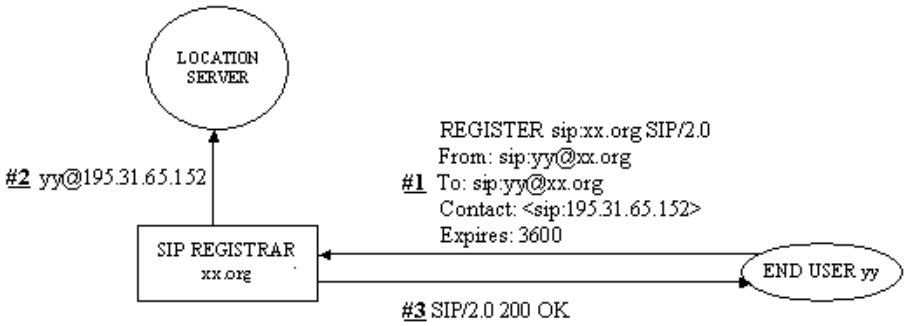
2.2.1 เครื่องลูกข่าย (User Agent) คือระบบปลายทางเป็นไปได้ทั้งผู้เริ่มต้นการเรียกสายและผู้ถูกเรียกสาย ซึ่งสามารถอยู่ในรูปของซอฟต์โฟน หรือเครื่องโทรศัพท์ไอพี โดยเครื่องลูกข่ายนี้จะทำหน้าที่ในการสร้างหรือเริ่มต้นการโทรโดยส่งสัญญาณร้องขอ (Request Signal) ไปยังเครื่องแม่ข่าย

2.2.2 เครื่องแม่ข่าย (Server)ทำหน้าที่สนองต่อการสัญญาณร้องขอจากเครื่องลูกข่ายที่มีรูปแบบการทำงานแบบต่างๆ (ในทางปฏิบัติ เครื่อง IP-PBX เครื่องเดียวก็สามารถทำหน้าที่ทั้งหมดได้) ได้แก่

- *Proxy Server* ทำหน้าที่ค้นหาตำแหน่งของเครื่องลูกข่ายปลายทาง เนื่องจากเมื่อผู้พูดต้นทางต้องการเชื่อมต่อสนทนากับผู้พูดปลายทางนั้น ทางเครื่องต้นทางยังไม่ทราบตำแหน่ง (หรือไอพีแอดเดรส) ของเครื่องปลายทางว่าอยู่ที่ใดในเครือข่าย ดังนั้นจึงต้องทำการติดต่อกับ Proxy Server ซึ่งจะทำหน้าที่ในการส่งต่อการร้องขอเพื่อเชื่อต่อการสนทนาไปยังผู้รับปลายทาง

- *Redirect Server* ทำหน้าที่ส่งสัญญาณกลับไปที่เครื่องลูกข่ายต้นทาง เพื่อบอกให้ใช้เส้นทางอื่นในการติดต่อกับเครื่องปลายทาง เนื่องจากเครื่องปลายทางได้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง (แบบชั่วคราว หรือแบบถาวร) ไปแล้ว

- *Registrar Server* ทำหน้าที่ในการตรวจจับตำแหน่งบนเครือข่ายของเครื่องลูกข่ายซึ่งสามารถทำได้โดย เครื่องลูกข่ายจะคอยส่งสัญญาณรูปแบบเฉพาะมายัง RegistrarServer เป็นระยะเพื่อบอกให้เครื่องแม่ข่ายทราบว่าขณะนี้เครื่องลูกข่ายดังกล่าวอยู่ที่ใดรูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการที่เครื่องลูกข่ายส่งสัญญาณ REGISTER เพื่อบ่งบอกตำแหน่งหมายเลขไอพีปัจจุบันให้กับเครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 1 การส่งสัญญาณ REGISTER จากเครื่องลูกข่ายสู่เครื่องแม่ข่ายเพื่อบอกตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องลูกข่าย [http://www.siptutorial.net/SIP/registration.html]

- *Location Server* ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลหรือเป็นฐานข้อมูลผู้ใช้บริการให้กับตัว Network Server ได้ ทำให้ป้องกันปัญหาเรื่องของขนาดฐานข้อมูลไม่เพียงพอและความปลอดภัยของข้อมูลได้ ตามมาตรฐาน SIP อนุญาตให้สามารถพัฒนาตัว Location Server ไว้เป็นตัวเดียวกันกับตัว Proxy Server ได้

2.3 ชุดคำสั่งหรือข้อความที่ใช้ในโพรโทคอลSIP(SIP Messages)

SIP Messages เป็นข้อความร้องขอ (Request) และตอบรับ (Response) ของเครื่องลูกข่าย (SIP Client) และเครื่องแม่ข่าย (SIP Server) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.3.1 SIP Request Messages เป็นสัญญาณ ใช้เพื่อทำการร้องขอ (Request) มีทั้งหมด7สัญญาณ คือ

- INVITE: เชิญชวนให้ร่วมสนทนาหรือติดต่อสื่อสาร
- ACK: การตอบรับจากผู้ถูกร้องขอการสนทนา
- OPTIONS: ใช้สอบถามถึงความสามารถของ SIP Serverและ Client
- BYE: สิ้นสุดการติดต่อสื่อสาร
- CANCEL: เป็นข้อความยกเลิกการติดต่อสื่อสาร
- REGISTER: เป็นข้อความในการลงทะเบียนกับ SIP Server
- INFO: ใช้สำหรับส่งข้อมูลที่จำเป็นระหว่างทำการเชื่อมต่อการสนทนา

2.3.2 SIP Response Messages เป็นข้อความตอบรับจากเครื่องแม่ข่าย (SIP Server) ที่ใช้ตอบสนองเมื่อมี SIP Requests Messages ส่งเข้ามา ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่1ตารางแสดงความหมาย SIP Response Messages

SIP Response Messages	ความหมาย
1XX	ข้อความแสดงข้อมูลของการเชื่อมต่อ (Information Message)
2XX	ข้อความแสดงความสำเร็จของการเชื่อมต่อ (Successful Answer)
3XX	ข้อความเกี่ยวกับการส่งต่อ (Redirection Answers)
4XX	ข้อความเกี่ยวกับความผิดพลาดจากเครื่องลูกข่าย (Method Failures)
5XX	ข้อความเกี่ยวกับเครื่องแม่ข่ายมีปัญหา (Server Failures)
6XX	ข้อความเกี่ยวกับความผิดพลาดโดยรวม (Global Failures)

เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆ ของ SIP Response Messages จึงขอนำเสนอความหมายของการเกิดเหตุการณ์ตอบรับ ดังนี้

-1XX เป็นข้อความตอบรับจาก SIP Server เพื่อเป็นการบอกให้ SIP Client ทราบว่ากำลังทำงานอะไรอยู่

- 2XX เป็นข้อความตอบรับจาก SIP Server เมื่อมีการติดต่อได้สำเร็จ
- 3XX เป็นข้อความเกี่ยวกับการส่งต่อ (Forwarding)
- 4XX เป็นข้อความที่เกิดจากความผิดพลาดของลูกข่าย (Client)

- 5XX เป็นข้อความผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานของเครื่องแม่ข่าย (Server)
- 6XX เป็นข้อความที่เกิดความผิดพลาดโดยรวม

ตารางที่ 2- 7 แสดงรายละเอียดของ Response Message ชนิดต่างๆ

ตารางที่ 2 SIP Message 1XX

100	Trying	บอกให้ทราบว่ากำลังพยายามติดต่อ SIP Client ปลายทางอยู่
180	Ringing	บอกให้ทราบว่ากำลังรอการติดต่อจาก SIP Client ปลายทาง
182	Queued	บอกให้ทราบว่ากำลังกำหนดคิว
183	Session Progress	ความก้าวหน้าของ Session

ตารางที่ 3 SIP Message 2XX

200	OK	ติดต่อได้สำเร็จ
202	Accepted	ยอมรับ

ตารางที่ 4 SIP Message 3XX

300	Multiple choices	หลายตัวเลือก
301	Moved Permanently	ย้ายเป็นการถาวร
302	Moved Temporarily	ย้ายเป็นการชั่ว คราว
305	Use Proxy	ใช้ Proxy
380	Alternative Service	บริการอื่นๆ

ตารางที่ 5 SIP Message 4XX

400	Bad Request	ความต้องการผิดพลาด
401	Unauthorized	การไม่ได้รับสิทธิในการลงทะเบียน
402	Payment Required	ต้องการการชำระเงิน
403	Forbidden	ไม่อนุญาต
404	Not Found	ไม่พบผู้ใช้งาน
405	Method Not Allowed	ขั้น ตอนไม่รับการอนุญาต
406	Not Acceptable	ไม่สามารถยอมรับได้
407	Proxy authentication	ต้องการตรวจสอบสิทธิ์ของProxy

	Required	
408	Request Timeout	หมดเวลาในการส่งการร้องขอ
410	Gone	ไม่สามารถติดต่อผู้ใช้งานได้
413	Request Entity Too Large	สิ่งที่ร้องขอมามีขนาดใหญ่มาก
414	Request-URI Too Large	รูปแบบของ URI มีความยากมาก
415	Unsupported Media Type	ไม่สนับสนุนประเภทของสื่อ
416	Unsupported URI Scheme	ไม่สนับสนุนโครงร่างของ URI
420	Bad Extension	ไม่พบหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการ
421	Extension Required	ต้องการหมายเลขโทรศัพท์
423	Interval Too Brief	ความต้องการผิดพลาด
479	Regretfully	ไม่สามารถใช้งาน URI ที่กำหนดมาได้
480	Temporarily Unavailable	ไม่มีการจัดเตรียมไว้เป็นการชั่วคราว
481	Call/Transaction Does Not Exist	ไม่สามารถติดต่อได้
482	Loop Detected	ตรวจสอบพบการวนรอบ
483	Too Many Hops	จำนวนจุดเชื่อมต่อมากเกินไป
484	Address Incomplete	ที่อยู่ไม่ถูกต้อง
485	Address Ambiguous	ที่อยู่คลุมเครือ
486	Busy Here	ขณะนี้ไม่ว่าง
487	Request Terminated	การร้องขอได้ถูกยุติ
488	Not Acceptable Here	ไม่สามารถยอมรับได้
489	Bad Event	เหตุการณ์ผิดพลาด

491		Request Pending	อยู่ระหว่างการร้องขอ
493		Undecipherable	ไม่ควรมีการถอดรหัสส่วนใดส่วนหนึ่งของ S/MIME
494		Security Agreement Required	ต้องการขอตกลงความปลอดภัย

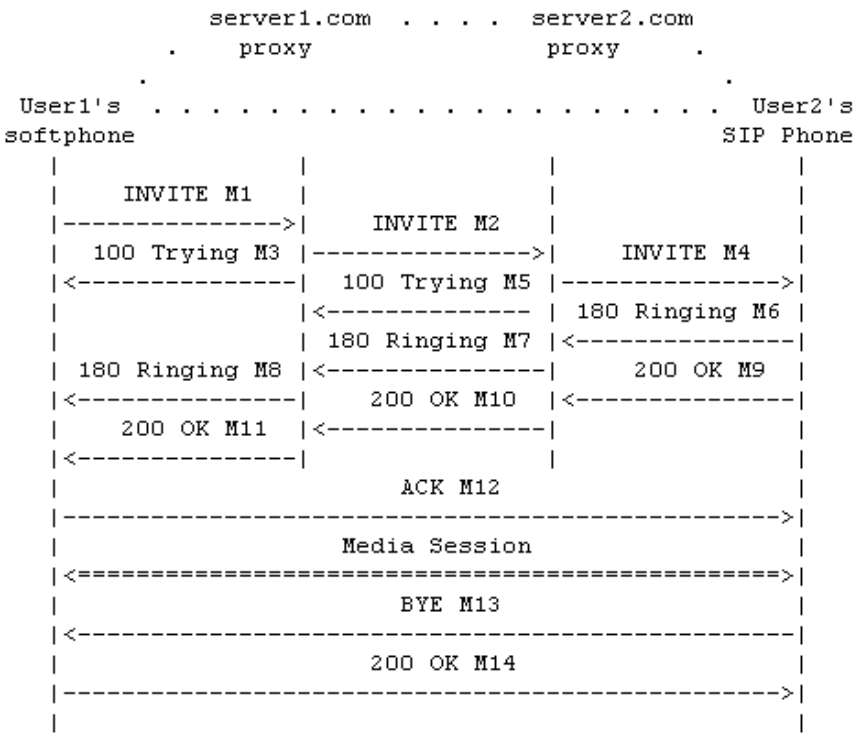
ตารางที่ 6 SIP Message 5XX

500	Server Internal Error	เกิดความผิดพลาดจากภายในเครื่องแม่ข่าย
501	Not implemented	ไม่สามารถทำงานได้ ณ ขณะนี้
502	Bad Gateway	Gateway ผิดพลาด
503	Service Unavailable	ไม่มีการเปิดให้บริการ
504	Server Time-out	หมดเวลาของเครื่องแม่ข่าย
505	Version not supported	เครื่องแม่ข่ายไม่รองรับเวอร์ชัน ที่ใช้งาน
513	Massage Too Large	ข้อความมีขนาดใหญ่เกินไป

ตารางที่ 7 SIP Message 6XX

600	Busy Everywhere	ไม่ว่าง
603	Decline	ถูกปฏิเสธ
604	Does Not Exist Anywhere	ไม่มีอยู่ทุกๆ ที่
606	Not Acceptable	ไม่สามารถยอมรับได้

รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างการไหลของสัญญาณควบคุม เพื่อเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่าง User 1 ที่ใช้อุปกรณ์ซอฟต์โฟน และ Users 2 ที่ใช้โทรศัพท์ไอพี โดยทำการเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องแม่ข่าย server1.com และ server2.com ตามลำดับ



รูปที่ 2 การไหลของสัญญาณควบคุมในการเชื่อมต่อการสื่อสารของ SIP (User 1 ทำการเรียกหา User 2 และ User 2 ทำการวางสายสนทนา

2.2 โพรโทคอลSDP (Session Description Protocol)

การส่งเสียงสนทนาในระบบ VoIP นั้นมีความจำเป็นที่จะต้องแปลงสัญญาณเสียงที่เป็นสัญญาณแอนะล็อกให้อยู่ในรูปของสัญญาณแบบดิจิทัลเพื่อให้สามารถส่งออกไปบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ นอกจากการแปลงเสียงให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัลแล้ว เพื่อเป็นการประหยัดแบนวิดท์ของช่องสัญญาณ ระบบ VoIP จึงนิยมเข้ารหัสเสียงเพื่อให้สามารถบีบอัดสัญญาณเสียงดังกล่าว ก่อนส่งผ่านออกสู่เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เราเรียกการบีบอัดสัญญาณเสียงแบบต่างๆ ว่า Codec ซึ่งปัจจุบันมีการเข้ารหัสสัญญาณเสียงอยู่หลายรูปแบบ ตารางที่ 8 แสดงรายละเอียดของความสัมพันธ์ระหว่าง Bit rate, Delay และ คะแนน MOS ของ Codec ชนิดต่างๆ (คะแนน MOS ใช้บ่งบอกค่าคุณภาพของเสียง ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-5 โดยที่ 0 หมายถึง คุณภาพเสียงแย่ และ 5 หมายถึง คุณภาพเสียงดี) ในการใช้งานจริง ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ Codec เสียงให้ความเหมาะสมกับแบนวิดท์ของเครือข่าย คุณภาพเสียงและความซับซ้อนของการเข้ารหัสได้ตามต้องการ

ตารางที่ 8 คุณสมบัติของ Codec ชนิดต่างๆ

Codec	Bit Rate (kbps)	Algorithmic Delay	Quality MOS
G.711	64	0.125	4.0
G.726	32	0.125	3.85

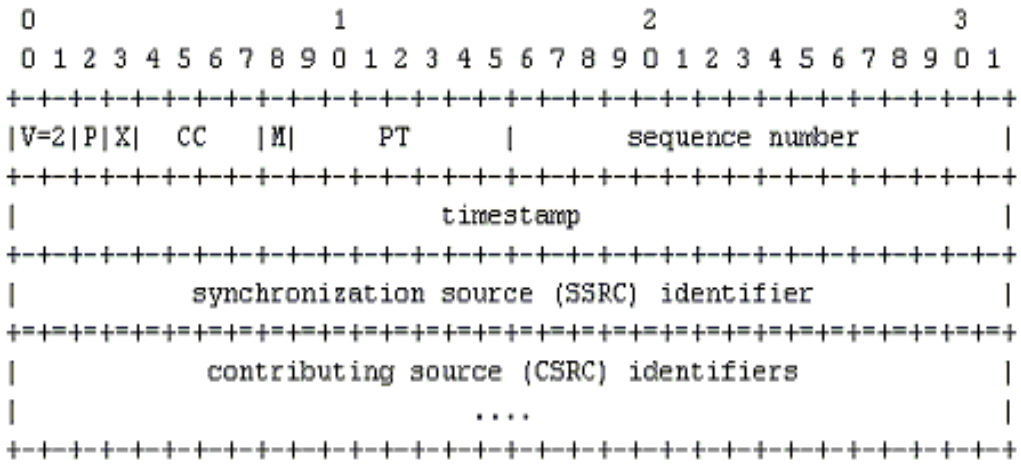
G.728	16	0.625	3.61
G.729	8	15	3.9
G.729A	8	15	3.7

ในการบีบอัดเสียงนั้น วิธีการถอดรหัสจะต้องสอดคลองกับวิธีการเข้ารหัส มิฉะนั้นจะไม่สามารถนำเสียงมาเลนออกทางลำโพงได้ถูกต้อง ดังนั้นในขั้นตอนของการเชื่อมต่อการสนทนา เครื่องต้นทางและปลายทางจำเป็นจะต้องตกลงกันถึง Codec ที่จะใช้ในการสื่อสาร โดยการตกลงในเรื่องดังกล่าวจะถูกกระทำผ่านโพรโทคอลSDP

SDP จะคล้ายกับ SIP ก็คือ ไม่ใช่โพรโทคอลที่ใช้ในการส่งเสียงสนทนา แต่เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการตกลงระหว่างผู้โทรทั้งสองฝ่ายเกี่ยวกับ Codec พอร์ตที่จะใช้ในการส่งข้อมูลเสียง และค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในระหว่างสนทนา

2.3 โพรโทคอลRTP (Real Time Transport Protocol)

เป็นโพรโทคอลมาตรฐานสำหรับส่งข้อมูลแบบเวลาจริง ซึ่งมีรูปแบบของส่วนหัวแสดงดังรูปที่ 2.15 ฟิลด์ส่วนเฮดเดอร์สำคัญคือ ลำดับแพ็คเกจ (Sequence Number) และบันทึกเวลาส่งเฟรม (Time Stamp) 711, G.723, G.726, G.729 เป็นต้น



รูปที่ 3 RTP Header ของโพรโทคอลRTP

จากโครงสร้างของ RTP Protocol Version 2 จะพบว่ามีเฮดเดอร์อย่างน้อย 12 ไบต์ โดยมีรายละเอียดของฟิลด์ต่างๆ ดังนี้

1. Version ของโพรโทคอล RTP ปัจจุบันเวอร์ชัน 2

2. Peddling คือฟิลด์ที่บอกว่าแพ็คเกจนั้นได้ถูกเติมด้วยข้อมูลที่เพิ่มให้พอดีกับขนาดของแพ็คเกจหรือไม่ และยังใช้กระบวนการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) อีกด้วย

3. Extension คือฟิลด์ที่แสดงส่วนหัวของแพ็คเกจของ RTP ว่ามีการขยายหรือไม่

4. CSRC Count บอกจำนวนของ Contribution Source Identifier ในแพ็คเกจโดยมีค่า CSRC ได้ตั้ง แต่ 0-15

5. Marker ใช้สำหรับการระบุ Profile และ Specification ของแพ็กเกจของโพรโทคอลRTP

6. Payload Typeเป็นชนิดของข้อมูลภายใน Payload ซึ่งก็คือชนิดของการบีบอัดข้อมูลเสียง

7. Sequence Number ลำดับของ Packet ซึ่งทำให้ฝั่ง รับได้ตรวจสอบ Packet Loss และสามารถใช้เรียงลำดับของแพ็กเกจได้

8. Timestamp เป็นค่าที่บอกเวลาที่ใช้ในการ Sample ของข้อมูล Payload ซึ่งนำไปใช้ในการคำนวณจิตเตอร์ และค่าเวลาหน่วงของการส่ง (Round Trip Time)

9. SSRC เป็นเลขประจำ Session ซึ่งก็คือ Package ที่มาจากผู้ส่งเดียวกันและใช้ค่า SSRC เท่ากันแสดงว่าเป็น Session เดียวกัน

10. CSRC จะถูกใช้เมื่อมีการ Mixer (ในกรณีที่ระบบเครือข่ายไม่สามารถรองรับข้อมูลที่ส่งระหว่างผู้รับและผู้ส่งโดยจะทำการเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลใหม่ เพื่อรองรับระบบเครือข่ายที่มีทรัพยากรน้อยได้ โดยการลดขนาดคุณภาพของเสียงที่ส่งไป) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ในการประชุมแบบหลายจุด (Multipoint Conference)

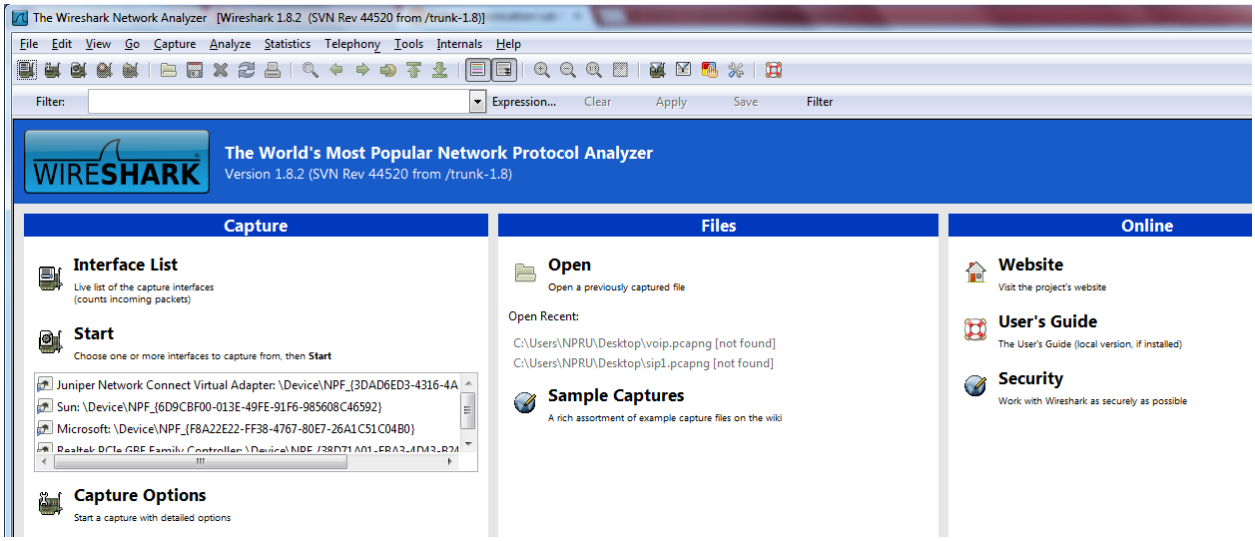
22.3. อุปกรณ์การทดลอง

1. VoIP phone adapter Linksys:PAP2T	จำนวน	1 เครื่อง
2. เครื่องโทรศัพท์แบบแอนะล๊อก	จำนวน	1 เครื่อง
3. เครื่องโทรศัพท์ไอพี	จำนวน	1 เครื่อง
4. โทรศัพท์ชนิด Softphone (X-lite)	จำนวน	1 เครื่อง
5. IP-PBX ทำหน้าที่เป็น server	จำนวน	1 เครื่อง

22.4. ขั้นตอนการทดลอง

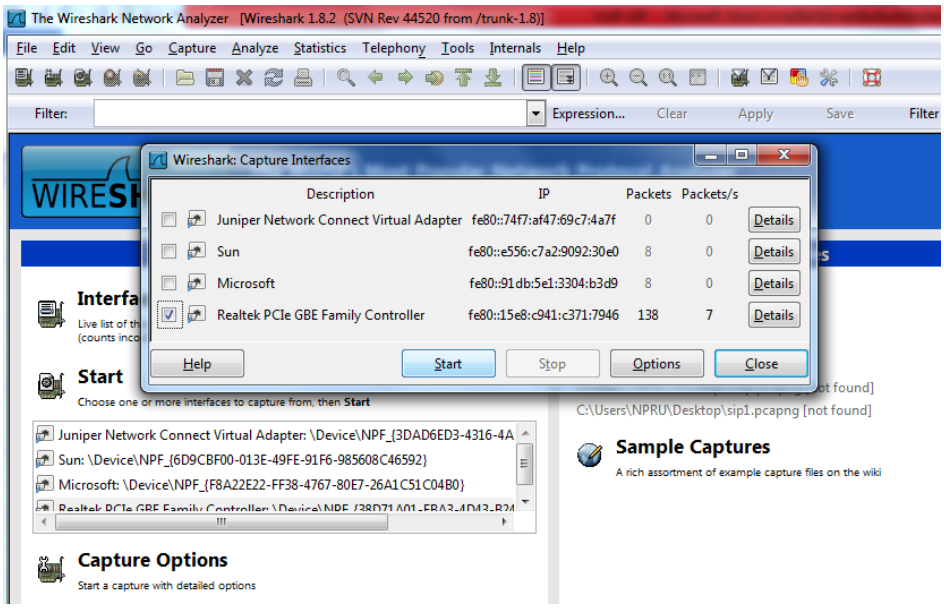
1. ทำการติดตั้งโทรศัพท์ให้สามารถใช้งานได้บนทั้งสามอุปกรณ์ คือ บนเครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค เครื่องโทรศัพท์แอนะล็อก และเครื่องโทรศัพท์ไอพี ตามรายละเอียดในการทดลองที่ 1

2. เปิดโปรแกรมวิเคราะห์แพ็กเก็ตWireshark จาก Program Files จะปรากฏหน้าจอ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าจอโปรแกรม Wireshark

3. ทำการเลือกช่องทางของการ์ด LAN ที่ Capture ->Interface แล้วทำการเลือก interface (วิธีการเลือก interface ก็คือ เลือก Interface ที่มีข้อมูลวิ่งผ่านเยอะๆ แล้วกดปุ่ม Start)

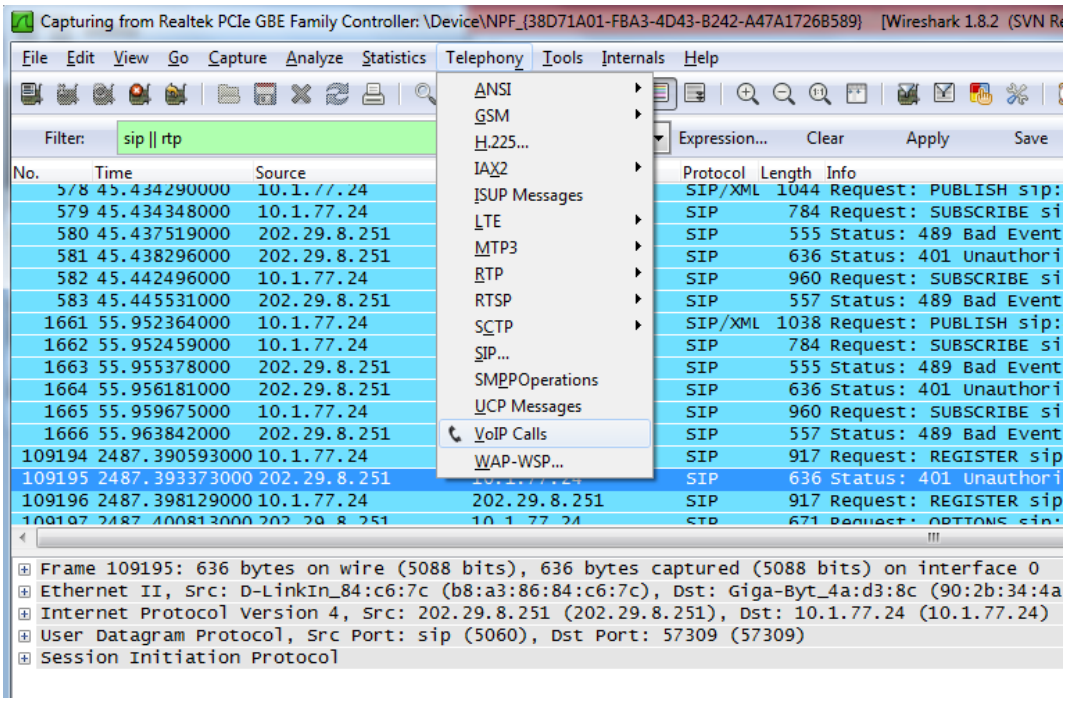


รูปที่ 5 การเลือก Interfaceเพื่อ capture ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์

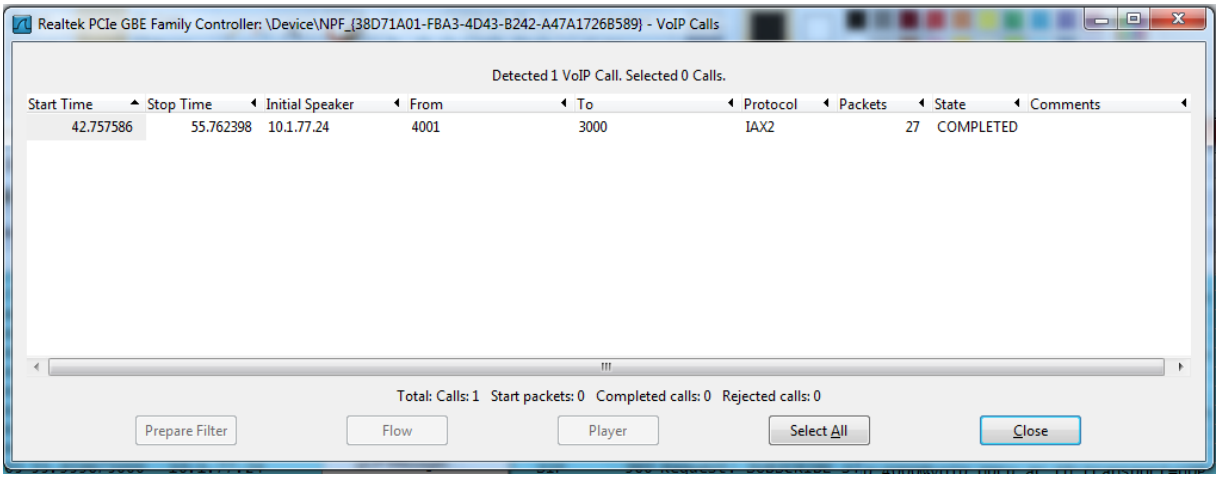
4. ทำการกดเบอร์จากเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1001 ไปหาเครื่องโทรศัพท์ 1000 และทำการรับสายและทดลองพูดคุยเป็นเวลา 30 วินาที แล้ว 1001 เป็นผู้วางสาย

5. วางสายแล้วกดปุ่ม Stop เพื่อให้ Wireshark หยุดทำการ Capture แพ็กเก็ตข้อมูล

6. ที่หน้าจอ Wireshark เลือก Telephony->VoIP Calls จะได้ผลลัพธ์เป็นหน้าต่างแสดงการโทรของ VoIP ขึ้นมา ให้เลือก call ที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7 แล้วกดปุ่ม Flow



รูปที่ 6 การเลือกแสดงรายละเอียดของ VoIP Call



รูปที่ 7 หน้าต่างแสดง VoIP Call

7. บันทึกผลการทดลองของหน้าจอ Wireshark ที่ได้

8. ทำการกดเบอร์จากเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1000 ไปหาเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1001 แต่ไม่มีการรับสาย รอจนสายตัดไป แล้วทำตามขั้นตอนที่ 5-7 อีกครั้ง

9. ทำการกดเบอร์จากเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1000 ไปหาเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1001 และให้เบอร์ 1000 วางสายก่อน แล้วทำตามขั้นตอนที่ 5-7 อีกครั้ง

10. ทำการถอดปลั๊กเครื่อง Linksys PAP2T ออก แล้วจึงกดเบอร์ 1001 จากเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1000 อีกครั้ง แล้วทำตามขั้นตอนที่ 5-7

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

1. หมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์คือ

.....

2. หมายเลขไอพีแอดเดรสของ เครื่องเบอร์1000 คือ

.....

3. หมายเลขไอพีแอดเดรสของ เครื่องเบอร์ 1001 คือ

.....

4. หมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่อง IP-PBX คือ

.....

ตอนที่ 2

1. ผลการทดลองของการกดเบอร์จากเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1000 ไปหาเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1001 และทำการรับสายและทดลองพูดคุยเป็นเวลา 30 วินาที แล้วให้เบอร์ 1001 เป็นผู้วางสายเป็นอย่างไร (แสดงไฟล์ที่ได้บันทึกจาก Wireshark มาด้วย) พร้อมอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลการทดลองของการกดเบอร์จากเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1001 ไปหาเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1000 แต่ไม่มีการรับสาย รอจนสายตัดไปเป็นอย่างไร และมีความแตกต่างจากผลการทดลองแรกหรือไม่อย่างไร (แสดงไฟล์ที่ได้บันทึกจาก Wireshark มาด้วย) พร้อมอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ผลการทดลองของการกดเบอร์จากเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1000 ไปหาเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1001 และให้เบอร์ 1000 วางสายก่อนเป็นอย่างไร มีความแตกต่างจากผลการทดลองสองอันแรกหรือไม่อย่างไร(แสดงไฟล์ที่ได้บันทึกจาก Wiresharkมาด้วย) พร้อมอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ผลของการโทรออกจากเครื่องโทรศัพท์เบอร์ 1000 หาเบอร์ 1001 นั้น เมื่อเครื่อง 1001 ไม่ได้เสียบปลั๊กเป็นอย่างไร มีความแตกต่างจากผลการทดลองสามอันแรกหรือไม่อย่างไร (แสดงไฟล์ที่ได้บันทึกจาก Wireshark มาด้วย) พร้อมอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

22.5. สรุปผลการทดลอง

22.6. คำถามท้ายการทดลอง

1. ในการเชื่อมต่อโทรศัพท์เข้ากับ IP-PBX จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องให้ IP-PBX และ เครื่อง Linksys PAP2T ทั้งสองอยู่ในวงแลนเดียวกัน และถ้าหากเครื่องIP-PBX และ Linksys PAP2T ไม่อยู่ในวงแลนเดียวกัน จะเกิดอะไรขึ้นและปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้อย่างไร

.....

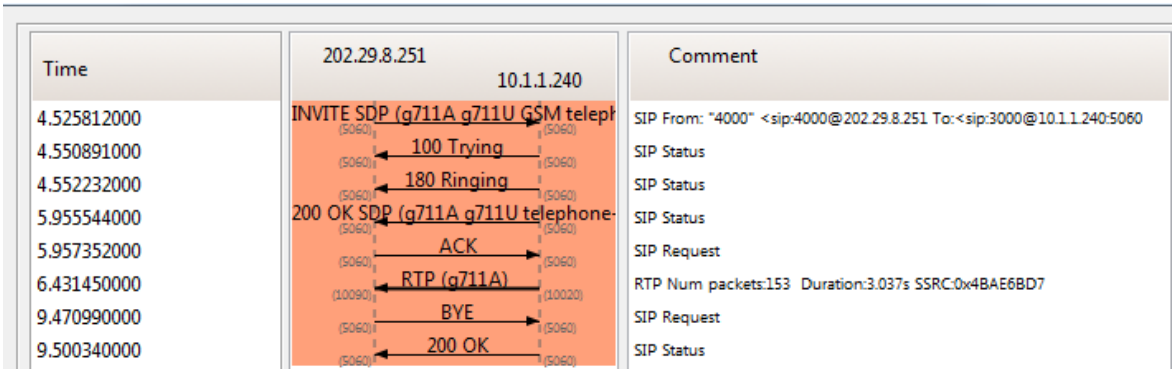
.....

.....

.....

.....

2. จากรูป จงบอกรายละเอียด ดังต่อไปนี้



- การสนทนาดังกล่าวสมบูรณ์หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

- เบอร์โทรศัพท์ต้นทางและปลายทาง คือ เบอร์อะไร

.....

- Codec ที่ใช้ในระหว่างการสนทนา คือ

.....

- ไอพีของเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง คือ

.....

- พอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณ SIP คือ .

.....