

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะเป็นการอภิปรายเพื่อสรุปผลที่ได้จากการทดสอบงานวิจัยรวมทั้งข้อจำกัดของระบบที่พบจากการจำลองโครงข่ายของระบบ และข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางในการพัฒนา งานวิจัยนี้ต่อไป เพื่อแก้ข้อบกพร่องของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้จำลองการใช้งาน IPTV โดยใช้ Video Source จากภาพยนตร์แบบ 3มิติ โดย ภาพยนตร์มีความละเอียดอยู่ที่ 1920 X 1080p การทดสอบจะแบ่งสภาพแวดล้อมของโครงข่ายเป็น สามแบบคือ PIM-Dense Mode, PIM-Sparse Mode และ Bi-directional PIM โดยทั้งสามแบบมี Background Traffic ที่โดยกำหนดส่งที่ขนาด 50MB และ 100MB จนครบหรือจบการจำลอง โดย เริ่มส่ง ณ วินาทีที่ 1 และวินาทีที่ 100 ตามลำดับและมีขนาดของบัฟเฟอร์คือ 1500 แพ็คเกต และ 4500 แพ็คเกต โดยมีแบนวิธขนาด 20Mbps, 40Mbps, 60Mbps และ 80Mbps

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอัตราการสูญหายของข้อมูล อัตราความล่าช้าของหน่วย เวลา และอัตราค่าผิดพลาดของหน่วยเวลาของโพรโทคอลมัลติคาสต์แบบ PIM-Dense Mode, PIM-Sparse Mode และ Bi-directional PIM แทบจะไม่มีแตกต่างกันมากเท่าใด ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าโพรโทคอลมัลติคาสต์สามแบบไม่มีผลกับการส่งข้อมูลบนโครงข่าย 3D-IPTV บนโครงข่ายอินเทอร์เน็ตมากเท่าใด แต่ตรงกันข้ามขนาดแบนวิธจะมีผลต่อการรับส่งข้อมูลในระบบมากกว่าโพรโทคอลมัลติคาสต์ ซึ่งเมื่อขนาดของแบนวิธมีขนาดเพิ่มขึ้น อัตราการสูญหายของข้อมูลลดลง อัตราความล่าช้าของเวลา จะลดลง และอัตราความผิดพลาดทางหน่วยเวลามีความคงที่มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยแนะนำให้ผู้ใช้บริการ โครงข่ายทำการประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนในโครงข่าย IPTV แบบ 3D นั้นก่อนการติดตั้งเพื่อใช้งานจริงโดยควรลงทุนโดยมีระดับแบนด์วิธเท่าเทียมหรือมากกว่า 60Mbps ขึ้นไปในสภาพแวดล้อมของระบบที่มี Background Traffic และควรออกแบบการทำเร้าติงให้เหมาะสมกับโครงข่ายที่ใช้งานร่วมกับโพรโทคอลมัลติคาสต์ทั้งสามแบบ

สรุปผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) สามารถทำ Trace File สำหรับวิดีโอ 3D โดยมีการเข้ารหัสแบบ H.264 เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลในการจำลองระบบด้วย Protocol-Independent Multicast สามแบบซึ่งได้แก่ PIM-Dense Mode, PIM-Sparse Mode และ Bi-directional Mode ได้

2) สามารถจำลองระบบใช้งาน 3D-IPTV โดยใช้โปรแกรม NS2 และใช้การส่งข้อมูลแบบ 3D ด้วย Protocol-Independent Multicast (PIM) ที่ได้ศึกษาไว้ได้

3) สามารถประเมินสมรรถนะของ 3D-IPTV แบบมัลติคาสต์บนโครงข่ายอินเทอร์เน็ตได้

สรุปผลตามขอบเขตของงานวิจัย ตามขอบเขตของระบบ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) สามารถวิเคราะห์และศึกษารูปแบบการส่งข้อมูลวิดีโอในรูปแบบ 3D ที่มีการเข้ารหัสแบบ H.264 จากวิดีโอจริงในระดับความละเอียด 1920x1080p ได้

2) สามารถพัฒนาโครงข่ายสำหรับการจำลอง 3D-IPTV โดยใช้ NS2 ที่ใช้ข้อมูลวิดีโอ 3D ที่ได้เป็นตัวกำหนดขนาดการส่งข้อมูล เพื่อให้ได้มาซึ่ง Trace File สำหรับการประเมินระบบโดยใช้พารามิเตอร์ของระบบ และ Protocol-Independent Multicast (PIM) แบบต่างๆ ในขอบเขตที่กำหนดได้

3) สามารถนำข้อมูลจาก Trace File หาค่า Packet loss, Delay และ Jitter ของระบบและนำไปประเมินสมรรถภาพของระบบได้

## 5.2 ข้อจำกัดและแนวทางแก้ไขของงานวิจัย

โปรแกรม NS2 ปัจจุบัน version 2.35 ที่เป็น stable version เป็นโปรแกรมที่ต้องใช้ C++ และ TCL อีกทั้งยังเป็นการใช้คำสั่งแบบ Command line ซึ่งต้องใช้เวลาในการศึกษาพอสมควร อีกทั้งตัวโปรแกรมยังไม่สมบูรณ์ในบางโมดูลของงานวิจัย และไม่สนับสนุนในบางเรื่อง ดังนั้นผู้ใช้ต้องควรทำความเข้าใจในการใช้ปลั๊กอินจากภายนอกเพื่อให้ NS2 สามารถทำงานในขอบเขตของงานวิจัยได้

## 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาในอนาคต

5.3.1 ควรจะทำให้ระบบสามารถทำทดลองโดยติดตั้งระบบจริงควบคู่ไปกับการจำลองระบบเพื่อใช้เปรียบเทียบผลการทดลองว่าสามารถใช้งานได้เหมือนกันหรือไม่

5.3.2 เพิ่มระดับของแบนด์วิดท์ที่ใช้ในการทดสอบให้มากขึ้นเพื่อหาจุดที่ใช้งานได้คุ้มค่าที่สุดยิ่งขึ้น

5.3.3 ไฟล์วีดีโอสามมิติสำหรับการทดสอบควรมีความหลากหลายมากขึ้นทั้งด้านปริมาณบิตเรตและเข้ารหัสแบบอื่น

5.3.4 ควรจะทำให้ระบบสามารถจำลองโดยใช้ IPV6 และ โทโพโลยีเป็นแบบไร้สายเพื่อประเมินสมรรถนะของการรับส่งข้อมูลของ 3D-IPTV

5.3.5 ควรจำลองโพรโตคอลมัลติคาสต์ที่ใช้ในการรับส่ง 3D-IPTV กับเร้าติงโพรโตคอลหลายๆ แบบ เพื่อให้ทราบว่าเร้าติงโพรโตคอลแบบใดเหมาะสมที่สุด