ผลกระทบด้านการจราจรของยานยนต์ไร้คนขับบนถนนในเมืองโดยใช้การจำลอง
Traffic Operational Impacts of Autonomous Vehicles on Urban Street using Simulation

กีรติ์นุช กีรติศิวกุล[1*], ผศ. ดร.วศิน เกียรติโกมล[2]

[3] ย ิ ษ ลส ฤบ ิ ตา ษ ลสส ิ ทลร อ ินฤ วฒน ป วฤภลาช ร ว ิบปผลี
Corresponding author address: keeranuch.kee@mail.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติหรือยานยนต์ไร้คนขับ (ซึ่งเป็นรูปแบบยานพาหนะประเภทที่มีการใช้ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยไม่ต้องอาศัยมนุษย์ในการควบคุม งานวิจัยนี้เล็งเห็นถึงความสำคัญของผลกระทบด้านการจราจรบนถนนในเขตเมืองกรณีที่มีการใช้งานยานยนต์ไร้คนขับร่วมกับยานยนต์ประเภทอื่นๆโดยเฉพาะรถจักรยานยนต์ที่มีใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยศึกษาช่วงถนนประชาอุทิศ บริเวณทางเชื่อมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 ที่อยู่เยื้องกันทั้ง 2 ฝั่งของถนน ซึ่งช่วงถนนดังกล่าวมีการจราจรหนาแน่น ไม่มีการควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร และมีทางเชื่อมทั้ง ฝั่งอยู่ใกล้กัน ทำให้ช่วงถนนดังกล่าวมีลักษณะการตัดกันของกระแสจราจรคล้ายกับทางแยกเยื้อง (การศึกษานี้ใช้แบบจำลองจราจรระดับจุลภาค ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการจราจรเพื่อเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์พื้นฐานโดยไม่มียานยนต์ไร้คนขับในกระแสจราจร และสถานการณ์ที่มียานยนต์ไร้คนขับแทนที่ยานยนต์ส่วนบุคคล ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีการใช้งานยานยนต์ไร้คนขับแทนยานยนต์ปกติบนโครงข่ายถนนที่ศึกษาส่งผลกระทบให้การจราจรเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น 21 มีความยาวของแถวคอยที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยลดลงประมาณ 90 และความล่าช้าจากการเดินทางในโครงข่ายถนนที่ศึกษาน้อยลง 75

คำสำคัญ: การจำลองจราจรระดับจุลภาค โปรแกรม ผลด้านการจราจร ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

Abstract

1. บทนำ

ยานยนต์ไร้คนขับ( ) เป็นนวัตกรรมที่มีการพัฒนาในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งเป็นยานพาหนะที่ใช้ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติโดยไม่ต้องอาศัยคนควบคุม ยานยนต์ไร้คนขับอาศัยเทคโนโลยีที่หลากหลายของระบบการทำงานในการตรวจจับวัตถุรอบข้าง การมองเห็น การเข้าใจสภาพแวดล้อมของโครงข่ายถนน การตัดสินใจและตอบสนองต่อเหตุการณ์ ช่วยลดความผิดพลาดจากการขับขี่ของมนุษย์ และยังเป็นตัวเลือกในการเดินทางสำหรับบุคคลที่ไม่สามารถขับรถได้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยในต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับยานยนต์ไร้คนขับมีการระบุว่ายานยนต์ไร้คนขับจะส่งผลให้การจราจรบนถนนมีการเคลื่อนตัวได้ดีขึ้นและลดการจราจรที่ติดขัดได้

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยมีความต้องการในการเดินทางเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดสำหรับจำนวนรถประเภทรถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์ และมีตัวเลือกในการเดินทางโดยยานพาหนะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลสถิติย้อนหลัง สำหรับจำนวนรถที่จดทะเบียน ซึ่งส่งผลให้เกิดการจราจรบนถนนที่ติดขัดมากขึ้น พิจารณาได้จากการจราจรที่ติดขัดบนถนนกรุงเทพมหานครเมื่อเทียบกับข้อมูลดัชนีรถติดย้อนหลัง สำหรับสถานการณ์จราจรปัจจุบันในประเทศไทย การใช้งานยานยนต์ไร้คนขับมีแนวโน้มส่งผลต่อประสิทธิภาพการเดินทาง และการเคลื่อนตัวของรถบนโครงข่ายถนน ดังนั้นจึงควรมีการพิจารณาผลกระทบด้านการจราจร ( ) ของบริเวณทางแยกถนนในประเทศไทย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบทางด้านการจราจรบนโครงข่ายถนนจากการใช้งานยานยนต์ไร้คนขับ โดยเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณช่วงถนนในเมืองที่มีทางเชื่อมทั้ง 2 ฝั่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นทางแยกเยื้องและไม่มีสัญญาณไฟจราจรควบคุม และทำการเปรียบเทียบผลการจราจรภายใต้สถานการณ์การจราจรปกติและสถานการณ์ที่มีการใช้ยานยนต์ไร้คนขับ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ษิรอรฺิคฺ ฌฺิปฺฤปฑ ล ปคผ

ยานพาหนะทั้งหมดที่มีระบบขับขี่อัตโนมัติระดับสูงโดยที่ผู้ขับขี่ไม่จำเป็นต้องควบคุมพวงมาลัย แต่พร้อมที่จะสามารถเข้าควบคุมเมื่อจำเป็น ไปจนถึงระดับของยานพาหนะยานยนต์ที่ไม่จำเป็นต้องมีผู้ขับขี่และพวงมาลัย ในขณะที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง ยานยนต์ไร้คนขับจะยังใช้ความหลากหลายของเทคโนโลยีเพื่อติดตาม ตรวจสอบสภาพแวดล้อม อย่างเช่น การใช้เรดาร์ แสงเลเซอร์ ระบบระบุตำแหน่งบนโลก(เครื่องวัดระยะทาง และคอมพิวเตอร์วิทัศน์

2.2 ฅาถผค ฌฺิปฺฤปฑ ล ปคผ

( ) จัดระดับความสามารถระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติของยานยนต์ไร้คนขับ 6 ระดับ ดังนี้

*2.2.1 ฅาถผ 2*No Driving Automation*

ยานยนต์ไร้คนขับในระดับนี้เป็นการขับขี่แบบไดนามิกซึ่งต้องถูกควบคุมโดยผู้ขับขี่ทั้งหมด

*2.2.2 ฅาถผ 3*Driver Assistance*

ยานยนต์จะยังถูกควบคุมโดยผู้ขับขี่ซึ่งมีระบบการช่วยเหลือผู้ขับขี่เพียงระบบเดียว ได้แก่ ระบบควบคุมความเร็วอัตโนมัติ โดยยานยนต์จะสามารถเคลื่อนที่หรือจอดได้ในระยะที่ปลอดภัยหลังยานยนต์คันถัดไป

2.2.3 ฅาถผ 2 (Partial Driving Automation

ยานยนต์ระดับนี้มีระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง(โดยยานพาหนะสามารถควบคุมได้ทั้งการบังคับเลี้ยวและการเร่งหรือลดความเร็วของยานพาหนะ

2.2.4 ฅาถผ 3 (Conditional Driving Automation

ยานยนต์ระดับนี้มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ(ซึ่งมีความสามารถในการตรวจจับสภาพแวดล้อมและสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเองโดยพิจารณาอย่างมีข้อมูล อย่างเช่น การเร่งแซงยานพาหนะที่ขับเคลื่อนช้า แต่ยังคงต้องการการขับขี่แทนที่ของมนุษย์ในสภาพที่พร้อมจะเข้าควบคุมในกรณีที่ระบบไม่สามารถดำเนินการได้

2.2.5 ฅาถผ 4 (High Driving Automation

ยานยนต์ระดับนี้มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ(และสามารถเข้าแทรกแซงได้เมื่อระบบขัดข้อง ส่วนมากยานยนต์ในระดับนี้ไม่ต้องการการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ แต่มนุษย์จะยังมีตัวเลือกในการเข้าแทนที่เพื่อควบคุมยานพาหนะด้วยตนเอง

2.2.6 ฅาถผ 5 (Full Driving Automation

ยานยนต์ระดับนี้ไม่ต้องการการควบคุมจากการขับขี่ของมนุษย์ การขับขี่แบบไดนามิกจะถูกขจัดออกไป และสามารถเคลื่อนที่ไปได้ทุกที่และทำทุกอย่างเหมือนคนขับรถที่มีประสบการณ์สามารถทำได้

2.3 ฉฺิปีษฎฺ ป ฺิสชฺิว ฌฺิปฺฤปฑ ล ปคผฉฺิป ฺิสชลฺิชล

ทำการจำลองพื้นที่ในเมือง ประเทศ ซึ่งโครงข่ายถนนประกอบด้วยถนนวงแหวนและถนนที่กระจายตัวออกไปจากศูนย์กลางเมือง โดยกำหนดสถานการณ์ที่เริ่มจากมีสัดส่วนยานยนต์ปกติร้อยละ ถึงสัดส่วนของยานยนต์ไร้คนขับร้อยละ ของยานยนต์ปกติ ซึ่งแบ่งช่วงสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นทีละร้อยละ และแบ่งผลการวิเคราะห์ตาม และ งานวิจัยใช้แบบจำลอง ซึ่งสร้างโดย และถูกพัฒนาโดยใช้โปรแกรม ซึ่งผลของเวลาในหน่วยชั่วโมงและระยะทางในหน่วยกิโลเมตรที่เดินทางสำหรับ ลดลง และ ตามลำดับ ซึ่งส่งผลต่อการเดินทางในโครงข่ายถนนที่ดีขึ้น สำหรับ ลดลง และ ตามลำดับ และยานยนต์ไร้คนขับส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความล่าช้าทั้งหมดและความเร็วเฉลี่ยของโครงข่ายถนนซึ่งมีค่าลดลง และเพิ่มขึ้น ตามลำดับ

( ) ได้ทำการศึกษาเพื่อประมาณผลกระทบค่าความจุบนถนน ซึ่งใช้โปรแกรม ในการสร้างแบบจำลองจราจร โดยช่วงของถนนทางด่วนมีความยาว 6.5 กิโลเมตร มีการจำกัดความเร็ว 105 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในการจำลองเพื่อวิเคราะห์ผลใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง ซึ่งโปรแกรมทำการวิเคราะห์ผลทุก 0.1 วินาที และบันทึกผลการวิเคราะห์ที่แบ่งเป็นช่วงเวลาละ 5 นาที และเวลาอุ่นเครื่องในการวิเคราะห์แบบจำลอง 5 นาที เมื่อมีการสมมติว่ายานยนต์ไร้คนขับมีการติดตั้ง พบว่าที่สัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับร้อยละ 10 ความล่าช้าของการจราจรบนทางด่วนจะลดลงโดยประมาณ 15 ที่สัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับร้อยละ 50 ถนนมีความจุเพิ่มขึ้นโดยประมาณ 20 การติดขัดของการจราจรและความล่าช้าลดลง 4.5 และ 35 ตามลำดับ และมีการประมาณว่าการติดขัดของจราจรบนทางด่วนจะลดลงโดยประมาณ 60 เมื่อมีสัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับร้อยละ 90 และ 2016) ได้ศึกษาระบบการควบคุมทางแยก ซึ่งมีการสมมติให้สามารถควบคุมยานยนต์อัตโนมัติที่เข้าเขตทางแยกได้อย่างสมบูรณ์ ทางแยกศึกษามี 4 ทิศ แต่ละทิศมี 4 ช่องจราจร ซึ่งแต่ละช่องจราจรมีความกว้าง 3.5 เมตร โดยทำการเปรียบเทียบกับทางแยกที่มีการควบคุมแบบดั้งเดิม ได้แก่ ทางแยกที่มีการควบคุมโดยสัญญาณไฟจราจร มีป้ายหยุดทุกทิศทางและวงเวียน ใช้โปรแกรม ในการสร้างแบบจำลองทางแยกทุกรูปแบบ ซึ่งเมื่อมีการสมมติให้มีสัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับระดับ4 หรือ ระดับ5 100% บนโครงข่ายถนน พบว่าค่าความล่าช้าเฉลี่ยบริเวณทางแยกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ 90% เมื่อเทียบกับทางแยกที่มีการควบคุมแบบดั้งเดิมรูปแบบอื่น

2.4 ล สร ผผชิว ฉ ย ิภชลิชลสาถผชวย ิ PTV VISSIM

โปรแกรมแบบจำลองเสมือนจริง เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สภาพการจราจรภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ที่พัฒนาโดยบริษัทประเทศเยอรมัน โปรแกรม ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นโปรแกรมจำลองระดับจุลภาคที่สามารถติดตามพฤติกรรมการเคลื่อนที่แบบพลวัต (ของยานพาหนะแต่ละประเภทเป็นรายคัน นอกจากนี้โปรแกรม ยังมีจุดเด่นในด้านความสามารถการจำลองรูปแบบการเดินทางหลายรูปแบบ ได้แก่ รถยนต์ รถโดยสาร รถไฟ จักรยาน และการเดิน รวมถึงความยืดหยุ่นในการปรับแก้ค่าตัวแปรพื้นฐานให้สอดคล้องกับพฤติกรรมจริง และการแสดงผลในรูปแบบสามมิติ โปรแกรม จะจำลองพฤติกรรมการขับขี่โดยอาศัยการคำนวณพฤติกรรมจราจร การขับขี่ตามกัน และสถานะขององค์ประกอบต่างๆในแบบจำลองทุกช่วงเวลา(ในระดับวินาทีภายใต้เงื่อนไขสภาพการจราจร เช่น จำนวนช่องจราจร สัดส่วนและจำนวนยานพาหนะแต่ละประเภท รอบสัญญาณไฟจราจร ความเร็วจราจร และพฤติกรรมการขับขี่

2.5 ษิรอริฤค ฌพวถิป ิสซลิชล ป ล สร PTV VISSIM

นิยามของค่าทางด้านการจราจรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลของงานวิจัย มีดังนี้

0 0 ินิฉาิปชลิชลนี ถชิ Data Collection Measurement

- *Speed Harmonic (อปษฎ ีวรทลท ษรฉ*
ความเร็วเฉลี่ยแบบฮาร์โมนิคของยานพาหนะทั้งหมด

- *Queue Delay (อปษฎ ษีป ีนี*
เวลาทั้งหมดที่ยานพาหนะทั้งหมดใช้เวลาอยู่ในแถวคอย

0 0 ินิฉาิปชลิชลนี ถชิ Queue counter

- *Queue Length (อปษฎ รทล*
ระยะทางที่มีค่ามากที่สุดระหว่างจุดวัดจราจร(และยานพาหนะที่เข้าเงื่อนไขการเกิดแถวคอยซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความยาวแถวคอย

- *Queue Length Maximum (อปษฎ รทล*
ในแต่ละช่วงเวลาความยาวแถวคอยจะถูกวัดค่าในทิศมุ่งเข้าสู่แยกโดย ที่กำหนดเองและถูกนำมาหาค่าที่มากที่สุดในแต่ละช่วงเวลา

- *Queue Stops (อปษฎ ชิปษป ณ*
จำนวนครั้งการหยุดในแถวคอย ซึ่งเป็นช่วงที่ยานพาหนะหนึ่งคันมุ่งหน้าเข้าแยกหรืออยู่ภายในช่วงความยาวของแถวคอย และความเร็วเริ่มลดลงจนยานพาหนะหยุดเคลื่อนที่

2.5.3 ินิฉาิปชลิชลนี ถชิ Node Evaluation

- *Vehicle Delay (อปษฎ ษีป ีนีท ป*
ความล่าช้าเฉลี่ยของยานพาหนะทั้งหมด โดยความล่าช้าของยานพาหนะที่ออกจากจุดวัดระยะเวลาเดินทางเป็นค่าที่ได้จากค่าของเวลาการเดินทางทางทฤษฎี(หักออกจากเวลาการเดินทางจริง (

- *Stopped Delay (อปษฎ ษีป ีนีท ป*
ความล่าช้าเฉลี่ยจากการหยุดของยานพาหนะ 1 คัน โดยที่ไม่มีการหยุดที่ป้ายจอดรถโดยสารสาธารณะ(หรือที่จุดจอดรถ (

- *Stops (อปษฎ ษีป ีนีท ป*
จำนวนครั้งเฉลี่ยการหยุดของยานพาหนะ คัน โดยที่ไม่มีการหยุดที่ป้ายจอดรถโดยสารสาธารณะ(หรือที่จุดจอดรถ(

- *Queue Length (อปษฎ รทล*
ค่ากลางของความยาวแถวคอยเฉลี่ยทั้งหมดในพื้นที่ โดยโปรแกรม จะกำหนด ใน เพื่อหาความยาวแถวคอย และโปรแกรมจะคำนวณหาค่าเฉลี่ยความยาวแถวคอยที่ได้จาก และหาค่ากลาง

- *Queue Length Maximum (อปษฎ รทล*
ความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดที่เกิดในแถวคอย

*2.6 ทลล า ิลคผคี*Driving Logic ค ฌ ิปฤปท ล ปคผ ป ล สร PTV VISSIM*

ได้แบ่งตรรกะการขับขี่ของยานยนต์ไร้คนขับเป็น ตรรกะที่อธิบายโดยอ้างอิงจากหลักการของโมเดล และมีการปรับพารามิเตอร์การขับขี่และคุณสมบัติเพิ่มเติม ดังนี้

2.6.1 Rail Safe

เป็นพฤติกรรมการขับขี่ที่พบได้ในลักษณะสภาพแวดล้อมปิดและควบคุมได้ ซึ่งสามารถพบได้ในท่าเรือหรือภายในโรงงาน โดยมีการแยกช่องจราจรทางกายภาพหรือมีระยะห่างด้านข้างขนาดใหญ่ มีการกำหนดเส้นทางที่ยานพาหนะเคลื่อนที่ได้ไว้ล่วงหน้า และไม่มีแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจร

2.6.2 Cautious

ยานพาหนะจะปฏิบัติตามกฎจราจรและขับขี่อย่างปลอดภัย อาจจะมีแยกที่ไม่มีสัญญาณไฟจราจรและการขับขี่ที่อาจมีการเปลี่ยนช่องจราจรแต่ยานพาหนะจะเว้นระยะห่างที่ค่อนข้างกว้าง

2.6.3 Normal

ยานพาหนะมีพฤติกรรมคล้ายกับการขับขี่โดยมนุษย์ และมีความสามารถเพิ่มเติมในการวัดระยะทาง ความเร็วของยานพาหนะรอบข้างในระยะของช่วงเซ็นเซอร์

2.6.4 All-knowing

ยานพาหนะมีการรับรู้และความสามารถในการคาดการณ์อย่างมาก ซึ่งจะทำให้ระยะห่างระหว่างยานพาหนะลดลงสำหรับทุกสถานการณ์ และคาดว่ายานพาหนะจะมีพฤติกรรมแบบมีส่วนร่วม(

*2.7 ภ ิลิร์ีท ลภ ที ลสร ิลคผคี *Driving Behaviour Parameters ค ฌ ิปฤปท ล ปคผ ป ล สร PTV VISSIM*

จะต้องทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ของพฤติกรรมการขับขี่เหล่านี้ในแถบเมนู ในโปรแกรม โดยค่าพารามิเตอร์ตั้งต้นของยานยนต์ไร้คนขับในโปรแกรมจะมีค่าตรงกับค่าพารามิเตอร์ของ ซึ่งประกอบด้วยพารามิเตอร์ ดังนี้

2.7.1 Following Behaviour

เป็นพารามิเตอร์ในการมองเห็นวัตถุต่างๆในด้านหน้าและด้านหลังรอบยานพาหนะ

2.7.2 Car Following Model

เป็นพารามิเตอร์ในการขับขี่ตามกันของยานพาหนะ การรักษาระยะห่างระหว่างคัน โดยโมเดล 99 จะมีการปรับค่าพารามิเตอร์ที่มีความละเอียดและซับซ้อนกว่าโมเดล 74 จึงทำให้มีพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับยานยนต์ไร้คนขับมากกว่า

2.7.3 Lane Changing Behaviour

เป็นพารามิเตอร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนช่องจราจรของยานพาหนะในการเคลื่อนที่ในแบบจำลอง

2.7.4 Lateral Behaviour

เป็นพารามิเตอร์ในการช่วยรักษาตำแหน่งของยานพาหนะให้มีระยะด้านข้างที่เหมาะสม

2.7.5 Signal control Behaviour

เป็นพารามิเตอร์ของพฤติกรรมยานยนต์เมื่อมีการเข้าใกล้และตอบสนองต่อสัญญาณไฟจราจร

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ิ ผค รวชลิชล

5030 ชียี ิ ผค รว

เก็บข้อมูลปริมาณจราจรและความเร็วรถภาคสนาม วันอังคาร ที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 เวลา 7:00-9:00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า) และ 16:00-18:00 น. (ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น) ซึ่งตั้งกล้องเพื่อบันทึกคลิปวิดีโอและนับข้อมูลปริมาณจราจรและความเร็วจากคลิปวิดีโอ โดยนับข้อมูลที่แบ่งเวลาช่วงละ 15 นาที แยกตามประเภทรถจักรยานยนต์ รถกะป๋อ รถยนต์ส่วนบุคคล(ยานยนต์ปกติ) รถโดยสารสาธารณะ และรถบรรทุก

*3.1.2 สิ ิต ชลิชล*Volume*

ใช้ข้อมูลจำนวนรถในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ตามทิศทางจราจรเลี้ยวซ้าย ตรง และเลี้ยวขวา เคลื่อนที่มุ่งทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยจุดเก็บข้อมูลและทิศทางของปริมาณจราจรแสดงดังในรูปที่ 1

ปริมาณจราจรขาเข้าแยกที่ได้จากภาคสนามที่แยกตามประเภทรถ คิดเป็นสัดส่วนตามทิศ ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

- มุ่งทิศเหนือ มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะป๋อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก เป็น และ ตามลำดับ
- มุ่งทิศใต้ มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะป๋อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก เป็น และ ตามลำดับ
- มุ่งทิศตะวันออก มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะป๋อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก เป็น แ ล ะ ตามลำดับ
- มุ่งทิศตะวันตก มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะป๋อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก เป็น แ ล ะ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 สัดส่วนรถที่แยกตามประเภทของแต่ละทิศ

ทิศทาง	รถจักรยานยนต์	รถกะป๋อ	รถยนต์	รถโดยสาร	รถบรรทุก
เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ	45				
เข้าแยก มุ่งทิศใต้					
เข้าแยก มุ่งทิศตะวันออก					
เข้าแยก มุ่งทิศตะวันตก	70	0	30	0	0
รวมเข้าแยกทุกทิศ	51	5	42	1	1

*5030 ษิร ลษธ *Speed*

วิเคราะห์หาค่าความเร็วด้วยวิธี โดยจับเวลาเมื่อรถวิ่งผ่านช่วงถนนระหว่างจุดแรกและจุดสุดท้ายที่กำหนด วัดระยะห่างระหว่าง 2 จุดจากภาคสนาม และหาค่าเฉลี่ยความเร็วรถจากจำนวนรถทั้งหมดที่จับเวลาซึ่งแยกตามประเภทรถในแต่ละช่วง โดยเก็บข้อมูลตามทิศที่เคลื่อนที่มุ่งทิศเหนือและมุ่งทิศใต้ในช่วงขาเข้าและออกแยก มุ่งทิศตะวันออกและตะวันตกขาเข้าแยก ซึ่งจุดเก็บข้อมูลแสดงดังในรูปที่ 1 และแต่ละช่วงเวลาที่ใช้ข้อมูลตามทิศทาง แสดงดังในตารางที่ 2 โดยใช้ข้อมูลความเร็วรถ 2 ช่วง ได้แก่

- *ค รว ษฉลธทีถ*

เก็บข้อมูลเฉพาะรถยนต์ส่วนบุคคล เพื่อนำไปใช้เทียบข้อมูลความเร็วจากแบบจำลอง

- *ค รว ษฉนีลธ วู ปนี ว ฉกษ*

เก็บข้อมูลแยกตามประเภทรถ เพื่อนำไปใช้สำหรับการป้อนข้อมูลความเร็วที่รถเคลื่อนที่ในโปรแกรม

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาที่ใช้ข้อมูลในการเทียบและป้อนข้อมูลความเร็วตามทิศทาง

ทิศทาง	ความเร็วรถวิ่งในแบบจำลอง	เปรียบเทียบความเร็วจากแบบจำลอง
เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ	ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า
ออกแยก มุ่งทิศเหนือ	ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น	
เข้าแยก		

รูปที่ 1 จุดเก็บข้อมูลและปริมาณจราจรในแต่ละทิศทาง

ซอยประชาอุทิศ45 มี 2 ช่องจราจร วิ่งในทิศตะวันออก-ตะวันตก ทิศตะวันออกบรรจบกับซอยประชาอุทิศ55 ทิศตะวันตกบรรจบกับถนนประชาอุทิศ

รูปที่ 2 ชื่อถนนและจำนวนช่องจราจรของแยกพื้นที่ศึกษา

3.3 ิล ิอปถ ธ ิป ิสต ป ิสช ิว ฌพว ิสษีชฎ

งานวิจัยนี้กำหนดแบบจำลองจราจร 2 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1 ที่มีสัดส่วนยานยนต์ส่วนบุคคลตามปกติ และสถานการณ์ที่ 2 ที่แทนที่ยานยนต์ส่วนบุคคลทั้งหมดด้วยยานยนต์ไร้คนขับ ซึ่ง 2 สถานการณ์จะมีสัดส่วนยานยนต์ประเภทอื่นเท่าเดิมตามสถานการณ์จริงที่เก็บข้อมูลจากภาคสนาม สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบด้านการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าของพื้นที่บริเวณแยกหน้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถนนประชาอุทิศ และซอยประชาอุทิศ45 ในแบบจำลองใช้พฤติกรรมการขับขี่ (แบบ สำหรับยานยนต์ไร้คนขับที่อ้างอิงตาม

3.4 ิล ิอปถ ษิร ู รปค ฉ ผผช ิว ฉ วา ิล ลฬนีฤผ ผผช ิว ฉ ภูษ ิป

ในช่วงปี ได้เสนอการหาค่า โดย ได้อธิบายว่าเป็นรูปแบบของสถิติไคสแควร์ (ซึ่งสามารถคำนวณได้สำหรับลิงค์เดี่ยวหรือการรวมลิงค์ ค่านี้ได้ถูกยอมรับในสหราชอาณาจักรว่าเป็นมาตรฐานการวัด ระหว่างกระแสจราจร ชุด โดย ที่มีค่าน้อยจะบ่งชี้ถึงความคล้ายระหว่างค่าเดิมและค่าที่ปรับแก้แล้ว และ ที่มีค่าสูงจะบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า

กำหนดจำนวนรอบการทำงานซ้ำขั้นต่ำที่ค่าความเชื่อมั่นและการปรับแก้แบบจำลองโดยใช้เกณฑ์ของ 2004) ซึ่งใช้จำนวนรอบการทำงานซ้ำ 12 ครั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และค่า ในการปรับแก้แบบจำลองต้องมีค่าน้อยกว่า 5 สำหรับลิงค์เดี่ยวและต้องมากกว่าร้อยละ 85 ของจำนวนลิงค์เดี่ยวทั้งหมด และมีค่าน้อยกว่า 4 สำหรับผลรวมโดยเฉลี่ยทุกลิงค์ เพื่อให้แบบจำลองมีสภาพจราจรใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัจจุบัน

โดยผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรจากแบบจำลองพื้นฐานและภาคสนามในช่วงเวลา 2 ชั่วโมง แสดงดังในรูปที่ 3 และผลการปรับแก้แบบจำลองพื้นฐานของพื้นที่ศึกษาพบว่า ค่า ของแต่ละลิงค์มีค่าน้อยกว่า 5 ซึ่งเป็นจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 100 และ มีค่าเฉลี่ย 1.64 ซึ่งน้อยกว่า 4 โดยคำนวณจากปริมาณจราจรเฉลี่ยในช่วงเวลา 15 นาที ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนั้นแบบจำลองนี้ผ่านเกณฑ์การปรับแก้แบบจำลองของ 2004) และมีสภาพจราจรใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัจจุบันในระดับที่ยอมรับได้

รูปที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณจราจรจากแบบจำลองและภาคสนามของแบบจำลองพื้นฐาน

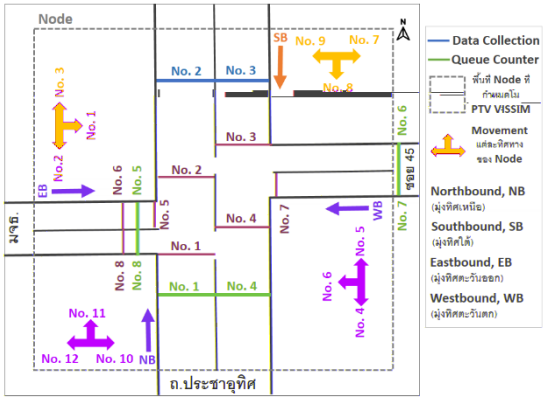
ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่า ของแบบจำลองพื้นฐาน

ทิศทาง	ปริมาณจราจรจากแบบจำลอง (คัน/15นาที)	ปริมาณจราจรจากภาคสนาม (คัน/15นาที)		ผลการเปรียบเทียบ
- เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ				ผ่าน
- ออกแยก มุ่งทิศเหนือ				
เข้าแยก มุ่งทิศใต้				
- ออกแยก มุ่งทิศใต้				
- เข้าแยก มุ่งทิศตะวันออก				
- ออกแยก มุ่งทิศตะวันออก				
- เข้าแยก มุ่งทิศตะวันตก				
ออกแยก มุ่งทิศตะวันตก				
ค่า เฉลี่ย				

4. ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ทางด้านการจราจรบนถนนประชาอุทิศบริเวณแยกมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี(มจธ.) และซอยประชาอุทิศ45 ของสถานการณ์ที่ 1 ห

ก รวิ ลก กรวิ รวิ ลก รวิ ก . ก รวิ



รูปที่ 4 จุดวัดค่าต่างๆในโปรแกรม และขอบเขต

*4.1 พว ิสย์ ลาว ษิร์ลษ วีฤลธ *Speed Average Harmonic ป ทวานีสน ิฉผลิษต ฤ ภูปนีสุ ห ิ*

ผลการวิเคราะห์ความเร็วเฉลี่ยรถแต่ละทิศทางบริเวณแยกพื้นที่ที่กำหนด ใน จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ 2 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ ในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด( ) (มุ่งทิศเหนือ) จราจรจะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น 63 ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น และจราจรที่เคลื่อนที่ออกจากซอยประชาอุทิศ45 เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น 66 ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงค่าความเร็วที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่

ตารางที่ 4 ผลและการเปรียบเทียบความเร็วรถเฉลี่ยของ 2 สถานการณ์

ปพวนี ถช Data Collection Measurement

4.2 พว ิสย์ ลาว Queue Length, Queue Length Maximum วา Queue Stops ป ทวานีสน ิฉผลิษต ฤ ภูปนีสุ ห ิ

ผลการวิเคราะห์ และ แต่ละทิศทางบริเวณแยก ที่กำหนด ใน จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่

เมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนทางแยก จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ(ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเลี้ยวขวาเพื่อเข้าถนนรอง จะช่วยลดความยาวแถวคอยได้ 77% จุดที่ออกแยก มุ่งทิศเหนือ(เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดความยาวแถวคอยได้ 75% จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศใต้(เป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนรอง จะช่วยลดความยาวแถวคอยได้ 89% และจุดที่ออกแยก มุ่งทิศใต้(เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดความยาวแถวคอยได้ 95%

และเมื่อพิจารณาจราจรในแต่ละทิศ ความยาวแถวคอยในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด( ) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 77 ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีความยาวแถวคอยลดลง 95 จราจรที่เคลื่อนที่ออกจากซอยประชาอุทิศ45 จะมีความยาวแถวคอยลดลง 93 ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงค่าความยาวแถวคอยที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลและการเปรียบเทียบ 2 สถานการณ์

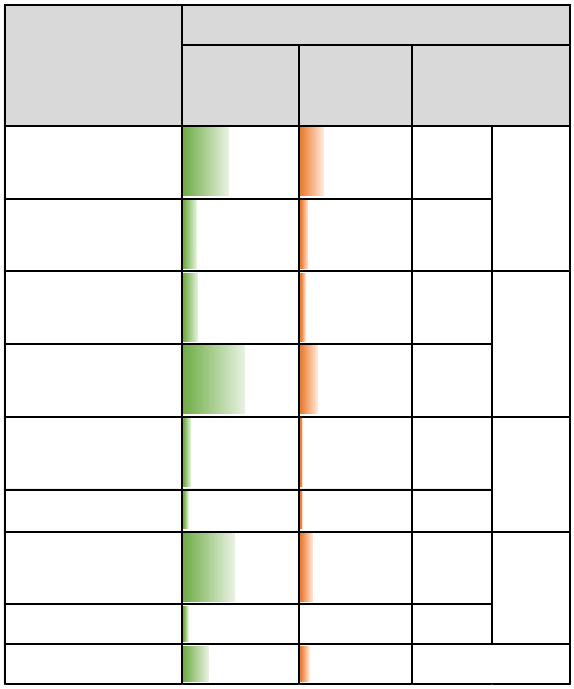
ปพวนี ถช Queue Counter Result

เมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนทางแยก จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ(ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเลี้ยวขวาเพื่อเข้าถนนรอง จะช่วยลดความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดได้ 49% จุดที่ออกแยก มุ่งทิศเหนือ(เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดได้ 45% จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศใต้(เป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนรอง จะช่วยลดความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดได้ 66% และจุดที่ออกแยก มุ่งทิศใต้(เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดได้ 72%

และเมื่อพิจารณาจราจรในแต่ละทิศ ความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด( ) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 48 ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดลดลง 71 และความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่ออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะลดลง 79 และ ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงค่าความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุดที่สอดคล้องกับตัวเลขของ

สถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลและการเปรียบเทียบ 2 สถานการณ์

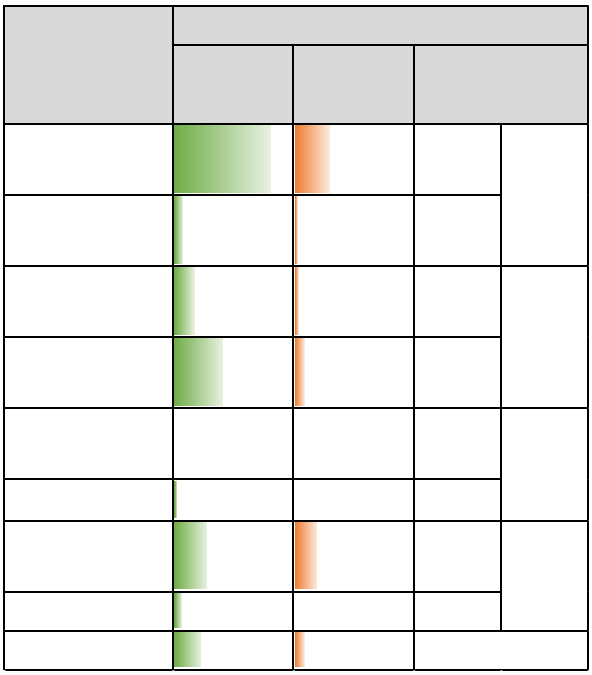


ปพวนี ถชิ Queue Counter Result

เมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนทางแยก จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศเหนือ(ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเลี้ยวขวาเพื่อเข้าถนนรอง จะช่วยลดการหยุดในแถวคอยได้ 64% จุดที่ออกแยก มุ่งทิศเหนือ(เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดการหยุดในแถวคอยได้ 75% จุดที่เข้าแยก มุ่งทิศใต้(เป็นบริเวณที่มีการรอรถบนถนนหลักเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนรอง จะช่วยลดการหยุดในแถวคอยได้ 80% และจุดที่ออกแยก มุ่งทิศใต้(เป็นบริเวณที่มีการรอรถออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาเข้าถนนหลัก จะช่วยลดการหยุดในแถวคอยได้ 81%

และเมื่อพิจารณาจราจรในแต่ละทิศ ทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด ( ) (มุ่งทิศเหนือ) จะมีการหยุดในแถวคอยลดลง 65 ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีการหยุดในแถวคอยลดลง 81 จราจรที่เคลื่อนที่ออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะมีการหยุดในแถวคอยลดลง 85 และ 45 ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณของการหยุดในแถวคอยที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลและการเปรียบเทียบ 2 สถานการณ์



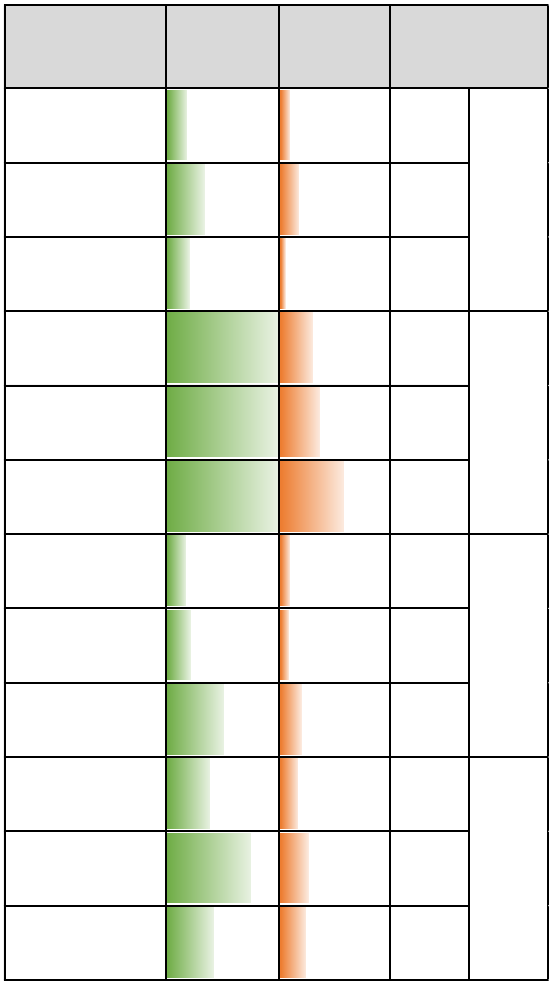
ปพวนี ถชิ Queue Counter Result

4.3 พว ิสี ลิาอ Vehicle Delay, Stopped Delay วา Stops ป ทวานีสน ิฉ วานฉอรถผลิษต ฤ ภูปนีสุ หิ

ผลการวิเคราะห์ และ ของแต่ละทิศทางบริเวณแยกในพื้นที่ที่กำหนด ใน จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ ซึ่งผลที่ได้จาก จะเป็นผลของตลอดเส้นทางตามทิศการเลี้ยวซ้าย ตรง และเลี้ยวขวา ของทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ ความล่าช้าจากการเดินทางที่เกิดขึ้นในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด( ) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 58 ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีความล่าช้าจากการเดินทางลดลง 87 จราจรที่เคลื่อนที่ออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะมีความล่าช้าจากการเดินทางลดลง 61 และ 58 ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณค่าความล่าช้าจากการเดินทางที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8

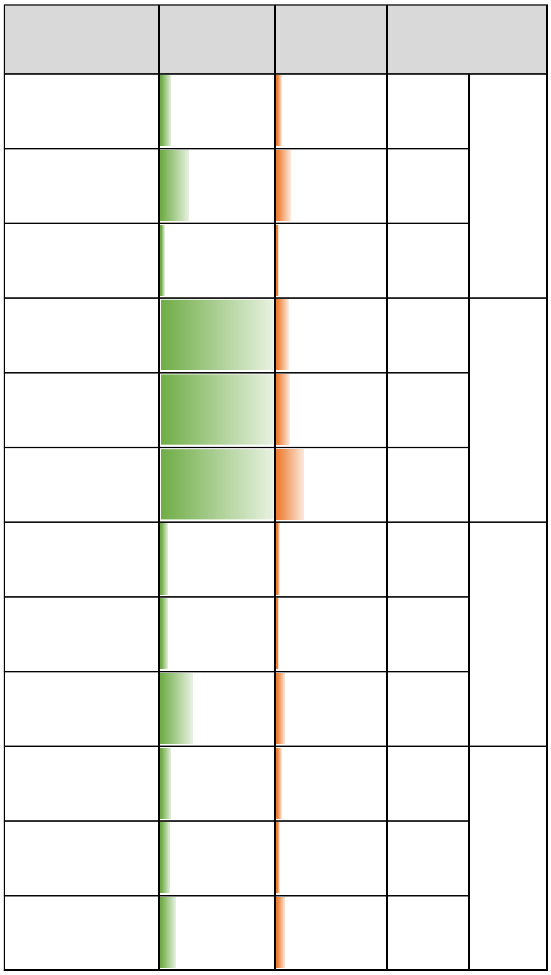
ตารางที่ 8 ผลและการเปรียบเทียบ ของ 2 สถานการณ์



ปพวนี ถชิ Node Result

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ ความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด( ) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 52 ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะลดลง 90 จราจรที่เคลื่อนที่ออกจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะมีความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะลดลง 72 และ 52 ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณของความล่าช้าจากหยุดของยานพาหนะที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

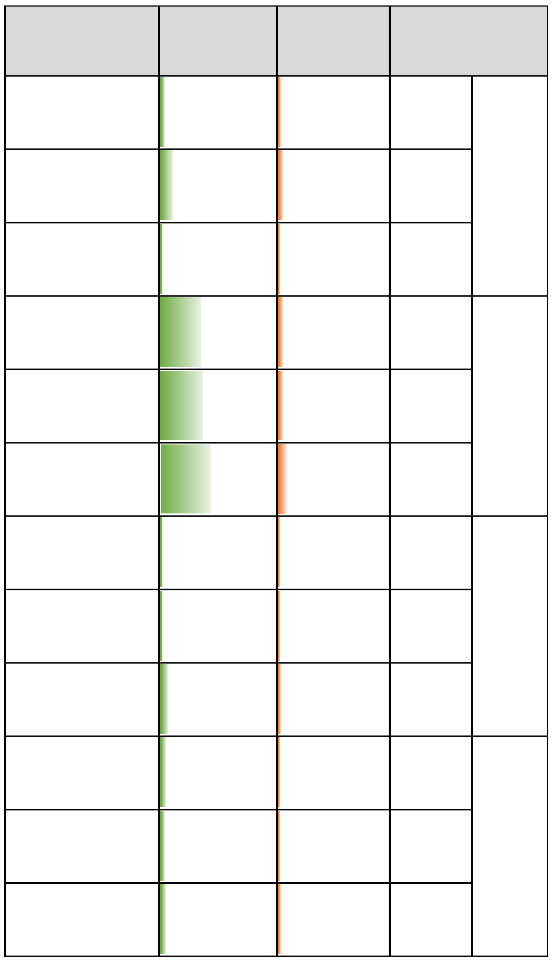
ตารางที่ 9 ผลและการเปรียบเทียบ ของ 2 สถานการณ์



ปพวนี ถชิ Node Result

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ การหยุดของยานพาหนะในทิศที่มีปริมาณจราจรมากที่สุด( ) (มุ่งทิศเหนือ) จะลดลง 45 ทิศที่มีปริมาณจราจรน้อยกว่าทิศที่มุ่งทิศเหนือ (มุ่งทิศใต้) จะมีการหยุดของยานพาหนะลดลง 87 จราจรที่เคลื่อนที่ออก จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และซอยประชาอุทิศ45 จะมีการหยุดของยานพาหนะลดลง 43 และ 50 ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณค่าการหยุดของยานพาหนะที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลและการเปรียบเทียบ ของ 2 สถานการณ์



ปพวนี ถชิ Node Result

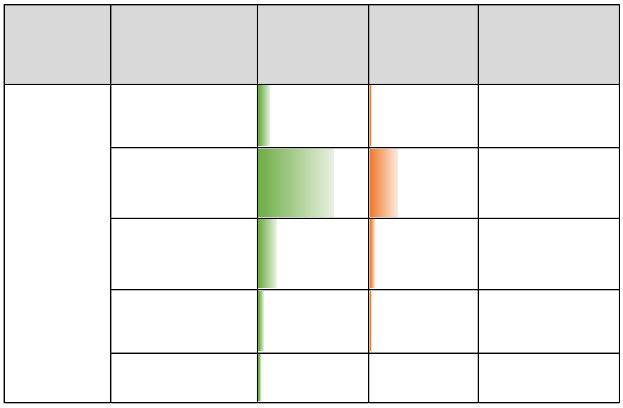
ผลการวิเคราะห์ และ ทั้งหมดบริเวณแยกพื้นที่ที่กำหนด ใน จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ ดังแสดงในตารางที่ 11

4.4 พว ิสีย ลาอ Queue Length วา Queue Length Maximum ผลิษต ฤ ภูปนีสุ หิ

ผลการวิเคราะห์ และ ทั้งหมดบริเวณแยกพื้นที่ที่กำหนด ใน จะแสดงผลที่ได้จากแบบจำลองและการเปรียบเทียบผลของสถานการณ์ที่ เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ ดังแสดงในตารางที่ 11

เมื่อโครงข่ายถนนประกอบด้วยยานยนต์ไร้คนขับ บริเวณแยกเยื้องพื้นที่ที่ศึกษาจะมีความยาวแถวคอย ความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุด ความล่าช้าจากการเดินทาง ความล่าช้าจากการหยุด และการหยุดของยานพาหนะโดยเฉลี่ยลดลง 90 63 75 82 และ 80 ตามลำดับ ซึ่งแถบสีเขียวและสีส้มจะแสดงถึงปริมาณค่าของผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับตัวเลขของสถานการณ์ที่มียานยนต์ปกติ และมียานยนต์ไร้คนขับตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบ และ ทั้งหมดของ 2 สถานการณ์



ปพวนี ถชิ Node Result

5. สรุปผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาผลกระทบด้านการจราจรของทางแยกเยื้องที่ไม่มีการควบคุมสัญญาณไฟจราจรบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา สร้างแบบจำลองจราจรโดยโปรแกรม เพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างสถานการณ์ที่มีสัดส่วนยานยนต์ส่วนบุคคลตามปกติ และสถานการณ์ที่มีสัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับแทนที่ยานยนต์ส่วนบุคคล ซึ่ง 2 สถานการณ์มีสัดส่วนยานยนต์ประเภทอื่นเท่ากันตามข้อมูลที่เก็บจากภาคสนาม พบว่าเมื่อมียานยนต์ไร้คนขับบนโครงข่ายถนนแทนยานยนต์ปกติภายใต้สถานการณ์ที่มีสัดส่วนรถจักรยานยนต์ รถกะป๊อ รถยนต์ รถโดยสาร และรถบรรทุก บนทางแยกในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงเป็น และ 1 ตามลำดับ การจราจรบนถนนบริเวณแยกพื้นที่ศึกษามีการเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นเล็กน้อย

เมื่อพิจารณาในแถวคอยของทางแยกที่ศึกษา ยานยนต์ไร้คนขับจะช่วยลดความยาวแถวคอยที่เกิดขึ้น ความยาวแถวคอยที่ยาวที่สุด และการหยุดในแถวคอยสำหรับจราจรที่มีการรอเลี้ยวขวาบนถนนหลักเพื่อเข้าถนนรองในจราจรที่เคลื่อนที่มุ่งทิศเหนือและทิศใต้ ดังนั้นการกีดขวางจากการเลี้ยวในทิศทางดังกล่าวจะลดน้อยลง

ในแยกพื้นที่ศึกษา ยานยนต์ไร้คนขับจะช่วยลดค่าความล่าช้าจากการเดินทาง ความล่าช้าจากการหยุดของยานพาหนะ และการหยุดของยานพาหนะ ได้มากในทิศที่จราจรเคลื่อนที่ออกจากซอยประชาอุทิศ45 ค่าความล่าช้าจากการเดินทางจะลดลงอย่างมากสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่ออกจากถนนรองเพื่อเลี้ยวซ้าย และจะลดลงอย่างมากสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่มุ่งตรงบนถนนหลัก ค่าความล่าช้าจากการหยุดจะลดลงมากสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่บนถนนหลักเพื่อมุ่งตรง และการหยุดของยานพาหนะจะลดลงอย่างมากสำหรับจราจรที่เคลื่อนที่บนถนนหลักและถนนรองเพื่อเลี้ยวขวาในทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก

6. ข้อเสนอแนะ

ผลการเปลี่ยนแปลงทางด้านจราจรที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้ควรมีการทดสอบทางด้านสถิติเพิ่มเติมเพื่อยืนยันนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลง ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการวิเคราะห์ผลสำหรับโครงข่ายถนนหรือทางแยกรูปแบบอื่นๆเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบและศึกษาแนวโน้มของผลทางด้านการจราจรสำหรับถนนรูปแบบอื่นโดยทำการวิเคราะห์ช่วงของสัดส่วนยานยนต์ไร้คนขับที่แตกต่างกันเพิ่มเติม และควรดำเนินการวิเคราะห์ผลด้านความปลอดภัยเพิ่มเติมเพื่อศึกษาผลกระทบของทางแยกหรือโครงข่ายถนนรูปแบบต่างๆเมื่อสถานการณ์ประกอบด้วยยาน

ยนต์ไร้คนขับที่สัดส่วนต่างกันว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีแนวโน้มสำหรับอุบัติเหตุหรือการชนกันบนถนนเป็นอย่างไร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่สนับสนุนการใช้งานโปรแกรมแบบจำลองสภาพจราจรระดับจุลภาค สำหรับการวิเคราะห์ในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก (2562) *ลิฤฉิป ธีที ิลคป ฉ 2558 –2562*. หน้า 3.

(2021). *ค ร ว ถ ปีลธทีถฤ ปอวฉ*. เข้าถึงได้จาก .

(2022). *What is an Autonomous Car?*. เข้าถึงได้จาก .

Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles

Macroscopic Traffic Simulation of Autonomous Vehicle Effects

( )

Impacts of Cooperative Adaptive Cruise Control on Freeway Traffic Flow.

( ). *Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations0*

(2014). *Intersection Management via Vehicle Connectivity: The Intersection Cooperative Adaptive Cruise Control System Concept0*

( ). *Policy and society related implications of automated driving: a review of literature and directions for future research0*

นพดล กรประเสริฐ ทรงยศ กิจธรรมเกสร รัฐภูมิ ปริชาตปรีชา ปวีคูวิบูลย์ และณฤดล ศรีตะระโส (2561). *ณ ิลภดป ิ ผผช ิว ฉ ย ิภ ิลชล ิชลภูปนีผลิษต ถฤล ผ ปษ ปน ิฉ ณ ิลลธ มม ิ ิฤ ี ร ภ ษฉ ล ิฤ ร ีป ผลี, ต า ษีสษ ลลร ส ิ ท ล ร อ ิษีนฤ ิวฉ ีฤฉ อร* หน้า 2-6.

User Manual, PTV Group

. *Default behavioural parameter sets for Automated Vehicles (AVs), PTV Group0*

. *Micro-simulation guide for automated vehicles, PTV Group*.

(2014). *Automated Optimal Balancing of Traffic Volume Data for Large Access-Controlled Highway Networks and Freeway-to-Freeway Interchanges0*

2004). *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guideline for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software, Dowling Associates, Inc.*