

บทที่ 5

สรุป วิเคราะห์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้กล่าวถึงบทสรุปผลการทดลองระบบสัญญาณไฟจราจร และข้อเสนอแนะเพื่อนำไปพัฒนาระบบการจราจรต่อไป ดังนี้

1. สรุปผลการศึกษา

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระบบจราจรและได้พัฒนาระบบและวิธีการเพื่อประยุกต์ใช้ให้สามารถควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่จะทำให้รถติดบริเวณสัญญาณไฟจราจรน้อยลง 3 แบบคือ

- 1.1 แบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกวงทางเดียว (One way)
- 1.2 แบบสัญญาณไฟจราจรบนสามแยกโดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง
- 1.3 แบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกโดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง

1.1.1 งานวิจัยแบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนนวงทางเดียว คำนวณหาเวลาสัญญาณไฟจราจรด้วยการใช้ทฤษฎีของดุลยภาพแนช (Nash Equilibrium) เพื่อหาจุดสมดุลของระบบในแต่ละรอบสัญญาณไฟจราจร มีการใช้จำนวนรถติดคงเหลือในแต่ละรอบสัญญาณไฟจราจร ปริมาณรถวิ่งเข้าและปริมาณรถวิ่งออกจากสัญญาณไฟจราจรในแต่ละรอบของการคำนวณด้วย การประยุกต์ใช้สัญญาณไฟจราจรพบว่าระบบที่ประยุกต์ใช้แบบดุลยภาพของแนช มีประสิทธิภาพโดยรวมดีกว่าแบบเวลาคงที่เฉลี่ยร้อยละ 30

1.1.2 แบบสัญญาณไฟจราจรบนสามแยกโดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง และแบบสัญญาณไฟจราจรบนสี่แยกถนนโดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทางของการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจร พบว่าเป็นวิธีที่ซับซ้อนอย่างมากและต้องมีความเข้าใจในปัญหาอย่างลึกซึ้ง ฉะนั้นจึงได้นำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาไว้ในบทที่ 3 ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาและพัฒนาระบบต่อไป

2. วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตัวอย่างผลการทดลองในบทที่ 4 ทั้ง 5 แบบ คือ

1. จำนวนรถเริ่มต้นของทั้งสองฝั่งเป็น 0 คัน และมีค่าเฉลี่ยของ $x_t^1 = 10$, $y_t^1 = 20$, $x_t^2 = 20$, $y_t^2 = 30$ (เพื่อทดสอบกรณีที่ $x_t^1 < x_t^2$ และ $y_t^1 < y_t^2$) ได้ว่าปริมาณรถติดรวมทั้งระบบแบบดุลยภาพของแนชน้อยกว่าแบบเวลาคงที่เฉลี่ยประมาณร้อยละ 20.28

2. ปริมาณรถเริ่มต้นของทั้งสองฝั่งเป็น 0 คัน และมีค่าเฉลี่ยของ $x_t^1 = 10$, $y_t^1 = 100$, $x_t^2 = 20$, $y_t^2 = 30$ (เพื่อทดสอบกรณีที่ x_t^1 น้อยกว่า y_t^1 มาก, $x_t^1 < x_t^2$ และ $y_t^1 > y_t^2$) ได้ว่าปริมาณรถติดรวมทั้งระบบแบบดุลยภาพของแนชน้อยกว่าแบบเวลาคงที่เฉลี่ยประมาณร้อยละ 88.05

3. ปริมาณเริ่มต้นของทั้งสองฝั่งเป็น 0 คัน และมีค่าเฉลี่ยของ $x_t^1 = 20$, $y_t^1 = 100$, $x_t^2 = 45$, $y_t^2 = 200$ (เพื่อทดสอบกรณีที่ $x_t^1 < x_t^2$, y_t^1 น้อยกว่า y_t^2 มาก, x_t^1 น้อยกว่า y_t^1 มาก และ x_t^2 น้อยกว่า y_t^2 มาก) ได้ว่าปริมาณรถโดยรวมทั้งระบบแบบคุณภาพของแนขน้อยกว่าแบบเวลาคงที่เฉลี่ยประมาณร้อยละ 39.59

4. ปริมาณเริ่มต้นของทั้งสองฝั่งเป็น 0 คัน และมีค่าเฉลี่ยของ $x_t^1 = 15$, $y_t^1 = 45$, $x_t^2 = 100$, $y_t^2 = 200$ (เพื่อทดสอบกรณีที่ x_t^1 น้อยกว่า x_t^2 มาก, y_t^1 น้อยกว่า y_t^2 มาก, $x_t^1 < y_t^1$ และ $x_t^2 < y_t^2$) ได้ว่าปริมาณรถโดยรวมทั้งระบบแบบคุณภาพของแนขน้อยกว่าแบบเวลาคงที่เฉลี่ยประมาณร้อยละ 21.67

5. ปริมาณเริ่มต้นของทั้งสองฝั่งเป็น 0 คัน และมีค่าเฉลี่ยของ $x_t^1 = 100$, $y_t^1 = 200$, $x_t^2 = 200$, $y_t^2 = 300$ ($x_t^1 < x_t^2$ และ $y_t^1 < y_t^2$ และคล้ายกับกรณีที่ 1 โดยเพิ่มอัตราส่วนเป็น 10 เท่าของกรณีที่ 1) ได้ว่าปริมาณรถโดยรวมทั้งระบบแบบคุณภาพของแนขน้อยกว่าแบบเวลาคงที่เฉลี่ยประมาณร้อยละ 23.51

จากตัวอย่างผลการทดลองทั้ง 5 แบบจะเห็นว่าระบบคุณภาพของแนรมีจำนวนรถคงเหลือน้อยกว่าแบบเวลาคงที่เสมอ ยกเว้นกรณีที่ปริมาณรถวิ่งเข้าเท่ากับปริมาณรถวิ่งออกระบบคุณภาพของแนรมีปริมาณรถติดคงเหลือ หรือมีประสิทธิภาพไม่ต่างจากแบบเวลาคงที่ และเมื่อมีปริมาณรถเพิ่มมากขึ้นระบบยังมีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม นั่นแสดงว่าเมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชุมชนที่แออัดกว่าเดิมจะช่วยให้ระบบการจราจรสะดวกขึ้น และมีปริมาณรถติดน้อยกว่าแบบเวลาคงที่

การทดลองนี้มีการเปรียบเทียบในกรณี 2 ผู้เล่นเท่านั้น ถ้ามีผู้เล่นมากขึ้นประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกมอาจจะลดลงได้ เพราะเมื่อมีการแข่งขันของผู้เล่นมากขึ้นเงื่อนไขในการพิจารณาและการตัดสินใจก็จะยากขึ้นด้วย ดังเห็นได้จากการหาจุดสมดุลของระบบสัญญาณไฟจราจรโดยใช้คุณภาพของแนขในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรทั้ง 3 แบบ และสามารถลดจำนวนรถติดได้ร้อยละ 26.45 เมื่อเทียบกับการควบคุมแบบปรับเปลี่ยนอัตโนมัติอย่างง่าย (Alvarez, Poznyak, and Malo, 2007)

3. ข้อเสนอแนะ

การทดลองนี้ยังไม่ได้ทำการเปรียบเทียบกับการควบคุมแบบปรับเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรแบบอัตโนมัติ (Adaptive Control) จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม อีกทั้งในการทดลองครั้งนี้ได้ทดสอบแต่ระบบสัญญาณไฟจราจรในสี่แยกถนนวงเวียนเดียว เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ได้จริง ควรมีการทดสอบกับระบบสัญญาณไฟจราจรของทางแยกแบบต่าง ๆ เช่นแบบสามทางแยกโดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง, แบบสี่แยกโดยกำหนดให้รถวิ่งออกที่ละเส้นทาง เป็นต้น

เป็นที่ทราบกันดีว่าคุณภาพแนข ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นคำตอบที่ดีที่สุดของระบบเสมอ (Rougharden and Tardos, 2000) จึงเป็นไปได้ว่าเวลาสัญญาณไฟเขียวที่ได้จะไม่ใช่ว่าคำตอบที่ทำให้รถติดน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามการหาคำตอบที่ดีที่สุดอาจจะต้องคิดถึงอุปกรณ์ที่เป็นตัวรับและตอบสนองในระบบเครือข่าย (Sensor Network) และมีการเชื่อมต่อของสี่แยกไฟจราจรทั้งระบบโดยมีผู้คุมอยู่เป็นศูนย์กลาง อาจจะ ไม่คุ้มค่าเวลาและ โดยเฉพาะในแง่ของงบประมาณ ฉะนั้นทฤษฎีเกมจึงมีความน่าสนใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในแต่ละสี่แยกสัญญาณไฟจราจร โดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่อกันทั้งระบบและไม่ต้องมีการควบคุมจากส่วนกลาง ซึ่งน่าจะทำให้มีการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยเฉพาะกับประเทศไทยที่มีงบประมาณจำกัดในการจัดการให้มีความเหมาะสม