พฤติกรรมการยอมรับช่องว่างของรถเลี้ยวขวาสำหรับเฟสสัญญาณไฟที่เปิดให้สัญญาณพร้อมรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม บริเวณทางแยกบนถนนสามเสน

นาย ภัคพล ศรีคงดวง[1], รองศาสตราจารย์ ดร. วินัย รักสุนทร[2]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, จังหวัดปทุมธานี, ประเทศไทย
*Corresponding author address: puckapol@hotmail.com

บทคัดย่อ

การให้สัญญาณไฟจราจรแบบแยกเฟสระหว่างรถเลี้ยวขวากับรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม (Protected phasing) เป็นที่นิยมใช้สำหรับทางแยกส่วนใหญ่ในประเทศไทย เพื่อให้เกิดความปลอดภัยบนทางแยก แต่ในบางครั้ง การใช้สัญญาณไฟจราจรในลักษณะดังกล่าวอาจทำให้เกิดการเสียเวลาของยานพาหนะ และสิ้นเปลืองไฟเขียวเกินความจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บนทางแยกที่มีปริมาณจราจรในระดับต่ำ ซึ่งหนึ่งปัจจัยสำคัญในการใช้วิเคราะห์รูปแบบเฟสสัญญาณไฟนั้น ขึ้นอยู่กับการจัดการรถเลี้ยวขวา คือ ระยะเวลาการยอมรับในช่องว่างเพื่อตัดกระแสจราจร ทั้งนี้ ผู้วิจัยยังไม่พบงานวิจัยที่มีการศึกษาพฤติกรรมการยอมรับช่องว่างของรถเลี้ยวขวาสำหรับเฟสสัญญาณไฟที่เปิดให้สัญญาณพร้อมรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม (Permissive phasing) ดังนั้น การศึกษานี้จะทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์เพื่อหาพฤติกรรมการยอมรับช่องว่างของรถเลี้ยวขวาสำหรับเฟสสัญญาณไฟที่เปิดให้สัญญาณพร้อมรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม เพื่อนำข้อมูลพฤติกรรมดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบเฟสสัญญาณไฟจราจรให้มีความเหมาะสมกับทางแยกที่มีปริมาณจราจรในระดับต่ำได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: *ช่องว่าง, แบบจำลอง, การให้สัญญาณไฟจราจรแบบรวมเฟส*

Abstract

Protected phas plan is commonly used for most intersections in Thailand to ensure safety on the intersections. However, the use protected phase increases vehicle delay and wastes of green light than necessary especially on an intersection with low traffic volume. In this regard, studies conducted to determine the impact of a right-turn vehicle during the permitted phase have not been found. Therefore, this study will collect and analyze data to find gap acceptance for right turn vehicle in permissive phase. This adjustment factor could be used in the design of traffic signal phase to be suitable for intersections with low traffic volumes.

Keywords: *Gap, Simulation, Permissive phase*

1. บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การออกแบบสัญญาณไฟจราจรบนทางแยก มีเป้าหมายเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของยวดยานพาหนะเพื่อให้ผ่านทางแยกได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยประเด็นหลักที่ ต้องพิจารณาในการออกแบบเฟสสัญญาณไฟจราจร คือ การจัดการรถที่จะเลี้ยวขวา เนื่องจากเป็นทิศทางที่มีการตัดกับกระแสจราจรในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งมีผลต่อความปลอดภัยบนทางแยก

ในประเทศไทย มักนิยมให้เฟสสัญญาณไฟจราจรสำหรับรถเลี้ยวขวา อยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ การให้สัญญาณไฟจราจรแบบรวมเฟสระหว่างรถเลี้ยวขวากับรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม (Permissive phase) และการให้สัญญาณไฟจราจรแบบแยกเฟสระหว่างรถเลี้ยวขวากับรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม (Protected phase) โดยทั่วไปหากรถเลี้ยวขวามีปริมาณใกล้เคียงกันและมีปริมาณสูง การให้เฟสสัญญาณไฟจราจรจะใช้รูปแบบ Protected phase เพื่อให้เกิดความปลอดภัยบนทางแยก แต่ในบางกรณีที่บนทางแยกนั้นมีปริมาณจราจรในระดับต่ำ การให้สัญญาณไฟจราจรในลักษณะดังกล่าว อาจทำให้เกิดการเสียเวลาของยานพาหนะและสิ้นเปลืองไฟเขียวเกินความจำเป็น ซึ่งหนึ่งปัจจัยสำคัญในการใช้วิเคราะห์รูปแบบเฟสสัญญาณไฟ คือ ระยะเวลาการยอมรับในช่องว่างเพื่อตัดกระแสจราจรของรถเลี้ยวขวา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจในการศึกษาพฤติกรรมดังกล่าว โดยจะทำการเก็บข้อมูลประเภทของรถ ปริมาณรถของแต่ละทิศทาง ลักษณะของทางแยก และการยอมรับช่องว่างของรถเลี้ยวขวาตัดกระแสจราจรกับรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม โดยใช้โปรแกรมจำลองสภาพการจราจรมาช่วยในการวิเคราะห์ จากนั้นวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับช่องว่างของรถเลี้ยวขวาตัดกระแสจราจรรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเฟสสัญญาณไฟจราจรให้มีความเหมาะสมกับทางแยกที่มีปริมาณจราจรในระดับต่ำและตรงต่อพฤติกรรมการขับขี่ยานพาหนะในประเทศไทยได้ต่อไปในอนาคต

1.2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพฤติกรรมการยอมรับช่องว่าง (Gap Acceptance) และช่องว่างวิกฤต (Critical Gap) ของรถเลี้ยวขวาตัดกระแสจราจรรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม
2. ศึกษากราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถเลี้ยวขวาที่สามารถเลี้ยวได้กับปริมาณรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม

1.3. ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาช่องว่างและพฤติกรรมการยอมรับช่องว่างนี้จะเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ข้อมูลระดับจุลภาคดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาทางแยกบนถนนสามเสน ที่มีการเปิดสัญญาณไฟจราจรแบบ Permissive phase และจะต้องมีปริมาณจราจรปานกลาง ไม่มีปริมาณจราจรมากเกินไป จนเกิดการติดขัดหรือการ เข้าร่วมกระแสจราจรแบบบังคับ (Forced Cut) และไม่มีปริมาณจราจรน้อยเกินไปจนไม่สามารถ วิเคราะห์การปฏิเสธช่องว่าง (Gap Rejection) ได้ ซึ่งจากการสำรวจพื้นที่พบว่าแยกบางกระบือเป็นแยกที่มีความเหมาะสม

(2) ทำการเก็บข้อมูลทางแยก โดยแบ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงเช้าเวลา 7:30 – 8:30 น. และ ช่วงบ่ายเวลา 15:30 – 16:30 น. แต่ละช่วงเวลาทำการสำรวจครั้งละ 1 ชั่วโมง

(3) ใช้โปรแกรม AIMSUN เพื่อจำลองสภาพการจราจรและนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2. ทฤษฎี หลักการ และความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบสัญญาณไฟ (Signal Timing Design) ตามคู่มือ FHWA Signal Timing Manual (2008) [1] ได้เสนอกระบวนการในการออกแบบสัญญาณไฟ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

2.1. การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

การออกแบบสัญญาณไฟจราจร จำเป็นต้องคำนึงถึงข้อมูล ที่สำคัญ คือ ข้อมูลกายภาพของถนน เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร จังหวะสัญญาณไฟ ปริมาณจราจร ในแต่ละทิศทางการเลี้ยว (Turning movement count) และความเร็วใช้งานของรถ

2.1.1. ความเร็วใช้งานของรถ

ตามกฎกระทรวง กำหนดอัตราความเร็วของยานพาหนะ บนทางหลวงแผ่นดินหรือทางหลวงชนบท พ.ศ.2564 [2] อาศัยอำนาจพระราชบัญญัติทางหลวง กำหนดอัตราความเร็วของยานพาหนะในเขตทางหลวงทั้ง 5 ประเภททางหลวง อันได้แก่ ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงชนบท ทางหลวงท้องถิ่น และทางหลวงสัมปทาน ดังนี้

(1) อัตราความเร็วของยานพาหนะบนทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงชนบท

(ก) รถบรรทุกที่มีน้ำ หนักรถเกิน 2,200 กก. หรือรถบรรทุกคนโดยสารที่มีที่นั่งเกิน 15 คน ให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 90 กม./ชม.

(ข) รถขณะที่ลากจูงรถอื่น รถยนต์สี่ล้อเล็ก หรือรถยนต์สามล้อ ให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 65 กม./ชม.

(ค) รถจักรยานยนต์ ให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 80 กม./ชม. เว้นแต่รถจักรยานยนต์ ที่มีกำลังเครื่องยนต์ตั้งแต่สำมสิบห้ากิโลวัตต์ขึ้นไปหรือมีขนำดควำมจุของกระบอกสูบรวมกันตั้งแต่ 400 ลบ.ซม.ขึ้นไป (บิ๊กไบค์) ให้ใช้ความเร็วไม่เกิน110 กม./ชม.

(ง) รถโรงเรียน หรือรถรับส่งนักเรียน ให้ใช้ควำมเร็วไม่เกิน 80 กม./ชม.

(จ) รถบรรทุกคนโดยสาร ที่มีที่นั่งคนโดยสารเกิน 7 คน แต่ไม่เกิน 15 คน ให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 100 กม./ชม.

(ฉ) รถแทรกเตอร์ รถบดถนน หรือรถใช้งานเกษตรกรรม ให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 45 กม./ชม.

(ช) ส่วนรถอื่นๆ ให้ใช้ควำมเร็วไม่เกิน 120 กม./ชม. ทั้งนี้ หากรถดังกล่าวอยู่ในช่องเดินรถช่องขวาสุด ต้องใช้ความเร็วไม่ต่ำกว่า 100 กม./ชม. เว้นแต่ในกรณีที่ช่องเดินรถนั้นมีข้อจำกัดด้านการจราจรหรือทัศนวิสัยมีสิ่งกีดขวาง หรือมีเหตุขัดข้องอื่น

(2) อัตราความเร็วของยานพาหนะบนทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 และหมายเลข 9 ให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

(ก) รถบรรทุกที่มีน้ำหนักรถรวมทั้งน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 1,200 กิโลกรัม หรือรถบรรทุกคนโดยสารให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

(ข) รถบรรทุกอื่นนอกจากรถที่ระบุไว้ใน (ก) รวมทั้งรถบรรทุกหรือรถยนต์ขณะที่ลากจูง รถพ่วงให้ใช้ความเร็วไม่เกิน 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

พระราชบัญญัติจราจรทางบก กำหนดอัตราความเร็วของยานพาหนะในเขตเทศบาล เขตกรุงเทพมหานคร และเขตเมืองพัทยา ดังนี้

(1) สำหรับรถบรรทุกที่มีน้ำหนักรถรวมทั้งน้ำหนักบรรทุกเกิน 1,200 กิโลกรัม หรือรถบรรทุกคนโดยสาร ให้ขับในเขตกรุงเทพมหานคร เขตเมืองพัทยาหรือเขตเทศบาลไม่เกินชั่วโมงละ 60 กิโลเมตร หรือนอกเขตดังกล่าวให้ขับไม่เกินชั่วโมงละ 80 กิโลเมตร

(2) สำหรับรถยนต์อื่นนอกจากรถที่ระบุไว้ใน (1) ขณะที่ลาก

จูงรถพ่วงรถยนต์บรรทุกที่มีน้ำหนักรถรวมทั้งน้ำหนักบรรทุกเกิน 1,200 กิโลกรัม หรือรถยนต์สามล้อ ให้ขับในเขตกรุงเทพมหานคร เขตเมืองพัทยา หรือเขตเทศบาล ไม่เกินชั่วโมงละ 45 กิโลเมตร หรือนอกเขตดังกล่าวให้ขับไม่เกินชั่วโมงละ 60 กิโลเมตร

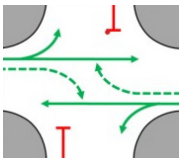
(3) สำหรับรถยนต์อื่นนอกจากรถที่ระบุไว้ใน (1) หรือ (2) หรือรถจักรยานยนต์ ให้ขับในเขตกรุงเทพมหานคร เขตเมืองพัทยา หรือเขตเทศบาล ไม่เกินชั่วโมงละ 80 กิโลเมตร หรือนอกเขตดังกล่าวให้ขับไม่เกินชั่วโมงละ 90 กิโลเมตร

2.2. การจัดเฟสสัญญาณไฟ (PHASING)

การจัดเฟสสัญญาณ ถือว่าเป็นขั้นตอนหลักในการออกแบบเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุดบนทางแยก ซึ่งประเด็นหลัก คือ การจัดการรถที่จะเลี้ยวขวา โดยรูปแบบของเฟสสัญญาณไฟเลี้ยวขวาที่นิยมใช้ในประเทศไทย [3] มีรูปแบบดังนี้

2.2.1. รูปแบบสัญญาณไฟ PERMISSIVE PHASING

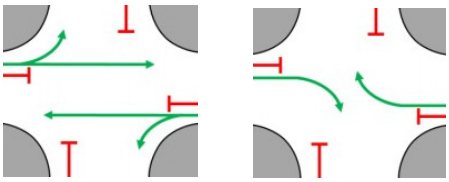
การให้สัญญาณไฟจราจรแบบรวมเฟสระหว่างรถเลี้ยวขวากับรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม เหมาะกับรถเลี้ยวขวามีปริมาณน้อยทั้ง 2 ทิศทาง



รูปที่ 1 สัญลักษณ์สัญญาณไฟจราจรแบบ PERMISSIVE PHASING (สนข.)

2.2.2. รูปแบบสัญญาณไฟ PROTECTED PHASING

การให้สัญญาณไฟจราจรแบบแยกเฟสระหว่างรถเลี้ยวขวากับรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม เหมาะกับรถเลี้ยวขวามีปริมาณ ใกล้เคียงกันหรือมีปริมาณสูง



รูปที่ 2 สัญลักษณ์สัญญาณไฟจราจรแบบ PROTECTED PHASING (สนข.)

2.3. การคำนวณรอบสัญญาณไฟ (CYCLE TIME) และการแบ่งจังหวะสัญญาณ (SIGNAL SPLIT)

การออกแบบสัญญาณไฟ (Signal Timing Design) ตามคู่มือ FHWA Signal Timing Manual (2008) [1] Webster ได้เสนอแนะสมการที่ใช้ในการคำนวณค่ารอบสัญญาณที่เหมาะสมที่สุด ดังสมการที่ (1)

$$\boldsymbol{C = (1.5L + 5)/(1.0 - Y)} \quad (1)$$

โดยที่ C = รอบสัญญาณไฟที่เหมาะสมที่สุด (วินาที)

Y = ค่าปริมาณจราจรต่อความจุวิกฤตของทางแยก

L = เวลาที่สูญเสียในหนึ่งรอบสัญญาณ ซึ่งรวมเวลาที่สูญเสียช่วงออกตัวของจังหวะไฟเขียว และเวลาช่วงไฟเหลืองและแดงบางส่วนที่ไม่ถูกใช้ในการเคลื่อนที่ของยวดยาน (วินาที)

2.4. โปรแกรมจำลองสภาพจราจร AIMSUN

AIMSUN (Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks)เป็นโปรแกรมสำหรับ การจำลองสภาพการจราจรที่ถูกพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1997 โดยได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการจำลอง สภาพจราจรระดับกึ่งจุลภาค (Mesoscopic simulator) และ ระดับจุลภาค (Microscopicsimulator) การจำลองคนเดินเท้า (Pedestrian simulator) ที่มีพื้นฐานแบบจำลองความต้องการเดินทาง (Travel demand modelling) ที่ครอบคลุมการเกิด การเดินทาง (Tripgeneration) การกระจายการเดินทาง (Trip distribution) และการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal split) รวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูลจราจรต่างๆ ที่มีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลายหน่วยงานทั่วโลกสำหรับการศึกษาวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมจราจร การจำลองสภาพการจราจร การวางแผนการขนส่ง และการศึกษาอพยพฉุกเฉิน นอกจาก นี้ยังสามารถใช้เพื่อประเมินแนวทางการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน การวิเคราะห์เกี่ยวกับมลภาวะ และการวิเคราะห์สภาพจราจร ติดขัดในพื้นที่เมือง [4]

2.5. การประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติในการสร้างแบบจำลองการจราจร

GEH (Geoffrey E. Havers, 2007) [5] เป็นค่าทางสถิติที่ใช้ในการคำนวณในงานด้านวิศวกรรมจราจร เป็นดัชนีชี้วัดที่ใช้ในการปรับเทียบปริมาณจราจร โดยค่า GEH Statistics พัฒนามาจากหลักการทางสถิติที่เรียกว่า ไคสแควร์ (Chi-Squared) เป็นค่าความสัมพันธ์ของค่าตัวแปรและความแตกต่างสัมบูรณ์ ซึ่งนำมาใช้ในการเปรียบเทียบค่าปริมาณจากการประมวลผลในแบบจำลองและค่าที่ได้จากการสำรวจจริงของการจราจรใน 1 ชั่วโมง รายละเอียดดังสมการที่ (2)

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}} \qquad (2)$$

โดยที่ M = ปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลอง (คันต่อชั่วโมง)
C = ปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจ (คันต่อชั่วโมง)

Quadstone Paramics (2007) กล่าวว่า ค่าของ GEH ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดความสอดคล้องและคุณภาพของข้อมูล สามารถพิจารณาดังนี้

1) ค่า GEH < 5.0 หมายถึง ปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลในภาคสนาม

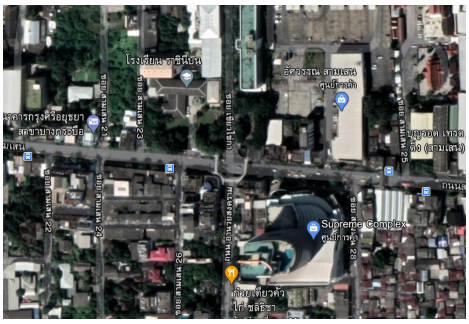
2) ค่า 5 < GEH < 10 หมายถึง ปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลอง ต้องปรับเทียบกับข้อมูลในภาคสนามใหม่อีกครั้ง

3) ค่า GEH > 10 หมายถึง ปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับผลการสำรวจจริงในภาคสนาม

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

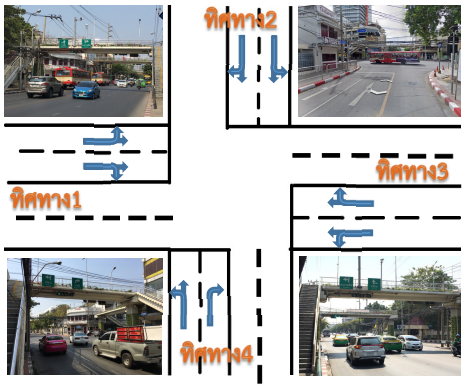
3.1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้พิจารณาเลือกบริเวณทางแยกท่ากระบือมาเป็นต้นแบบในการสร้างแบบจำลองเนื่องจาก เป็นทางแยกที่เปิดสัญญาณไฟในลักษณะ Permissive phasing และเป็นทางแยกที่อยู่บริเวณตัวเมืองซึ่งมีปริมาณรถค่อนข้างเยอะแต่ก็ไม่ได้ติดขัด ทำให้เหมาะแก่การเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ Permissive phasing รายละเอียดพื้นที่ศึกษา แสดงดังรูปที่ 3-5



รูปที่ 3 ผังบริเวณแยกบางกระบือ

รูปที่ 4 แยกบางกระบือ



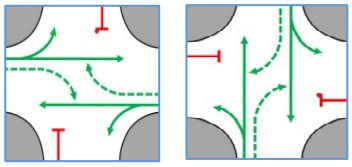
รูปที่ 5 เส้นทางการจราจรแยกบางกระบือ

3.2. การเก็บข้อมูล

จากการศึกษาพฤติกรรมของผู้ขับขี่พบว่ารถคันที่ต้องการเลี้ยวขวาตัดกระแสจราจรกับรถทิศทางตรงในทิศทางตรงข้าม ประมาณ 90% จะไม่ได้หยุดรอที่เส้นหยุด แต่จะหยุดรอบริเวณจุดตัดกระแสจราจร ทำให้การเก็บข้อมูลในครั้งนี้จะพิจารณาบริเวณจุดตัดกระแสจราจรเป็นหลักซึ่งผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลทางกายภาพบนทางแยกด้วยวิธีการสำรวจที่หน้างานและการตั้งกล้องจับภาพเคลื่อนไหว โดยข้อมูลดังกล่าวได้แก่ จำนวนช่องจราจรและความกว้างของช่องจราจรในแต่ละทิศทาง ทิศทางของการจราจร ลำดับการเปิดเฟสสัญญาณไฟจราจร และจำนวนรถที่ผ่านทางแยกในแต่ละทิศทางการจราจรเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ข้อมูลดังตารางที่ 1 และ รูปที่ 6 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพบริเวณแยกบางกระบือ (ข้อมูลทิศทางตาม รูปที่ 5)

ทิศทาง	จำนวนช่องจราจร	ขนาดแต่ละช่องจราจร (ม.)	จำนวนรถที่ผ่านทางแยก (คัน/ชม.)
ทิศทาง 1	4	3	1,711
ทิศทาง 2	3	3	38
ทิศทาง 3	4	3	2,188
ทิศทาง 4	4	3	1,680



ลำดับที่ 1 ลำดับที่ 2

รูปที่ 6 ลำดับการเปิดเฟสสัญญาณไฟจราจร

3.3. การจำแนกข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 1 มาทำการจำแนกรถทางตรงและรถเลี้ยวขวาในแต่ละทิศทาง และรอบสัญญาณไฟในแต่ละทิศทาง ข้อมูลดังตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 จำแนกจำนวนรถตามทิศทางการเคลื่อนที่

ทิศทาง	รถทางตรง (คัน/ชม.)	รถเลี้ยวขวา (คัน/ชม.)	รถเลี้ยวซ้าย (คัน/ชม.)
ทิศทาง 1	1,163	513	35
ทิศทาง 2	9	7	22
ทิศทาง 3	1,292	21	875
ทิศทาง 4	15	1,146	519

ตารางที่ 3 ลักษณะสัญญาณไฟจราจร

ทิศทาง	ไฟเหลือง	ไฟแดง	ไฟเขียว
ทิศทาง 1	3	38	61
ทิศทาง 2	3	68	31
ทิศทาง 3	3	48	51
ทิศทาง 4	3	62	37

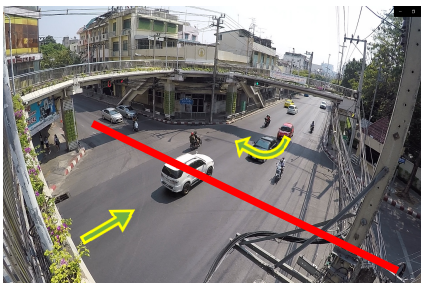
3.4. หาระยะเวลาที่ยอมรับได้ในการตัดสินใจเลี้ยวขวาของรถเลี้ยวขวาแต่ละประเภทโดยเทียบกับรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม

เนื่องด้วยการตัดสินใจเพื่อเลี้ยวขวาขึ้นอยู่กับระยะเวลาระหว่างรถทิศทางตรงคันที่ 1 กับรถคันที่ 2 ที่ผ่านเส้นตัดหน้ารถเลี้ยวขวาที่กำหนด ดังรูปที่ 6 หากระยะเวลานั้นเพียงพอที่รถเลี้ยวขวายอมรับได้ จะทำการบันทึกระยะเวลาดังกล่าวของรถเลี้ยวขวาแต่ละประเภท ดังตารางที่ 3 เพื่อมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป ส่วนข้อมูลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. รถเลี้ยวขวาไม่ตัดสินใจเลี้ยวในจังหวะนั้นๆ แสดงว่าระยะเวลาดังกล่าวไม่เป็นที่ยอมรับ จึงไม่นำมาเป็นข้อมูล
2. ระยะเวลาระหว่างรถทิศทางตรงคันที่ 1 กับรถคันที่ 2 ที่ผ่านหน้ารถเลี้ยวขวามีระยะเวลาเกิน 10 วินาที จะไม่สามารถนำมาเป็นข้อมูลได้ เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่นานเกินไป ทำให้รถทุกคันสามารถตัดสินใจเลี้ยวขวาได้

ตารางที่ 4 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ยอมรับได้ในการตัดสินใจเลี้ยวขวาของรถแต่ละประเภท

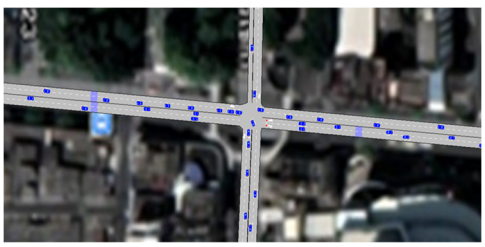
ประเภทรถ (s)	ระยะเวลาตัดสินใจเฉลี่ย (s)
รถจักรยานยนต์	5.1
รถเก๋ง	7.7
รถกระบะ	6.8
รถSUV	7.0



รูปที่ 6 เส้นตัดระหว่างรถเลี้ยวขวากับรถทางตรงในทิศทางตรงข้าม

3.5. สร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม AIMSUN

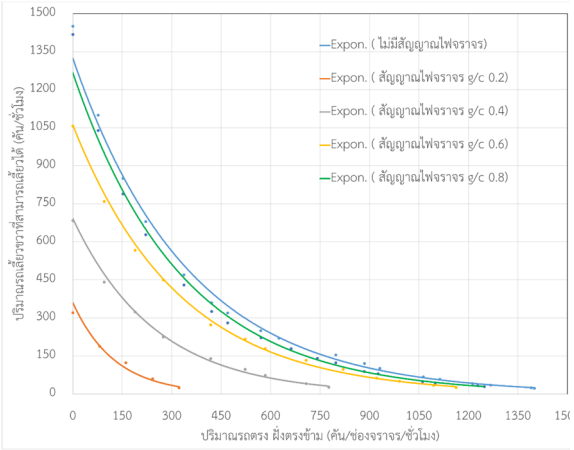
สร้างแบบจำลองและเปรียบเทียบค่าด้วยโปรแกรม AIMSUN โดยมีลักษณะทางกายภาพรูปแบบช่องจราจร ดังแสดงในรูปที่ 7 และปรับแก้ให้ตรงตามสภาพการจราจรให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยอ้างอิงค่าปริมาณจราจรจากตารางที่ 1 – 4 และใช้รูปแบบค่าการเปิดสัญญาณไฟจราจรแบบ Permissive phasing จากการคำนวณพบว่ารถยนต์มีค่า headway เฉลี่ย 2.5 วินาที มีค่าอัตราการไหลที่จุดอิ่มตัว Saturation flow rate อยู่ที่ 1440 คัน/ชั่วโมง และระยะเวลาเฉลี่ยในการตัดสินใจเลี้ยวขวาของรถทุกประเภทเท่ากับ 7.2 วินาที ซึ่งเมื่อคำนวณค่าปรับแก้ GEH ของปริมาณรถเลี้ยวขวาแล้วได้เท่ากับ 1.1 ซึ่ง มีค่าน้อยกว่า 5 ดังนั้น ปริมาณจราจรที่ได้จากการประมวลผลในแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลในภาคสนาม สามารถนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปได้



รูปที่ 7 แบบจำลอง

3.6. วิเคราะห์ข้อมูล

ทำการจำลองหาแนวโน้มความสามารถในการเลี้ยวขวา ที่ตัดกระแสการจราจรของรถตรง 2 ช่องจราจร โดยใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการตัดสินใจเลี้ยวขวามาพิจารณา และได้กำหนดค่าอัตราส่วนสัญญาณไฟจราจรเขียวกับรอบสัญญาณไฟจราจร g/c ที่ต่างกัน ได้แก่ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 (รอบสัญญาณไฟจราจร 102 วินาที) ดังแสดงในรูปที่ 8 เมื่อพิจารณาแล้ว แสดงให้เห็นว่าหากปริมาณรถทิศทางตรงในทิศทางตรงข้ามมีปริมาณมากขึ้นจะส่งผลทำให้ปริมาณรถเลี้ยวขวาที่สามารถเลี้ยวได้มีปริมาณลดลง และถ้าหากค่าสัญญาณไฟจราจร g/c มีค่าเข้าใกล้ 1 รถเลี้ยวขวาที่สามารถเลี้ยวได้จะยิ่งมากขึ้นด้วย



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถเลี้ยวขวาต่อปริมาณรถทิศทางตรง

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม และผลที่ได้แบบจำลองสภาพการจราจรบนทางแยกบางกระบือ จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ โดยใช้สัญญาณไฟจราจรในรูปแบบ Permissive phasing สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การยอมรับช่องว่างวิกฤติ ของรถเลี้ยวขวาเฉลี่ยทุกประเภท เท่ากับ 7.2 วินาที
   - รถจักรยานยนต์ มีการยอมรับช่องว่างวิกฤติ เท่ากับ 5.1 วินาที
   - รถยนต์ 2-4 ที่นั่ง มีการยอมรับช่องว่างวิกฤติ เท่ากับ 7.7 วินาที
   - รถกระบะ มีการยอมรับช่องว่างวิกฤติ เท่ากับ 6.8 วินาที
   - รถยนต์ 5-7 ที่นั่ง (SUV) มีการยอมรับช่องว่างวิกฤติ เท่ากับ 7.0 วินาที
2. ความสามารถในการเลี้ยวขวาตัดกระแสการจราจรของรถทิศทางตรงในทิศทางตรงข้าม จะขึ้นอยู่กับปริมาณรถทิศทางตรงและค่าสัญญาณไฟจราจร g/c มีผลต่อการเปิดสัญญาณไฟจราจรแบบ Permissive phasing ซึ่งหากอัตราการไหลของรถทางตรงมีค่ามากขึ้น ระยะเวลาการยอมรับช่องว่างจะน้อยลง ปริมาณรถที่สามารถเลี้ยวขวาได้ก็จะน้อยลงตามไปด้วย อันเนื่องจากช่องว่างดังที่กล่าวแคบจนไม่สามารถเลี้ยวให้ปลอดภัยได้

เนื่องด้วยงานวิจัยในครั้งนี้เป็นเพียงแค่การวิจัยรูปแบบทางกายภาพของถนนในลักษณะหากมีการวิจัยเพิ่มเติมในรูปแบบถนนหรือสภาพการจราจรที่แตกต่างจากงานวิจัยนี้ ก็ยิ่งจะทำให้งานวิจัยทางด้านการยอมรับช่องว่างมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นและเป็นประโยชน์ในการพิจารณาเลือกออกแบบเฟสสัญญาณไฟจราจรได้ในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลประกอบการทำบทความวิจัย และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

6. การอ้างอิง

[1] Peter Koonce. (2008). Federal Highway Administration. Signal Timing Manual, Texas, USA, 96-122.

[2] ราชกิจจานุเบกษา. (2564). ประเภท ก ,กฎกระทรวงกำหนดอัตราความเร็วของยานพาหนะบนทางหลวงแผ่นดินหรือทางหลวงชนบทที่กำหนด พ.ศ. 2564, ประเทศไทย.

[3] สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2559). คู่มือมาตรฐานด้านการจัดระบบการจราจร, ประเทศไทย, 19-27.

[4] Joan Roca (2016), TSS-Transport Simulation Systems. AIMSUN 8.1 User's Manuals, Barcelona, Spain, 25-42.

[5] Geoffrey E .Havers (2007) . GEH Statistic , https://www.revolvy.com/page/GEH-statistic.