

### บทที่ 3

การประเมินค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ VoIP บนโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่น  
ในการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP ที่นำเสนอ

ในบทที่ผ่านมาได้กล่าวถึงโพรโทคอลการสัญญาณที่ใช้ในวอยซ์โอเวอร์ไอพี โพรโทคอลที่เกี่ยวข้องและการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP โดยใช้ SIP/H.323 Signaling Gateway (SIP323) ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อการทำงานโดยใช้เกตเวย์ในการเชื่อมต่อ

ในบทนี้จะกล่าวถึงโปรแกรมจำลองที่ใช้ในโพรโทคอลการสัญญาณ SIP และ H.323 ในการติดต่อ รวมถึงคุณสมบัติและขั้นตอนในการเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP ที่นำเสนอ และการประเมินสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของวอยซ์โอเวอร์ไอพี

#### 3.1 โปรแกรมจำลองอุปกรณ์ปลายทาง H.323

อุปกรณ์ปลายทาง H.323 จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถรับ ส่งและเข้าใจข้อความของโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 ได้ ซึ่งการเขียนโปรแกรมที่มีการทำงานได้เทียบเท่าอุปกรณ์ปลายทาง H.323 จะใช้ข้อมูลจากข้อความที่ได้จากการตรวจจับกลุ่มข้อมูลของโปรแกรม MyPhone [15]

โปรแกรมจำลองอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา โดยใช้ H.323 เวอร์ชัน 2.0 ซึ่งสามารถรองรับฟังก์ชัน H.245 Tunneling และ fast-start ซึ่งสามารถทำการเรียกได้ 2 วิธี ได้แก่

##### 3.1.1 การเรียกธรรมดา

การเรียกธรรมดาเริ่มต้นการเรียกจากการส่งข้อความในการเชื่อมต่อ (setup, callProceeding และ alerting) และข้อความ terminalCapabilitySet เพื่อบอกความสามารถของอุปกรณ์ปลายทาง H.323 เมื่อตอบรับการเรียกด้วยข้อความ connect แล้วจึงตกลงรายละเอียดชื่อและหมายเลขช่องสัญญาณตรรก (หมายเลขช่องทางที่ใช้ในการรับสื่อ) ที่จะใช้ในสื่อสาร โดยใช้ข้อความ openLogicalChannel ซึ่งเมื่อเฝ้าตรวจดูกลุ่มข้อมูลโดยโปรแกรม The Ethereal Network Analyzer [14] จะได้ข้อมูลดังรูปที่ 3.1 และขั้นตอนการเรียกดังรูปที่ 3.2

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
22	5.200796	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: setup terminalCapabilitySet masterSlaveDetermination
23	5.202694	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: callProceeding
24	5.214159	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: alerting terminalCapabilitySet terminalCapabilitySetAck master
26	5.222391	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty terminalCapabilitySetAck masterSlaveDeterminationAck
27	5.224008	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: empty roundTripDelayRequest
28	5.225059	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty roundTripDelayResponse
33	7.429047	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: connect
34	7.439827	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: empty openLogicalChannel (q711u)
36	7.441544	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty openLogicalChannel (q711u)
37	7.456269	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty openLogicalChannelAck
39	7.458234	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: empty openLogicalChannelAck
198	9.816331	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: releaseComplete endSessionCommand
199	9.818071	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: releaseComplete endSessionCommand

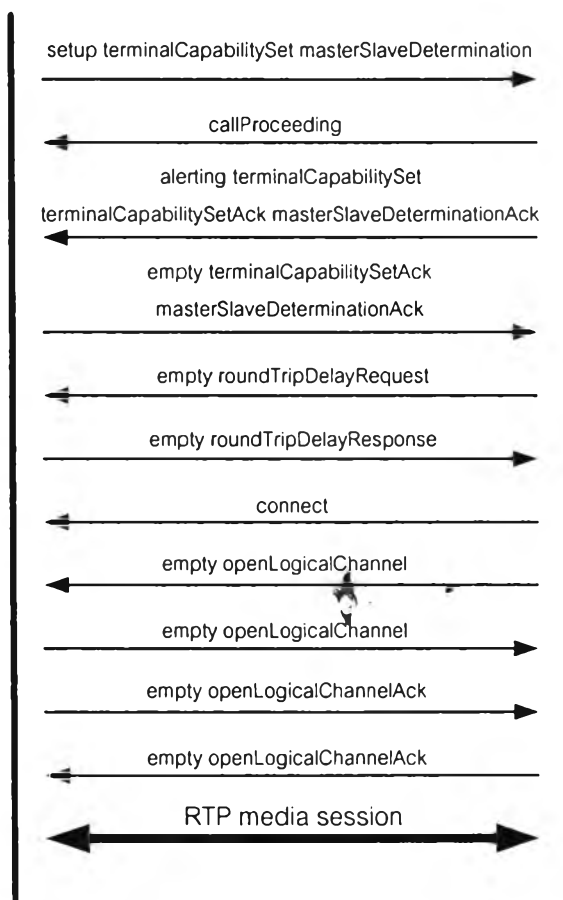
```

# Frame 22 (317 bytes on wire, 317 bytes captured)
# Ethernet II, Src: 00:0c:6e:41:3d:af, Dst: 00:11:09:9d:24:84
# Internet Protocol, Src Addr: 161.200.90.78 (161.200.90.78), Dst Addr: 161.200.90.74 (161.200.90.74)
# Transmission Control Protocol, Src Port: 1315 (1315), Dst Port: 1720 (1720), Seq: 1, Ack: 1, Len: 263
# SETUP
# Q.931
# Protocol discriminator: Q.931
# Call reference value length: 2
# Call reference flag: Message sent from originating side
# Call reference value: 52A4
# Message type: SETUP (0x05)
# Bearer capability
# Display 'kiddy\000'
0030 ff ff 08 63 00 00 00 00 00 08 02 52 a4 05 04 ...C...R...
0040 03 80 90 a5 28 06 4b 69 64 64 79 00 7e 00 ee 05 ...(.K) ddy...
0050 20 a8 06 00 08 91 4a 00 04 01 40 04 00 4b 00 69 ... 2...K.
0060 00 64 00 64 00 79 22 c0 09 00 00 3d 0f 4d 61 47 ...d.d.y...Mag
0070 47 75 53 20 4d 79 50 68 6f 6e 65 00 00 1d 30 2e ...Gus Myph one...0.
0080 32 62 65 74 61 31 32 20 28 4f 70 65 6e 48 33 32 ...2beta12 (OpenH32
0090 33 20 76 31 2e 31 33 2e 35 29 00 00 00 a1 c8 5a ...3 v1.13. 5)....2
00a0 4a 06 b8 00 cb 4f ee 5a 38 f5 18 10 9b 71 00 0c ...3...0.2 B...q...
00b0 6e 41 3d af 00 5d 0d 80 07 00 a1 c8 5a 4e 05 23 ...MAe...T...Z...#
00c0 11 00 cb 4f ee 5a 38 f5 18 10 9b 70 00 0c 6e 41 ...O.ZB...p...A
00d0 3d af 01 00 01 00 01 00 01 00 04 c0 01 80 5e 02 ........A
00e0 54 02 70 01 06 00 08 81 75 00 07 80 13 80 00 fa ...T...U...
00f0 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 0c c0 01 00 01 80 ...T...U...
    
```

รูปที่ 3.1 กลุ่มข้อมูลที่เฝ้าตรวจจากโปรแกรม MyPhone โดยใช้การเรียกขรมดา

H.323 Terminal

H.323 Terminal



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเรียกขรมดาของโปรแกรม MyPhone

### 3.1.2 การเรียกแบบ fast-connect

การเรียกแบบ fast-connect เริ่มต้นการเรียกโดยส่งข้อความ setup เช่นเดียวกัน แต่มีการส่งข้อความ openLogicalChaennel ในฟังก์ชัน fast-start และเมื่อตอบรับการเรียกด้วยข้อความ connect ก็มีการส่งข้อความ openLogicalChaennel ในฟังก์ชัน fast start เช่นกัน และเมื่อเฝ้าตรวจดูกลุ่มข้อมูลโดยโปรแกรม The Ethereal Network Analyzer จะได้ข้อมูลดังรูปที่ 3.3 และขั้นตอนการเรียกดังรูปที่ 3.4

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
10	1.6338901	161.200.90.78	161.200.90.74	H.225.0	CS: setupOpenLogicalChannel
11	1.633766	161.200.90.74	161.200.90.78	H.225.0	CS: callProceeding
12	1.633008	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: alerting terminalCapabilitySet terminalCapabilitySetAck master
14	1.662700	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty terminalCapabilitySetAck mastersSlaveDeterminationAck
15	1.664334	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: empty roundTripDelayRequest
16	1.665421	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty roundTripDelayResponse
20	3.407230	161.200.90.78	161.200.90.74	H.225.0	CS: connect OpenLogicalChannel
325	7.759615	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: releaseComplete endSessionCommand
326	7.761253	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: releaseComplete endSessionCommand

```

* Frame 10 (370 bytes on wire, 370 bytes captured)
* Ethernet II, Src: 00:0c:6e:41:3d:af, Dst: 00:11:09:9d:24:84
* Internet Protocol, Src Addr: 161.200.90.78 (161.200.90.78), Dst Addr: 161.200.90.74 (161.200.90.74)
* Transmission Control Protocol, Src Port: 1313 (1313), Dst Port: 1720 (1720), Seq: 1, Ack: 1, Len: 316
* TPMT
* Q.931
  Protocol discriminator: Q.931
  Call reference value length: 2
  Call reference flag: Message sent from originating side
  Call reference value: 0xe4
  Message type: SETUP (0x05)
  * Bearer capability
  * Display 'Kiddy\000'
  * User-user
  * H.225.0 CS
  * H323_UserInformation
0050 ff ff ze f2 00 00 00 00 00 00 00 00 08 02 0f e4 05 04 .....
0040 03 80 90 a5 28 06 4b 65 64 64 79 00 7e 01 23 05 ....(K1 ddy, ~, #.
0050 20 a8 06 00 08 91 4a 00 04 01 40 04 00 4b 00 69 .....J. ...K.1
0060 00 64 00 64 00 79 22 c0 09 00 00 3d 0f 4d 61 47 .d.dy'....*Mag
0070 47 75 53 20 4d 79 50 68 6f 6e 65 00 00 1d 30 2e Gus MyPh one...o.
0080 32 62 65 74 61 31 32 20 28 4f 70 65 6e 48 33 32 2beta12 (openH32
0090 33 20 76 31 2e 33 33 2e 35 29 00 00 00 a1 c8 5a 3 v1.13. 5).....Z
00a0 4a 0e b8 00 ee 0d 1f 5a 38 f5 18 10 9e 00 00 0c J.....Z 8.....
00b0 6e 41 3d af 00 c5 1d 80 04 07 00 a1 c8 5a 4e 05 nA..... 8.....2N.
00c0 21 11 00 ee 0d 1f 5a 38 f5 18 10 9d ff 00 0c 6e 1.....28 .....n
00d0 41 3d af 33 02 1d 40 00 00 06 04 01 00 4c 60 1d A=3..0 .....L.
00e0 80 11 1c 00 01 00 a1 c8 5a 4e 13 8a 00 a1 c8 5a ..... 2N.....Z
00f0 4e 13 8b 13 00 00 64 0c 60 1d 80 0b 0d 00 01 00 N.....d. ....
0100 a1 c8 5a 4e 13 80 80 01 00 01 00 01 00 01 00 5e ..2N.... .....A
    
```

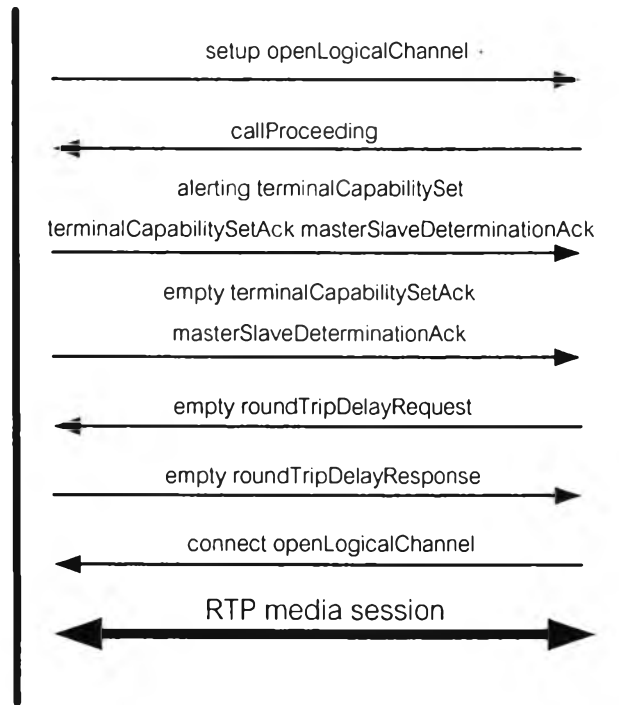
รูปที่ 3.3 กลุ่มข้อมูลที่เฝ้าตรวจจากโปรแกรม MyPhone โดยการใช้การเรียกแบบ fast-connect

### 3.2 โปรแกรมจำลอง SIP User Agent

โปรแกรมจำลอง SIP User Agent เป็นโปรแกรมลูกข่ายที่พัฒนาด้วยภาษาจาวาที่สามารถรับส่งและเข้าใจข้อความของโพรโทคอลการสัญญาณ SIP ได้ เมื่อเฝ้าตรวจดูกลุ่มข้อมูลโดยโปรแกรม The Ethereal Network Analyzer จะได้ข้อมูลดังรูปที่ 3.5 และมีขั้นตอนการเรียกดังรูปที่ 3.6

H.323 Terminal

H.323 Terminal



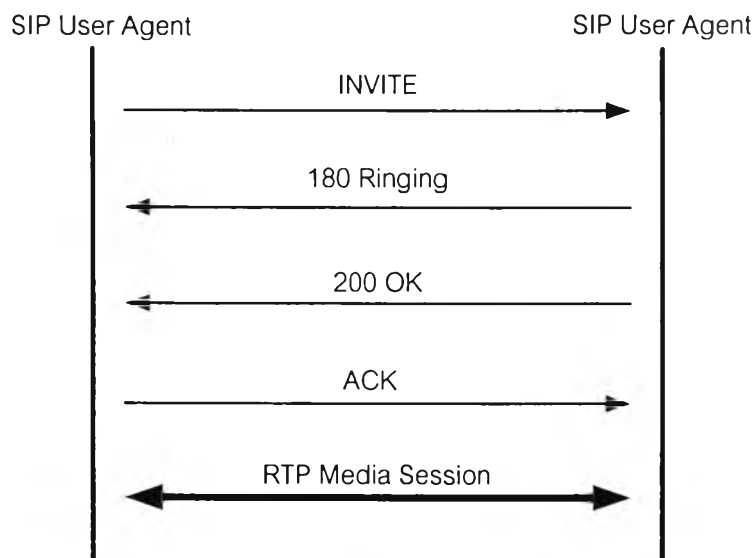
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการเรียกแบบ fast-connect ของโปรแกรม MyPhone

```

No. | Time | Source | Destination | Protocol | Info
---|---|---|---|---|---
335 | 23.038987 | 161.200.90.74 | 161.200.90.78 | SIP | Request: INVITE sip:kong@161.200.90.74, with session description
428 | 26.790444 | 161.200.90.74 | 161.200.90.78 | SIP | Status: 180 Ringing
431 | 27.031723 | 161.200.90.78 | 161.200.90.74 | SIP | Status: 200 OK
431 | 27.031723 | 161.200.90.78 | 161.200.90.74 | SIP | Request: ACK sip:kong@161.200.90.74
1307 | 38.625948 | 161.200.90.78 | 161.200.90.74 | SIP | Request: BYE sip:kong@
1308 | 38.626023 | 161.200.90.78 | 161.200.90.74 | SIP | Request: BYE sip:kong@
1359 | 38.959197 | 161.200.90.74 | 161.200.90.78 | SIP | Status: 200 OK

# Frame 337 (429 bytes on wire, 429 bytes captured)
# Ethernet II, Src: 00:0c:6e:41:3d:af, Dst: 00:11:09:9d:24:84
# Internet Protocol, Src Addr: 161.200.90.78 (161.200.90.78), Dst Addr: 161.200.90.74 (161.200.90.74)
# User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)
# Session Initiation Protocol
# Request-Line: INVITE sip:kong@161.200.90.74 SIP/2.0
# Message Header
# Via: SIP/2.0/UDP 161.200.90.78:5060
# From: <kiddy@161.200.90.78>
# To: <kong@161.200.90.74>
# Call-ID: 92906390@161.200.90.78
# CSeq: 1 INVITE
# Subject: Let Chat!
# Content-Length: 131
# Content-Type: application/sdp
# Message body
# Session Description Protocol
0020 5a 4a 15 ca 1b cd 31 0b ec 89 49 4e 3b 49 54 45 23 00 00 00 INVITE
0030 20 73 69 70 1a 4b 6f 6e 67 40 31 36 31 2e 32 30 00 00 00 sip:kong@161.20
0040 30 2e 39 30 2e 37 34 20 53 49 50 2f 32 2e 30 0d 00 00 00 0.90.74 SIP/2.0.
0050 0a 56 69 61 3a 20 53 49 50 2f 32 2e 30 2f 55 44 .Via: SI P/2.0/ud
0060 50 20 31 36 31 2e 32 30 30 2e 39 30 2e 37 38 3a P 161.20 0.90.78:
0070 35 30 36 30 0d 0a 46 72 6f 6d 3a 20 1c 4b 69 64 5060..Fr om: <kid
0080 64 79 40 31 36 31 2e 32 30 30 2e 39 30 2e 37 38 dy@161.2 00.90.78
0090 3e 0d 0a 54 6f 3a 20 20 3c 4b 6f 6e 67 40 31 36 >..To: <kong@16
00a0 31 2e 32 30 30 2e 39 30 2e 37 34 3e 0d 0a 43 61 1.200.90.74>..Ca
00b0 6c 6c 2d 49 44 20 3a 20 39 32 39 30 36 33 39 30 71-ID : 92906390
00c0 40 31 36 31 2e 32 30 30 2e 39 30 2e 37 38 0d 0a @161.200 .90.78..
00d0 43 53 65 71 3a 20 31 20 49 4e 56 49 54 45 0d 0a CSeq: 1 INVITE..
00e0 53 75 62 6a 65 63 74 3a 20 4c 65 74 20 43 68 61 Subject: Let Cha
00f0 74 21 0d 0a 43 6f 6e 74 65 6e 74 2d 4c 65 6e 67 r!..Cont ent-Leng
0100 74 68 3a 20 31 33 31 0d 0a 43 6f 6e 74 65 6e 74 th: 131. .Content
    
```

รูปที่ 3.5 กลุ่มข้อมูลที่เฝ้าตรวจจากโปรแกรมลูกข่าย SIP User Agent



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการเรียกของ SIP User Agent

### 3.3 การเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP บนโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นที่นำเสนอ

การเชื่อมต่อการทำงานร่วมกันระหว่างโพรโทคอลการสัญญาณ H.323 และ SIP บนโครงข่ายพื้นที่ท้องถิ่นที่นำเสนอ ซึ่งพัฒนาโดยภาษาจาวา เป็นการเชื่อมต่อกันโดยตรงระหว่างโปรแกรมจำลองอุปกรณ์ปลายทางและโปรแกรมจำลอง SIP User Agent ซึ่งโปรแกรมในการเชื่อมต่อจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- 1) H323Agent เป็นโปรแกรมที่จะอยู่ในด้านของ SIP User Agent โดยทำหน้าที่ติดต่อด้วยข้อความ H.323 แบบ TCP กับอุปกรณ์ปลายทาง H.323
- 2) SIPAgent เป็นโปรแกรมที่จะอยู่ในด้านของอุปกรณ์ปลายทาง H.323 โดยทำหน้าที่ติดต่อดูด้วยข้อความ SIP แบบ UDP กับ SIP User Agent

ซึ่งทั้งสองโปรแกรมจะมีการส่งข้อมูลติดต่อกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ทั้งสองโปรแกรมได้รับจากอุปกรณ์ปลายทาง H.323 และ SIP User Agent โดยมีรูปแบบของข้อความ ดังนี้

ชื่อผู้เรียก เลขที่อยู่ไอพีผู้เรียก หมายเลขช่องทางที่ผู้เรียกใช้รับสื่อ  ชื่อผู้ถูกเรียก เลขที่อยู่ไอพีผู้ถูกเรียก หมายเลขช่องทางที่ผู้ถูกเรียกใช้รับสื่อ
---

รูปที่ 3.7 รูปแบบข้อมูลที่ได้รับและส่งระหว่าง H323Agent และ SIPAgent

### 3.3.1 ขั้นตอนการเรียกจาก SIP ไปยัง H.323

ขั้นตอนการเรียกจาก SIP User Agent ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323 โดยใช้โปรแกรม H323Agent และ SIPAgent มีขั้นตอนดังรูปที่ 3.8

- 1) เปิดการทำงานของโปรแกรม H323Agent และ SIPAgent โดย H323Agent จะเปิดรับการติดต่อแบบ UDP เพื่อรอรับข้อความจาก SIPAgent และ SIPAgent จะเปิดรับการติดต่อแบบ UDP เพื่อรอรับการเรียกของ SIP User Agent
- 2) เมื่อ SIP User Agent ต้องการเรียกอุปกรณ์ปลายทาง H.323 จะส่งข้อความ INVITE ไปยังหมายเลขช่องทางซึ่ง SIPAgent รอรับการเรียกอยู่
- 3) เมื่อ SIPAgent ได้รับข้อความ INVITE แล้วจะสร้างข้อความตอบสนอง 180 Ringing กลับไปยัง SIP User Agent เพื่อแจ้งให้ทราบว่าอยู่ในกระบวนการเรียก และสร้างข้อความที่ประกอบไปด้วย ชื่อ เลขที่อยู่ไอพีและหมายเลขช่องทางที่ใช้รับสื่อของผู้เรียกและชื่อและเลขที่อยู่ไอพีของผู้ถูกเรียกไปยัง H323Agent
- 4) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความจาก SIPAgent จะนำข้อมูลไปสร้างข้อความ setup เพื่อเริ่มต้นการเรียกไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323
- 5) เมื่ออุปกรณ์ปลายทาง H.323 ได้รับข้อความ setup จะทำการเชื่อมต่อโดยการส่งข้อความ callProceeding และ alerting กลับมายัง H323Agent
- 6) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ connect เพื่อยืนยันการตอบรับการเรียกและข้อความ terminalCapabilitySet เพื่อบอกความสามารถของ SIP User Agent

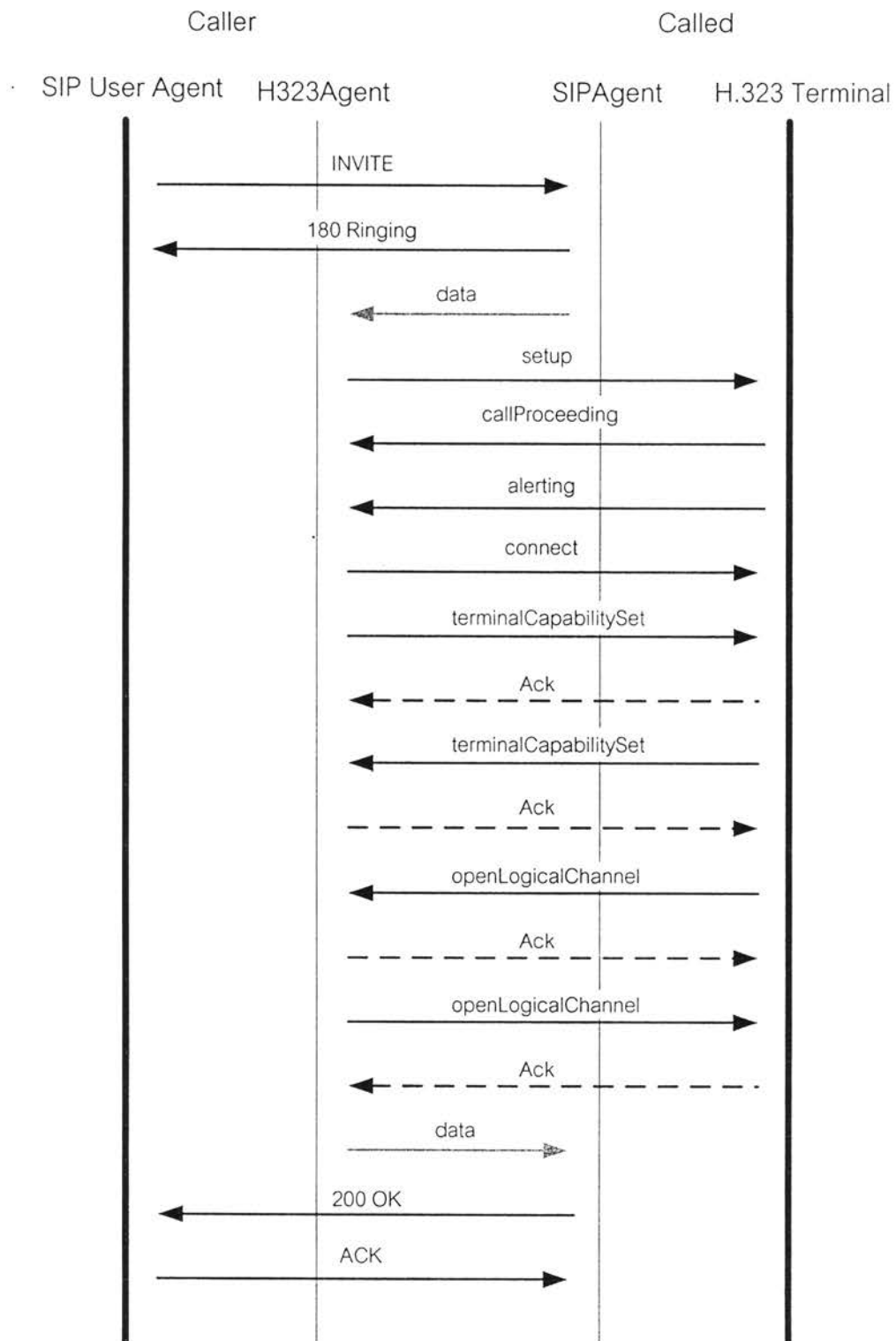


- 7) เมื่ออุปกรณ์ปลายทาง H.323 ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ Ack พร้อมทั้งข้อความ terminalCapabilitySet เพื่อบอกความสามารถของอุปกรณ์ปลายทาง H.323
- 8) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ Ack กลับมายังอุปกรณ์ปลายทาง H.323
- 9) เมื่ออุปกรณ์ปลายทาง H.323 ได้รับข้อความแล้วจะส่งข้อความ openLogicalChannel เพื่อตกลงรายละเอียดของสื่อและหมายเลขช่องทางที่ใช้รับสื่อของอุปกรณ์ปลายทาง H.323
- 10) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ Ack พร้อมทั้งข้อความ openLogicalChannel เพื่อตกลงรายละเอียดของสื่อและหมายเลขช่องทางที่ใช้รับสื่อของ SIP User Agent
- 11) เมื่ออุปกรณ์ปลายทาง H.323 ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ Ack กลับมายัง H323Agent
- 12) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความที่ประกอบไปด้วย ชื่อ เลขที่อยู่ไอพีและหมายเลขช่องทางที่ใช้รับสื่อของผู้เรียกและชื่อ เลขที่อยู่ไอพีและหมายเลขช่องทางที่ใช้รับสื่อของผู้ถูกเรียกไปยัง SIPAgent
- 13) เมื่อ SIPAgent ได้รับข้อความจาก H323Agent จะนำข้อมูลไปสร้างข้อความตอบสนอง 200 OK เพื่อตอบรับการเรียกไปยัง SIP User Agent
- 14) เมื่อ SIP User Agent ได้รับข้อความตอบสนอง 200 OK จะส่งข้อความ ACK เพื่อยืนยันการเรียก

### 3.3.2 การเรียกจาก H.323 ไปยัง SIP

ขั้นตอนการเรียกจากอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ไปยัง SIP User Agent โดยใช้โปรแกรม H323Agent และ SIPAgent มีขั้นตอนดังรูปที่ 3.9

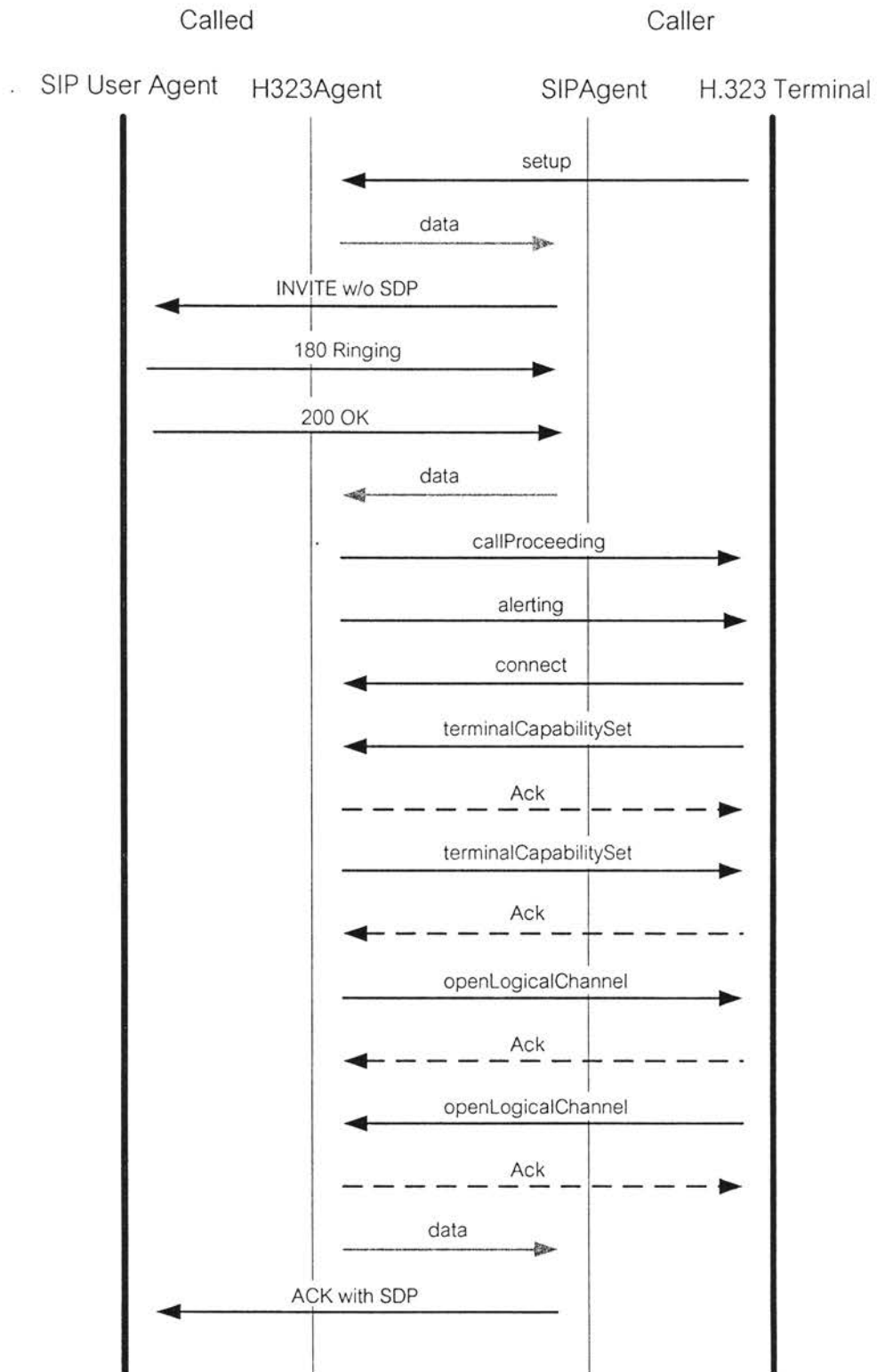
- 1) เปิดการทำงานโปรแกรม H323Agent และ SIPAgent โดย H323Agent จะเปิดรับการติดต่อแบบ TCP เพื่อรอรับข้อความจากอุปกรณ์ปลายทาง H.323 และ SIPAgent จะเปิดรับการติดต่อแบบ UDP เพื่อรับข้อความจาก H323Agent
- 2) เมื่ออุปกรณ์ปลายทาง H.323 ต้องการเรียก SIP User Agent จะส่งข้อความ setup ไปยังหมายเลขช่องทางซึ่ง H323Agent รอรับการเรียกอยู่



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการเชื่อมต่อการทำงานจาก SIP ไปยัง H.323 ที่นำเสนอ



- 3) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความ setup แล้วจะสร้างข้อความที่ประกอบไปด้วย ชื่อและเลขที่อยู่ไอพีของผู้เรียกและเลขที่อยู่ไอพีของผู้ถูกเรียกไปยัง SIPAgent
- 4) เมื่อ SIPAgent ได้รับข้อความจาก H323Agent จะนำข้อมูลไปสร้างข้อความ INVITE โดยไม่มีส่วนตัวของข้อความเพื่อเริ่มต้นการเรียกไปยัง SIP User Agent
- 5) เมื่อ SIP User Agent ได้รับข้อความ INVITE ถ้าทำการตอบรับการเรียกจะส่งข้อความ 200 OK กลับมายัง SIPAgent
- 6) เมื่อ SIPAgent ได้รับข้อความ 200 OK แล้วจะสร้างข้อความที่ประกอบไปด้วย ชื่อและเลขที่อยู่ไอพีของผู้เรียกและชื่อ เลขที่อยู่ไอพีและหมายเลขที่รับสื่อของผู้ถูกเรียกไปยัง H323Agent
- 7) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความจาก SIPAgent แล้ว จะสร้างข้อความ callProceeding และ alerting ส่งมายังอุปกรณ์ปลายทาง H.323
- 8) เมื่ออุปกรณ์ปลายทาง H.323 ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ connect เพื่อยืนยันการตอบรับการเรียกและ terminalCapabilitySet เพื่อบอกความสามารถของอุปกรณ์ปลายทาง H.323
- 9) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ Ack พร้อมทั้งข้อความ terminalCapabilitySet เพื่อบอกความสามารถของ SIP User Agent
- 10) เมื่ออุปกรณ์ปลายทาง H.323 ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ Ack กลับไปยัง H323Agent
- 11) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความแล้ว ข้อความ openLogicalChannel เพื่อตกลงรายละเอียดของสื่อและหมายเลขช่องทางที่รับสื่อของ SIP User Agent
- 12) เมื่ออุปกรณ์ปลายทาง H.323 ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ Ack กลับไปยัง H323Agent พร้อมทั้งข้อความ openLogicalChannel เพื่อตกลงรายละเอียดของสื่อและหมายเลขช่องทางที่รับสื่อของอุปกรณ์ปลายทาง H.323
- 13) เมื่อ H323Agent ได้รับข้อความแล้ว จะส่งข้อความ Ack และสร้างข้อความที่ประกอบไปด้วย ชื่อ เลขที่อยู่ไอพีและหมายเลขช่องทางที่รับสื่อของผู้เรียกและชื่อ เลขที่อยู่ไอพีและหมายเลขช่องทางที่รับสื่อของผู้ถูกเรียกไปยัง SIPAgent
- 14) เมื่อ SIPAgent ได้รับข้อความจาก H323Agent จะนำข้อมูลไปสร้างข้อความ ACK ที่มีส่วนตัวของข้อความเพื่อยืนยันการเรียกไปยัง SIP User Agent



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการเชื่อมต่อการทำงานจาก H.323 ไปยัง SIP ที่นำเสนอ

### 3.4 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ VoIP

#### 3.4.1 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ H.323

ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ H.323 สามารถหาได้จากเวลาตั้งแต่อุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้เรียกเริ่มต้นการเรียกโดยส่งข้อความ setup ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้ถูกเรียก จนกระทั่งอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้เรียกได้รับข้อความ openLogicalChannelAck จากอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้ถูกเรียก โดยไม่รวมเวลาในการตัดสินใจตอบรับของผู้ถูกเรียก เมื่อเฝ้าตรวจดูกลุ่มข้อมูลโดยโปรแกรม The Ethereal Network Analyzer จะได้ข้อมูลดังรูปที่ 3.10

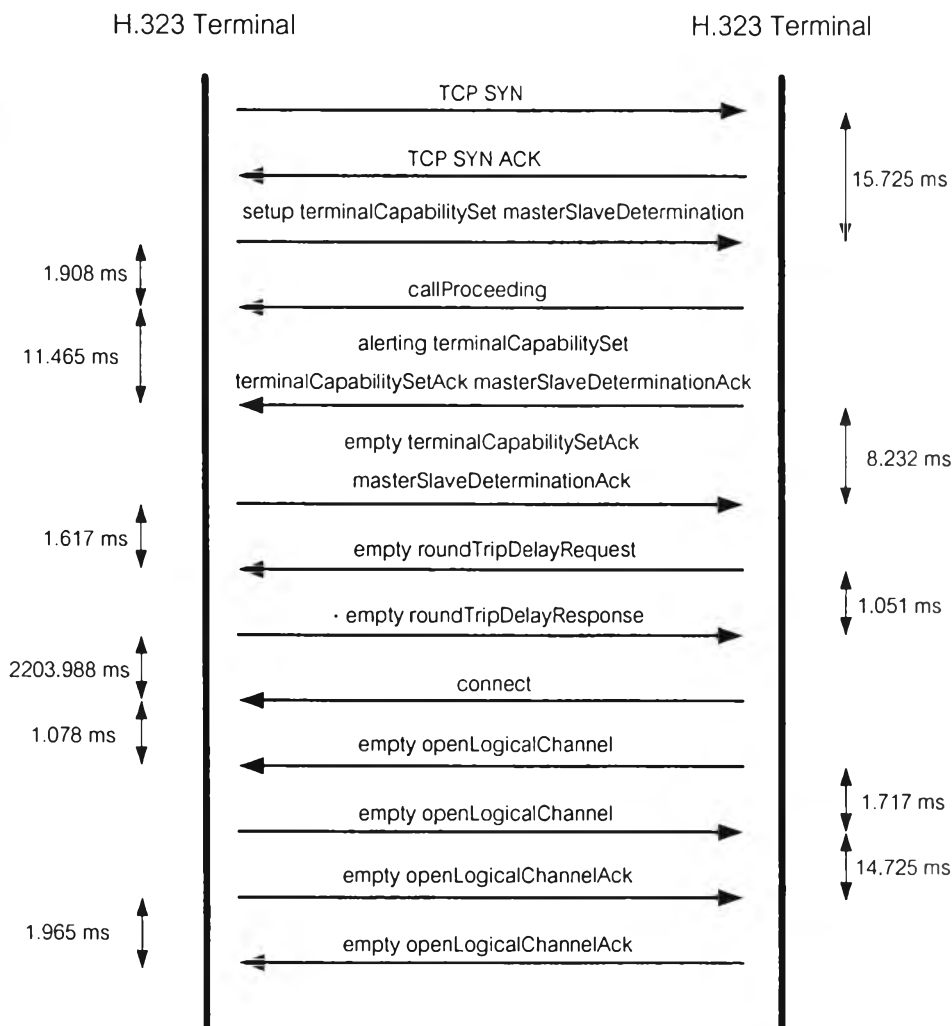
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
22	5.200786	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: setup terminalCapabilitySet masterSlaveDetermination
23	5.202694	161.200.90.74	161.200.90.78	H.225.0	CS: callProceeding
24	5.214159	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: alerting terminalCapabilitySet terminalCapabilitySetAck masterSlave
26	5.222391	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty terminalCapabilitySetAck masterSlaveDeterminationAck
27	5.224008	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: empty roundTripDelayRequest
28	5.225059	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty roundTripDelayResponse
33	7.429047	161.200.90.74	161.200.90.78	H.225.0	CS: connect
34	7.439827	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: empty openLogicalChannel (g711u)
36	7.441544	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty openLogicalChannel (g711u)
37	7.456269	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty openLogicalChannelAck
39	7.458234	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: empty openLogicalChannelAck

รูปที่ 3.10 เวลาในการส่งข้อความของ H.323 เมื่อใช้การเรียกธรรมดา

เมื่อนำเวลาที่ใช้ในการส่งข้อความ H.323 มาคำนวณหาช่วงเวลาในการส่งข้อความแต่ละข้อความแล้ว จะได้ดังรูปที่ 3.11

ดังนั้นค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ H.323 คือช่วงเวลาทั้งหมดยกเว้นช่วงเวลาเมื่อส่งข้อความ roundTripDelayResponse จนถึงได้รับข้อความ connect ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ผู้ถูกเรียกใช้ในการตัดสินใจตอบรับการเรียก ซึ่งจากรูปที่ 3.11 จะได้ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกธรรมดาของ H.323 เท่ากับ 59.483 มิลลิวินาที (ms)

เมื่อ H.323 ใช้การเรียกแบบ fast-connect จะช่วยลดเวลาในการส่งข้อความ H.245 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ H.323 คือตั้งแต่อุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้เรียกเริ่มต้นการเรียกโดยส่งข้อความ setup ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้ถูกเรียกจนกระทั่งอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้เรียกส่งรับข้อความ roundTripDelayResponse จากอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้ถูกเรียก ดังรูปที่ 3.12



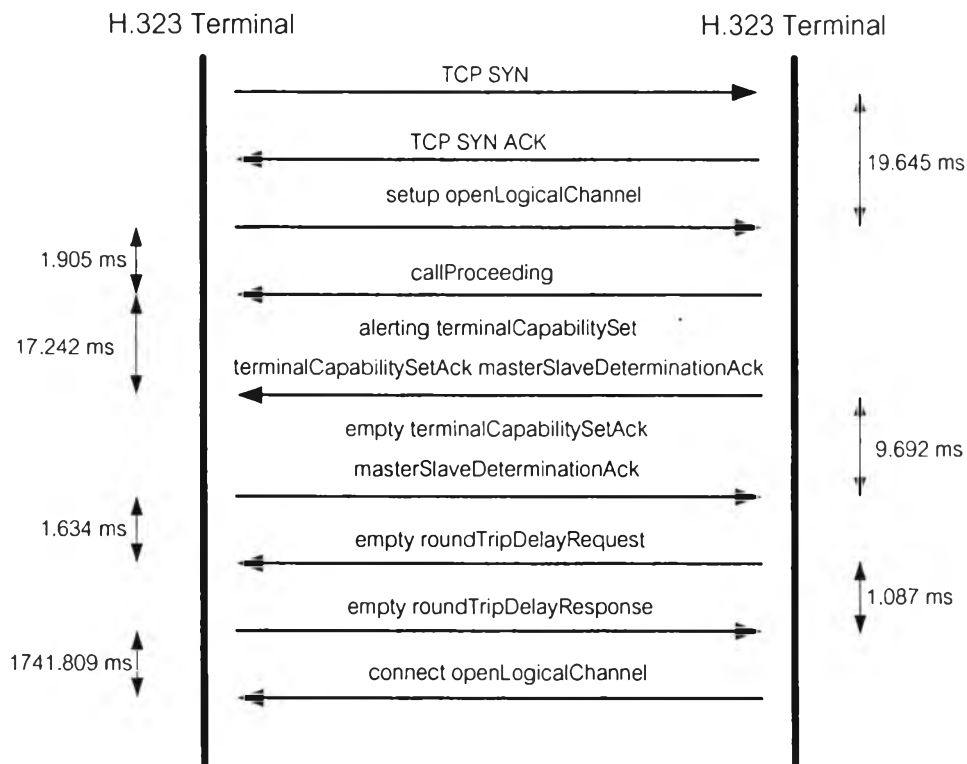
รูปที่ 3.11 เวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละข้อความเมื่อ H.323 ใช้การเรียกธรรมดา

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
10	1.633861	161.200.90.78	161.200.90.74	H.225.0	CS: setup openLogicalChannel
11	1.635766	161.200.90.74	161.200.90.78	H.225.0	CS: callProceeding
12	1.653008	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: alerting terminalCapabilityset terminalCapabilitysetAck masterSlave
14	1.662700	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty terminalCapabilitySetAck mastersSlaveDeterminationAck
15	1.664334	161.200.90.74	161.200.90.78	H.245	CS: empty roundTripDelayRequest
16	1.665421	161.200.90.78	161.200.90.74	H.245	CS: empty roundTripDelayResponse
20	3.407230	161.200.90.74	161.200.90.78	H.225.0	CS: connect openLogicalChannel

รูปที่ 3.12 เวลาในการส่งข้อความของ H.323 เมื่อใช้การเรียกแบบ fast-connect

เมื่อนำเวลาที่ใช้ในการส่งข้อความ H.323 มาคำนวณหาช่วงเวลาในการส่งข้อความแต่ละข้อความแล้ว จะได้ดังรูปที่ 3.13

ดังนั้นค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ H.323 คือช่วงเวลาทั้งหมดตั้งแต่อุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้เรียกเริ่มต้นการเรียกโดยส่งข้อความ setup ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้ถูกเรียกจนถึงอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้เรียกเริ่มต้นการเรียกโดยส่งข้อความ roundTripDelayResponse ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง H.323 ของผู้ถูกเรียก ซึ่งจากรูปที่ 3.13 จะได้ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกแบบ fast-connect ของ H.323 เท่ากับ 51.205 มิลลิวินาที



รูปที่ 3.13 เวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละข้อความเมื่อ H.323 ใช้การเรียกแบบ fast-connect

#### 3.4.2 ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ SIP

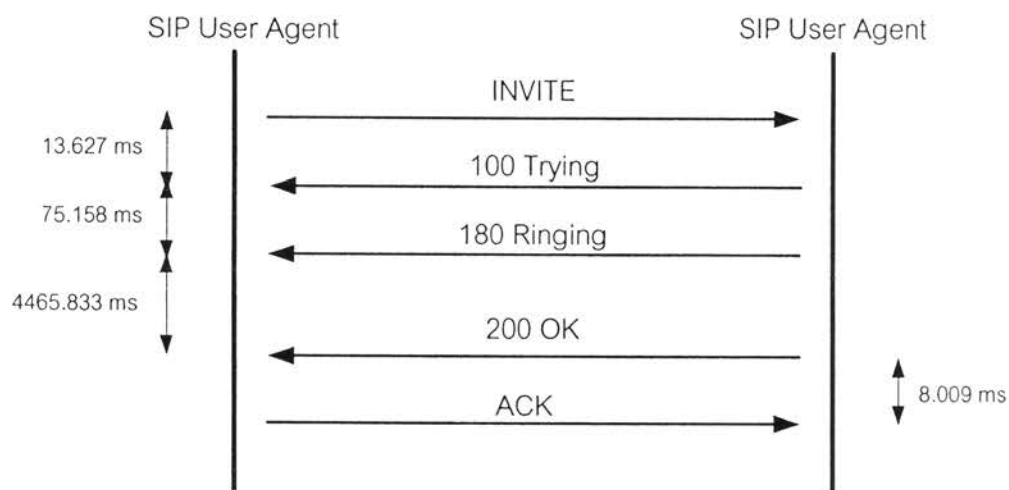
ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ SIP สามารถหาได้จากเวลาดังต่อไปนี้ตั้งแต่ SIP User Agent ของผู้เรียกเริ่มต้นการเรียกโดยส่งข้อความ INVITE ไปยัง SIP User Agent ของผู้ถูกเรียกจนกระทั่ง SIP User Agent ของผู้เรียกได้รับข้อความ ACK จาก SIP User Agent ของผู้ถูกเรียก โดยไม่รวมเวลาในการตัดสินใจตอบรับของผู้ถูกเรียกดังรูปที่ 3.14

No. •	Time	Source	Destination	Protocol	Info
27	6.582360	161.200.90.78	161.200.90.74	SIP/SDP	Request: INVITE sip:saran@161.200.90.74, with session description
30	6.595987	161.200.90.74	161.200.90.78	SIP	Status: 100 Trying
32	6.671145	161.200.90.74	161.200.90.78	SIP	Status: 180 Ringing
54	11.136978	161.200.90.74	161.200.90.78	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
55	11.144981	161.200.90.78	161.200.90.74	SIP	Request: ACK sip:saran@161.200.90.74

รูปที่ 3.14 เวลาในการส่งข้อความของ SIP

เมื่อนำเวลาที่ใช้ในการส่งข้อความ SIP มาคำนวณหาช่วงเวลาในการส่งข้อความแต่ละข้อความแล้ว จะได้ดังรูปที่ 3.15

ดังนั้นค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ SIP คือเวลาที่หมดดยกเว้นช่วงเวลาเมื่อ SIP User Agent ของผู้เรียกได้รับข้อความ 180 Ringing จนถึง SIP User Agent ของผู้เรียกได้รับข้อความ 200 OK ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ผู้ถูกเรียกใช้ในการตัดสินใจตอบรับการเรียก ซึ่งจากรูปที่ 3.15 จะได้ค่าสมรรถนะการเริ่มต้นการเรียกของ SIP เท่ากับ 96.794 มิลลิวินาที



รูปที่ 3.15 เวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละข้อความของ SIP