

แบบจำลองระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน

MODEL OF TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEM USING SMART PHONE

บุญญฤทธิ์ วังงอน* กรณ์ ธนิตเลิศวงศ์ ศรีพิชัย กาศโอสถ และสุวัจนา สุขศิริ

Bunyarit Wangngon* Korn Thanitlerswong Sornpichai Gas-osoth

and Suwatchana Suksiri

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตพิษณุโลก

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok Campus

*corresponding author e-mail: maxaee_@hotmail.com

(Received: 3 April 2019; Revised: 4 February 2020; Accepted: 1 March 2020)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งจำลองสี่แยกบ้านคลอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ข้อมูลของการศึกษาวิจัยถูกเก็บรวบรวมในช่วงวันธรรมดาทั้งหมด 4 ช่วง ทำการหาปริมาณความหนาแน่นของการจราจรเพื่อตัดสินใจในการออกแบบสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมกับช่วงเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการจราจร โดยอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ราสเบอร์รี่พายถูกใช้เป็นตัวประมวลผล มีหน้าจอแสดงผลตัวเลขเป็นตัวบ่งบอกเวลาและใช้กล้องวงจรปิดเพื่อดูปริมาณรถ การออกแบบระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน ประกอบด้วย 2 ระบบ ได้แก่ ระบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ โดยระบบอัตโนมัติจะถูกออกแบบให้ปรับเปลี่ยนรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัตโนมัติทั้งหมด 4 ช่วง ส่วนระบบกึ่งอัตโนมัติจะปรับเปลี่ยนรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร ซึ่งทั้ง 2 ระบบถูกออกแบบให้สามารถควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน จากการศึกษา พบว่า การเปรียบเทียบระหว่างการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมและการควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน ในช่วงเช้า เวลา 05:00 – 11:00 น. การควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟนมีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมร้อยละ 22.05 ช่วงกลางวัน เวลา 11:00 – 17:00 น. มีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม ร้อยละ 30.64 ช่วงเย็น เวลา 17:00 – 23:00 น. มีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม ร้อยละ 20.43 และช่วงค่ำ เวลา 23:00 – 05:00 น. มีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม ร้อยละ 26.88 ภาพรวมตลอดทั้งวันของผลการควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟนเปรียบเทียบกับระบบควบคุมสัญญาณ

ไฟจราจรแบบเดิม พบว่า มีประสิทธิภาพในการระบายรถเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 22.05 ซึ่งสามารถนำแนวคิดการควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟนไปพัฒนาการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดในอนาคตได้

คำสำคัญ: แบบจำลอง ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร สมาร์ทโฟน

Abstract

This research presents a model of traffic light control system via smartphone, which simulated at Ban Khlong intersection, Muang district, Phitsanulok province. The data of this study had been collected in 4 periods of time during weekdays. The amount of traffic density was determined to decide the design of traffic light control system that are appropriate for the time period and increase the efficiency of traffic control. The microcontroller raspberry pi was used as processor. A number display monitor was used to indicate times and closed circuit camera was used to monitor number of vehicles. The designs of traffic light control system using smartphone include 2 systems such as automatic system and semiautomatic system. For the automatic system, the traffic light control system was automatically changed for all 4 ranges. The traffic light control system was controlled by traffic police for the semiautomatic system. The both system model was controlled via a smartphone. The results showed that the comparisons during a normal traffic light control system and the traffic light control system using smartphone in the morning at 05:00 – 11:00 am., the efficiency of the traffic light control system using smartphone was higher than the normal traffic light control system 22.05%. In the afternoon at 11:00 – 17:00 pm., the efficiency of the traffic light control system using smartphone was higher than the normal traffic light control system 30.64%. In the evening at 17:00 – 23:00 pm., the efficiency of the traffic light control system using smartphone was higher than the normal traffic light control system 20.43%. At night during 23:00 – 05:00 am., the efficiency of the traffic light control system using smartphone was higher than the normal traffic light control system 26.88%. Finally, the achievement of traffic light control system using smartphone was higher than the normal traffic light control system 22.05% for daylong. A model of traffic light control system using smartphone could be developed for solving traffic problem in the future.

Keywords: Model, Traffic light control system, Smartphone

บทนำ

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าการจราจรและขนส่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ที่ส่งเสริมการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากปัจจุบันภาคธุรกิจและการบริการ ได้ขยายตัวขึ้นมาจนทำให้เกิดการขยายตัวทางด้านการคมนาคม ซึ่งยังไม่รวมไปถึงการเพิ่มขึ้น ของประชากรในประเทศ เหตุผลเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นปัจจัยหลักๆ ที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ ปริมาณของรถยนต์และยานพาหนะบนท้องถนนที่นับวันจะเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนส่งผลให้ เกิดสภาพการจราจรที่หนาแน่นและติดขัด หลายฝ่ายที่ต้องการแก้ปัญหาต้องอาศัยการติดตั้ง ระบบสัญญาณไฟจราจรเพื่อคอยควบคุมการเคลื่อนตัวของรถยนต์และยานพาหนะให้เป็นไป อย่างราบรื่นและสะดวก

สัญญาณไฟจราจรเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมการไหลของกระแสการจราจร โดยการเปลี่ยนสีของหลอดไฟเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะในกระแสจราจร สายต่างๆ เพื่อควบคุมการขัดแย้งระหว่างพาหนะด้วยกันสัญญาณไฟจราจร แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การควบคุมเวลาแบบคงที่ (Fixed-time control) จังหวะสัญญาณไฟจะถูกเลือกจากรูปแบบของ จังหวะสัญญาณไฟจราจรที่ได้ออกแบบไว้ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เก็บมาก่อนในอดีตการควบคุม แบบคงที่ จะไม่สามารถปรับให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรและการควบคุมเวลาแบบปรับเปลี่ยน อัตโนมัติ (Adaptive control) ใช้การเชื่อมโยงระหว่างเครื่องตรวจนับปริมาณการจราจรและจังหวะ สัญญาณไฟจราจร (Head K.L., 1996; Sims A.G., 1980) โดยจังหวะจะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพ การจราจรที่วัดจากเครื่องตรวจนับปริมาณการจราจร จากนั้นคำนวณหาจังหวะสัญญาณไฟ จราจรที่มีความเหมาะสมที่สุด กรณีฉุกเฉินการควบคุมสัญญาณไฟโดยเจ้าหน้าที่ง่ายต่อ การปรับเปลี่ยน ข้อเสีย คือ ด้านการประสานสัญญาณไฟหรือการเปิดรอบสัญญาณไฟยาวเกินไป ซึ่งทำให้เกิดแถวคอย (Queue) ในระบบยาวเกินไปจนส่งผลให้เกิดการจราจรติดขัดต่อเนื่องทั้งระบบ และไม่สามารถปรับเปลี่ยนการควบคุมสัญญาณไฟจราจรได้หลายรูปแบบโดยอัตโนมัติหรือ เจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรติดภาระหน้าที่ในงานจราจรอื่น จึงไม่สามารถเดินทางมาปรับเปลี่ยน รูปแบบสัญญาณไฟจราจรในแต่ละช่วงได้ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการจราจรที่ติดขัดและประสิทธิภาพ ในการควบคุมปริมาณรถแต่ละแยกไม่เหมาะสม การเก็บข้อมูล เช่น ใช้คนเก็บโดยนำข้อมูล ปริมาณรถในแต่ละเส้นทางที่ได้ไปคำนวณหาค่าเวลาในการปล่อยรถ และนำข้อมูลป้อนลงไป ในตัวควบคุมสัญญาณไฟจราจรในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรนั้น ยังเป็นระบบที่ต้องใช้เจ้าหน้าที่ ไปปรับเปลี่ยนค่าที่ตั้งค่าไว้ (Bohang, 2010; Lan R., 1996)

การออกแบบสัญญาณไฟจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจควบคุมจังหวะ สัญญาณไฟจราจร โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ของระบบการควบคุมไฟสัญญาณจราจรด้วย โปรแกรม (Arend) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาระยะเวลาในการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

ที่มี โดยมีเป้าหมายให้ปริมาณการไหลของจำนวนรถยนต์ที่วิ่งผ่านสี่แยกอย่างต่อเนื่องกัน ในถนนสายหลักให้ได้จำนวนสูงสุด โดยเลือกศึกษาในช่วงเวลาเร่งด่วน ตั้งแต่ 7:00–9:00 น. ที่มีรถสะสมเป็นจำนวนมาก จากการทดลองโดยใช้แบบจำลองพบว่าการควบคุมสัญญาณไฟตามผลที่ได้จากแบบจำลองสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของจำนวนรถที่วิ่งผ่านได้ 28.67% (Chiyakat C. et al., 2007) ยังมีระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคประมวลผลภาพ โดยหาปริมาณความหนาแน่นของการจราจรเพื่อตัดสินใจในการกำหนดสัญญาณไฟที่เหมาะสมบริเวณทางแยกเดี่ยว สามารถปรับเปลี่ยนระบบสัญญาณไฟได้ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ประเภทกำหนดเวลาสัญญาณไฟจราจรโดยเจ้าหน้าที่ ส่วนที่ 2 ประเภทกำหนดเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ และส่วนที่ 3 สามประเภทกำหนดเวลาสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจรเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ใช้กล้อง (Web camera) สำหรับตรวจจับยานพาหนะบนท้องถนนและใช้เทคนิคประมวลผลภาพในการวิเคราะห์ข้อมูล (ฉัตรมงคล, 2551) และการประยุกต์ใช้คุณภาพของแนชสำหรับการควบคุมสัญญาณไฟจราจร กรณีศึกษาแยกถนนศรีจันทร์ตัดถนนหน้าเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้ข้อมูลจากเหตุการณ์จริงจากการสำรวจยานพาหนะบนโครงข่ายถนนในพื้นที่ซึ่งกำหนดการจราจรเป็นแบบเข้าก่อนออกก่อน โดยถนนแต่ละเส้นต้องการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรให้มีปริมาณรถติดคงเหลือน้อยที่สุดในหนึ่งรอบสัญญาณไฟจราจร โดยใช้อัลกอริทึมในการหาช่วงเวลาสัญญาณไฟเขียวและช่วงเวลาสัญญาณไฟแดงของถนนแต่ละเส้น โดยใช้ทฤษฎีของแนชเปรียบเทียบกับ การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเวลาคงที่ที่ประสิทธิภาพของระบบ พบว่า การจราจรในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า (07:00–10:00 น.) บนถนนศรีจันทร์ตัดถนนหน้าเมือง มีเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ไขสัญญาณไฟจราจรมากถึง 35.44% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบควบคุมสัญญาณไฟแบบเวลาคงที่ เหมาะสมสำหรับการปรับเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรเพื่อทำให้การจราจรมีความคล่องตัวมากขึ้น (John B., 2001)

ดังนั้นการออกแบบสัญญาณไฟจราจรเพื่อคำนวณหาระยะเวลารอสัญญาณไฟที่เหมาะสมเป็นประเด็นที่น่าสนใจสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ โดยทำการนำเสนอแบบจำลองระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งสามารถควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านเว็บไซต์อินเทอร์เน็ต และปรับเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณไฟจราจรแบบอัตโนมัติทั้งหมด 4 ช่วงเวลา ส่วนระบบกึ่งอัตโนมัติสามารถปรับเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรตามความเหมาะสม ซึ่งใช้งานร่วมกับกล้องวงจรปิดบริเวณสี่แยกเพื่อดูปริมาณรถและความหนาแน่นของการจราจร จึงทำให้มีปริมาณรถในเส้นทางนั้นไม่ต้องหยุดรอสัญญาณไฟจราจรนานจนเกินไป โดยจำลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณ สี่แยกบ้านคลอง อำเภอมะนัง จังหวัดพิษณุโลก เป็นพื้นที่ในการศึกษา ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 จราจรบริเวณสี่แยกบ้านคลอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

การนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร โดยจำลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ณ สี่แยกบ้านคลอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ตโฟน ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูลจากการเก็บปริมาณรถ

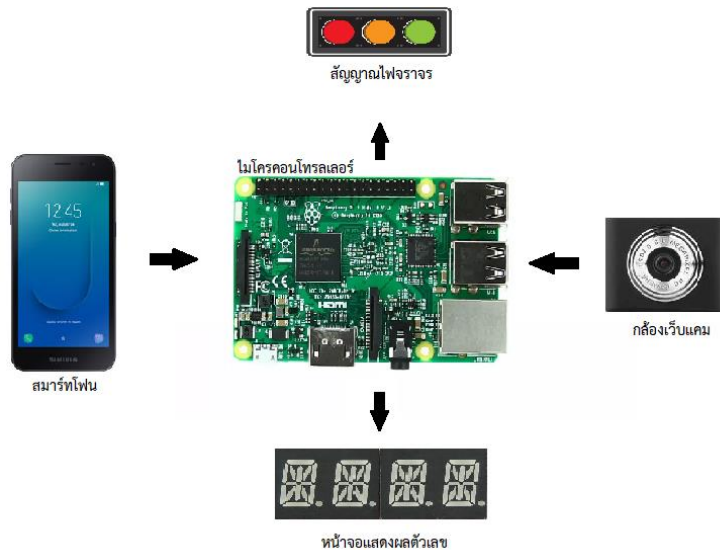
การรวบรวมข้อมูลปริมาณรถเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาการออกแบบระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรเพื่อแก้ปัญหาการจราจรติดขัด สามารถทำได้โดยทำการสุ่มการเก็บข้อมูลจำนวนรถต่อไฟเขียว ทุก 1 ชั่วโมง และหาค่าเฉลี่ยจำนวนรถที่ออกจากสี่แยกเทียบกับเวลาสัญญาณไฟเขียว

2. การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

การออกแบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรสามารถทำได้โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปริมาณรถมาคำนวณเพื่อหาระยะเวลาในการปล่อยปริมาณรถที่เหมาะสม ดังสมการที่ 1 จากนั้นทำการออกแบบระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ตโฟน ดังภาพที่ 2 ซึ่งเป็นการออกแบบระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยใช้กล้องเว็บแคมจำลองแทนกล้องวงจรปิด (CCTV) ตามบริเวณท้องถนนโดยใช้สมาร์ตโฟนในการสั่งการทำงานระยะไกล ซึ่งมีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลการทำงาน และแสดงผลมายังหน้าจอแสดงผลตัวเลข

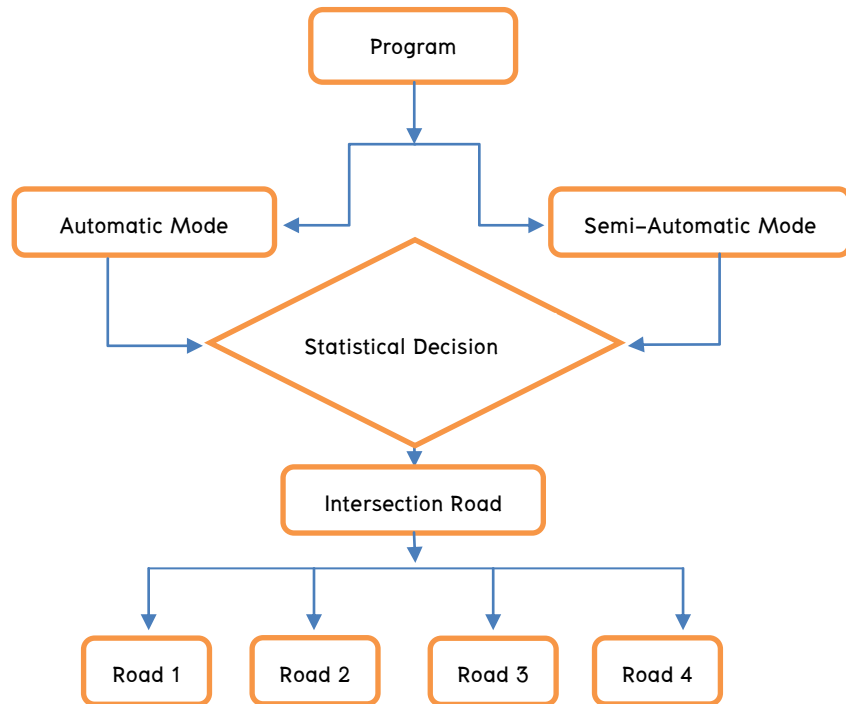
$$Time_G = \%y \times Time_{total} \quad (1)$$

เมื่อ Time_G คือ ระยะเวลาไฟเขียวของแต่ละทางแยก
 $\%y$ คือ ปริมาณรถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
 $\text{Time}_{\text{total}}$ คือ เวลารวมของไฟจราจรของแยกทั้งหมด



ภาพที่ 2 ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน

การออกแบบการทำงานของโปรแกรมควบคุมสัญญาณไฟจราจร ผู้วิจัยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry pi) ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานวิจัยทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หน้าจอแสดงผลตัวเลข (7 segment) มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการแสดงผลทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะใช้แสดงสัญญาณไฟตัวเลขเพื่อแสดงเวลาของสัญญาณไฟจราจรผ่านกล้องวงจรปิดไร้สายที่สามารถควบคุมดูผ่านสมาร์ทโฟนได้ ทำการสร้างแบบจำลองสัญญาณไฟจราจรและนำกล้องไปใช้งานติดตั้งไว้ 1 จุดบริเวณสี่แยกในแบบจำลองควบคุมสัญญาณไฟจราจร เพื่อนำภาพปริมาณการจราจรในแต่ละเส้นทางมาประกอบการตัดสินใจควบคุมสัญญาณไฟจราจร การออกแบบระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟนนั้น มี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบอัตโนมัติและระบบกึ่งอัตโนมัติ โดยมีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

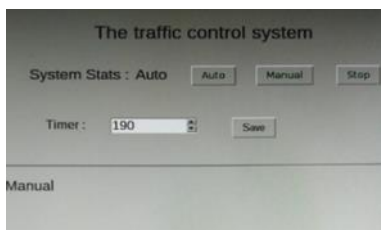
3. การเขียนโปรแกรมและการใช้งานการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

การเขียนโปรแกรมควบคุมสัญญาณไฟจราจรและกำหนดค่าเอาต์พุตควบคุมสัญญาณไฟจราจรและหน้าจอแสดงผลตัวเลข การทำงานเริ่มจากกำหนดค่าเอาต์พุตสัญญาณไฟจราจร 3 สี ได้แก่ สีเขียว สีเหลือง และสีแดง ทั้งหมด 12 หลอด และหน้าจอแสดงผลตัวเลข 4 ตัว การใช้งานพอร์ทเอาต์พุตทั้งหมด 14 ขา ประมวลผลโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ราสเบอร์รี่พาย ซึ่งสั่งงานผ่านสมาร์ตโฟนโดยมีกล้องวงจรปิดเพื่อดูปริมาณรถทุกเส้นทาง รูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ ช่วงเช้า เวลา 05:00 – 11:00 น. ช่วงกลางวัน เวลา 11:00 – 17:00 น. ช่วงเย็น เวลา 17:00 – 23:00 น. และช่วงค่ำ เวลา 23:00 – 05:00 น. ซึ่งแต่ละรูปแบบจะแตกต่างกัน และระบบจะเปลี่ยนช่วงเวลาโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ตโฟนจะต้องใช้แผ่นอะคริลิกเป็นฐานในการวางอุปกรณ์ต่างๆ และใช้วัสดุจากกระดาษแข็งตกแต่งภายในแบบจำลอง ติดตั้งสัญญาณไฟจราจร ทั้งหมด 4 เส้นทาง พร้อมกับหน้าจอแสดงผลตัวเลข ทั้งหมด 4 ตัว และติดตั้งกล้องสำหรับดูปริมาณรถ เพื่อให้ดูคล้ายคลึงกับสถานที่บริเวณสี่แยกบ้านคลอง อำเภอมะนัง จังหวัดพิษณุโลก ดังภาพที่ 4

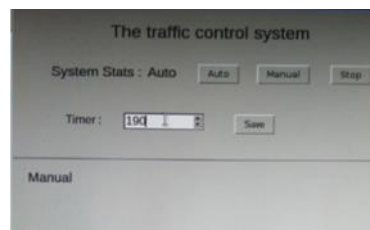


ภาพที่ 4 แบบจำลองควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยเขียนโปรแกรมควบคุมสัญญาณไฟจราจร

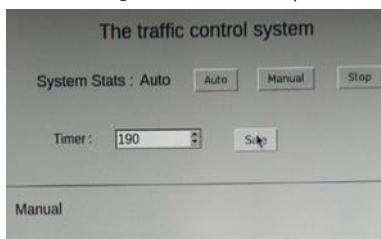
การใช้งานการควบคุมสัญญาณไฟจราจรโหมดอัตโนมัติ เมื่อเซตเวลาแล้วกดปุ่มบันทึก (Save) และสามารถกดปุ่มอัตโนมัติ (Auto) ได้ทันทีที่สัญญาณไฟจราจรทั้งหมด 4 รูปแบบ คือ ช่วงเช้า เวลา 05:00 – 11:00 น. ช่วงกลางวัน เวลา 11:00 – 17:00 น. ช่วงเย็น เวลา 17:00 – 23:00 น. และช่วงค่ำ เวลา 23:00 – 05:00 น. เมื่อต้องการปรับเปลี่ยนเป็นโหมดกึ่งอัตโนมัติให้กดปุ่มหยุด (Stop) ก่อนเสมอ โดยรูปแบบในการควบคุมสัญญาณไฟจราจร สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5(ก) การกรอกค่าเวลารวมทั้งหมดทุกเส้นทาง (วินาที) กรณีใช้โหมดอัตโนมัติเท่านั้น ดังภาพที่ 5(ข) การบันทึกค่าเวลา ดังภาพที่ 5(ค) และการหยุด (Stop) เพื่อปรับเปลี่ยนโหมด ดังภาพที่ 5(ง) ตามลำดับ



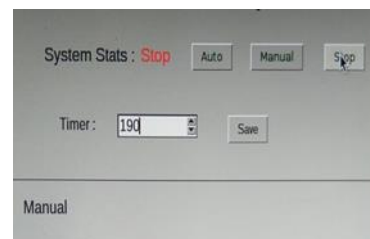
(ก) รูปแบบการควบคุม



(ข) ช่องกรอกเวลา (วินาที)



(ค) บันทึกค่า



(ง) ปุ่มหยุด (Stop)

ภาพที่ 5 รูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร

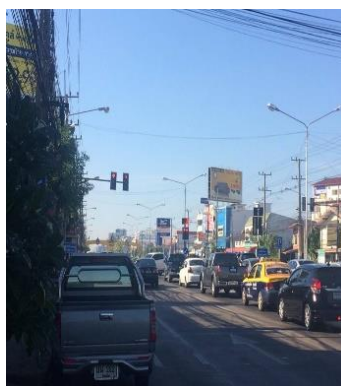
4. การเก็บผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ

การเก็บผลข้อมูลการใช้งานด้านโปรแกรม เพื่อหาประสิทธิภาพการใช้งานของโปรแกรม ได้ทดลองการปรับเปลี่ยนรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรของการเปลี่ยนช่วงเวลาแบบอัตโนมัติตามช่วงเวลาที่กำหนด และทำการเก็บผลการทดลองหาความคลาดเคลื่อนเวลาของสัญญาณจราจร ได้แก่ สัญญาณไฟแดง สัญญาณไฟเหลือง และสัญญาณไฟเขียวของระบบการควบคุมในโหมดการควบคุมแบบอัตโนมัติ เพื่อหาประสิทธิภาพในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรและทดสอบหน้าจอแสดงผลตัวเลขที่บ่งบอกเวลา

การเก็บปริมาณรถในสถานการณ์จริง เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงในการเปรียบเทียบของระบบสัญญาณไฟจราจร จากการคำนวณออกแบบเวลาตามปริมาณรถทุกเส้นทาง บริเวณสี่แยกบ้านคลอง อำเภอมะนัง จังหวัดพิษณุโลก จะเก็บปริมาณรถที่ออกจากบริเวณสี่แยกทุกเส้นทาง ดังภาพที่ 6 ตามเวลาการปล่อยรถที่ออกแบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร เก็บปริมาณรถทั้งหมด 4 ช่วง ได้แก่ ช่วงเช้า เวลา 05:00 – 11:00 น. ช่วงกลางวัน เวลา 11:00 – 17:00 น. ช่วงเย็น เวลา 17:00 – 23:00 น. และช่วงค่ำ เวลา 23:00 – 05:00 น. ทั้งนี้ในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรในสถานการณ์จริงที่บริเวณสี่แยกนั้นจะไม่สามารถนำระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ตโฟนเข้าไปใช้ในหน้านั้นได้ เนื่องจากระบบที่ใช้ในการควบคุมนั้นเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการนำไปใช้งานกับตู้คอนโทรลขนาดใหญ่เป็นเรื่องยุ่งยาก และไม่สามารถเข้าปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่มีอยู่บริเวณสี่แยกนั้นได้ เนื่องจากทางหน่วยงานผู้ดูแลและรับผิดชอบไม่อนุญาตให้ปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขได้ ดังนั้นจึงได้มีการเก็บปริมาณรถทางโหมดอัตโนมัติ ซึ่งจะต้องปรับค่าเวลาภายในตู้ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรเดิมให้สอดคล้องกับเวลาของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ตโฟน โดยมีเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรกำกับดูแลอยู่ตลอดเวลาเป็นการทำงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร



(ก) เส้นทางมาจากสุโขทัย



(ข) เส้นทางมาจากเมืองพิษณุโลก



(ค) เส้นทางมาจากมหาวิทยาลัยนครสวรรค์



(ง) เส้นทางมาจากค่ายนครสวรรค์

ภาพที่ 6 การเก็บปริมาณรถบริเวณสี่แยกบ้านคลอง อำเภอมือง จังหวัดพิษณุโลก

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการรวบรวมข้อมูลจากการเก็บปริมาณรถ

ผลการศึกษารวบรวมข้อมูลปริมาณรถเทียบกับเวลาบริเวณสี่แยกบ้านคลอง อำเภอมือง จังหวัดพิษณุโลก ดังตารางที่ 1 จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจบริเวณสี่แยกบ้านคลอง อำเภอมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลา โดยทำการสุ่มการเก็บข้อมูลจำนวนรถต่อไฟเขียว ทุก 1 ชั่วโมง และหาค่าเฉลี่ยจำนวนรถที่ออกจากสี่แยกเทียบกับเวลาสัญญาณไฟเขียว พบว่า การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมทั้ง 4 ช่วงเวลานั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาสัญญาณไฟเขียว และใช้รูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมตลอดทั้งวัน

ตารางที่ 1 ปริมาณรถเทียบกับเวลาบริเวณสี่แยกบ้านคลอง อำเภอมือง จังหวัดพิษณุโลก

เส้นทาง	จำนวนรถเฉลี่ย/คัน	จำนวนรถเฉลี่ย/คัน	จำนวนรถเฉลี่ย/คัน	จำนวนรถเฉลี่ย/คัน
	05:00 – 11:00 น.	11:00 – 17:00 น.	17:00 – 23:00 น.	23:00 – 05:00 น.
สัญญาณไฟเขียว/วินาที	49 วินาที	49 วินาที	49 วินาที	49 วินาที
จากสุขโขทัย	72 คัน	62 คัน	60 คัน	56 คัน
สัญญาณไฟเขียว/วินาที	49 วินาที	49 วินาที	49 วินาที	49 วินาที
จากเมืองพิษณุโลก	62 คัน	59 คัน	74 คัน	58 คัน
สัญญาณไฟเขียว/วินาที	53 วินาที	53 วินาที	53 วินาที	53 วินาที
จากมหาวิทยาลัยนครสวรรค์	26 คัน	27 คัน	29 คัน	22 คัน
สัญญาณไฟเขียว/วินาที	35 วินาที	35 วินาที	35 วินาที	35 วินาที
จากค่ายนครสวรรค์	20 คัน	23 คัน	25 คัน	21 คัน

2. ผลการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

ตารางที่ 2 แสดงการออกแบบระยะเวลาในการปล่อยรถ จากการออกแบบเพื่อหาระยะเวลาในการปล่อยรถนั้น โดยนำปริมาณรถที่เฉลี่ยของทุกๆ ชั่วโมง มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ต่อแยก เมื่อได้ค่าเปอร์เซ็นต์ต่อแยกแล้วนำมาคำนวณหาค่าระยะเวลาในการปล่อยรถในแต่ละเส้นทาง แบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลา ซึ่งแต่ละช่วงเวลารูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรจะแตกต่างกัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การออกแบบระยะเวลาในการปล่อยรถ

ช่วงเวลา	สุขุทัย	เมืองพิษณุโลก	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ค่ายนเรศวร	รวมจำนวนรถต่อรอบ	เปอร์เซ็นต์ต่อแยก 1	เปอร์เซ็นต์ต่อแยก 2	เปอร์เซ็นต์ต่อแยก 3	เปอร์เซ็นต์ต่อแยก 4
05:00 – 11:00 น.	72	62	26	20	180	40.00	34.44	14.44	11.11
11:00 – 17:00 น.	72	59	27	23	181	39.78	32.60	14.92	12.71
17:00 – 23:00 น.	54	74	29	25	188	29.67	40.66	15.93	13.74
23:00 – 05:00 น.	56	58	22	21	157	35.67	36.94	14.01	13.38

ตารางที่ 3 ระยะเวลาในการปล่อยรถแต่ละเส้นทางที่ได้จากการออกแบบ

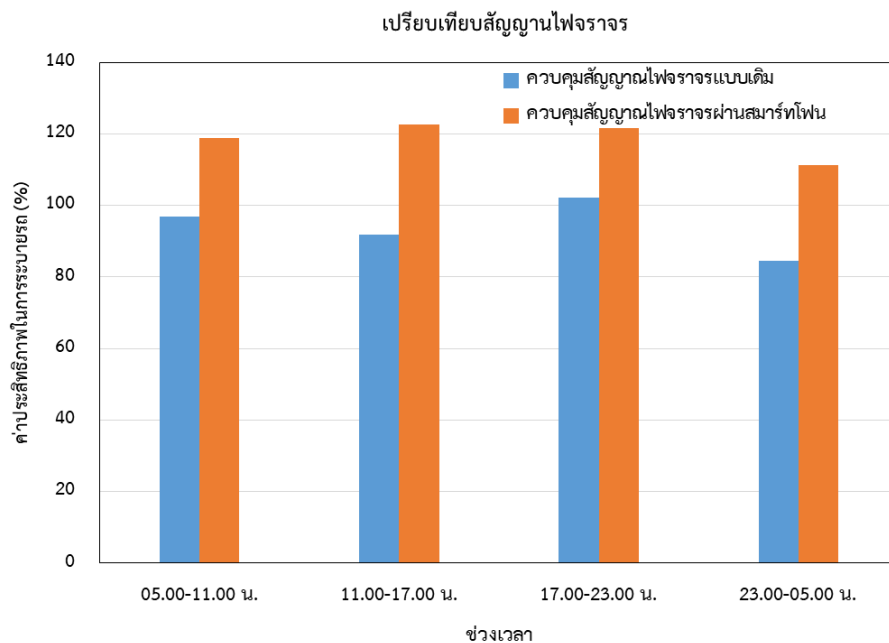
ช่วงเวลา	สุขุทัย	เมืองพิษณุโลก	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ค่ายนเรศวร
05:00 – 11:00 น.	74 วินาที	64 วินาที	27 วินาที	21 วินาที
11:00 – 17:00 น.	74 วินาที	61 วินาที	28 วินาที	24 วินาที
17:00 – 23:00 น.	55 วินาที	76 วินาที	30 วินาที	26 วินาที
23:00 – 05:00 น.	66 วินาที	69 วินาที	26 วินาที	25 วินาที

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการระบายรถของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมและระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน โดยนำค่าเฉลี่ยปริมาณรถต่อรอบสัญญาณไฟเขียวทุกชั่วโมง มาพิจารณากับข้อมูลปริมาณรถของช่วงเวลาทั้งหมด 4 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเช้า เวลา 05:00 – 11:00 น. ช่วงกลางวัน เวลา 11:00 – 17:00 น. ช่วงเย็น เวลา 17:00 – 23:00 น. และช่วงค่ำ เวลา 23:00 – 05:00 น. ซึ่งจะนำปริมาณรถทุก 4 เส้นทางต่อช่วงเวลา มาคำนวณหาประสิทธิภาพในการระบายรถ เพื่อให้ได้ค่าประสิทธิภาพในการระบายรถทั้งหมด 4 ช่วงเวลานั้น

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และนำค่าประสิทธิภาพปริมาณในการระบายรถทั้งหมดมาคิดค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการระบายรถตลอดทั้งวัน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการระบายรถ

รูปแบบ	ช่วงเวลา	สุดท้าย	เนื่องพิษณุโลก	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ค่ายนเรศวร	เฉลี่ยประสิทธิภาพในการระบายรถ/ช่วงเวลา	เฉลี่ยประสิทธิภาพในการระบายรถทั้งหมด
การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม	05:00–11:00 น.	72	62	26	20	96.77%	96.77%
	11:00–17:00 น.	62	59	27	23	91.94%	
	17:00–23:00 น.	60	74	29	25	101.08%	
	23:00–05:00 น.	56	58	22	21	84.41%	
การควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน	05:00–11:00 น.	80	80	37	24	118.82%	118.82%
	11:00–17:00 น.	84	71	37	36	122.58%	
	17:00–23:00 น.	72	79	40	35	121.51%	
	23:00–05:00 น.	64	73	35	35	111.29%	



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพในการระบายรถระหว่างการควบคุมสัญญาณไฟแบบเดิมและการควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน

จากการเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมและสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน พบว่า ช่วงเช้า เวลา 05:00 – 11:00 น. การควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟนมีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม 22.05% ช่วงกลางวัน เวลา 11:00 – 17:00 น. มีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม 30.64% ช่วงเย็น เวลา 17:00 – 23:00 น. มีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมมากกว่า 20.43% และช่วงค่ำ เวลา 23:00 – 05:00 น. มีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมมากกว่า 26.88% ซึ่งภาพรวมตลอดทั้งวันของผลการควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟนมีประสิทธิภาพในการระบายรถเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 22.05% เมื่อเทียบกับระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม ซึ่งสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพในการระบายรถทั้งหมด 4 ช่วงเวลา ระหว่างสัญญาณไฟจราจรแบบเดิมและสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟนได้ดังภาพที่ 7

ผลจากการศึกษาการใช้แบบจำลองระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟน พบว่า ภาพรวมตลอดทั้งวันของผลการควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ทโฟนมีประสิทธิภาพในการระบายรถเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 22.05% เมื่อเทียบกับระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชินทศน์ (2550) ที่ได้รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมสัญญาณไฟจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจควบคุมจังหวะสัญญาณไฟจราจรโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งได้จำลองสถานการณ์บนถนนท่าพระ-รัชดา (ถนนพระราม 3) ขาเข้า โดยเลือกศึกษาช่วงเวลาเร่งด่วน ตั้งแต่ 07:00 – 09:00 น. ที่มีรถสะสมเป็นจำนวนมาก จากการทดลองโดยใช้แบบจำลองและวิเคราะห์ผลการจำลองสถานการณ์ พบว่า การควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามผลที่ได้จากแบบจำลองสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของจำนวนรถที่วิ่งผ่านได้ 28.67% ซึ่งจะเห็นได้ว่าการพัฒนาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายปริมาณรถเพื่อแก้ปัญหาจำนวนรถที่สะสมบริเวณสี่แยกให้ได้มากที่สุดและสามารถนำไปพัฒนาการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดในอนาคตได้

สรุปผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจำลองสัญญาณไฟจราจรที่สี่แยกบ้านคลอง อำเภอมือง จังหวัดพิษณุโลก ได้จำลองการทำงานของหลอดไฟจราจรชุดประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ราสเบอร์รี่พาย โดยใช้หน้าจอแสดงผลตัวเลขเป็นตัวบ่งบอกเวลาและหลอดสัญญาณไฟจราจรบอกสถานะในการทำงานของสัญญาณไฟแดง สัญญาณไฟเหลือง และสัญญาณไฟเขียว ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนเวลาผ่านอินเตอร์เน็ตได้ โดยใช้กล้องวงจรปิดควบคุมในการตัดสินใจหรือระบบอัตโนมัติสามารถ

เปลี่ยนระยะเวลาการระบายรถในแต่ละเส้นทางตามช่วงเวลาและความเหมาะสม โดยสามารถแบ่งการทำงานในระบบอัตโนมัติ เป็น 4 ช่วงเวลา ส่วนระบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งปรับเปลี่ยนรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรสั่งงานผ่านสมาร์ตโฟนใช้งานควบคู่กับกล้องวงจรปิดเพื่อประกอบการตัดสินใจควบคุมสัญญาณไฟจราจร ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพในการระบายรถทั้งหมด ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม และระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ตโฟน พบว่า ระบบควบคุมสัญญาณไฟผ่านสมาร์ตโฟนที่ถูกพัฒนาขึ้น ในช่วงเช้า เวลา 05:00 – 11:00 น. มีประสิทธิภาพในการระบายรถเพิ่มขึ้น 22.05% ช่วงกลางวัน เวลา 11:00 – 17:00 น. มีประสิทธิภาพในการระบายรถเพิ่มขึ้น 30.64% ช่วงเย็น เวลา 17:00 – 23:00 น. มีประสิทธิภาพในการระบายรถเพิ่มขึ้น 20.43% และช่วงค่ำ เวลา 23:00 – 05:00 น. มีประสิทธิภาพในการระบายรถเพิ่มขึ้น 26.88% จึงอาจกล่าวได้ว่า แบบจำลองระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรผ่านสมาร์ตโฟนที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรที่ไม่เหมาะสมกับช่วงเวลา และสามารถนำแนวคิดนี้ไปพัฒนาปรับปรุงแก้ไขระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรให้ดียิ่งขึ้นได้ต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ด้วยรับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก และสถานีตำรวจภูธรเมืองพิษณุโลก ที่กรุณาให้ใช้สถานที่เก็บข้อมูลการวิจัยบริเวณสี่แยก บ้านคลอง อำเภอมะนัง จังหวัดพิษณุโลก และให้คำแนะนำข้อคิดเห็นช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านจนทำให้งานวิจัยสำเร็จไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรมงคล ลี้มแดงสกุล. (2551). **ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยนอร์ท, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ.
- Bell M.G.H., Shield C.M., Anderson J.M. (1995). **Assignment in the Integration of Urban Traffic Control and Dynamic Route Guidance**, In: Gartner N.H., Improta G. (eds) **Urban Traffic Networks. Transportation Analysis**. Berlin, Heidelberg: Springer, 39–57.
- Bohang L., Xiaoyong Y., Qingbing L. & Shougang H. (2010). An Improved Method for Traffic Control Relying on Close-Loop Control theory. **International Asia Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics. IEEE, 2010**, 48–50.
- Chiyakat,C., Visayadamrong C., & Kanchanasuntorn K. (2007). Optimizing Traffic Signal Timing Decisions Using Simulation. **Proceedings of the Industrial Engineering Network 2007, October 24–26, 2007, Royal Phuket City Hotel, Phuket**, 119–125.

- Head K.L., Mirchandani P.B. & Sheppard D. (1996). Hierarchical Framework for Real-Time Traffic Control, **Transportation Research Record**, **1360**, 82–88.
- John B. & John A.S. (2001). New Approach for Developing Warrants of Protected Left-turn Phase at Signalized Intersections. **Transportation Research part A**, **2001**, **35**(6), 561–574.
- Lan R. (1996). UTM: The Way forward for Urban Traffic Control. **Traffic engineering & control**, **37**(11), 618–623.
- Sims A.G. & Dobinson K.W. (1980). The Sydney Coordinated AdaptiveTraffic (SCAT) System Philosophy and Benefits. **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, **29**(2), 130–137.