

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สำหรับเนื้อหาภายในบทที่ 7 ประกอบไปด้วย การสรุปผลการวิจัยเรื่องการแก้ปัญหาการเลือกเส้นทางแบบใช้ทางออกทางเดียว รวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับการนำงานวิจัยชิ้นนี้ไปพัฒนาต่อและข้อเสนอแนะในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

7.1 ข้อเสนอแนะในการพัฒนางานวิจัย

ในงานวิจัยได้เริ่มต้นด้วยการนำอัลกอริทึมจินเนติกแบบง่าย (SGA) เข้าไปแก้ปัญหาการเลือกเส้นทางแบบใช้ทางออกทางเดียว จากนั้นจึงทำการพัฒนาต่อโดยการนำฮิวริสติกเข้าไปช่วยเสริม ซึ่งทำให้ข้อเด่นของอัลกอริทึมแบบจินเนติกที่เป็นมีลักษณะการทำงานเป็นแบบสุ่ม ทั้งในการครอสโอเวอร์และมิวเตชันหมดไป ดังนั้นแนวทางในการปรับปรุงอัลกอริทึมจินเนติกที่นอกเหนือจากการนำฮิวริสติกเข้าไปช่วยแล้ว ยังสามารถปรับปรุงสมรรถนะของอัลกอริทึมจินเนติกได้โดยการคงจุดเด่นของอัลกอริทึมจินเนติกไว้ได้ เช่นการปรับปรุงการครอสโอเวอร์เป็นแบบสองจุด หรือการทำไบนารีมิวเตชันแบบกำหนดค่าπι หรือวิธีอินเวอร์ชัน (Inversion) รวมไปถึงการปรับปรุงการคัดเลือกต้นแบบ เช่น แบบการอ้างอิงค่าความเหมาะสม แบบเชิงเส้นและแบบตัดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการรีโพรดักชันประชากรรุ่นใหม่ ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การรีโพรดักชันด้วยรักษาสถานะคงที่แบบช้า การรีโพรดักชันโดยรักษาสถานะคงที่แบบไม่ช้า

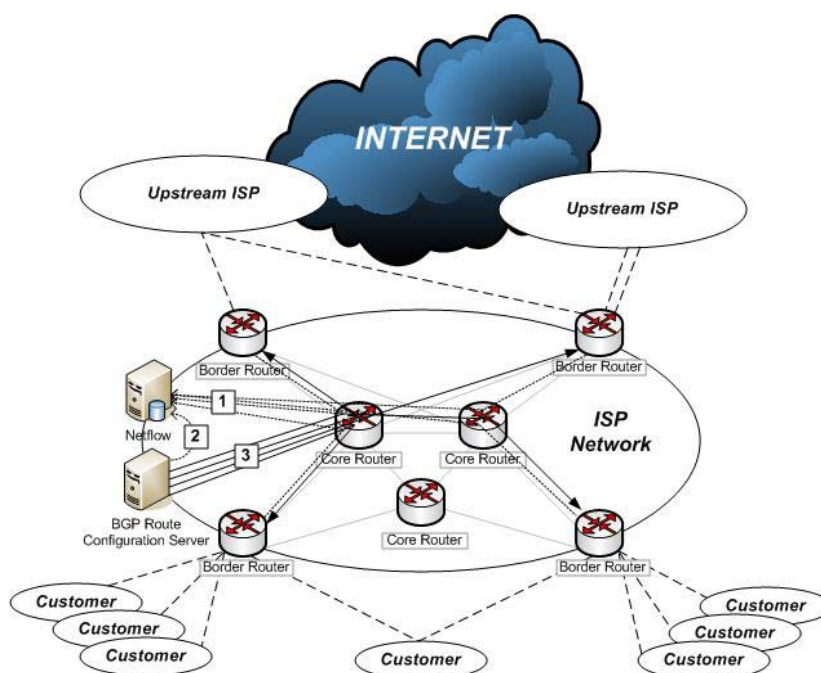
ส่วนในการปรับปรุงเรื่องจุดอ่อนของอัลกอริทึมจินเนติกในเรื่องของคำตอบ ซึ่งการคำนวณในแต่ละครั้งอาจทำให้ได้ค่าไม่เหมือนกัน และเมื่อมีการนำไปใช้งานในเครือข่ายจริง อาจส่งผลทำให้เกิดปัญหาเรื่อง route flapping ของบีจีพีได้ ซึ่งส่งผลกระทบโดยรวมให้กับระบบ ในเรื่องของความคงที่ของเส้นทาง ดังนั้นวิธีในการแก้ไขจุดอ่อนของอัลกอริทึมจินเนติกในจุดนี้อาจแก้ปัญหา โดยทำการคำนวณอัลกอริทึมจินเนติกหลายๆ รอบเพื่อที่จะนำค่าที่ดีที่สุดเป็นคำตอบ เช่น อาจจะมีการคำนวณ 100 รอบ แล้วจึงเลือกคำตอบที่ดีที่สุดภายใน 100 คำตอบนั้น จากนั้นจึงนำคำตอบที่ได้ไปตั้งค่าให้กับบีจีพีเราเตอร์ภายในเครือข่าย ซึ่งการเพิ่มจำนวนรอบในการคำนวณจะส่งผลกระทบโดยตรงกับเวลาในการทำงานของอัลกอริทึมจินเนติกซึ่งใช้เวลาในการทำงานค่อนข้างมาก แต่เนื่องจากลักษณะของปัญหานี้เป็นการตั้งค่าให้กับระบบ ทำให้ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องคำนวณผลในทันทีทันใด และสามารถทำการคำนวณแบบออฟไลน์ได้ ดังนั้นผลกระทบในส่วนนี้จึงส่งผลกระทบไม่มากนัก และสำหรับการตั้งค่าให้กับบีจีพีเราเตอร์ภายในเครือข่าย ไม่ควรตั้งค่าถี่เกินไป โดยที่การตั้งค่าเส้นทางของบีจีพีใหม่ภายในเครือข่าย ควรทำเมื่อเครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น มีการเชื่อมต่อกับไอเอสพีรายใหม่ หรือการขยายขนาดท่อส่งข้อมูล รวมถึงการเพิ่มจำนวนเราเตอร์หรือสวิตช์ต่างๆ ภายในเครือข่าย ซึ่งหมายถึง พารามิเตอร์หรือ

อินพุทของโปรแกรมมีการเปลี่ยนแปลงไป จึงส่งผลให้ควรรคำนวณค่าการเลือกเส้นทางภายในเครือข่ายใหม่

7.2 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้งานจริง

สำหรับการนำอัลกอริทึมจินตคณิตและฮิวริสติกส์ไปใช้งานกับปัญหาการตั้งค่าบีจีพีเราเตอร์ สำหรับปัญหาการเลือกเส้นทางแบบใช้ทางออกทางเดียว แบ่งออกเป็นสองส่วนหลักคือ การกำหนดพารามิเตอร์และส่วนการทำงานของอัลกอริทึมจินตคณิตและฮิวริสติก

ส่วนของการตั้งค่าพารามิเตอร์ มีแนวทางในการเก็บข้อมูลอยู่สองแบบ คือการตั้งค่าต่างๆ โดยผู้บริหารระบบและการเก็บค่าทางสถิติของกระแสข้อมูลภายในเครือข่าย จากโปรแกรมอื่นๆ เช่น Netflow เมื่อได้มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เรียบร้อยแล้ว จึงทำการประมวลผลด้วยอัลกอริทึมจินตคณิตและฮิวริสติก ผลที่ได้คือค่าการตั้งค่าของบีจีพีเราเตอร์ ซึ่งเป็นค่าการตั้งค่า attribute ต่างๆ กับบีจีพีเราเตอร์ทุกตัวในเครือข่าย เช่น local prefer attribute แนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงกับตัวอย่างเครือข่ายของไอเอสพีตามรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 การประยุกต์ใช้งานจริง

เริ่มจากในขั้นตอนที่หนึ่ง บีจีพีเราเตอร์ทุกตัวในเครือข่ายทำการส่งข้อมูลของกระแสข้อมูลที่วิ่งผ่านตัวบีจีพีเราเตอร์ทั้งหมดภายในเครือข่ายของไอเอสพีมาที่ Netflow Collector ซึ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการไหลกระแสข้อมูลภายในเครือข่ายทั้งหมดเป็นสถิติ ซึ่งข้อมูลที่เราได้มาจะอยู่ในรูปตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากเก็บจาก Netflow

Network Prefix	Data Volume
203.102.10/24	20M
204.20.20.0/24	15M
192.100.0.0/20	10M
201.200.200.0/24	5M

เมื่อได้ข้อมูลสถิติต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย หมายเลขเครือข่าย พร้อมทั้งปริมาณข้อมูลที่ใช้อยู่ ซึ่งอาจจะใช้เป็นรายวัน สัปดาห์ หรือรายเดือน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม จากนั้นโปรแกรมจินติกและฮิวริสติกจะเข้าไปดึงข้อมูลที่ต้องการจาก Netflow เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งค่าที่ได้มารวมกับข้อมูลพื้นฐานเช่นจำนวนบิตบิตเรเตอร์ จำนวนและขนาดของลิงค์แต่ละลิงค์ รวมถึงข้อมูลหมายเลขเครือข่ายปลายทางซึ่งได้รับมาจากบิตบิตเรเตอร์ภายในเครือข่าย ซึ่งตัวเซิร์ฟเวอร์อาจทำตัวเป็นบิตบิตเรเตอร์เซิร์ฟเวอร์และทำการเก็บค่าหมายเลขเครือข่ายปลายทาง การนำข้อมูลหมายเลขเครือข่ายมาประมวลผล อาจแบบเป็นกลุ่มตามลักษณะของเส้นทางหรือลักษณะของการให้บริการ เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดมาแล้ว จึงนำผลที่ได้จากการประมวลผลอัลกอริทึมจินติกและฮิวริสติกจากนั้นนำค่ามาแปลงเป็นค่าการตั้งค่าบิตบิตเรเตอร์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย การตั้งค่า attribute local-prefer ให้กับแต่ละเครือข่ายปลายทางที่เป็นผลจากการคำนวณ จากนั้นทำในขั้นตอนที่สามเป็นการนำค่าที่ได้ไปตั้งค่าให้กับ บิตบิตเรเตอร์ตามที่ผลของอัลกอริทึมประมวลผลมา ซึ่งการสั่งงานให้โปรแกรมทำการตั้งค่าให้กับเรเตอร์นั้น อาจเป็นการกำหนดเวลา เช่น การกำหนดให้ตั้งค่าในเวลาเที่ยงคืน เพื่อไม่ให้กระทบกับการทำงานของเรเตอร์ ซึ่งมักจะทำงานหนักในตอนกลางวัน เมื่อโปรแกรมทำงานสมบูรณ์ กระแสข้อมูลที่ส่งผ่านภายในเครือข่ายของไอเอสพี ก็จะเป็นไปตามที่โปรแกรมคำนวณออกมา ส่วนความถี่ของการใช้โปรแกรมในการตั้งค่าบิตบิตเรเตอร์ ไม่ควรจะใช้ถี่เกินไป ควรใช้ในรอบหนึ่งเดือน หรือทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงภายในเครือข่าย เช่น การเพิ่มเรเตอร์ หรือการเพิ่มขนาดท่อส่งข้อมูล

7.3 บทสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สำหรับงานวิจัยเรื่องการแก้ปัญหาการเลือกเส้นทางของบิตบิต ซึ่ง เป็นปัญหาประเภท NP-hard ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นสองปัญหา ปัญหาแรกคือปัญหาการเลือกเส้นทางออกจากเดียวในแต่ละหมายเลขเครือข่าย ส่วนปัญหาที่สองคือการเลือกเส้นทางออกได้หลายเส้นทางในแต่ละหมายเลขเครือข่าย ซึ่งไม่ได้อยู่ในขอบเขตของงานวิจัยเล่มนี้ สำหรับปัญหาซึ่งเราได้นำเสนอวิธีจินติกในการแก้ปัญหา ซึ่งจินติก อัลกอริทึมเป็นทฤษฎีที่เลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ และนำมาประยุกต์ใช้งานกับการแก้ปัญหาในระบบคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหของจินติกเป็นการ

แก้ปัญหาโดยการหาคำตอบของปัญหาในลักษณะสุ่ม โดยอาศัยหลักการพิจารณาจากกลุ่มคำตอบที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขคำตอบให้ดีขึ้นด้วยกระบวนการทางพันธุศาสตร์ วิธีการที่จะประยุกต์ใช้จีเนติกอัลกอริทึมกับปัญหาต่างๆ นั้น จะต้องพิจารณารูปแบบของปัญหาและแปลงเป็นโครโมโซมตามและลักษณะของปัญหา แต่ละปัญหาก็สามารถนำเสนอรูปแบบของโครโมโซมได้หลายๆ รูปแบบ ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับกระบวนการตัวดำเนินการทางพันธุศาสตร์ของปัญหานั้น เพื่อความถูกต้องของการประมวลผลและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

สำหรับค่าพารามิเตอร์หลักที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลหาคำตอบของจีเนติกอัลกอริทึมประกอบไปด้วยค่าอัตราความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ และค่าอัตราความน่าจะเป็นของการมิวเทชัน สำหรับค่าที่เหมาะสมในการค้นหาคำตอบขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ค่าที่เหมาะสมกับปัญหาหนึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับปัญหาอื่น ดังนั้นจึงต้องมีการทดลองหาค่าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละปัญหา สำหรับปัญหาการตั้งค่าการเลือกเส้นทางของบีจีพี เมื่อนำจีเนติกแบบง่ายหรือ SGA เข้ามาประยุกต์กับปัญหานี้ ผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่า สามารถค้นพบคำตอบได้มากขึ้น รวมถึงผลของคำตอบหรือค่าต้นทุนเครือข่ายก็สามารถหาได้ต่ำกว่า MPPF ในขณะที่ขนาดท่อส่งข้อมูลมีขนาดจำกัด และเมื่อขนาดท่อส่งข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ MPPF สามารถหาค่าต้นทุนได้ต่ำกว่า และเมื่อทำการเปรียบเทียบด้านเวลาการทำงาน จะเห็นได้ชัดว่า SGA ยังใช้เวลาการทำงานค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงอัลกอริทึมจีเนติกแบบเดิม โดยใช้วิธีฮิวริสติกเข้ามาปรับปรุงกระบวนการทำงานของอัลกอริทึมจีเนติก ซึ่งเรียกว่า HGA โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการลดเวลาในการทำงานและหาคำตอบได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นจากอัลกอริทึม SGA ดังนั้นจึงได้เกิดการครอสโอเวอร์และมิวเทชันแบบฮิวริสติกขึ้นมา

สำหรับผลการทดลองในเรื่องของเวลาการทำงานหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วนั้น อัลกอริทึมจีเนติกแบบ HGA แสดงให้เห็นว่าการนำฮิวริสติกเข้ามาช่วยทำให้การทำงานของ HGA เร็วกว่า SGA ถึงสองเท่า แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ MPPF แล้วจะเห็นได้ชัดว่าอัลกอริทึมแบบจีเนติกใช้เวลานานกว่าอัลกอริทึม MPPF มาก แต่สำหรับปัญหาการตั้งค่าการเลือกเส้นทางของบีจีพี ซึ่งเป็นปัญหาที่มีการนำข้อมูลมาประมวลผลในลักษณะออฟไลน์ สำหรับผลที่ได้จะนำไปใช้ในการตั้งค่าการเลือกเส้นทางของขาออกของบีจีพี ซึ่งใช้ในการวางแผนภายในเครือข่าย จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงการเลือกเส้นทางภายในเครือข่าย จะไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ เช่น การเพิ่ม เราเตอร์ หรือขนาดท่อส่งข้อมูล ส่วนเรื่องการเปลี่ยนแปลงเส้นทางของบีจีพีที่มีความถี่สูง หรือ route flapping นั้นในงานวิจัยฉบับนี้ไม่ได้นำมาเป็นตัวแปรในการคำนวณ ในการเลือกเส้นทางเพราะบีจีพีมีวิธีในการจัดการเส้นทางที่มีลักษณะดังกล่าวอยู่แล้วคือ route dampening ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้ถือว่าเส้นทางที่นำมาคำนวณมีความคงที่อยู่แล้ว จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจึงถือว่าเรื่องของเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจึงไม่มีความสำคัญมากนัก ในการเลือกใช้อัลกอริทึม

ปัจจัยหลักที่นำมาตัดสินใจในการเลือกใช้อัลกอริทึมใดที่เหมาะสมในการใช้แก้ปัญหานี้ ควรจะเป็นเรื่องการค้นหาคำตอบได้ในขณะที่มีข้อจำกัดเรื่องท่อส่งข้อมูลขาออกมีขนาดเล็ก ซึ่งการที่เราสามารถทำให้ท่อส่งข้อมูลขาออก มีขนาดใกล้เคียงปริมาณข้อมูลที่เราจะส่งจริงได้นั้น ถือว่าเป็นการลดค่าใช้จ่ายหลักของเครือข่ายในด้านการเช่าท่อส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายอื่นๆได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อท่อส่งข้อมูลมีขนาดจำกัดจะเห็นได้จากผลการทดลอง อัลกอริทึมแบบจินเนติกทั้ง SGA และ HGA สามารถหาคำตอบได้มากกว่าถึง 36% เมื่อเทียบกับอัลกอริทึม MPPF และปัจจัยหลักที่สำคัญอีกด้านคือการหาค่าต้นทุนการเดินทางผ่านเครือข่ายภายใน ซึ่งค่าต้นทุนยังต่ำแสดงให้เห็นว่าเป็นการใช้ทรัพยากรเครือข่ายภายในแบบมีประสิทธิภาพ ซึ่งอัลกอริทึมจินเนติกแบบฮิวริสติก HGA แสดงให้เห็นแล้วว่า สามารถหาต้นทุนได้ต่ำกว่าอัลกอริทึม MPPF 0.67% โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ท่อส่งข้อมูลมีขนาดจำกัด และ HGA ยังสามารถหาค่าต้นทุนได้ใกล้เคียงกับ MPPF ในกรณีที่ขนาดท่อส่งข้อมูลมีขนาดใหญ่

จากสองปัจจัยหลักที่อัลกอริทึมจินเนติกแบบฮิวริสติก แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ดีกว่าในการนำไปใช้กับปัญหานี้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าไม่มีประโยชน์อะไรเลยที่อัลกอริทึมที่ประมวลผลได้เร็วกว่า แต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ ในขณะที่อัลกอริทึมอื่นสามารถหาคำตอบได้และยังให้ผลของคำตอบที่ดีกว่าอีกด้วย