บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

การออกแบบระบบโครงข่ายให้มีความเชื่อถือได้สูงเป็นสิ่งที่สำคัญ และเป็นพื้นฐานสำหรับการให้บริการที่มีคุณภาพของผู้ให้บริการระบบโครงข่ายในอนาคต วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอวิธีในการวิเคราะห์หาค่าขีดความสามารถในการส่งข้อมูลสูงสุดของระบบโครงข่าย โดยคำนึงถึงลักษณะของการเกิดความเสียหายในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของระบบโครงข่ายบนพื้นฐานของการเกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงที่สุดโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมพร้อมทั้งวิเคราะห์หาข่ายเชื่อมโยงที่มีผลกระทบมากที่สุดต่อประสิทธิภาพการส่งข้อมูลโดยรวมของระบบโครงข่าย โดยขอบเขตของระบบโครงข่ายที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเป็นโครงข่ายแบบสองชั้น ที่มีชั้นล่างเป็นชั้นกายภาพ และชั้นบนเป็นชั้นตรรกะ

ในการชี้วัดความเชื่อถือได้ของระบบโครงข่าย ควรที่จะใช้ตัวชี้วัดที่สามารถบอกความเชื่อถือได้ที่สามารถวิเคราะห์ลักษณะของความเสียหายได้ทุกรูปแบบ และคิดคำนึงถึงลักษณะของการเกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงที่สุดที่เกิดจากการจ้องทำลาย เพื่อที่จะทำการปรับปรุงระบบโครงข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงเสนอตัวชี้วัดความเชื่อถือได้ของระบบภายใต้ความเสียหายอย่างสุ่มที่เกิดขึ้นอย่างจงใจ โดยเรียกตัวชี้วัดนี้ว่า ค่าคาดหมายของความจุที่พึงได้หรือ expected achievable capacity (EAC) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บอกถึงปริมาณความจุที่สูงที่สุดที่ระบบโครงข่ายสามารถส่งได้โดยเฉลี่ย ภายใต้สถานการณ์ที่ระบบโครงข่ายเกิดความเสียหายจากการจ้องทำลาย

สำหรับระบบโครงข่ายที่มีความต้องการส่งข้อมูลระหว่างคู่โหนดหนึ่งคู่โหนด ในอดีต การวิเคราะห์เพื่อหาจุดที่อ่อนไหวที่สุดในโครงข่ายที่ต้องทำการปรับปรุงก่อน ซึ่งทำการวิเคราะห์บนพื้นฐานของการเกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงที่สุด จะดูจากค่าความน่าจะเป็นที่ข่ายเชื่อมโยงนั้นจะถูกทำลาย อย่างไรก็ตาม ในบางลักษณะของการวิเคราะห์ระบบโครงข่าย คำตอบที่ได้อาจจะมีได้หลายค่าและทำให้เกิดความกำกวมในการชี้วัดถึงข่ายเชื่อมโยงที่ต้องทำการปรับปรุงคุณภาพ วิทยานิพนธ์นี้จึงได้พิจารณาและนำเสนอแบบจำลอง เพื่อทำการชี้วัดหาข่ายเชื่อมโยงที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการส่งข้อมูลสูงสุดของระบบโครงข่ายต่อความเสียหาย โดยการใช้ค่า EAC ที่เสนอในการวิเคราะห์หาข่ายเชื่อมโยงดังกล่าว โดยคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถใช้ช่วยในการหาจุดที่เป็นคอขวดของระบบโครงข่าย ที่เมื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของจุดที่เป็นคอขวดแล้ว จะทำให้ระบบโครงข่ายมีความยืดหยุ่นต่อความเสียหายได้มาก นอกจากนั้น เราสามารถประยุกต์นำแบบจำลองที่เสนอ ไปใช้ในการวิเคราะห์ทั้งในกรณีที่ข่ายเชื่อมโยงหรือโหนดเกิดความเสียหายได้อีกด้วย

สำหรับระบบโครงข่ายที่มีใช้งานทั่วไป จะมีความต้องการส่งข้อมูลระหว่างคู่โหนดมากกว่า 1 คู่โหนด ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้เสนอการวิเคราะห์เพิ่มเติมในส่วนนี้ ด้วยแบบจำลองที่คำนึงถึงการจัดสรรช่องความจุให้กับคู่โหนดแต่ละคู่โหนดอย่างดีที่สุด และใช้ระเบียบวิธี MSA ร่วมกับระเบียบวิธี กำหนดการเชิงเส้น เพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาค่า EAC ของระบบโครงข่าย การวิเคราะห์ที่เสนอจะยังสามารถใช้ได้ทั้งระบบโครงข่ายที่มีข่ายเชื่อมโยงทั้งแบบมีทิศทาง

และไม่มีทิศทาง รวมทั้งสามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทั้งกับระบบโครงข่ายที่มีใช้งานจริงในทางปฏิบัติ โดยเวลาที่ใช้ในการคำนวณมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้จริงในทางปฏิบัติ

เมื่อระบบโครงข่ายที่ทำการวิเคราะห์มีลักษณะเป็นระบบโครงข่ายหลายชั้น การวิเคราะห์หาค่า EAC จำเป็นต้องทำการแปลงลักษณะกรณีของความเสียหายจากระบบโครงข่ายในชั้นล่างเพียงข่ายเชื่อมโยงเดียว เป็นความเสียหายพร้อมกันของการเชื่อมต่อในชั้นการส่งข้อมูลชั้นบนที่อาจจะมีได้มากกว่า 1 การเชื่อมต่อด้วย จากแบบจำลองการหาค่า EAC ที่เสนอค่า EAC ของระบบโครงข่ายจะยังคงสามารถหาได้แม้ว่าระบบโครงข่ายจะมีลักษณะเป็นระบบโครงข่ายที่มีมากกว่า 2 ชั้นโดยการประยุกต์ใช้วิธีการเปลี่ยนนิยามของการเกิดรูปแบบความเสียหายในชั้นล่างสุด ให้เป็นการเกิดความเสียหายในชั้นบนที่ต้องการพิจารณา พร้อมทั้งทำการแปลงขนาดความจุในชั้นล่างให้กลายเป็นความจุในชั้นบน โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแบบจำลองใหม่ นอกจากนั้น การเลือกเส้นทางให้มีความสามารถในการส่งข้อมูลได้สูงและทนทานต่อความเสียหายจากการจ้องทำลาย ไม่จำเป็นที่จะต้องเลือกเส้นทางที่ให้ค่าความจุได้มากเสมอไป การเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยการใช้จำนวนการเชื่อมต่อในการพิจารณา อาจจะให้ค่าความจุข้อมูลได้มากกว่ากรณีการพิจารณาเลือกเส้นทางจากขนาดความจุของเส้นทางได้ ทั้งนี้เนื่องจากเส้นทางที่มีความจุข้อมูลสูงอาจจะต้องส่งข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อหลายการเชื่อมต่อซึ่งมีความเสี่ยงที่จะถูกทำลายได้ง่ายกว่าการใช้เส้นทางที่มีช่วงการเชื่อมต่อสั้นนั่นเอง

เพื่อให้งานมีคุณค่ามากขึ้นในทางการวิจัย เราสามารถที่จะขยายงานวิจัยเพิ่มเติมได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เพิ่มเติมในกรณีที่ระบบโครงข่ายมีผู้ใช้งานที่มีการแย่งใช้ตัวกลางร่วมกัน และไม่ได้ถูกควบคุมโดยผู้เล่นเพียงคนเดียวในการจัดสรรช่องความจุ ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ในลักษณะของเกมแบบไม่ร่วมมือของผู้ใช้งานระบบโครงข่าย ควบคู่ไปกับการแข่งขันกันระหว่างผู้ส่งและผู้ทำลาย

2. การวิเคราะห์เพิ่มเติมในกรณีที่การจัดสรรช่องความจุในระบบโครงข่ายไม่ได้ถูกควบคุมโดยผู้เล่นคนเดียว เนื่องจากระบบโครงข่ายในแต่ละส่วนจะถูกควบคุมโดยผู้ควบคุมที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น กรณีการส่งข้อมูลผ่านระบบโครงข่ายของผู้ให้บริการหลายรายที่มีเงื่อนไขของการให้บริการแตกต่างกัน

3. การวิเคราะห์ระบบโครงข่ายที่มีหลายชั้นมากกว่า 2 ชั้นขึ้นไป รวมทั้งวิเคราะห์การจัดสรรเส้นทางในกรณีที่ผู้ส่งข้อมูลในชั้นบน ไม่ทราบข้อมูลการจัดเส้นทางในชั้นล่าง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ในกรณีที่ระบบโครงข่ายในแต่ละชั้น เป็นของผู้ให้บริการที่แตกต่างกันและไม่มีการเปิดเผยข้อมูลการจัดสรรเส้นทางของผู้ให้บริการแต่ละราย

4. หาวิธีการคำนวณค่า EAC ที่รวดเร็วและแม่นยำขึ้น โดยใช้เวลาในการลู่เข้าสู่คำตอบที่เร็ว เนื่องจากปัญหาหลักของวิธีการที่เสนอคือเวลาที่ต้องใช้ในการคำนวณหาข่ายเชื่อมโยงที่ต้องทำการปรับปรุงด้วยการหาค่า EAC ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์ทุกข่ายเชื่อมโยงในระบบโครงข่าย

5. การวิเคราะห์เพิ่มเติมกรณีผู้เล่นมีความสามารถในการเล่นเกมที่แตกต่างกัน เช่น ความเสียหายที่เกิดขึ้น สามารถมีได้มากกว่า 1 ข่ายเชื่อมโยงหรือโหนด หรือผู้เล่นเราเตอร์

สามารถส่งข้อมูลไปบนเส้นทางมากกว่า 1 เส้นทางพร้อมกัน

6. การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาจุดสมดุลของเกม ที่ทั้งผู้เล่นเราเตอร์และผู้ทำลายพอใจกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและไม่เปลี่ยนแปลงแปนการของตน ณ จุดสมดุลนั้น ทั้งในกรณีที่ผู้เล่นเราเตอร์มีคู่โหนดความต้องการข้อมูลที่ร่วมมือและไม่ร่วมมือกัน รวมทั้งในกรณีที่ระบบโครงข่ายไม่ได้ถูกควบคุมโดยผู้เล่นคนเดียวทั้งหมด

7. การ เสนอ แบบ จำลอง สำหรับ ทำ การ รับประกัน ปริมาณ ความ จุ ระหว่าง คู่ โหนด ความ ต้องการ ข้อมูล พร้อม ทั้ง หา แบบ จำลอง เพื่อ วิเคราะห์ ใน กรณี ที่ ความ ต้องการ ข้อมูล ระหว่างคู่โหนด มีการกำหนดลำดับความสำคัญของข้อมูลโดยมีการแยกประเภทของข้อมูลที่ใช้

8. การเสนอระเบียบวิธีการปรับปรุงระบบโครงข่ายบนพื้นฐานของการเกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงที่สุด เพื่อให้ระบบที่ได้รับการปรับปรุงสามารถมีความจุและความทนทานต่อความเสียหายได้สูง รวมทั้งใช้ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงระบบโครงข่ายให้น้อยที่สุด

9. การเสนอระเบียบวิธีในการปรับปรุงการหาค่า EAC ให้มีค่าที่ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น เพื่อป้องกันการลู่เข้าสู่ค่า EAC ที่ไม่ถูกต้อง ณ จุดสมดุลของเกม ในกรณีการวิเคราะห์ระบบโครงข่ายที่มีคู่โหนดที่ต้องการส่งข้อมูลที่มากกว่า 1 คู่โหนด โดยใช้เวลาในการคำนวณที่เหมาะสม