บทที่ 6

การเสริมสมรรถนะอัลกอริทึมการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนระบบเครือข่าย

จากการศึกษาความสามารถและประสิทธิภาพของโปรโตคอล SIP และ MIPv6 ในการทำโมไบลิตี้เมื่อเกิด Hand Over พบ 2 ประเด็นสำคัญ คือ

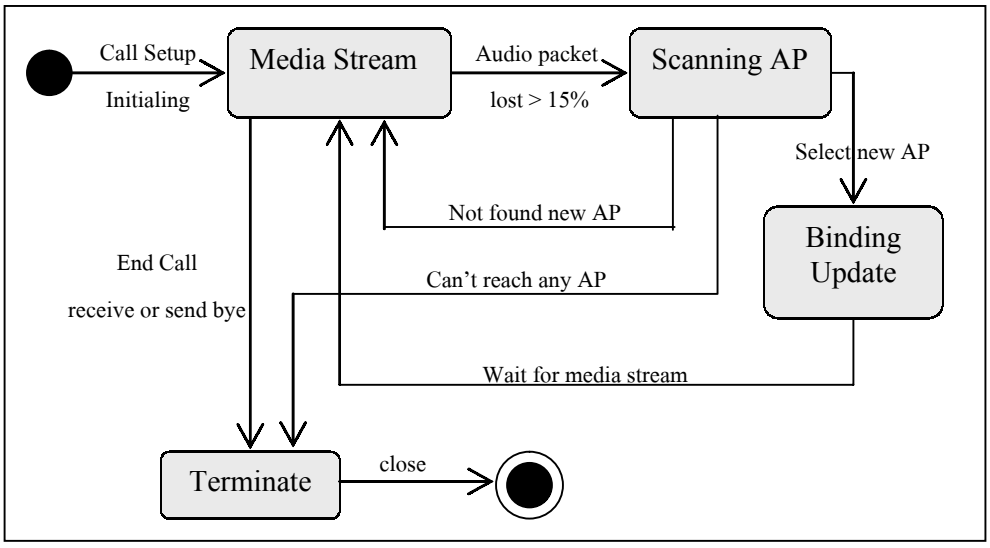
1. ทุกครั้งเมื่อเกิดการทำ Hand Over ขึ้นจะส่งผลกระทบต่อการรับและส่งข้อมูลพหุสื่อทำให้เกิดค่าเวลาหน่วงขึ้นไม่ว่าจะใช้โปรโตคอล SIP หรือ MIPv6 ดังนั้นจึงไม่ควรทำการตรวจสอบค้นหา AP ใหม่ขึ้นกับเวลา เช่น ทุกๆ 1 วินาที เป็นต้น เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อการรับและส่งข้อมูลพหุสื่อตามลำดับ จึงเสนอ **อัลกอริทึมการตรวจสอบการเคลื่อนย้าย (Movement Detection Algorithm)** ขึ้นโดยพิจารณาในประเด็นของผลกระทบต่อการรับและส่งข้อมูลเสียงและการใช้งานบนระบบเครือข่ายไร้สายเป็นหลัก เนื่องจากการรับและส่งข้อมูลเสียงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับระบบ IP Telephony
2. ข้อเสียของการใช้ MIPv6 ที่สำคัญและมีผลต่อความล่าช้าในการส่งข้อมูลพหุสื่อ คือ การที่ MIPv6 ใช้อัลกอริทึมการทำ Encapsulation ทำให้เกิด Over Head เพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเกิด Hand Over ขึ้น ช่วงเวลาในการทำ Binding Update ด้วย MIPv6 จนกระทั่งสามารถรับและส่งข้อมูลพหุสื่อได้อย่างต่อเนื่องนั้นมีค่าเวลาหน่วงมากกว่าเมื่อใช้โปรโตคอล SIP และด้วยความสามารถของ MIPv6 จะช่วยให้โปรแกรมประยุกต์อื่นๆสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเมื่อเกิด Hand Over ขึ้น ดังนั้นในกรณีนี้จึงเสนอ **อัลกอริทึมการทำ Binding Update (Binding Update Algorithm)** ซึ่งมีการใช้โปรโตคอล SIP และ MIPv6 ร่วมกัน

ดังนั้นจากประเด็น 2 สำคัญที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของทั้ง 2 ระบบนั้น ทำให้เกิด 2 อัลกอริทึมการทำงานใหม่ ใช้ในระบบ SIP/MIPv6 เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่ดีมากยิ่งขึ้น

6.1 อัลกอริทึมการตรวจสอบการเคลื่อนย้าย

โดยปกติอัลกอริทึมในการตรวจสอบการเคลื่อนย้ายสามารถทำได้ โดยการตรวจสอบหาสถานีฐานใหม่ (Base Station) เมื่อระดับความแรงของสัญญาณ (Strength) ลดลงถึงระดับหนึ่ง หรือมีการขาดการติดต่อกับตัวส่งสัญญาณตัวปัจจุบัน เป็นต้น แต่ในการใช้งานของระบบไร้สายตาม IEEE802.11b ตัว AP หรือตัวส่งสัญญาณในระบบ IEEE802.11b มีการวางแต่ละตัวห่างกันด้วยระยะประมาณ 10 – 20 เมตรและมีส่วนซ้อนทับกันของสัญญาณ ดังนั้นในกรณีที่ระดับความแรงของสัญญาณจาก AP 2 ตัวที่ค่าใกล้เคียงกันจะเป็นผลให้เกิดกรณีที่ Mobile Node ทำการตรวจสอบหา AP ใหม่ขึ้นตลอดเวลา ซึ่งมีผลต่อการรับและส่งข้อมูลเสียงตามลำดับ ดังนั้นการตรวจสอบการเคลื่อนย้ายด้วยวิธีนี้จึงไม่เหมาะสมกับการทำงานในระบบ SIP/MIPv6

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในที่นี้จึงได้ให้ความสำคัญกับการส่งข้อมูลเสียงเป็นพื้นฐานหลัก เนื่องจากการส่งและรับข้อมูลเสียงนั้นเป็นบริการที่สำคัญในระบบ IP Telephony ดังนั้นจึงพิจารณาในเรื่องของความสามารถในการส่งและรับข้อมูลเสียงเป็นสำคัญ โดยกำหนดให้ทำการตรวจสอบความสามารถในการรับและส่งข้อมูลเสียงหลังจากมีการทำ Hand Over เสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งมีเงื่อนไขเป็นไปดังนี้



รูปที่ 46 Movement Detection Algorithm State Diagram

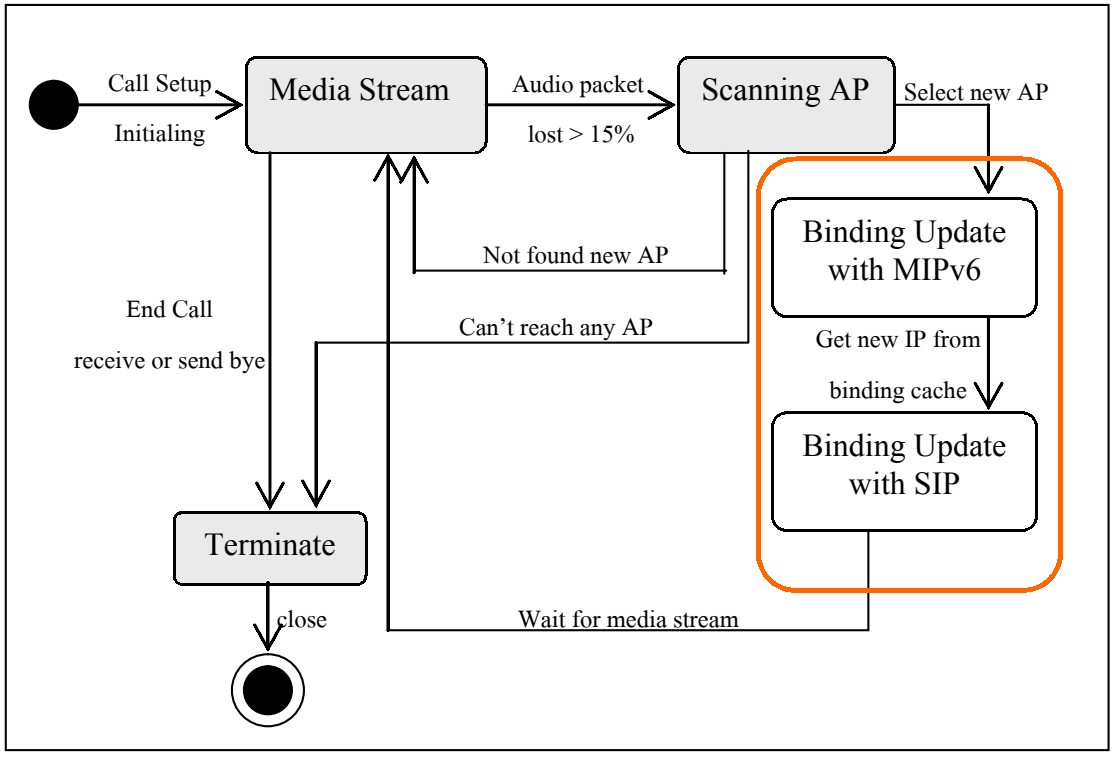
จากรูปที่ 46 แสดง State Diagram ในการทำ Movement Detection มี State ต่างๆ ดังนี้

- **Media Stream**
    - เข้าสู่ State นี้เมื่อเสร็จสิ้นการทำ Call Setup กำหนดค่าเริ่มต้น และการสร้างช่องสัญญาณเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลพหุสื่อ
    - ภายใน State นี้เป็นช่วงการรับและส่งข้อมูลพหุสื่อต่างๆ
    - หากได้รับสัญญาณ Bye หรือมีการส่งสัญญาณ Bye ออกไปยังคู่สายการติดต่อเพื่อร้องขอการยกเลิกการติดต่อ จะเข้าสู่ Terminate State
- **Scanning AP**
    - ในระหว่างการรับและส่งข้อมูลนั้น (Media Stream State) หากทำการตรวจสอบการได้รับข้อมูลพหุสื่อแล้วปรากฏว่ามีข้อมูลเสียงสูญหายมากกว่า 15 % จะเข้าสู่ State นี้
    - ภายใน State นี้จะทำการตรวจสอบหา AP ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากความแรงของสัญญาณ (Strength)
    - ถ้าไม่สามารถหา AP ใหม่ที่เหมาะสมได้ จะกลับสู่ Media Stream State เพื่อใช้ AP ตัวเดิม
    - แต่หากไม่สามารถติดต่อไป AP ใดๆได้ รวมทั้ง AP ตัวเดิม การทำงานจะเข้าสู่ Terminate State เพื่อปิด Session การทำงานทั้งหมด
- **Binding Update**
    - เข้าสู่ State นี้เมื่อสามารถเลือก AP ที่เหมาะสมได้แล้วและได้รับสัญญาณ Router Advertisement เรียบร้อยแล้ว
    - การทำงานใน State นี้จะทำการ Update หมายเลขไอพี ซึ่งอัลกอริทึมการทำ Binding Update นั้นจะกล่าวในหัวข้อถัดไป
    - เมื่อการทำงานใน State นี้เสร็จสิ้น จะเริ่มการสร้างช่องสัญญาณเพื่อรอรับข้อมูลพหุสื่อ โดยเมื่อได้รับข้อมูลพหุสื่อเข้าสู่ Media Stream State
- **Terminate**
    - จะเข้าสู่ State นี้ได้ 2 กรณีคือ กรณีที่เกิดการ End Call ขึ้น และกรณีที่การตรวจสอบหา AP ใหม่ผิดพลาด ไม่สามารถหา AP ใดๆได้
    - เมื่อเข้าสู่ State นี้จะทำการปิดการเชื่อมต่อทั้งหมด

6.2 อัลกอริทึมการทำ Binding Update

การทำงานในขั้นตอนเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงหมายเลขไอพี เพื่อให้สามารถส่งและรับข้อมูลพหุสื่อได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการผลการทดสอบพบว่า MIPv6 มีความสามารถทำให้เมื่อเกิด Hand Over ทำให้ค่าเวลาหน่วงในการทำ Hand Over นั้นมีค่ามากกว่าการใช้โปรโตคอล SIP ในการทำ Hand Over แต่เมื่อถึงขั้นตอนการส่งข้อมูลพหุสื่อปรากฏพบว่า การใช้ MIPv6 ทำให้เกิดค่าเวลาหน่วงในการส่งข้อมูลแต่ละแพ็กเกตอันเป็นผลจากการที่ MIPv6 มีการทำ Encapsulation ทำให้เกิด Over Head เพิ่มขึ้น ในขณะที่หากใช้โปรโตคอล SIP ในการทำ Hand Over นั้นจะไม่มีผลต่อการส่งข้อมูลพหุสื่อ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้สามารถรักษาการเชื่อมต่อของโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ พร้อมๆกันด้วย จึงจำเป็นต้องใช้ความสามารถของ MIPv6 ร่วมกัน

ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดในการนำทั้งโปรโตคอลมาใช้งานร่วมกัน แต่ทำงานในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดค่าเวลาหน่วงน้อยที่สุด การทำงานจึงเป็นไปดังนี้



รูปที่ 47 Binding Update Algorithm State Diagram

จากรูปที่ 47 แสดง State Diagram ในการทำ Movement Detection มี State ต่างๆ ดังนี้

- **Media Stream**
  - เข้าสู่ State นี้เมื่อเสร็จสิ้นการทำ Call Setup กำหนดค่าเริ่มต้น และการสร้างช่องสัญญาณเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลพหุสื่อ
  - ภายใน State นี้เป็นช่วงการรับและส่งข้อมูลพหุสื่อต่างๆ
  - หากได้รับสัญญาณ Bye หรือมีการส่งสัญญาณ Bye ออกไปยังคู่สายการติดต่อเพื่อร้องขอการยกเลิกการติดต่อ จะเข้าสู่ Terminate State
- **Scanning AP**
  - ในระหว่างการรับและส่งข้อมูลนั้น (Media Stream State) หากทำการตรวจสอบการได้รับข้อมูลพหุสื่อแล้วปรากฏว่ามีข้อมูลเสียงสูญหายมากกว่า 15 % จะเข้าสู่ State นี้
  - ภายใน State นี้จะทำการตรวจสอบหา AP ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากความแรงของสัญญาณ (Strength)
  - ถ้าไม่สามารถหา AP ใหม่ที่เหมาะสมได้ จะกลับสู่ Media Stream State เพื่อใช้ AP ตัวเดิม
  - แต่หากไม่สามารถติดต่อไป AP ใดๆได้ รวมทั้ง AP ตัวเดิม การทำงานจะเข้าสู่ Terminate State เพื่อปิด Session การทำงานทั้งหมด
- **Binding Update With MIPv6**
  - เข้าสู่ State นี้เมื่อสามารถเลือก AP ที่เหมาะสมได้แล้วและได้รับสัญญาณ Router Advertisement เรียบร้อยแล้ว
  - การทำงานใน State นี้จะทำการส่งสัญญาณ Binding Update ด้วย MIPv6
- **Binding Update With SIP**
  - เข้าสู่ State นี้เมื่อสามารถดึงค่าข้อมูลหมายเลขไอพีจาก Binding Cache
  - การทำงานใน State นี้จะทำการส่งสัญญาณ Update ด้วย SIP เพื่อให้ทำการส่งข้อมูลพหุสื่อที่โปรโตคอล SIP รับผิดชอบจะไม่ใช้การทำ Encapsulation ด้วย MIPv6
  - เมื่อการทำงานใน State นี้เสร็จสิ้น จะเริ่มการสร้างช่องสัญญาณเพื่อรอรับข้อมูลพหุสื่อ โดยเมื่อได้รับข้อมูลพหุสื่อเข้าสู่ Media Stream State

- **Terminate**
  - จะเข้าสู่ State นี้ได้ 2 กรณีคือ กรณีที่เกิดการ End Call ขึ้น และกรณีที่การตรวจสอบหา AP ใหม่ผิดพลาด ไม่สามารถหา AP ใดๆได้
  - เมื่อเข้าสู่ State นี้จะทำการปิดการเชื่อมต่อทั้งหมด

6.3 ผลการทดสอบ

ด้วยอัลกอริทึมใหม่ เมื่อนำมาทำการทดสอบด้วยขั้นตอนการทดสอบเดิมที่ใช้ในบทที่ 5 จะทำให้ค่า $D_{HandOver}$ เปลี่ยนแปลงไป ดังนี้

ตารางที่ 14 แสดงค่า Hand Over Delay ของอัลกอริทึมใหม่

ประเภท	เวลา (ms.)				
	D_{MD}	D_{RA}	$D_{Binding}$	$D_{Processing}$	$D_{HandOver}$ (x = 0, y = 0)
SIP	x	y	106.3	181.6	287.9
MIPv6	x	y	997.7	-	997.7
SIP/MIPv6	x	y	186.3	181.6	367.9

โดยในที่นี้กำหนดให้ค่า x และ y มีค่าเท่ากับ 0 เนื่องจากต้องการให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างการใช้โปรโตคอล SIP, MIPv6 และ SIP/MIPv6 ในการทำ Hand Over อีกทั้งค่า D_{MD} และ D_{RA} ไม่เกี่ยวข้องกับอัลกอริทึมการทำ Hand Over แต่เป็นผลมาจากความสามารถของอุปกรณ์และความสามารถของ Router ภายในระบบเครือข่าย

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้อัลกอริทึมใหม่จะทำให้ได้ค่า Hand Over Delay เฉลี่ยประมาณ 367.9 ms เมื่อนำโปรโตคอล SIP และ MIPv6 มาใช้งานร่วมกันในการจัดการ Hand Over เกิดผลกระทบต่อโปรโตคอล SIP ในระดับ Application นั่นคือ โปรโตคอล SIP ไม่สามารถรับรู้ค่าหมายเลขไอพีใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปได้ เนื่องจาก MIPv6 ทำการซ่อนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในระดับ Network ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการดึงค่าข้อมูลจาก MIPv6 ซึ่งมีการเก็บไว้ใน Binding Cache มาให้โปรโตคอล SIP ในระดับ Application เพื่อให้โปรโตคอล SIP สามารถทำการ re-INVITE ได้ เป็นผลให้ค่า

Binding Update Delay มีค่าเท่ากับ 186.3 ซึ่งมาจาก 106.3 ms สำหรับการทำ Binding Update ด้วยโปรโตคอล SIP บวกกับ 80 ms สำหรับการดึงค่าข้อมูลจาก Binding Cache เพื่อให้ได้ค่า prefix ใหม่

ดังนั้นด้วยอัลกอริทึมใหม่ทำให้เกิดค่าเวลาหน่วงน้อยกว่าการใช้ MIPv6 และทำให้สามารถใช้ความสามารถของ MIPv6 ในการรักษาการเชื่อมต่อของทุกๆช่องสัญญาณในขณะที่มีการเคลื่อนที่ข้าม Subnet และด้วยความสามารถของโปรโตคอล SIP ทำให้โปรแกรมไอพีเทเลโฟนนี่สามารถรับและส่งข้อมูลภาพและเสียงได้อย่างรวดเร็วโดยทำให้เกิดความล่าช้าของข้อมูลพหุสื่อและค่าเวลาหน่วงในการจัดการ Hand Over ได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6.4 สรุป

จากปัญหาการขาดการเชื่อมต่อของช่องสัญญาณ เมื่อเกิด Hand Over ขึ้นสามารถแก้ปัญหาด้วยการใช้โปรโตคอล SIP และโปรโตคอล MIPv6 แต่โปรโตคอลทั้ง 2 มีขอบเขตในการจัดการรักษาการเชื่อมต่อของช่องสัญญาณแตกต่างกัน ดังนี้

โปรโตคอล SIP สามารถจัดการการเกิด Hand Over ขึ้นโดยสามารถรักษาการเชื่อมต่อของช่องสัญญาณการติดต่อเพียงเฉพาะช่องสัญญาณที่เกิดจากการใช้สัญญาณของโปรโตคอล SIP เท่านั้น นั่นคือโปรแกรมประยุกต์ที่มีการใช้โปรโตคอล SIP เป็นสัญญาณควบคุมจะสามารถรักษาการเชื่อมต่อของช่องสัญญาณได้ขณะเกิด Hand Over ดังนั้นโปรแกรมประยุกต์อื่นๆที่ไม่ใช้โปรโตคอล SIP จะขาดการเชื่อมต่อทั้งหมด

โปรโตคอล MIPv6 สามารถจัดการการเกิด Hand Over ขึ้น เนื่องจากการทำงานของโปรโตคอล MIPv6 อยู่ในระดับ Network Layer ซึ่งอยู่ระดับล่างต่ำกว่าระดับ Application Layer จึงทำให้สามารถรักษาการเชื่อมต่อของช่องสัญญาณทุกๆช่องสัญญาณในทุกๆโปรแกรมประยุกต์ที่มีการทำงานในขณะเกิด Hand Over ขึ้นได้ แต่การใช้โปรโตคอล MIPv6 เรียกร้องการทำ Encapsulation ในทุกๆแพ็กเกตเป็นผลให้เกิดค่าเวลาหน่วงในการรับและส่งข้อมูลทุกๆแพ็กเกต ซึ่งไม่เป็นผลดีสำหรับการส่งข้อมูลแบบเวลาจริงสำหรับการส่งข้อมูลภาพและเสียง นอกจากนี้ค่าเวลาหน่วงที่โปรโตคอล MIPv6 ใช้ในการทำ Hand Over นั้นมีการค่อนข้างมากเป็นผลมาจากอัลกอริทึมการทำงานของโปรโตคอลไอพีรุ่นที่ 6

ด้วยข้อดีและข้อจำกัดของทั้ง 2 โปรโตคอล จึงทำการออกแบบเพื่อให้ได้อัลกอริทึมในการจัดการการเกิด Hand Over ที่เหมาะสม ซึ่งเป็นผลให้เมื่อเกิด Hand Over ขึ้น Mobile Node สามารถรักษา

การเชื่อมต่อของช่องสัญญาณในทุกๆโปรแกรมประยุกต์ และสามารถให้ค่าเวลาหน่วงที่เหมาะสม
สำหรับการส่งข้อมูลภาพและเสียงได้