บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

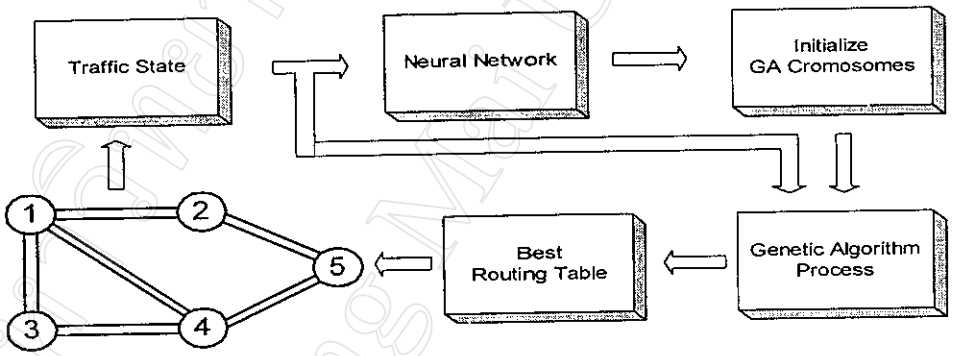
การจัดตารางเส้นทางของเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบ และบริหารระบบเครือข่าย การใช้ตารางเส้นทางที่เหมาะสมต่อกับสภาพทราฟฟิกของเครือข่ายทำให้การใช้งานเครือข่ายมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งในเครือข่ายที่มีปริมาณทราฟฟิกไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ตารางเส้นทางสามารถกำหนดให้คงที่ได้ แต่เมื่อปริมาณทราฟฟิกของเครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง การกำหนดตารางเส้นทางให้คงที่จะทำให้ประสิทธิภาพของเครือข่ายลดลง

เครือข่ายเอทีเอ็ม (ATM:Asynchronous Transfer Mode) [1] เป็นระบบเครือข่ายที่ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงและสามารถรองรับรูปแบบทราฟฟิกได้หลายชนิดทั้งข้อมูลเสียง (Voice), ข้อมูลภาพวีดีโอ(Video) และข้อมูลทั่วไป (Data) จึงมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและปริมาณของ ทราฟฟิกมากและไม่อาจคาดคะเนได้เมื่อเทียบกับเครือข่ายแบบอื่นๆ ในเครือข่ายเอทีเอ็มการจัดเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับสภาวะของทราฟฟิกมีจุดประสงค์เพื่อลดอัตราการบล็อกเซล (Cell Blocking Rate) และลดการประวิงเวลา (Delay Time) ของเครือข่าย วิธีการจัดเส้นทางแบบพลวัต (Dynamic) แบบต่างๆ ได้ถูกเสนอ ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบขึ้นกับเวลา (Time-dependent) และแบบขึ้นกับสภาวะทราฟฟิกของเครือข่าย (Network-traffic-dependent) แบบขึ้นกับเวลาจะทำการเปลี่ยนตารางเส้นทางตามเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละช่วงเวลาโดยคาดการณ์ปริมาณทราฟฟิกไว้ล่วงหน้าทำให้ไม่สามารถรับการเปลี่ยนแปลงทราฟฟิกที่ไม่ได้คาดไว้ได้ ส่วนแบบขึ้นกับสภาวะทราฟฟิกของเครือข่ายมีความยืดหยุ่นกว่า โดยจะสร้างตารางเส้นทางทันทีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณทราฟฟิก แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้เวลาในการคำนวณมากในการหาตารางเส้นทางที่ดีที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตารางเส้นทางแบบพลวัต ส่วนใหญ่จะเป็นแบบขึ้นกับสภาวะทราฟฟิกโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น เครือข่ายประสาท (Neural Network)[2], จีนีติคอัลกอริทึม (GA:Genetic Algorithm) [3-5] การใช้ GA ซึ่งเป็นวิธีการที่อิงหลักการของทฤษฎีวิวัฒนาการของชาร์ล ดาร์วิน เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับความสนใจ [6-8] ซึ่ง GA สามารถทำงานได้ดีในการหาตารางเส้นทาง แต่ข้อเสียของ GA คือต้องการเวลาในการหาคำตอบมากพอสมควรทำให้ไม่เหมาะสำหรับนำไปใช้งานจริง วิธีการหนึ่งที่นำมาช่วยลดเวลาคำนวณหาตารางเส้นทางของ GA เรียกว่า Past Selection [6],[7] ซึ่งจะทำการเก็บรูปแบบทราฟฟิก และผลของตารางเส้นทางที่เหมาะสมที่

ได้จากกระบวนการ GA ไว้จำนวนหนึ่ง และเมื่อนำไปใช้งานจริงมีรูปแบบทราฟฟิกเข้ามาก็จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับรูปแบบทราฟฟิกที่เก็บไว้แล้วใช้ตารางเส้นทางของรูปแบบ ทราฟฟิกที่ใกล้เคียงที่สุดมาเป็นค่าเริ่มต้นที่ส่งเข้าสู่กระบวนการของ GA จะทำให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดของรูปแบบทราฟฟิกนั้นออกมาในเวลาที่น้อยลง ซึ่งแม้จะช่วยลดเวลาไปบ้าง แต่มีข้อเสียก็คือเมื่อรูปแบบทราฟฟิกที่เข้ามาไม่ใกล้เคียงกับรูปแบบที่เก็บไว้ก็จะไม่ช่วยในการลดเวลาการคำนวณ ขณะเดียวกันเมื่อเก็บจำนวนตัวอย่างรูปแบบทราฟฟิกไว้มากๆ ก็ต้องใช้เวลาในการเปรียบเทียบนาน

ในงานวิจัยนี้จะเสนอวิธีการหาเส้นทางแบบพลวัตในเครือข่ายเอทีเอ็มโดยใช้จีนีติคอัลกอริทึม และใช้เครือข่ายประสาทช่วยในสร้างค่าเริ่มต้นให้กับ GA แทนวิธี Past selection ซึ่งจะช่วยให้สามารถสร้างโครโมโซมเริ่มต้นได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถรองรับกับรูปแบบทราฟฟิกที่ไม่ได้คาดไว้ได้ดี ขั้นตอนการทำงานของระบบการหาเส้นทางโดยใช้ GA และเครือข่ายประสาทแสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนของระบบการหาตารางเส้นทางแบบพลวัตโดยใช้ GA และเครือข่ายประสาท

จากรูปที่ 1.1 ระบบการหาตารางเส้นทางแบบพลวัตโดยใช้ GA และเครือข่ายประสาทจะเริ่มต้นเมื่อทราฟฟิกของเครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลงมากจนมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย เครือข่ายจะทำการตรวจจับสภาพทราฟฟิกทั้งหมดแล้วส่งไปเข้าสู่กระบวนการทางเครือข่ายประสาทเพื่อหาโครโมโซมเริ่มต้นป้อนให้กับกระบวนการ GA จากนั้นกระบวนการ GA จะนำสภาพทราฟฟิกมาคำนวณหาตารางเส้นทางโดยใช้โครโมโซมเริ่มต้นที่ได้จากกระบวนการเครือข่ายประสาท จนได้ตารางเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสภาพทราฟฟิกนั้นออกมาแล้วใช้ตารางเส้นทางนั้นจนกว่าสภาพทราฟฟิกจะมีการเปลี่ยนแปลงมากจนต้องเข้าสู่ระบบการหาเส้นทางใหม่อีกครั้ง ในส่วนของเครือข่ายประสาทที่ใช้งานต้องผ่านการสอน (Train) โดยทำการคาดเดารูปแบบทราฟฟิกของเครือข่ายในสภาวะต่างๆที่น่าจะเกิดขึ้น แปลงให้อยู่ในรูปโครโมโซมแล้ว

ส่งเข้ากระบวนการ GA จนได้ตารางเส้นทางในรูปโครโมโซมออกมา คู่โครโมโซมของทราฟฟิกและโครโมโซมของตารางเส้นทางที่ได้จะนำไปใช้ในการสอนเครือข่ายประสาทต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อหาวิธีการจัดตารางเส้นทางแบบพลวัตของเครือข่ายเอทีเอ็มโดยใช้ GA

1.2.2 เพื่อศึกษาการลดเวลาของกระบวนการทำงานของกระบวนการตาม 1.2.1 โดยใช้เครือข่ายประสาท

1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย

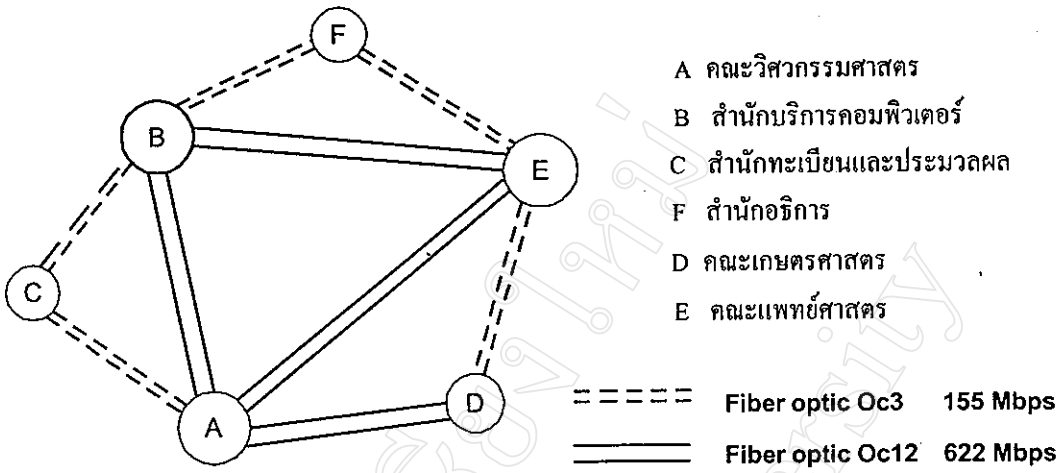
1.3.1 กำหนดเครือข่ายทดสอบที่ 6 โหนด 9 ลิงค์ โดยใช้เครือข่ายเอทีเอ็มของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ดังแสดงตามรูปที่ 1.2 ซึ่งเครือข่ายนี้มีการจัดตารางเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดจำนวน 5.349×10^{23} รูปแบบ

1.3.2 เนื่องจากสภาวะทราฟฟิกปัจจุบันของเครือข่ายทดสอบมีค่าน้อยเกินไป ไม่จำเป็นต้องมีการจัดตารางเส้นทางแบบพลวัต ดังนั้นเพื่อการทดสอบระบบการหาตารางเส้นทางที่นำเสนอจึงกำหนดให้ค่าความต้องการทราฟฟิกระหว่างโหนด ใดๆ ขณะใช้งานมีค่าระหว่าง 0 ถึง 40 Mbps และสภาวะทราฟฟิกมีการเปลี่ยนแปลงทุกๆ ครึ่งชั่วโมง ในชั่วโมงทำงาน 8.00 น ถึง 17.00 น. และเปลี่ยนแปลงทุก หนึ่งชั่วโมงในช่วงเวลาทั่วไป ซึ่งรูปแบบทราฟฟิกแบบนี้เป็นสภาวะทราฟฟิกที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นบนเครือข่ายทดสอบในอนาคต

1.3.3 ออกแบบสร้างโปรแกรมจำลองระบบการหาตารางเส้นทางของเครือข่ายเอทีเอ็มที่มีค่าการบล็อกเซลเฉลี่ย และค่าการประวิงเฉลี่ยเวลาน้อยที่สุดโดยใช้ GA และทำการลดเวลาการคำนวณโดยใช้เครือข่ายประสาทมาช่วยในการหาค่าโครโมโซมเริ่มต้น

1.3.4 ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตารางเส้นทางที่ได้กับตารางเส้นทางแบบคงที่แบบเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยใช้ค่าการบล็อกเซลเฉลี่ยและค่าการประวิงเวลาเฉลี่ยเป็นค่าเปรียบเทียบ

1.3.5 ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความเร็วการหาตารางเส้นทางของระบบที่นำเสนอกับระบบที่ใช้วิธี Past Selection



รูปที่ 1.2 แสดงเครือข่ายหลักของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ใช้ในการทดสอบระบบ

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา เชิงทฤษฎี และ/หรือ เชิงประยุกต์

ได้วิธีการจัดตารางเส้นทางแบบพลวัตบนเครือข่ายเอทีเอ็มที่มีประสิทธิภาพช่วยลดการบล็อกเซลเฉลี่ย และลดค่าเฉลี่ยการประวิงเวลาของเครือข่าย

1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Shimamoto, et al. [6] ได้เสนอวิธีการจัดตารางเส้นทางแบบพลวัตในเครือข่ายเอทีเอ็ม โดยใช้ GA และเสนอวิธี Past Selection ในการช่วยลดเวลาการคำนวณโดยใช้ค่าการบล็อกเซลเฉลี่ยเป็นค่าความเหมาะสม ซึ่งจากผลงานวิจัยที่ได้ พบว่า GA สามารถหาตารางเส้นทางที่มีค่าความเหมาะสมสูงได้ดี และเมื่อนำตารางเส้นทางที่ได้เปรียบเทียบกับการใช้ตารางเส้นทางแบบคงที่ พบว่าทำงานได้ดีกว่านอกจากนี้เมื่อนำวิธี Past Selection มาใช้ร่วมกับ GA จะสามารถลดเวลาการคำนวณได้

Tanterdtid, et al. [7] ได้เสนอโดยเสนอการจัดระบบ เวอร์ชวลพาท (VP: Virtual Path) ในโครงข่ายเอทีเอ็มโดยใช้ GA และใช้วิธี Past Selection ช่วยลดเวลาการคำนวณ โดยใช้ค่าการบล็อกเซลเฉลี่ยและค่าการประวิงเวลาเฉลี่ยของเซลเป็นค่าความเหมาะสม ซึ่งจากผลงานวิจัยที่ได้ พบว่า GA สามารถหาตารางเส้นทางที่มีค่าความเหมาะสมสูงได้ดี นอกจากนี้เมื่อนำวิธี Past Selection มาใช้ร่วมกับ GA จะสามารถลดเวลาการคำนวณได้ดี และเมื่อเพิ่มจำนวนตัวอย่างของ Past selection มากขึ้นจะช่วยลดเวลาการคำนวณได้มากขึ้นตาม

Theeb, et al. [8] ได้เสนอวิธีการการจัดตารางเส้นทางในเครือข่ายเอทีเอ็มแบบโฮโมจีเนียสโดยใช้ GA และเสนอการแทนโครโมโซมแบบใหม่ที่ใช้เลขฐานสองแบบ 3 บิตแทนแต่ละเส้นทางโดยใช้ค่าการบล็อกเซลเฉลี่ยและค่าการประวิงเวลาเฉลี่ยของเซลเป็นค่าความเหมาะสม จากผลการวิจัยพบว่าการใช้ GA สามารถหาตารางเส้นทางที่ให้ค่าเป้าหมายที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับการหาตารางเส้นทางแบบกระโดดน้อยที่สุดและการหาตารางเส้นทางแบบสั้นที่สุด

Neves, et al. [9] ได้เสนอวิธีการควบคุมการรับการเชื่อมต่อและควบคุมระบบเส้นทางในเครือข่ายเอทีเอ็มโดยใช้เครือข่ายประสาทในการคาดเดาทราฟฟิกล่วงหน้า ซึ่งการคาดเดาทราฟฟิกที่จะเกิดขึ้นไว้ล่วงหน้าทำให้สามารถจัดการตารางเส้นทางและการเชื่อมต่อได้ดีขึ้น จากผลงานวิจัยพบว่าการใช้เครือข่ายประสาทในการคาดเดาทราฟฟิกล่วงหน้าสามารถช่วยลดการบล็อกเซลเฉลี่ยและสามารถใช้ประโยชน์เต็มความจุของเครือข่าย

Yamashita, et al. [10] ได้เสนอการจัดระบบ VP เมื่อทราฟฟิกเปลี่ยนแปลงมากโดยเสนออัลกอริทึมที่เรียกว่า VP Rearrangement Algorithm มาใช้ในการคำนวณระบบ VP โดยจะจัดเรียงระบบ VP ใหม่เมื่อทราฟฟิกที่เข้ามาเกินแบนด์วิดของ VP ซึ่งจากผลงานวิจัยพบว่าวิธีนี้ช่วยลดการโอเวอร์โฟลว์ (Over Flow) ของเครือข่ายได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี VP Bandwidth control พบว่าสามารถทำงานได้ดีกว่า

Feng, et al. [12] ได้เสนอวิธีการหาเส้นทางแบบพลวัตของเวอร์ชวลชาแนล (VC:Virtual Channel) ในเครือข่ายเอทีเอ็ม โดยเริ่มต้นจากการหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดระหว่างสองโหนดใดๆไว้ แล้วนำเส้นทางทั้งหมดมาหาเส้นทางที่ไม่มีการใช้สายส่งเกินความจุ จากนั้นนำมาคำนวณหาเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ซึ่งการคำนวณในระดับ VC ไม่สะดวกเพราะต้องทำทุกครั้งที่มีการเชื่อมต่อเกิดขึ้น

Sinclair [17] ได้เสนอใช้ GA ในการออปติไมซ์ ตารางเส้นทางของเครือข่ายสวิตช์วงจร (Circuit-Switch Network)ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถรองรับการใช้งานของผู้ใช้ให้มากที่สุด ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า GA สามารถหาตารางเส้นทางที่มีประสิทธิภาพสูงได้แต่ว่าใช้เวลาในการคำนวณสูง และพบว่าการเปลี่ยนค่าการครอสโอเวอร์และมิวเตชั่นสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ GA ได้