

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนการชนสำหรับการสื่อสารระหว่าง
ยานพาหนะจากการตรวจจับทิศทางด้วยจีพีเอส



นายธีรต์ม์ บุรณ์โกศา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2557

**ENHANCEMENT OF COLLISION WARNING SYSTEMS
FOR V2V COMMUNICATIONS BASED GPS
DIRECTION DETECTION**



Terut Boonphoka

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Telecommunication Engineering**

Suranaree University of Technology

Academic Year 2014

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนการชนสำหรับการสื่อสารระหว่างยานพาหนะจาก
การตรวจจับทิศทางด้วยจีพีเอส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผศ.ดร.ชุตินา พรหมมาก)

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ผศ. ดร.ปิยาภรณ์ มีสวัสดิ์)

กรรมการ

(ศ.ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ธีรต์ม์ บุรณ์โกศา : การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนการชนสำหรับการสื่อสาร
ระหว่างยานพาหนะจากการตรวจจับทิศทางด้วยจีพีเอส (ENHANCEMENT OF
COLLISION WARNING SYSTEMS FOR V2V COMMUNICATION BASED GPS
DIRECTION DETECTION) อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์
อุทธารสกุล, 75หน้า

ปัจจุบันปริมาณการใช้ยานพาหนะบนท้องถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งความเสี่ยงของอุบัติเหตุบนท้องถนนยังคงเป็นปัญหาที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นในแต่ละครั้งจะเกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน พร้อมทั้งปัญหาจราจรติดขัดตามมา จากปัญหาดังกล่าวพบว่ามิจานวิจัยปริมาณมากพบว่าระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport Systems หรือ ITS) จะเข้ามาช่วยในการจัดการปัญหาบนท้องถนนได้ดียิ่งขึ้น โดยระบบขนส่งอัจฉริยะเป็นระบบที่ได้หลอมรวมเอาเทคโนโลยีด้านข้อมูล อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และโทรคมนาคม มาผสมผสานกัน เทคโนโลยีระบบขนส่งอัจฉริยะเหล่านี้อาจถูกติดตั้งอยู่บนยานพาหนะ อุปกรณ์ส่วนบุคคล ศูนย์ควบคุม หรือติดตั้งอยู่บริเวณข้างถนนนำมาใช้งานร่วมกัน ทำให้การขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนน การควบคุมจัดการจราจรคล่องตัวและปลอดภัยยิ่งขึ้น

บริษัทผู้พัฒนาระบบส่วนมากทำการศึกษาพัฒนาระบบเตือนการชนในรูปแบบแตกต่างกันไป แต่ถึงจะพยายามป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุอย่างไร ถึงกระนั้นผลจากเหตุสุดวิสัยต่างๆ ยังคงสามารถทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนขึ้นได้เสมอ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชนจากเทคโนโลยีจีพีเอสในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะมาช่วยตรวจจับทิศทางของจุดอันตรายที่เกิดจากอุบัติเหตุอันเป็นเหตุสุดวิสัย พร้อมทั้งคำนวณระยะห่าง มุมระหว่างเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุและระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย จากการทดลองพบว่าผลจากการใช้อัลกอริทึมซึ่งคำนวณจากข้อมูลพิกัดจีพีเอสผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่สูง โดยผลการตรวจจับทิศทางเคลื่อนที่เข้าหาจุดเกิดเหตุถูกต้องทั้งหมดในส่วนการวัดผลจริง และสูงถึง 99% เมื่อจำลองเหตุการณ์ทั้งหมด 1000 ครั้งงานวิจัยนี้ได้มุ่งหวังว่าหากผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถทราบข้อมูลที่สำคัญๆ เหล่านี้ จะช่วยให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถตัดสินใจต่อสถานการณ์อันตรายได้ดียิ่งขึ้น

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

TERUT BOONPHOKA: ENHANCEMENT OF COLLISION WARNING
SYSTEMS FOR V2V COMMUNICATIONS BASED GPS DIRECTION
DETECTION. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. PEERAPONG
UTHANSAKUL, Ph.D., 75PP.

V2V/IEEE 802.11P/COLLISION WARNING

At present, the consumption of vehicles is increasing rapidly. The risk of road accidents is unavoidable problems. There are many studies that these accidents cause the damage to life, property as well as a traffic jam. From such problems, the Intelligent Transportation Systems (ITS) can help to reduce problems on road. ITS is a system combining many technologies in various fields including electronic, computer and telecommunications into vehicles. ITS can be installed on the vehicle, personal device, control center or mounted at the side of the road. As a result, the communication between vehicles can be used to enhance the great traffic mobility and safety.

In literatures, the variety of collision warning systems was presented. Although there are many applications to prevent an accident, but the results of force majeure still make a chance to cause an accident. So this research presents a method for enhancing collision warning system using the GPS technology to detect the direction of dangerous point caused by accidents which force majeure. The distance and duration remaining before the extent of the dangerous area are investigated. From experiments, the accuracy of direction detection using GPS is very high. It is 99% correction from 1000

sampling data. This research intendstohelp drivers to make a better decisionwhen they receive a warning message.



School of Telecommunication Engineering

Academic Year 2014

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างยิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านดำเนินงานวิจัย จากบุคคลต่างๆ ได้แก่

รองศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้โอกาสทางการศึกษา ให้คำแนะนำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหา และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา พรหมมาก หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมและรองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล ที่คอยแนะนำช่วยเหลือให้คำปรึกษาอย่างดีมาโดยตลอด รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ วงศ์สรรค์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ ทองทา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ทองโสภิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.ประโยชน์ คำสวัสดิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หัตถกรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ วาณิชอนันต์ชัยและ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์มีสวัสดิ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความรู้ด้านวิชาการและให้โอกาสในการศึกษา

ขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้องบัณฑิตศึกษาทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ และขอบคุณ คุณปณิษฐาท์ อัจฉาญ เลขานุการสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ให้คำปรึกษา และจัดการด้านเอกสารตลอดระยะเวลาการศึกษา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ด้านต่างๆ ทั้งในอดีตและปัจจุบัน และขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมถึงญาติพี่น้องของผู้วิจัยทุกท่านที่ให้การอบรมเลี้ยงดูและให้การสนับสนุนทางการศึกษาโดยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตเรื่อยมา สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดาและญาติพี่น้องซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ผู้สอนที่เคารพทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยทั้งในอดีตและปัจจุบันจนสำเร็จการศึกษาไปได้ด้วยดี

ธีรต์ม์ บุรณ์โกภา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 ขีดตกลงเบื้องต้น.....	4
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	5
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย.....	5
1.6.1 แนวทางการดำเนินงานวิจัย.....	5
1.6.2 ระเบียบวิธีวิจัย.....	5
1.6.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	6
1.6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	6
1.6.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	6
1.6.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
1.8 ส่วนประกอบของวิทยานิพนธ์.....	7

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1	กล่าวนำ.....	8
2.2	ความเป็นมาของระบบขนส่งอัจฉริยะ.....	8
2.2.1	การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน.....	11
2.2.2	การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ.....	12
2.3	เทคโนโลยีจีพีเอส.....	14
2.4	สรุป.....	15
3	การออกแบบอัลกอริทึมที่มีความสามารถในการตรวจสอบทิศทางและการคำนวณ	
	พารามิเตอร์ช่วยในการตัดสินใจต่อสถานการณ์เสี่ยง	17
3.1	กล่าวนำ.....	17
3.2	ปัญหาที่พบจากซึ่งอยู่ในความสนใจ	17
3.3	การออกแบบอัลกอริทึมในการตรวจสอบทิศทางจากเหตุการณ์อันตราย.....	18
3.4	การออกแบบอัลกอริทึมในการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย	
	24
3.5	การทดลองแทนตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก.....	25
3.6	ผังงานสรุปการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอ.....	28
3.7	สรุป.....	28
4	การจำลองผลในโปรแกรมแมทแลบพร้อมกับผลการทดลองจริง.....	30
4.1	กล่าวนำ.....	30
4.2	ผลการจำลองสู่ตำแหน่งและทิศทางในระบบพิกัดฉาก.....	30
4.3	อุปกรณ์และโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอส.....	32
4.3.1	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	32
4.3.2	โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง.....	33
4.4	ผลจากการเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสมาคำนวณ.....	33
4.4.1	การพิจารณาความถูกต้องของการตรวจจับทิศทาง.....	34
4.4.2	การพิจารณาความแม่นยำของการคำนวณระยะห่าง.....	34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.3	การพิจารณาเหตุการณ์ที่อยู่ในสถานการณ์ต่างกัน.....	35
4.4.3.1	เมื่อยานพาหนะที่เคลื่อนที่ใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน.....	36
4.4.3.2	เมื่อยานพาหนะที่เคลื่อนที่อยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน.....	38
4.4.3.3	เมื่อใช้ทิศทางระหว่างจุดอันตรายกับยานพาหนะที่แตกต่างกัน.....	40
4.5	สรุป.....	42
5	สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	43
5.1	สรุปเนื้อหาวิทยานิพนธ์.....	43
5.2	ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	44
5.3	แนวทางการพัฒนาในอนาคต.....	44
	รายการอ้างอิง.....	45
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก. ข้อมูลโค้ดแมทแลบที่ใช้ในการทดลอง.....	47
	ภาคผนวก ข. ผลการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จากข้อมูลพิกัดจีพีเอส.....	52
	ภาคผนวก ค. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	68
	ประวัติผู้เขียน.....	75

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ข้อกำหนดของมาตรฐาน IEEE 802.11p.....13
4.1	จำนวนเหตุการณ์ที่คำนวณได้จากการสุ่มพิกัดเมื่อเข้าใกล้จุดเกิดเหตุ.....31
4.2	จำนวนเหตุการณ์ที่คำนวณได้จากการสุ่มพิกัดเมื่อออกจุดเกิดเหตุ.....32
4.3	การทดลองเคลื่อนที่เข้าหาและไม่เข้าหาจุดเกิดเหตุจำนวน 100 ครั้ง.....34
4.4	ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือน.....35
4.5	ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน...36
4.6	ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน.....37
4.7	ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน.....37
4.8	ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่ออยู่ในระยะห่าง.....38
4.9	ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน...39
4.10	ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน.....39
4.11	ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน.....40
4.12	ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน.....41
4.13	ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน.....41

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	การใช้งานเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ.....10
2.2	การใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ.....12
2.3	เทคโนโลยีจีพีเอส.....14
3.1	ปัญหาจากการไม่ทราบทิศทางของจุดอันตราย.....18
3.2	เหตุการณ์อุบัติเหตุที่นำมาตรวจสอบทิศทาง.....19
3.3	การพิจารณาตรวจสอบทิศทาง.....20
3.4	การหมุนแกนพิกัดทางคณิตศาสตร์.....21
3.5	ตำแหน่งต่างๆหลังจากย้ายจุดกำเนิดและหมุนแกนพิกัด.....23
3.6	รูปแบบการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย.....24
3.7	รูปแบบการจำลองการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและขอบเขตอันตรายในมุมและ รัศมีที่แตกต่างกัน.....25
3.8	ผลการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายของรูปแบบการจำลอง ในมุมและรัศมีที่แตกต่างกัน.....26
3.9	รูปแบบการจำลองการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและขอบเขตอันตราย ในความเร็วที่แตกต่างกัน.....27
3.10	ผลการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายของรูปแบบการจำลอง ในความเร็วที่แตกต่างกัน.....27
3.11	ผังงานสรุปการทำงานของอัลกอริทึม.....28
4.1	การสุ่มเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ.....31
4.2	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....33
4.3	การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีใช้ความเร็วแตกต่างกัน.....36
4.4	การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน.....38
4.5	การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทาง การเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน.....40

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ITS	=	ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport Systems)
NECTEC	=	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(National Electronics and Computer Technology Center)
VANET	=	เครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ (Vehicular Ad hoc Network)
V2I	=	การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน (Vehicle to Infrastructure communications)
V2V	=	การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ (Vehicle to Vehicle Communications)
OBU	=	On Board Units
RSU	=	Road Side Units
AU	=	Application Units
LED	=	ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode)
DSRC	=	ระบบสื่อสารระยะใกล้ (Dedicated Short Range Communications)
GPS	=	ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System)
NCGIA	=	National Center for Geographic Information and Analysis
PVD	=	Probe Vehicle Data
IEEE	=	สถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
USDOT	=	United States Department of Transportation

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันปริมาณการใช้นยานพาหนะบนท้องถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนยังคงเป็นปัญหาที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นในแต่ละครั้งจะเกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน พร้อมทั้งปัญหาการจราจรติดขัดตามมาอย่างมากมาย จากปัญหาดังที่ได้กล่าวมา มีหลากหลายหน่วยงานพยายามหาแนวทางเพื่อที่ลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน ระบบขนส่งอัจฉริยะเป็นอีกหนึ่งระบบที่กำลังเป็นที่สนใจนำมาใช้ประยุกต์จริงในปัจจุบัน หลังจากได้มีการทำการวิจัยมาหลายปีทั้งในประเทศแถบทวีปอเมริกา ทวีปยุโรปและทวีปเอเชีย ผลจากงานวิจัยปริมาณมากพบว่าระบบขนส่งอัจฉริยะจะเข้ามาช่วยในการจัดการปัญหาต่างๆ บนท้องถนนได้ดียิ่งขึ้น

ระบบขนส่งอัจฉริยะ(Intelligent Transport Systems หรือ ITS)เป็นระบบที่ได้หลอมรวมเอาเทคโนโลยีด้านข้อมูล อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และโทรคมนาคม มาผสมผสานให้เกิดการประยุกต์ใช้งาน โดยการนำเทคโนโลยีที่มีใช้ในปัจจุบันมาใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นมาใหม่ เพื่อก่อให้เกิดการใช้งานระบบขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศไทยมีหลายหน่วยงานที่สนใจนำระบบขนส่งอัจฉริยะเข้ามาพัฒนาใช้งานอย่างเป็นระบบภายใต้โปรแกรมระบบขนส่งอัจฉริยะของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(สวทช.) ซึ่งทางศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ(NECTEC) ได้กำหนดนโยบายในการให้ทุนสนับสนุนการวิจัยโดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ.2547 โดยเทคโนโลยีระบบขนส่งอัจฉริยะเหล่านี้จะถูกติดตั้งใช้งานอยู่บนยานพาหนะ อุปกรณ์ส่วนบุคคล ศูนย์ควบคุม หรือติดตั้งอยู่บริเวณข้างถนนนำมาใช้งานร่วมกัน ทำให้การขยับยานพาหนะบนท้องถนน การโดยสารรถสาธารณะ การควบคุมจัดการจราจรเกิดความคล่องตัวและปลอดภัยยิ่งขึ้น โดยระบบสื่อสารที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับยานพาหนะโดยตรงในระบบขนส่งอัจฉริยะจะเรียกว่าเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ(Vehicular Ad hoc Network หรือ VANET)

เครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ(Vehicular Ad hoc Network หรือ VANET) สามารถแยกให้เห็นได้ชัดเจนเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับสิ่งก่อสร้าง

(Vehicle to Infrastructure communication หรือ V2I) และการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ(Vehicle to Vehicle communication หรือ V2V) สำหรับการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับสิ่งก่อสร้างถูกนำมาใช้งานทางด้านข้อมูล ด้านการอำนวยความสะดวกและความปลอดภัย เช่น การเตือนเกี่ยวกับถนนที่จำกัดความเร็ว การใช้งานเครื่องเก็บค่าทางด่วนอัตโนมัติ การใช้งานจำหน่ายบัตรที่จอดรถอัตโนมัติ หรือระบบการเตือนถนนที่เส้นทางค่อนข้างอันตรายเป็นต้น ส่วนการใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะนิยมนำมาใช้งานทางด้านความปลอดภัยเป็นส่วนมากเช่น ระบบเตือนการชนและระบบเตือนการเปลี่ยนเลนการขับขี่ ซึ่งยังคงมีหลากหลายการใช้งานถูกคิดค้นขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง

การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเหมาะที่จะนำมาช่วยในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุบนท้องถนนอย่างมาก การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะจะสามารถสื่อสารกันได้ก็ต่อเมื่อมียานพาหนะตั้งแต่สองคันขึ้นไปมีการติดตั้งอุปกรณ์ OBU (On Board Units) ซึ่ง OBU จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐานได้แก่ อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย (Wireless communication device), สมอกลฝังตัว (Embedded computing processor) และหน่วยความจำ (Storage devices and memories) โดย OBU นี้จะสามารถสื่อสารในย่านความถี่ 5.9 กิกะเฮิรต์แบ่งย่อยออกเป็น 7 ช่องสัญญาณ ซึ่งแต่ละช่องสัญญาณมีแบนด์วิดท์ 10 เมกะเฮิรต์ ตามมาตรฐาน IEEE 802.11p มีระยะการสื่อสารประมาณไม่เกิน 1 กิโลเมตร

จากการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรมพบว่าการพัฒนาาระบบเตือนการชนจากการใช้งานผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา โดยจากการศึกษางานวิจัยต่างๆ สามารถแบ่งงานวิจัยได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1. ระบบการเตือนความน่าจะเป็นที่จะเกิดการชน โดยใช้เซนเซอร์ในการวิเคราะห์ 2. การเปรียบเทียบระยะห่างและระยะเวลาที่สอดคล้องกันระหว่างยานพาหนะ 3. ระบบการเตือนความน่าจะเป็นที่จะเกิดการชนโดยการเปรียบเทียบเส้นทางการเดินทางของยานพาหนะ โดยงานวิจัยของกลุ่มที่ 1 นั้นมุ่งเน้นไปทางด้านติดตั้งเซนเซอร์ต่างๆ ที่ตัวยานพาหนะ นำมาวิเคราะห์โอกาสที่จะเกิดการชนกันเมื่อยานพาหนะสองคันวิ่งเข้าใกล้กัน โดยงานวิจัยของ Yongquan Chen et al.(2012). มีการติดตั้งเซนเซอร์ทั้งหมด 12 ตัวเพื่อทำงานร่วมกัน ระดับความอันตรายถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 5 ระดับ ซึ่งเป็นระบบการเตือนที่ค่อนข้างละเอียดแต่ระบบการเตือนนี้จะใช้ได้เพียงในระยะใกล้ๆ กันเท่านั้น และงานวิจัยของ I. Takai et al.(2014). เป็นงานวิจัยใหม่ที่ค่อนข้างน่าสนใจเนื่องจากได้มีการนำเอาเซนเซอร์ตรวจจับสัญญาณไฟจากไดโอดเปล่งแสง(LED)มาคำนวณโอกาสที่จะเกิดการชนกันของรถที่วิ่งตามกัน ซึ่งได้นำกล้องมารับสัญญาณภาพไปประมวลผล โดยพบว่าข้อเสียคือสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อยานพาหนะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน และการตรวจจับ

สัญญาณไฟจากไดโอดเปล่งแสงจะทำงานได้ดีในช่วงเวลากลางวัน ส่วนงานวิจัยในกลุ่มที่ 2 งานวิจัยของ A. Sebastian et al.(2009). ใช้ระยะห่างของเวกเตอร์ทั้งสองในการคำนวณทำนายเวลาที่เข้าชนกัน คล้ายกับงานวิจัยของ Yunpeng Wang et al.(2011). แต่งานวิจัยนี้นำขนาดของตัวยานพาหนะมาทำการพิจารณาด้วย และงานวิจัยของ Jie Yang et al.(2011). ก็เช่นเดียวกันแต่จะเน้นการพิจารณาที่ทางแยก งานวิจัยของทั้ง 3 งานในกลุ่มงานวิจัยนี้จะมีลักษณะคล้ายกันมากโดยมุ่งเน้นที่จะสร้างระบบเตือนการชนจากการคำนวณระยะห่างเพื่อใช้ในการคำนวณเวลาที่เข้าชนกันของยานพาหนะสองคัน โดยนำพิกัดตำแหน่งมาคำนวณสร้างเวกเตอร์เส้นทางการวิ่งของยานพาหนะ ส่วนกลุ่มงานวิจัยสุดท้ายประกอบไปด้วยงานวิจัยของ Shimonaka, Y. et al.(2007).Maruoka, T. et al.(2008). และ Tani, Y. et al.(2012). มุ่งเน้นที่จะทำนายเส้นทางการเดินทางของรถแล้วนำไปพิจารณาความเสี่ยงที่จะเกิดการชนกันของยานพาหนะสองคัน จากงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นล้วนมีข้อเสียเหมือนกัน นั่นก็คือ เมื่อยานพาหนะคันใดคันหนึ่งเกิดอุบัติเหตุที่สุดวิสัยขึ้นมากะทันหันแล้วส่งข้อความเตือนไปยังยานพาหนะบริเวณโดยรอบ ยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนการชนจะไม่สามารถรู้ทิศทางของจุดที่จะเกิดอันตรายได้ ทำให้รถที่กำลังออกจากจุดอันตรายยังคงต้องการหยุดทั้งที่สามารถเดินทางต่อไปได้เลย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาจราจรติดขัดที่ไม่จำเป็นและอาจจะเกิดอุบัติเหตุต่อเนื่องได้ แต่ถ้าหากสามารถคำนวณทิศทางของรถสองคันที่มีความเสี่ยงจะเกิดการชนกันได้จะสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบขนส่งอัจฉริยะสำหรับการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะทางด้านการใช้งานความปลอดภัย ประสิทธิภาพการชนส่วนมากทำการศึกษาพัฒนาระบบเตือนการชนในรูปแบบที่แตกต่างกันไป แต่ถึงจะพยายามป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นอย่างไร ถึงกระนั้นผลจากเหตุสุดวิสัยต่างๆ ยังคงสามารถทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนขึ้นได้เสมอ หากเกิดอุบัติเหตุที่เป็นเหตุสุดวิสัยขึ้นแล้วเราจะสามารถลดผลกระทบของเหตุการณ์นี้ได้ได้อย่างไร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชนโดยนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเทคโนโลยีจีพีเอสมาใช้ในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะผ่านอุปกรณ์รับ-ส่งไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11 p มาใช้ประโยชน์ โดยเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นที่ตำแหน่งใดๆ ก็ตาม ยานพาหนะที่ประสบเหตุจะทำการส่งข้อความเตือน (warning messages) ไปยังยานพาหนะโดยรอบในข้อความเตือนนั้นๆ จะส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของยานพาหนะที่ประสบเหตุไปด้วย ซึ่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้นั้นสามารถนำมาคำนวณตรวจจับทิศทางของรถเมื่อพิจารณาพร้อมกับจุดอันตราย พร้อมทั้งสามารถนำมาคำนวณระยะห่างและมุมระหว่างเส้นทางของยานพาหนะที่มีแนวโน้มกำลังเข้าใกล้จุดอันตราย จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการตรวจจับทิศทางของจุดอันตรายได้ และยังสามารถนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งมาใช้คำนวณระยะเวลา

คงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย งานวิจัยนี้มีความมุ่งหวังว่าหากผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถทราบข้อมูลที่สำคัญๆ เหล่านี้ จะช่วยให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถตัดสินใจต่อสถานการณ์อันตรายได้ดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเสนอวิธีการตรวจจับทิศทางในการเคลื่อนที่ของยานพาหนะให้ระบบขนส่งอัจฉริยะสามารถใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชนจากข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับทิศทาง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ระบบเตือนการชนจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นหากนำเทคโนโลยีจีพีเอสเข้ามาช่วยในระบบขนส่งอัจฉริยะ โดยการนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.3.2 เมื่อสามารถตรวจจับทิศทางได้ สามารถนำข้อมูลจากการตรวจจับทิศทางมาใช้ในการคำนวณระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุกับยานพาหนะซึ่งกำลังเคลื่อนที่เข้าใกล้เหตุการณ์ได้

1.3.3 เมื่อสามารถตรวจจับทิศทางได้ สามารถนำข้อมูลจากการตรวจจับทิศทางมาใช้ในการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายได้

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 ใช้อุปกรณ์การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะในการรับ-ส่งข้อมูลของ ARADA SYSTEM

1.4.2 ใช้โปรแกรม LocoMate ในการควบคุมตัวอุปกรณ์ ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu 11.10

1.4.3 ใช้โปรแกรม MATLAB ในการทดลองแทนค่าพิกัดตำแหน่ง

1.4.4 หัวข้อที่สนใจทำการวิจัยมีทิศทางมุ่งหน้าไปในทิศทางตรง และใช้ถนนที่เป็นเส้นทางตรงในการทดลองเก็บผลจริง

1.4.5 ในการเก็บผลการทดลองจริงจะใช้อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลเพียงฝั่งละ 1 ตัว

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ

1.5.2 ใช้ระบบพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเทคโนโลยีจีพีเอส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชน โดยความแม่นยำในการทำนายทิศทางจะขึ้นกับตัวอุปกรณ์ที่นำมาใช้ทำการทดลอง

1.5.3 ระยะเวลาที่ไกลที่สุดที่สามารถจะทำการทดลองขึ้นอยู่กับกำลังส่งของตัวอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการรับส่งข้อมูล

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1.6.1 แนวทางการดำเนินงาน

- 1) สํารวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งอัจฉริยะ
- 2) สํารวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ
- 3) ศึกษาสมการ ใช้งานการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ
- 4) คิดค้นวิธีการตรวจจับทิศทางเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เพื่อพัฒนาระบบเตือนการชนที่ใช้ในการการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะในปัจจุบัน
- 5) นำข้อมูลทิศทางที่ได้มาคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย
- 6) ทำการทดลองแทนตำแหน่งเพื่อทดสอบระบบเตือนการชนที่ได้พัฒนาขึ้น
- 7) ทำการเก็บข้อมูลจริงเพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผล
- 8) วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งมาคำนวณตามวิธีการที่ได้คิดค้นขึ้นกับการวัดค่าต่างๆ ตามจริง แล้วทำการสรุปผล

1.6.2 ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นงานวิจัยประยุกต์ ซึ่งดำเนินการตามกรอบงานดังต่อไปนี้

- 1) ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์
- 2) ศึกษาเทคนิควิธีการของระบบเตือนการชนในรูปแบบต่างๆ

- 3) พัฒนาวิธีการตรวจสอบทิศทางเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เพื่อนำมาพัฒนาระบบเตือนการชนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 4) นำข้อมูลทิศทางที่ได้จากข้อ 3 มาคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย
- 5) ทำการทดลองแทนพิกัดตำแหน่งตามวิธีการที่ได้คิดค้นขึ้นมา แล้วทำการทดลองเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งจริงมาคำนวณ
- 6) เปรียบเทียบผลจากการทดลองเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งจริงมาคำนวณตามวิธีการที่ได้คิดค้นขึ้นกับการวัดจริง

1.6.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องวิจัยและปฏิบัติการสื่อสารไร้สาย อาคารเครื่องมือ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

1.6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) อุปกรณ์สื่อสารไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11p
- 2) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer)
- 3) โปรแกรมกำหนดค่าอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11p (LocoMate v.1.23)
- 4) โปรแกรม MATLAB
- 5) โปรแกรมปฏิบัติการ Ubuntu 11.10
- 6) โปรแกรม Microsoft Office
- 7) รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 2 คัน

1.6.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์
- 2) เก็บรวบรวมผลจากการคิดค้นวิธีการตรวจจับทิศทางของยานพาหนะและการคำนวณ ระยะทางและเวลาที่คงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย
- 3) เก็บรวบรวมค่าพิกัดตำแหน่งเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการนำมาคำนวณตามวิธีการที่ได้คิดค้นไว้

1.6.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองรับ-ส่งข้อมูลจริงผ่านระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ โดยนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้จากการสื่อสารนี้มาทำการคำนวณตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนการชนแล้วนำไปเปรียบเทียบค่าระยะห่าง หรือเวลาต่างๆ จากการวัดจริง

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับทิศทางของยานพาหนะเมื่อเกิดอุบัติเหตุในบริเวณใกล้เคียงเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดตามมา หรือเพื่อหลีกเลี่ยงที่จะเข้าไปใกล้จุดอันตรายนั้น โดยการทราบถึงทิศทาง ระยะห่าง และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายจะช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถตัดสินใจต่อสถานการณ์อันตรายได้ดียิ่งขึ้น

1.8 ส่วนประกอบของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย 5 บท

บทที่ 1 เป็นบทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย ข้อตกลงเบื้องต้น ขอบเขตการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัยและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ ระบบพิกัดจีพีเอส

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบอัลกอริทึมที่มีความสามารถในการตรวจสอบทิศทางและได้รับข้อมูลสำคัญจากเหตุการณ์อันตราย

บทที่ 4 กล่าวถึงการจำลองเหตุการณ์ในคอมพิวเตอร์จากโปรแกรมแมทแลบพร้อมผลการทดลองจริง เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของอัลกอริทึม โดยพิจารณาในสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไปตามความเร็ว ระยะทาง และมุมที่กระทำกับเส้นทางการวิ่งของยานพาหนะ

บทที่ 5 กล่าวถึงการสรุปผลของการวิจัย ปัญหาและข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาในอนาคต

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ซึ่งแบ่งเป็นทั้งหมด 4 ส่วน ส่วนแรกคือการกล่าวนำเข้าสู่เนื้อหา ส่วนที่สองจะกล่าวถึงความเป็นมาของระบบขนส่งอัจฉริยะพร้อมทั้งประโยชน์ต่างๆ ที่ถูกนำมาใช้งานจริงในปัจจุบัน ส่วนที่สามจะเป็นส่วนของเทคโนโลยีพีเอสซึ่งมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ และส่วนสุดท้ายในส่วนที่สี่จะเป็นการสรุปเนื้อหาทั้งหมดในบทนี้ ในการประยุกต์ใช้งานระบบขนส่งอัจฉริยะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานยานพาหนะบนท้องถนนให้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้ทราบถึงแนวทางการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ระเบียบวิธีที่เคยถูกนำมาใช้ ผลการดำเนินการวิจัย ตลอดจนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อที่จะนำไปสู่วัตถุประสงค์หลักที่ได้ตั้งไว้ โดยฐานข้อมูลที่ใช้ในการสืบค้นงานวิจัยนั้นเป็นฐานข้อมูลที่มีชื่อเสียงและได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวาง เช่น ฐานข้อมูล The Institute of Electrical and Electronics Engineers หรือ IEEE นอกจากนี้ยังได้ทำการสืบค้นงานวิจัยจากแหล่งอื่น ๆ เช่น จากห้องสมุดของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ผลการสืบค้นที่ได้จะใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยต่อไป

2.2 ความเป็นมาของระบบขนส่งอัจฉริยะ

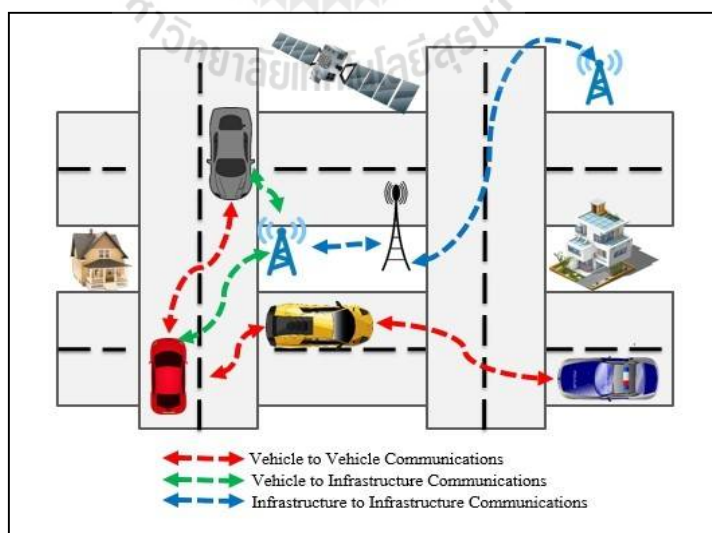
ระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ หรือ ITS - Intelligent Transport Systems เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่หลอมรวมเอาเทคโนโลยีด้านข้อมูล อิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์ และ โทรคมนาคม มาผสมผสานให้เกิดการประยุกต์ใช้งาน เช่น เทคโนโลยีการระบุตัวตนด้วยความถี่คลื่นวิทยุ(RFID) เทคโนโลยี การสื่อสารไร้สาย(Wireless Communication) เทคโนโลยีประมวลผลภาพ (Image Processing) เทคโนโลยีรู้จำเสียง (Voice Recognition) เทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) เทคโนโลยีคลังข้อมูล (Data Mining) เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Data Warehouse) เทคโนโลยีตรวจจับหรือรับรู้(Sensor) เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง การควบคุม การติดตาม รวมไปถึงความปลอดภัยในการเดินทาง ด้วยเทคโนโลยีอันชาญฉลาดเหล่านี้ จะสามารถบริหารจัดการการจราจรให้เป็นระบบ และตอบสนองต่อความจำเป็นของการขนส่งและเดินทางในประเทศได้ในระดับหนึ่ง เช่น ช่วยลดอุบัติเหตุ แก้ไขปัญหาการจราจร

ติดขัด และปัญหาสิ่งแวดลอม ได้ดียิ่งขึ้น สำหรับระบบขนส่งอัจฉริยะนั้น ไม่ใช่ชื่อของเทคโนโลยี โดยตรงแต่เป็นชื่อที่ใช้เรียกแนวคิดของการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศ การสื่อสาร และโทรคมนาคม มาใช้ปรับปรุงการขนส่งและการจราจร โดยมีหัวใจหลักสำคัญคือการประมวลผลข้อมูลและข้อสนเทศที่มีอยู่ผ่านระบบสารสนเทศและการสื่อสาร และนำมาเผยแพร่ แลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้และผู้ให้บริการส่วนระบบอัจฉริยะ นั้นเป็นการใช้คำเชิงเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีที่มีมาก่อนหน้า ยกตัวอย่าง เช่น หากรถยนต์มีอุปกรณ์ ที่สามารถสื่อสารและรับข้อมูลปริมาณการจราจรเพื่อวิเคราะห์และให้คำแนะนำแก่ผู้ขับขี่ได้ว่า เส้นทางใดเป็นเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับเวลานั้น ต่างจากเดิมที่ผู้ขับจะต้องตัดสินใจเอง โดยไม่มีข้อมูลหรือคำแนะนำใดๆ มาช่วยตัดสินใจเลย ความสามารถของระบบ ที่เพิ่มขึ้นนี้ถือได้ว่า มีความอัจฉริยะ ความอัจฉริยะของยานพาหนะและระบบขนส่งที่กล่าวมานั้นอาจก้าวหน้าถึงขั้นเข้ามาทำหน้าที่แทนมนุษย์ เช่น รถยนต์สามารถขับเคลื่อนโดยอัตโนมัติและติดต่อสื่อสารระหว่างรถยนต์กัน ได้เอง ตลอดจนถึงติดต่อสื่อสารกับศูนย์ข้อมูลจราจรเพื่อสอบถามข้อมูล ปริมาณการจราจร จุดเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน หรือจุดที่มีการก่อสร้าง เพื่อวิเคราะห์และเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเดินทาง รวมถึงรายงานสภาพการณบนท้องถนน การติดตามรถ หรือระบบจัดเก็บค่าผ่านทางโดยอัตโนมัติ ปัจจุบันระบบขนส่งอัจฉริยะเน้นไปที่การขนส่งและจราจรบนถนนเป็นหลักเนื่องจากเป็นประเภทการเดินทางที่เกิดขึ้นมากที่สุด และยังกระทบกับประชาชนจำนวนมากอีกด้วย

การพัฒนาขนส่งอัจฉริยะจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันในแต่ละประเทศ แต่จะขึ้นอยู่กับวิธีการพัฒนาและการจัดการขนส่งและการจราจรของแต่ละประเทศ ซึ่งทำได้ หลายแนวทาง หลายรูปแบบ และแตกต่างกันไป สำหรับประเทศไทยนั้น ได้มีแนวคิดที่จะนำระบบขนส่งอัจฉริยะเข้ามาใช้ เช่น การจัดทำระบบรายงานจราจรแบบตามเวลาจริง (Real-time) การติดตั้งโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ให้ครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล การติดตั้งศูนย์ให้บริการข้อมูลจราจร รวมถึงแผนการติดตั้งระบบถ่ายภาพผู้ฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงบริเวณทางแยก โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดเข้าสู่เครือข่ายต่างๆ และเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อการประสานงาน และการติดต่อด้วย ข้อมูลที่ทันสมัยโดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาในส่วนของงานความปลอดภัยที่ใช้ประโยชน์จากการสื่อสารระหว่างยานพาหนะเป็นหลักโดยแยกย่อยมาจากเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ หรือ VANET-Vehicular Ad Hoc Network

ในปัจจุบัน การใช้ชีวิตประจำวันหรือการดำเนินธุรกิจจะปฏิเสธไม่ได้เลยที่จะต้องอาศัยการเดินทาง และรถยนต์นั้นถือได้ว่าเป็นยานพาหนะหลักที่ประชาชนส่วนใหญ่นำมาใช้ ซึ่งปัจจุบันนี้รถยนต์ได้เพิ่มจำนวนขึ้นเป็นอย่างมาก จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการระบบจราจรให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเกิดอุบัติเหตุ ปัญหาการจราจรติดขัด สาเหตุของ

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การขาดการติดต่อสื่อสารกันระหว่างกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลของสภาพจราจรแบบเวลาจริง (Real times traffic information) เนื่องจากสาเหตุนี้จึงได้มีการคิดค้นเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจซึ่งเป็นเครือข่ายการสื่อสารสำหรับยานพาหนะที่มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เข้ามาช่วยในการสื่อสารระหว่างรถยนต์กับรถยนต์และระหว่างรถยนต์กับRSU หรือ Road Side Unitsทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลเกิดขึ้นระหว่างกัน สามารถนำข้อมูลที่ได้จากเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ มาใช้ในการเฝ้าระวัง หรือใช้ในการตอบสนองการตัดสินใจที่เร็วขึ้นเพื่อลดอุบัติเหตุ เช่น ถ้าหากรถคันข้างหน้าหยุดกะทันหันเนื่องจากเกิดอุบัติเหตุ ก็สามารถแจ้งเตือนรถคันหลังให้หยุดหรือชะลอความเร็วได้ และยังสามารถนำข้อมูลที่นำมาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาการจราจรและเพื่อลดอุบัติเหตุ โดยโครงสร้างสำคัญของเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจประกอบไปด้วย RSU ซึ่งทำหน้าที่การแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สำคัญกับยานพาหนะต่างๆ OBU หรือ Onboard Units เป็นอุปกรณ์ที่จะถูกติดตั้งกับตัวยานพาหนะซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐาน ได้แก่ อุปกรณ์ไร้สาย(Wireless communication devices), สมอองกลฝังตัว(Embedded computing processor)และหน่วยความจำ (Storage devices and memories)อาจกล่าวได้ว่า OBU คือคอมพิวเตอร์ติดรถยนต์นั่นเอง และโครงสร้างตัวสุดท้ายของเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจนั้นคือ AU หรือ Application Units เป็นอุปกรณ์ที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานต่างๆที่ทำการติดต่อสื่อสารกันผ่าน OBU เช่น อุปกรณ์เก็บข้อมูลเหตุการณ์ ป้ายทะเบียนรถยนต์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ระบุพิกัดจีพีเอส เป็นต้น ซึ่งเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจนั้นสามารถแบ่งย่อยออกเป็นสองกลุ่ม ดังนี้



รูปที่ 2.1 การใช้งานเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ

2.2.1 การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน

การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานหรือ V2I –Vehicle to Infrastructure communicationsเป็นการสื่อสารเพื่อความปลอดภัยจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลความปลอดภัยที่สำคัญและข้อมูลอื่นๆ ผ่านเครือข่ายไร้สายของระหว่างยานพาหนะและโครงสร้างพื้นฐานซึ่งติดตั้งอุปกรณ์ที่สามารถทำการสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สาย โครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว เช่น เสาไฟฟ้า สะพานลอย เป็นต้นโดยวัตถุประสงค์หลักเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาการชนกัน การสื่อสารเพื่อความปลอดภัยในส่วนของการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานเป็นโครงการวิจัยที่สำคัญของระบบขนส่งอัจฉริยะ โครงการร่วมสำนักงาน (ITS JPO) โปรแกรมภายในสหรัฐอเมริกาขนส่ง (US DOT) วิจัยและการบริหารเทคโนโลยีนวัตกรรม (RITA)วิสัยทัศน์สำหรับการวิจัยการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานคือการช่วยให้การใช้งานด้านความปลอดภัยที่ออกแบบมาเพื่อหลีกเลี่ยงหรือบรรเทาการเกิดปัญหาจากยานพาหนะโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับสถานการณ์ความผิดพลาดไม่ได้รับการแก้ไขโดยการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเพียงอย่างเดียว อีกเป้าหมายที่สำคัญของการวิจัย การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน คือการทำงานร่วมกันในระดับชาติเพื่อสนับสนุน โครงสร้างพื้นฐานและการใช้งานยานพาหนะวิจัยแผน โดย 4 วัตถุประสงค์ที่สำคัญของทางเทคนิคของการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานในส่วนโครงการวิจัยความปลอดภัยประกอบไปด้วย

2.2.1.1 การพัฒนาโปรแกรมด้านความปลอดภัยที่ใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานที่อยู่ในส่วนของการเหตุการณ์อุบัติเหตุร้ายแรงซึ่งเกิดขึ้นบนท้องถนนรวมทั้งการประยุกต์ใช้เฟสสัญญาณ ไฟจราจรและระยะเวลาข้อมูลที่ถูกส่งไปยังยานพาหนะผ่านเครือข่ายไร้สาย

2.2.1.2 การพัฒนาโปรแกรมด้านความปลอดภัยที่ใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานในการประเมินความเสี่ยงทางด้านความปลอดภัย เพื่อที่จะให้ผู้ขับขี่ได้ข้อมูลในการตัดสินใจที่ดียิ่งขึ้น

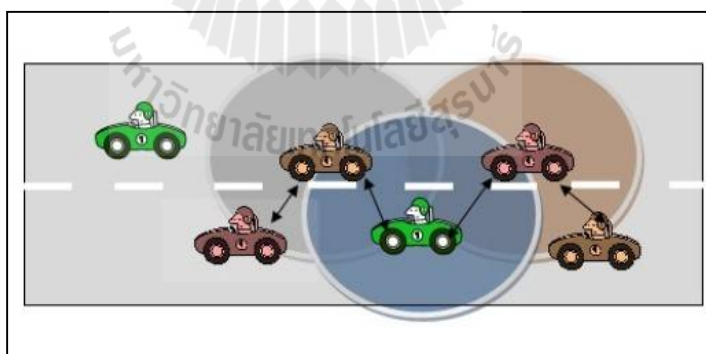
2.2.1.3 การพัฒนาโปรแกรมด้านความปลอดภัยที่ใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน ให้แน่ใจว่ากลยุทธ์ที่เหมาะสมจะนำมาใช้เพื่อความเป็นส่วนตัวการรักษาความปลอดภัยและการรับรองระบบการทำงานร่วมกันปรับขยายโครงสร้างการกำกับดูแลการยอมรับของประชาชนและการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืนเพื่อขับเคลื่อนและสนับสนุนการใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน

เนื่องจากความหลากหลายที่ดีของรถและระบบความปลอดภัยโครงสร้างพื้นฐานที่ติดตั้งในปัจจุบันและอนาคตโปรแกรมนี้ยังเน้นความจำเป็นที่จะต้องสอดคล้องมาตรฐานของโปรโตคอลที่

ใช้บังคับกันอย่างแพร่หลายมาตรฐานของข้อมูลและการสื่อสาร ได้รับการพัฒนาใช้งานในช่วง 5.9 GHz ของคลื่นความถี่วิทยุ โดยการใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับ โครงสร้างพื้นฐาน สามารถออกแบบเพื่อช่วยปรับปรุงสถานการณ์ด้านความปลอดภัยที่สำคัญ การประยุกต์ใช้งานที่มีความเกี่ยวข้องในส่วนของความปลอดภัย เช่น ความปลอดภัยในสี่แยก(intersection safety), การจัดการความเร็ว(speed management), ความปลอดภัยในการขนส่งและการดำเนินงาน(transit safety and operations), การบังคับใช้รถยนต์เพื่อการพาณิชย์และการดำเนินงาน(commercial vehicle enforcement and operations) และการกำหนดลำดับความสำคัญสำหรับยานพาหนะฉุกเฉิน(priority assignment for emergency vehicles)

2.2.2 การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ

การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ หรือ V2V-Vehicle to Vehicle communications นั้นจะเน้นไปที่การสื่อสารระหว่างยานพาหนะด้วยกันไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกับการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับ โครงสร้างพื้นฐาน ภาพรวมของการวิจัยในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเพื่อความปลอดภัยคือการแลกเปลี่ยนไร้สายแบบไดนามิกของข้อมูลระหว่างยานพาหนะที่ใกล้เคียงที่มีโอกาสในการปรับปรุงความปลอดภัยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการแลกเปลี่ยนจะไม่ระบุชื่อข้อมูลของยานพาหนะที่ใช้งาน แต่จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลจำพวกตำแหน่ง, ความเร็ว, และข้อมูลสำคัญอื่นๆ



รูปที่ 2.2การใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ

การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะช่วยให้ยานพาหนะที่กำลังใช้งานอยู่บนท้องถนนรับรู้ถึงภัยคุกคามและอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการรับรู้โดยทั่วไปในการสื่อสารระบบนี้จะเป็นแบบ 360 องศา จากแต่ละตำแหน่งของยานพาหนะอื่น ๆ หากสารรับรู้ข้อมูลจำพวกความเร็วหรือทิศทางจากยานพาหนะอื่น จะทำให้สามารถคำนวณความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาค่าพร้อมทั้งให้

คำแนะนำหรือคำเตือนผู้ขับขี่ต่อสิ่งที่จะเกิดขึ้นซึ่งจะสามารถหลีกเลี่ยงและลดการเกิดปัญหาอุบัติเหตุทางท้องถนนได้ ข้อมูลที่เป็นหัวใจของการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะประกอบไปด้วยจีพีเอสเพื่อระบุตำแหน่งและความเร็วของรถหรือยานพาหนะตามข้อมูลเซ็นเซอร์ประเด็นที่ตั้งและข้อมูลความเร็วมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของยานพาหนะและจะถูกรวมกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น เส้นรุ้งเส้นแวงการรับรู้รายละเอียดเพิ่มเติมสถานการณ์ของตำแหน่งของยานพาหนะอื่น ๆ การที่ข้อมูลสำคัญเหล่านี้จะได้รับจากเทคโนโลยีที่ไม่ใช่ยานพาหนะตามที่มีอยู่ทั่วไป จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมในการใช้งานมาติดตั้งในยานพาหนะที่จะใช้งานระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะในทางเทคนิคแล้ว รถยนต์ที่ใช้เทคโนโลยีระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะจะส่งอุปกรณ์กระจายสัญญาณวิทยุความถี่ 5.9GHz ที่ดัดแปลงจากโปรโตคอลของระบบสื่อสารไร้สายแต่ตัดรายละเอียดของแพ็คเกจบางอย่างลงเพื่อลด latency โปรโตคอลตัวนี้มีชื่อว่า Dedicated Short Range Communications (DSRC) โดยมาตรฐานหลักของการใช้งานจะอ้างอิงตาม IEEE 802.11p ระยะทำการสูงสุดคือ 1000เมตรในทิศทางรอบตัวรถ

ตารางที่ 2.1ข้อกำหนดของมาตรฐาน IEEE 802.11p

อัตราบิต	3-27 เมกะเฮิร์ต
ระยะการสื่อสาร	<1000 เมตร
แบนด์วิดท์	10/20 เมกะเฮิร์ต
ช่วงความถี่ใช้งาน	5.86-5.92 เมกะเฮิร์ต

วิสัยทัศน์สำหรับระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะต้องการให้ยานพาหนะแต่ละคันบนถนนจะสามารถสื่อสารกับรถคันอื่น ๆ ได้ทั้งหมด ความปลอดภัยจากการใช้งานที่ใช้งานและระบบความปลอดภัย การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะจะช่วยให้ระบบความปลอดภัยการใช้งานที่สามารถช่วยให้ผู้ขับขี่ในการป้องกันร้อยละ 76 ของการเกิดปัญหาบนถนนซึ่งจะช่วยลดการเสียชีวิตและการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในแต่ละปีได้ดียิ่งขึ้น

ตั้งแต่ปี 2002 USDOT หรือ United States Department of Transportation ได้ดำเนินการวิจัยกับผู้ผลิตยานยนต์เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของการพัฒนาระบบการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงแต่เหตุการณ์อันตรายที่มีประสิทธิภาพที่ใช้การสื่อสารยานพาหนะให้กับยานพาหนะ ต้นแบบวิศวกรรมได้รับการพัฒนาและแสดงให้เห็นว่ามีการใช้งานอยู่ที่สถานการณ์เสี่ยงได้อย่างปลอดภัยยิ่งขึ้น โดยรูปแบบการใช้งานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในปัจจุบันได้แก่ การเตือนเบรกฉุกเฉิน(Emergency Brake Light Warning),การเตือนการชนข้างหน้า (Forward Collision Warning), ตัวช่วยเมื่อเคลื่อนที่

ผ่านทางแยก (Intersection Movement Assist) การเตือนจุดบอดสายตาและเตือนการเปลี่ยนเลน
 มุกเงิน (Blind Spot and Lane Change Warning) เตือนเส้นทางห้ามผ่าน (Do not pass Warning)
 และการเตือนเมื่อยานพาหนะคันอื่นสูญเสียการควบคุม (Control Loss Warning)

การพัฒนาการใช้งานเหล่านี้มีความสำคัญในการทำความเข้าใจความต้องการการทำงาน
 และประสิทธิภาพการทำงานสำหรับเทคโนโลยีพื้นฐานเช่นการวางตำแหน่งและการสื่อสาร
 อย่างไรก็ตามการทำงานเพิ่มเติมที่จำเป็นต้องทำเพื่อรับมือกับสถานการณ์ความผิดพลาดที่ซับซ้อน
 มากขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงการปะทะกันบนทางแยกหลีกเลี่ยงการชนเตือนความผิดพลาดของคนเดินเท้า
 และขยายความสามารถในการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาจราจรยานยนต์ มันเป็นสิ่งสำคัญที่จะทราบ
 ว่าความสามารถเหล่านี้จะประสบความสำเร็จจากการใช้งานผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับ
 ยานพาหนะที่ใช้เทคโนโลยีนี้มาเสริมในส่วนของความปลอดภัย

2.3 เทคโนโลยีจีพีเอส

จีพีเอส (GPS Technology) เป็นเทคโนโลยีการนำร่องและหาพิกัดบนพื้นโลกจากดาวเทียม
 การบริหารจัดการข้อมูลคุณลักษณะหรือที่เรียกว่าระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database
 Management Systems หรือ RDBMS) มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ
 เพื่อสนับสนุนภารกิจตามแผนป้องกันประเทศ การรักษาความมั่นคงภายใน การรักษาความสงบ
 เรียบร้อยภายในประเทศและการปฏิบัติอื่นๆแรกเริ่มจีพีเอสถูกนำมาใช้งานอย่างจำกัดไม่กี่ปีให้หลัง
 ไม่ใช่เพียงแค่การใช้งานทางด้านการทหารหรือตำรวจเท่านั้น แต่ยังเข้ามามีบทบาทใน
 ชีวิตประจำวันของเราได้อีกด้วย



รูปที่ 2.3 เทคโนโลยีจีพีเอส

เทคโนโลยีดังกล่าวมีชื่อว่าจีพีเอสหรือGPS (Global Positioning System)ซึ่งแรกเริ่มเดิมทีใช้ช่วยในด้านการทหารในประเทศสหรัฐอเมริกา เทคโนโลยีนี้จะช่วยให้ท่านสามารถทราบตำแหน่งของจุดที่ต้องการได้ ด้วยระยะความแม่นยำสูง ความคลาดเคลื่อนเพียงแค่หลักเมตรเท่านั้น หลักการของเครื่องจีพีเอสคือการคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่องจีพีเอสซึ่งจะต้องใช้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างต่ำ 3 ดวง เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอน ซึ่งเมื่อเครื่องจีพีเอสสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 3 ดวงขึ้นไปแล้ว จะมีคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงเครื่องจีพีเอสระบบจีพีเอสนี้เป็นการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนอวกาศ (Space Segment) ระบบเทคโนโลยีจีพีเอสจะเป็นการทำงานของดาวเทียมจีพีเอสจำนวนทั้งหมด 24 ดวง ที่โคจรรอบโลก ที่ความสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,000 กิโลเมตรเป็นตัวส่งสัญญาณบอกพิกัดของจุดที่ต้องการทราบ สัญญาณดังกล่าวจะต้องถูกส่งมาจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวงขึ้นไป ในการส่งพิกัดที่ถูกต้องมายังอุปกรณ์บนพื้นโลก

2. ส่วนควบคุมดาวเทียม (Control Segment) ซึ่งอยู่บนพื้นโลก ประกอบไปด้วย 1 สถานีหลัก และ 5 สถานีย่อยที่กระจายกันอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ศูนย์ควบคุมนี้จะทำหน้าที่ในการควบคุมและติดต่อสื่อสารกับดาวเทียม รวมทั้งคำนวณผลจากดาวเทียมแต่ละดวง และส่งข้อมูลที่ได้ออกกลับไปยังดาวเทียม ทำให้ข้อมูลที่รับอัพเดทตลอดเวลา

3. ส่วนผู้ใช้ (User Segment) ในส่วนของผู้ใช้นี้ จะเป็นการดูตำแหน่ง หรือพิกัดที่ได้รับจากดาวเทียม ผ่านการประมวลผลจากเครื่องมือรับสัญญาณ เพื่อให้ได้จุดของตำแหน่งที่ต้องการทราบได้

เทคโนโลยีจีพีเอสเป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบที่ช่วยให้ระบบความปลอดภัยจากการใช้งานระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเทคโนโลยีจีพีเอสมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบการใช้งานต่างๆ เช่น ระบุพิกัดของรถอีกคนที่โอกาสเดินทางเข้ามาในเส้นทางเดียวกันระบบเตือนการชน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น ซึ่งสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้สนใจในเหตุการณ์ที่จำเป็นต้องนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งมาเพื่อคำนวณทิศทางของจุดอันตราย และพารามิเตอร์อื่นๆ ที่ช่วยให้ผู้ขับขี่ตัดสินใจต่อสถานการณ์ตรงหน้าได้ดียิ่งขึ้น เทคโนโลยีจีพีเอสจึงมีบทบาทอย่างมากในงานวิจัยชิ้นนี้

2.4 สรุป

ในเนื้อหาทั้งหมดของบทที่สองจะกล่าวถึงเทคโนโลยีการสื่อสาร ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยประกอบไปด้วยเทคโนโลยีหลักที่สำคัญนั้นคือ ระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ เนื่องจากงานวิจัยนี้สนใจเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างยานพาหนะด้วยกัน โดยหากมี

ยานพาหนะคันหนึ่งคันใดเกิดอุบัติเหตุขึ้นอย่างสุดวิสัย เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดความเสียหายที่ร้ายแรงมากยิ่งขึ้น ยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุสามารถส่งข้อความเตือนไปยังคันอื่นๆ รอบๆตัว ในระหว่างการสื่อสาร หรือหากเป็นอุบัติเหตุที่รุนแรงจนตัวยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุเองไม่สามารถส่งข้อความเตือนไปยังยานพาหนะคันอื่นได้ เรายังสามารถให้ยานพาหนะที่อยู่ใกล้จุดเกิดเหตุส่งข้อความเตือนไปยังผู้ขับขี่คนอื่นๆแทนได้ เพื่อป้องกันความเสียหายพร้อมทั้งยังสามารถลดปัญหาการจราจรติดขัดอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นก่อนหน้าได้ โดยงานวิจัยนี้ได้ผนวกเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการนำเทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก หรือ จีพีเอส มาคำนวณทิศทางของจุดเกิดเหตุและพารามิเตอร์อื่นๆ ที่ช่วยให้การตัดสินใจของผู้ขับขี่ยานพาหนะต่อสถานการณ์ตรงหน้าได้ดียิ่งขึ้น



บทที่ 3

การออกแบบอัลกอริทึมที่มีความสามารถในการตรวจสอบทิศทางและการ คำนวณพารามิเตอร์ช่วยในการตัดสินใจต่อสถานการณ์เสี่ยง

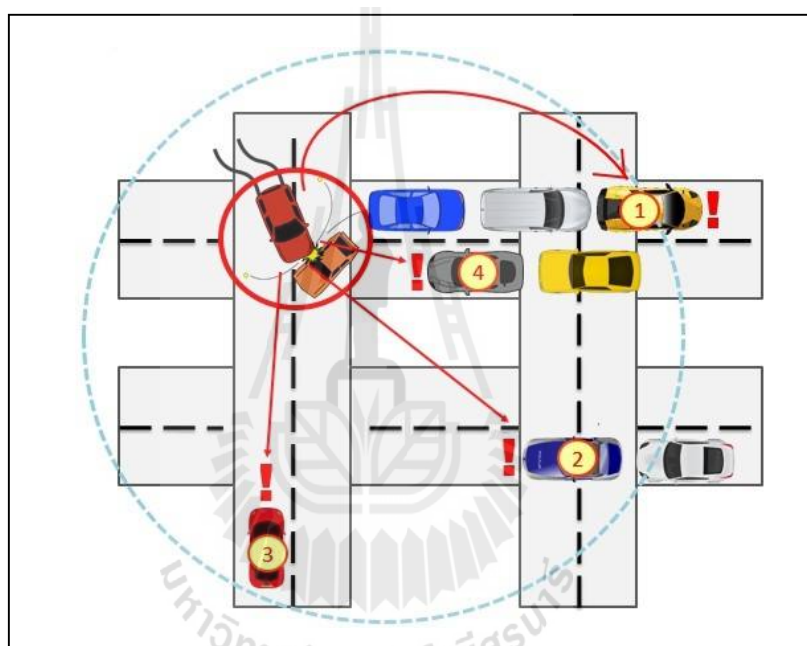
3.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบอัลกอริทึมที่มีความสามารถในการตรวจจับทิศทาง พร้อมทั้งคำนวณค่าพารามิเตอร์สำคัญที่ช่วยเป็นข้อมูลในการตัดสินใจสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะเมื่อต้องประสบกับเหตุการณ์ที่มีอุบัติเหตุสุดวิสัยอยู่ในระยะขอบเขตที่จะเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ได้ ในส่วนของการออกแบบอัลกอริทึมดังกล่าวเราจะใช้โปรแกรมแมทแลบในการเขียนโปรแกรมทำการคำนวณทิศทางของยานพาหนะของเราว่ากำลังเข้าใกล้ขอบเขตอันตรายหรือไม่ โดยอ้างอิงจากข้อมูลพิกัดจีพีเอสจากจุดอันตราย หากพบว่ากำลังเข้าสู่สถานการณ์เสี่ยงที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อยานพาหนะของผู้ขับขี่ที่ได้รับข้อความเตือนจากจุดเกิดเหตุ เรายังสามารถคำนวณระยะห่าง มุมของเส้นทางวิ่งของยานพาหนะกับจุดอันตราย และระยะเวลาคงเหลือก่อนที่จะเข้าสู่ขอบเขตอันตรายได้ โดยตอนท้ายของบทนี้ได้ทำการสุ่มค่าพิกัดตำแหน่งเพื่อจำลองผลแล้ววิเคราะห์ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำเสนอ อีกทั้งเป็นแนวทางในการสร้างอุปกรณ์จริงต่อไป

3.2 ปัญหาที่พบจากเหตุการณ์ซึ่งอยู่ในความสนใจ

ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 มีหลายงานวิจัยทำการศึกษาพัฒนาระบบความปลอดภัยโดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ทำให้การแลกเปลี่ยนผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุทางท้องถนน แต่ถึงอย่างไร อุบัติเหตุบางชนิดไม่สามารถทำการป้องกันได้อย่าง 100% ซึ่งยังไม่มียานวิจัยใดที่สนใจปัญหาที่ตามมาจากเหตุการณ์อุบัติเหตุที่เป็นเหตุสุดวิสัย เช่น อุบัติเหตุจากรถคันหลังที่ตามมาแล้วประสบอุบัติเหตุเพิ่มเติมกลายเป็นความเสียหายที่หนักยิ่งขึ้นไป หรือ การจราจรที่ติดขัดอันเนื่องมาจากผลของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียง ในระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะนั้น ยานพาหนะแต่ละคันสามารถส่งพิกัดจีพีเอสของตัวเองไปบอกยานพาหนะคันอื่นๆ ได้ว่าขณะนี้ ยานพาหนะของเรานั้นอยู่ที่ใด ในรูปแบบตำแหน่งละติจูดและลองจิจูด ในสถานการณ์นี้หากยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุส่งข้อมูล

ในรูปแบบของข้อความเตือน โดยแปลงข้อมูลพิกัดจีพีเอสไปด้วย จะทำให้ยานพาหนะอื่นๆ รอบๆ ยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเพิ่มเติมซึ่งเกิดความเสียหายที่รุนแรงยิ่งขึ้น ไปดังในรูปที่ 3.1 อีกทั้งยังทำให้ยานพาหนะที่ไม่ได้เข้าใกล้จุดอันตรายสามารถเดินทางต่อไปอย่างไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เช่นยานพาหนะหมายเลข 1 และ 2 ในรูปที่ 3.1 ส่วนหมายเลข 3 นั้น หากสามารถคำนวณระยะห่างและทิศทางได้ล่วงหน้าได้ในระยะที่ไกล หมายเลข 3 สามารถเลือกใช้เส้นทางอื่นเพื่อลดความเสี่ยงหรือการจราจรที่อาจจะไม่คล่องตัวในเส้นทางที่เข้าสู่จุดอันตราย

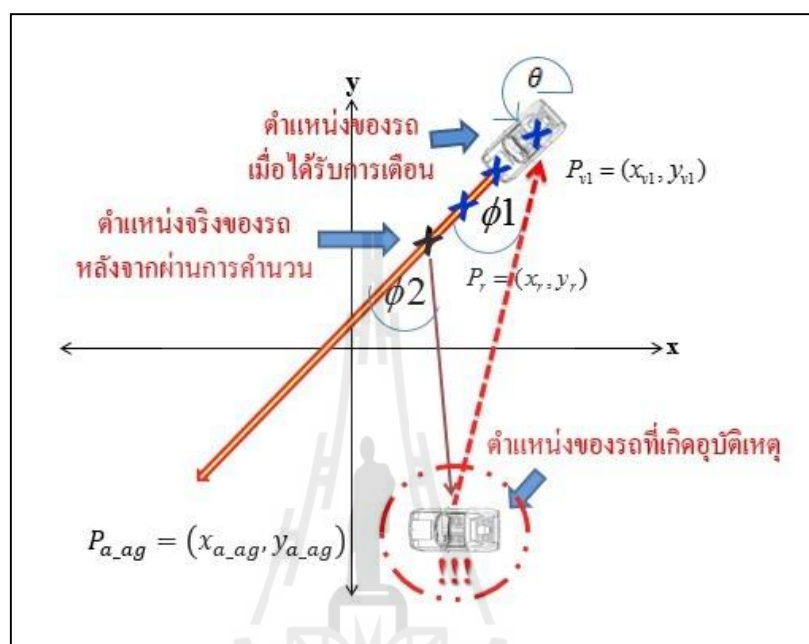


รูปที่ 3.1 ปัญหาจากการไม่ทราบทิศทางของจุดอันตราย

3.3 การออกแบบอัลกอริทึมในการตรวจสอบทิศทางจากเหตุการณ์อันตราย

ในการออกแบบอัลกอริทึมนี้เราสมมุติว่ายานพาหนะทุกคันติดตั้งอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ โดยยานพาหนะทุกคันสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลพิกัดจีพีเอสซึ่งใช้การติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สายชนิดนี้ได้ กระบวนการเริ่มต้นเมื่อมียานพาหนะคันใดคันหนึ่งเกิดอุบัติเหตุบนเส้นทางจราจร ยานพาหนะคันนั้นจะทำการส่งข้อความเตือน(Warning messages)ให้ยานพาหนะรอบตัวในระยะการสื่อสาร และให้พิกัดจีพีเอสของจุดเกิดเหตุคือ $P_{m_ag} = (x_{m_ag}, y_{m_ag})$ เมื่อยานพาหนะรอบๆ จุดเกิดเหตุได้รับข้อความเตือนจะ

ทำการเก็บพิกัดจีพีเอสของตัวเองหรือ $P_{v_ag} = (x_{v_ag}, y_{v_ag})$ แล้วนำมาเฉลี่ยดังสมการที่ (1) โดย x_{m_ag} แทนพิกัดลองจิจูดของจุดเกิดเหตุและ y_{m_ag} แทนพิกัดละติจูดของจุดเกิดเหตุ



รูปที่ 3.2 เหตุการณ์อุบัติเหตุที่นำมาตรวจสอบทิศทาง

$$P_{va_ag} = \left(\frac{\sum x_i}{i}, \frac{\sum y_i}{i} \right) = (x_{va_ag}, y_{va_ag}) \quad (3.1)$$

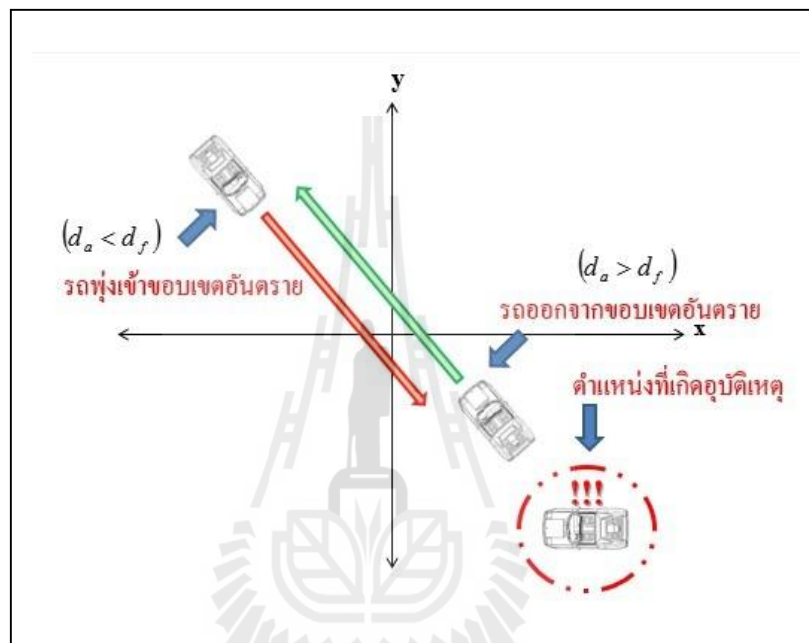
ต่อจากนั้นทำการเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างพิกัดจีพีเอสจุดแรกของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับพิกัดจีพีเอสจุดเกิดเหตุ (d_f) และพิกัดจีพีเอสของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ซึ่งถูกเฉลี่ยในสมการที่ (1) กับพิกัดจีพีเอสของจุดเกิดเหตุ (d_a)

$$d_f = \sqrt{(x_{v1_ag} - x_{m_ag})^2 + (y_{v1_ag} - y_{m_ag})^2} \quad (3.2)$$

$$d_a = \sqrt{(x_{va_ag} - x_{m_ag})^2 + (y_{va_ag} - y_{m_ag})^2} \quad (3.3)$$

โดยมีเงื่อนไขว่า เมื่อกำหนดออกมาแล้ว $d_f > d_a$ หมายความว่ายานพาหนะคันนั้นกำลังเคลื่อนที่ออกจากจุดเกิดเหตุ ไม่จำเป็นต้องสนใจจุดเกิดเหตุว่าอยู่พิกัดตำแหน่งใดหรือทิศไหน

เพราะไม่ได้อยู่ในสถานการณ์เสี่ยงแล้ว แต่หาก $d_a > d_f$ หมายความว่ายานพาหนะคันดังกล่าวกำลังเคลื่อนที่เข้าหาจุดอันตรายซึ่งแสดงในรูปที่ 3.3 ส่วนจะเข้าใกล้ขอบเขตอันตรายแค่ไหน หรือ ไกลออกไปเท่าใดต้องทำการคำนวณต่อไปโดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องการย้ายแกนพิกัดและการหมุนแกนพิกัดเข้ามาช่วย โดยกำหนดย้ายพิกัดตำแหน่งแรกของยานพาหนะที่เคลื่อนที่เข้าสู่จุดเกิดเหตุเป็นจุดกำเนิดตั้งสมการที่ (3.4) และ พิกัดตำแหน่งของจุดเกิดเหตุก็เปลี่ยนตามตั้งสมการที่ (3.5)



รูปที่ 3.3 การพิจารณาตรวจสอบทิศทาง

$$P_{vn_ag} = (x_{v1_ag} - x_{v1_ag}, y_{v1_ag} - y_{v1_ag}) = (0,0) \quad (3.4)$$

$$P_{an_ag} = (x_{m_ag} - x_{v1_ag}, y_{m_ag} - y_{v1_ag}) \quad (3.5)$$

ต่อจากนั้นทำการคำนวณหามุม θ , จากพิกัดจีพีเอสของยานพาหนะที่เคลื่อนที่เข้าสู่จุดเกิดเหตุมาหมุนแกนพิกัด เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ต่อไป

$$\theta = \left| \tan^{-1} \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right) \right| = \left| \tan^{-1} \left[\frac{(y_{va_ag} - y_{v1_ag})}{(x_{va_ag} - x_{v1_ag})} \right] \right| \quad (3.6)$$

นำค่า θ มาตรวจสอบเงื่อนไขของจุดภาค ว่าอยู่ในจุดภาคใด เพื่อระบุค่า θ_r ที่ถูกต้อง
 หาก $\Delta x \in R^+, \Delta y \in R^+; 0 < \theta < 90^\circ$

$$\theta_r = \theta$$

หาก $\Delta x \in R^+, \Delta y \in R^+; 90^\circ < \theta < 180^\circ$

$$\theta_r = 180^\circ - \theta$$

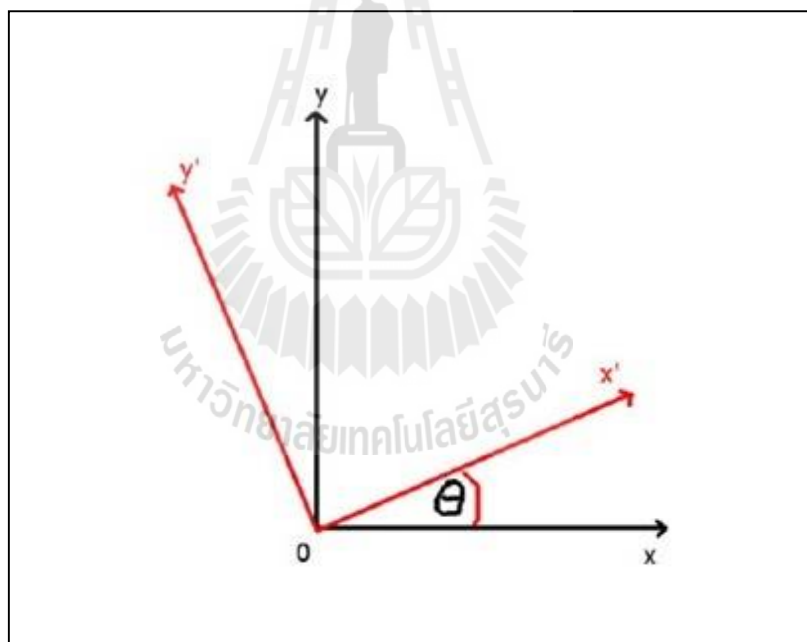
หาก $\Delta x \in R^+, \Delta y \in R^+; 180^\circ < \theta < 270^\circ$

$$\theta_r = 180^\circ + \theta$$

หาก $\Delta x \in R^+, \Delta y \in R^+; 270^\circ < \theta < 360^\circ$

$$\theta_r = 360^\circ - \theta$$

จากความรู้เรื่องการหมุนแกนพิกัดทางคณิตศาสตร์ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.4 การหมุนแกนพิกัดทางคณิตศาสตร์

โดยสามารถหาค่าพิกัดตำแหน่งที่เปลี่ยนไปหลังจากทำการหมุนแกนพิกัดได้ดังสมการที่
 (3.7)-(3.10)

$$x = x' \cos \theta - y' \sin \theta \quad (3.7)$$

$$y = x' \sin \theta + y' \cos \theta \quad (3.8)$$

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (3.9)$$

$$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta \quad (3.10)$$

เมื่อเรานำตัวแปรของเราแทนเข้าไปในสมการหมุนแกนพิกัด (3.9) และ (3.10) จะได้ว่า

$$x_{ar_ag} = x_{an_ag} \cos \theta_r + y_{an_ag} \sin \theta_r \quad (3.11)$$

$$y_{ar_ag} = -x_{an_ag} \sin \theta_r + y_{an_ag} \cos \theta_r \quad (3.12)$$

นำค่า x_{ar_ag} และ y_{ar_ag} ที่ได้จากการหมุนแกนพิกัดมาคูณกับระยะความต่างในหน่วยเมตรของความต่างใน 1° ของละติจูดและลองจิจูด เมื่อให้ a คือ ระยะความต่างของลองจิจูด และ b คือ ระยะความต่างของละติจูด โดยอ้างอิงค่า a และ b จาก NCGIA หรือ National Center for Geographic Information and Analysis

$$x_{ar} = x_{ar_ag} \times a \quad (3.13)$$

$$y_{ar} = y_{ar_ag} \times b \quad (3.14)$$

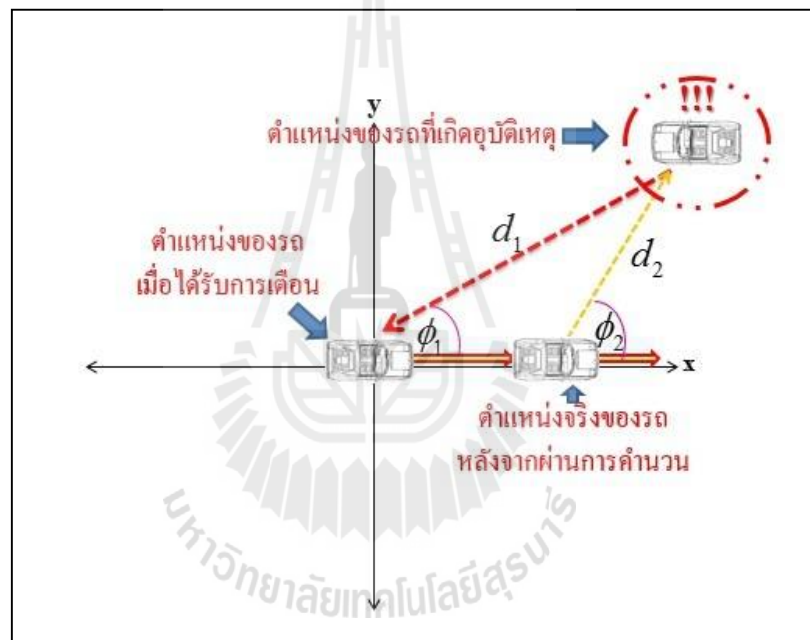
เมื่อเราหมุนแกนพิกัดและเปลี่ยนรูปแบบพิกัดเชิงมุมให้กลับมามีหน่วยเป็นระยะห่างที่มีหน่วยเป็นเมตร เราจะสามารถคำนวณหาระยะห่างและทิศทางของจุดเกิดเหตุกระทำกับเส้นทางของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่เข้าหาจุดเกิดเหตุได้ในสมการที่ (3.15)–(3.19) และพิกัดตำแหน่งของจุดต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องจะถูกเปลี่ยนตำแหน่งไปดังแสดงในรูปที่ 3.3

$$d_1 = \sqrt{(x_{ar})^2 + (y_{ar})^2} \quad (3.15)$$

$$\phi_1 = \left| \tan^{-1} \left(\frac{y_{ar}}{x_{ar}} \right) \right| \quad (3.16)$$

$$d_2 = \sqrt{\left(x_{ar} - \left(\frac{5v}{18} \right) \right)^2 + (y_{ar})^2} \quad (3.17)$$

$$\phi_2 = \left| \tan^{-1} \left(\frac{y_{ar}}{x_{ar} - \left(\frac{5v}{18} \right)} \right) \right| \quad (3.18)$$



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งต่างๆ หลังจากย้ายจุดกำเนิดและหมุนแกนพิกัด

จากรูปที่ 3.5 เราสามารถนำพิกัดตำแหน่งต่างๆ ที่ได้มาคำนวณระยะห่างระหว่างยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุได้ โดยในสมการที่ (3.15) และ (3.16) เป็นระยะห่างและทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับยานพาหนะในช่วงเวลาที่ยานพาหนะได้รับข้อความเตือนครั้งแรก ส่วนในสมการที่ (3.17) และ (3.18) ได้ทำการทดระยะเวลาในการประมวลผลเข้าไปเพื่อให้ระยะทางและทิศทางซึ่งถูกคำนวณผ่านอัลกอริทึมมีความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงยิ่งขึ้น

3.4 การออกแบบอัลกอริทึมในการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขต

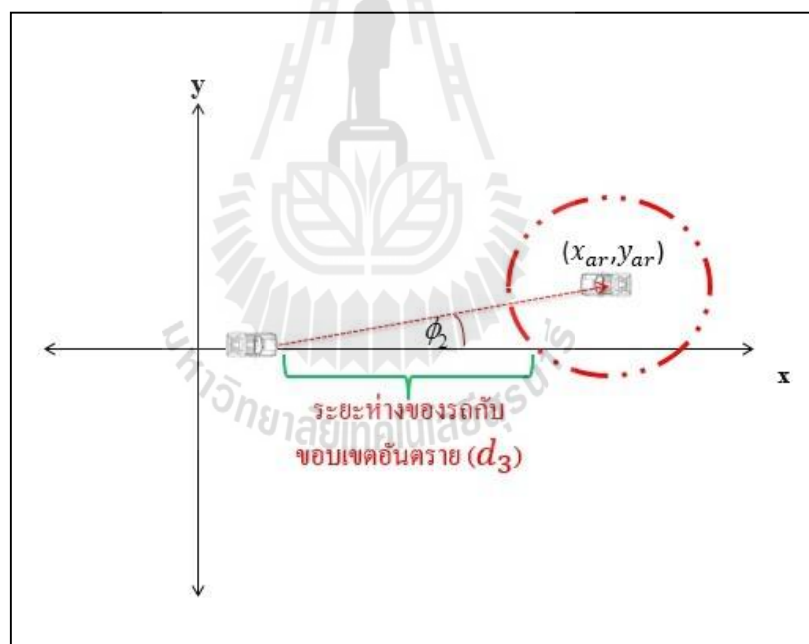
อันตราย

เมื่อเราทราบตำแหน่งของจุดเกิดเหตุ และกำหนดรัศมีของขอบเขตอันตรายในลักษณะเป็นวงกลม จะทำให้เราสามารถคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายได้ดังสมการต่อไปนี้

$$(x - x_{ar})^2 + (y - y_{ar})^2 = r_d^2 \quad (3.19)$$

และสมการจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

$$y = mx + c \quad (3.20)$$



รูปที่ 3.6 รูปแบบการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย

จากรูปที่ 3.6 หลังจากหมุนแกนพิกัดแล้วจะทำให้เส้นทางการเดินทางของยานพาหนะจะอยู่บนแกน x ดังนั้นสมการจึงเปลี่ยนเป็น $y = 0$ แล้วนำค่า y ไปแทนในสมการที่ (3.19) แล้วแก้สมการเพื่อหาค่าพิกัดของจุดตัดแรกระหว่างเส้นทางการเคลื่อนที่ที่ยานพาหนะกับขอบเขตอันตราย

$$(x - x_{ar})^2 + y_{ar}^2 = r_d^2 \quad (3.21)$$

$$x^2 - 2x_{ar}x + x_{ar}^2 + y_{ar}^2 = r_d^2 \quad (3.22)$$

$$x^2 - 2x_{ar}x + [x_{ar}^2 + y_{ar}^2 - r_d^2] = 0 \quad (3.23)$$

$$x = \frac{2x_{ar} \pm \sqrt{2x_{ar}^2 - 4(1)(x_{ar}^2 + y_{ar}^2 - r_d^2)}}{2(1)} \quad (3.24)$$

ค่า x ที่ออกมาจะมีทั้งหมด 2 ค่า เพราะจะผ่านขอบเขตอันตราย 2 รอบ เราจะพิจารณาในค่าที่น้อยที่สุด โดยให้ค่าที่น้อยที่สุดมีค่า x_c

$$\text{ถ้า } x_1 > x_2$$

$$x_c = x_2$$

$$\text{แต่ถ้า } x_1 < x_2$$

$$x_c = x_1$$

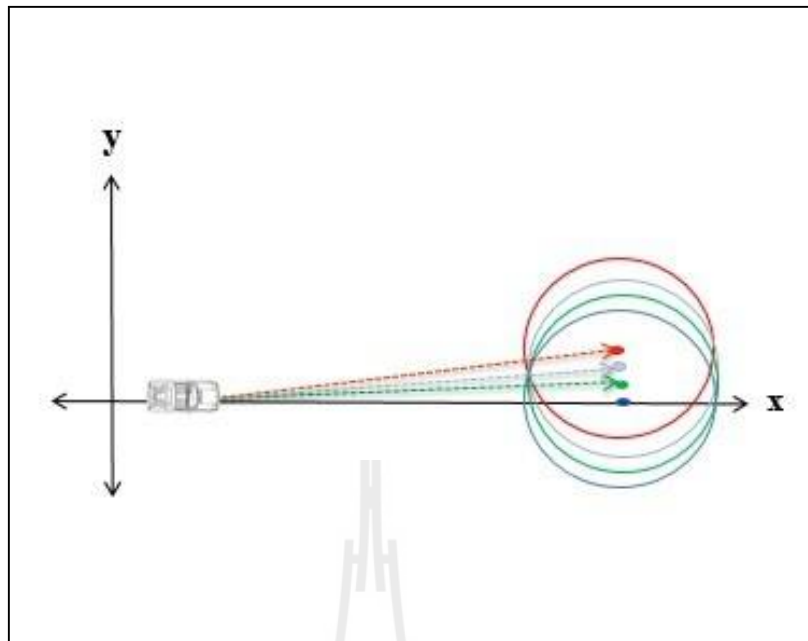
นำค่าพิกัดตำแหน่งที่ได้มาคำนวณหาระยะห่าง (d_3) และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ของขอบเขตอันตราย (t_r)

$$d_3 = x_c - \frac{5v}{18} \quad (3.25)$$

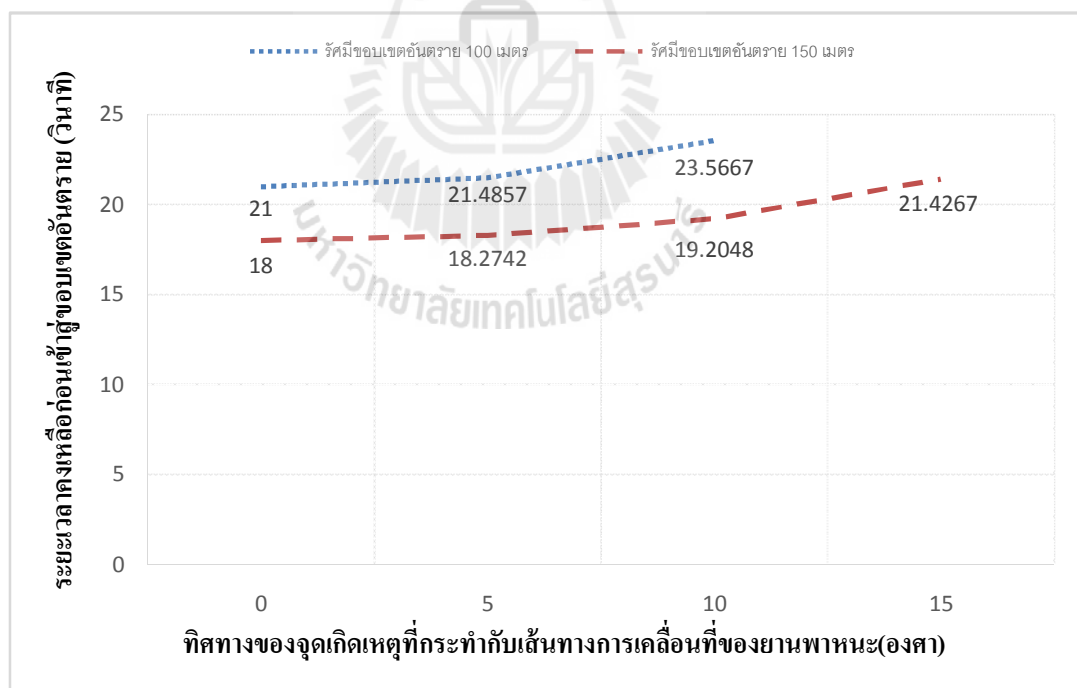
$$t_r = \frac{d_3}{v} \quad (3.26)$$

3.5 การทดลองแทนตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก

ในส่วนแรกได้ทดลองใส่พิกัดในระบบพิกัดฉากเข้าไปเพื่อวิเคราะห์ผลของอัลกอริทึมหากเปลี่ยนแปลงทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะซึ่งพิจารณาขอบเขตอันตรายที่รัศมี 100 เมตร และ 150 เมตร อันตรายโดยใช้ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และระยะห่างระหว่างจุดอันตรายกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนคือ 500 เมตร ดังรูปที่ 3.7

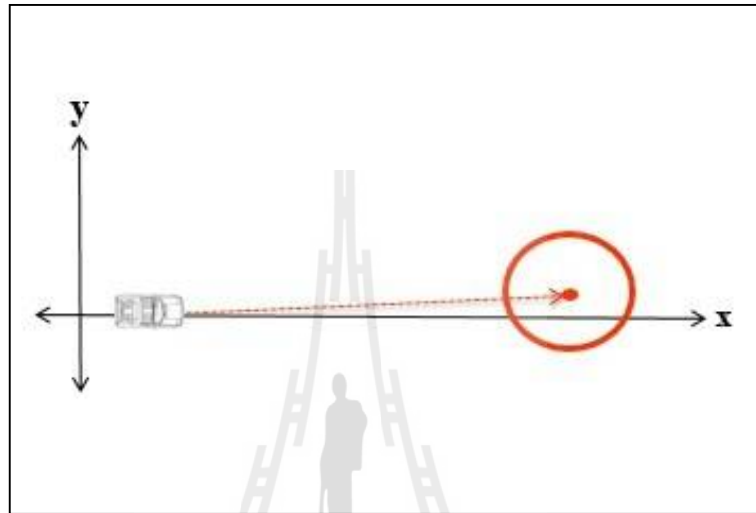


รูปที่ 3.7 รูปแบบการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและขอบเขตอันตรายในมุมและรัศมีที่แตกต่างกัน

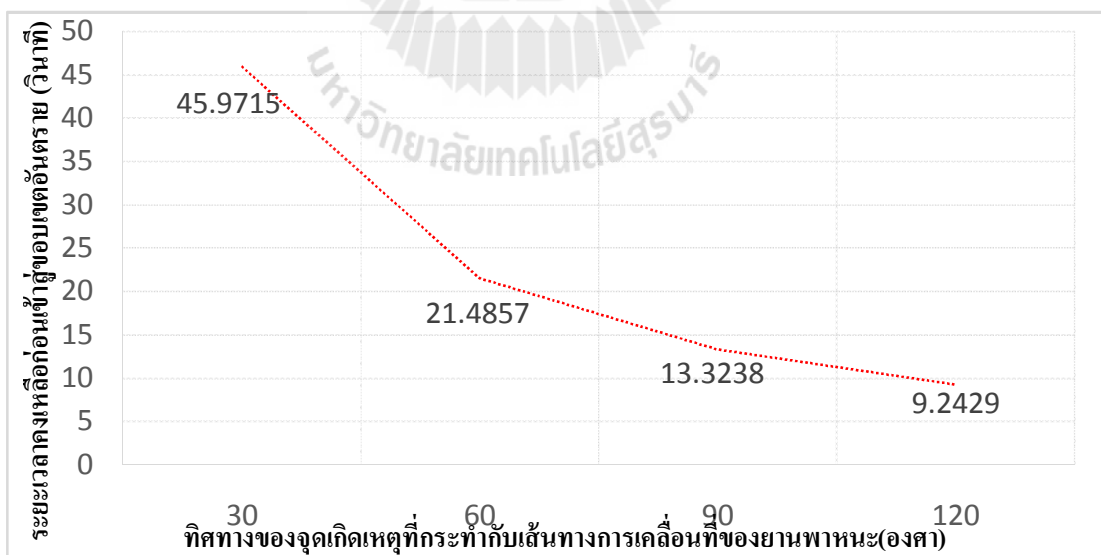


รูปที่ 3.8 ผลการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายของรูปแบบการจำลองในมุมและรัศมีที่แตกต่างกัน

ในส่วนที่สองนี้ได้ทดลองใส่พิกัดในระบบพิกัดฉากเข้าไปเพื่อวิเคราะห์ผลของอัลกอริทึม หากเปลี่ยนแปลงความเร็วซึ่งพิจารณาขอบเขตอันตรายที่รัศมี 100 เมตร โดยใช้ความเร็ว 30-120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งระยะห่างระหว่างจุดอันตรายกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนคือ 500 เมตร ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งทิศทางของจุดเกิดเหตุกระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่มีค่า 5 องศา

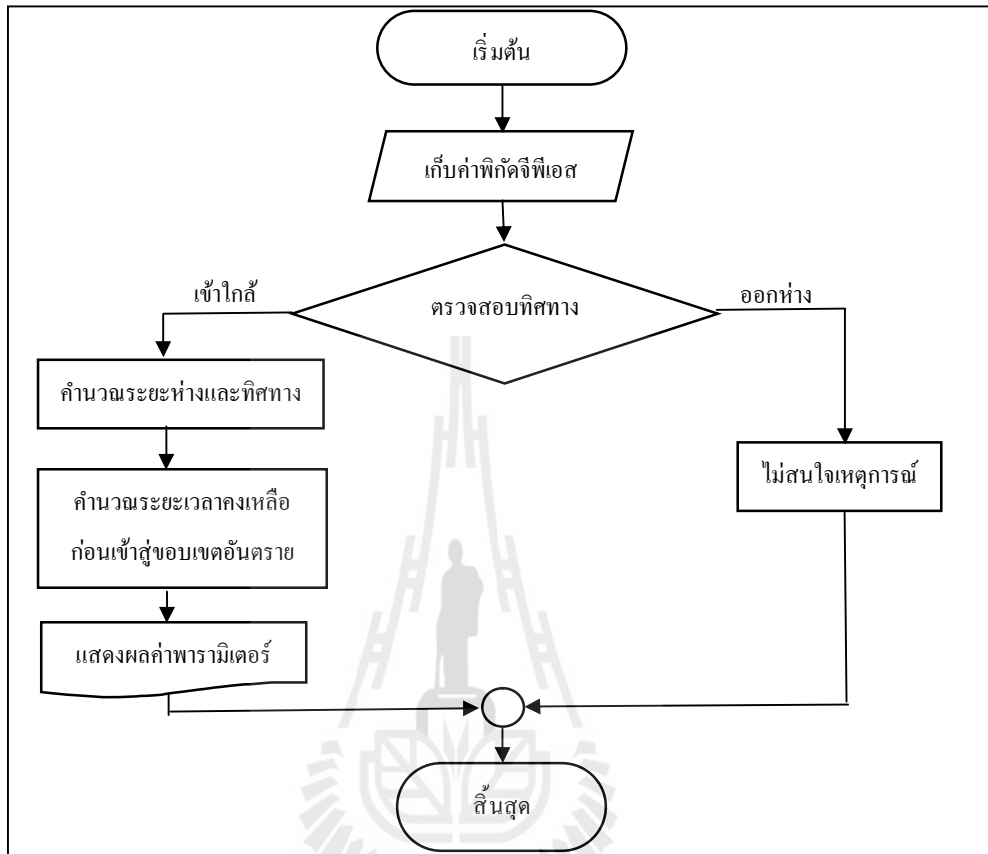


รูปที่ 3.9 รูปแบบการจำลองเคลื่อนที่ของยานพาหนะและขอบเขตอันตรายในความเร็วที่แตกต่างกัน



รูปที่ 3.10 ผลการคำนวณระยะเวลาแจ้งเตือนก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายของรูปแบบการจำลอง ในความเร็วแตกต่างกัน

3.6 ฟังก์ชันสรุปการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอ



รูปที่ 3.11 ฟังก์ชันสรุปการทำงานของอัลกอริทึม

3.7 สรุป

ในบทนี้เราได้แสดงการคำนวณเพื่อตรวจสอบทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนจากยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุบนท้องถนน ดังที่ได้สมมุติในเหตุการณ์รูปที่ 3.2 อัลกอริทึมที่ได้เสนอมานี้ทำให้ทราบว่ายานพาหนะอื่นๆ ที่กำลังเคลื่อนที่ในระยะการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะซึ่งได้รับข้อความเตือน กำลังเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากขอบเขตอันตราย ในส่วนของยานพาหนะที่เคลื่อนออกจากขอบเขตอันตรายจึงไม่จำเป็นต้องสนใจเหตุการณ์ที่อยู่ด้านหลัง ซึ่งช่วยลดกรณีที่ต้องระวังจากอุบัติเหตุโดยไม่จำเป็นออกไปอย่างมาก ผลคือช่วยให้ความคล่องตัวของจราจรสะดวกและปลอดภัยยิ่งขึ้น แต่หากพบว่ายานพาหนะคันใดเคลื่อนที่เข้าสู่ขอบเขตอันตราย เรายังสามารถคำนวณระยะห่างและทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ พร้อมทั้งคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้า

ผู้ขอบเขตอันตราย พารามิเตอร์ที่สำคัญเหล่านี้ช่วยให้การตัดสินใจต่อสถานการณ์เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุดียิ่งขึ้น

เมื่อทำการทดลองแทนตำแหน่งพิกัดในระบบพิกัดฉากเพื่อทำการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ในสถานการณ์แตกต่างกันไปพบว่าหากเรากำหนดครีสมิงของขอบเขตอันตรายที่กว้างจะทำให้เราสามารถตรวจสอบระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายในมุมที่กระทำกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะได้มากกว่าแต่จะได้ระยะเวลาคงเหลือที่น้อยลงในการตัดสินใจหลีกเลี่ยงเส้นทางอันตรายดังกล่าว และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในกรณีที่ใช้ความเร็วแตกต่างกันพบว่าระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายจะลดลงอย่างรวดเร็วในรูปแบบฟังก์ชันเลขชี้กำลังโดยมีการแปรผกผันกันระหว่างความเร็วของยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนกับระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย ในบทถัดไปเราจะนำเสนอผลการทดลองจริง โดยเก็บค่าพิกัดจีพีเอสจากรูปแบบสถานการณ์จำลองเพื่อยืนยันประสิทธิภาพของอัลกอริทึมต่อไป



บทที่ 4

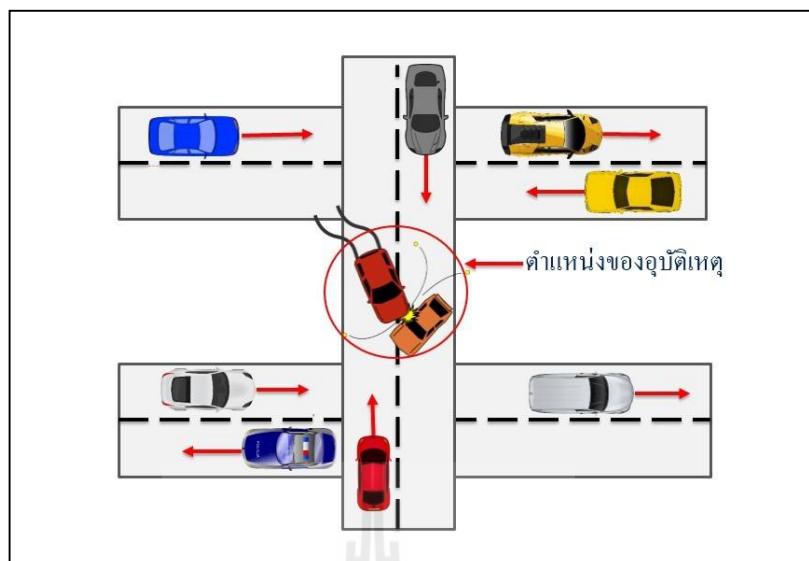
การจำลองผลในโปรแกรมแมทแลบพร้อมกับผลการทดลองจริง

4.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการนำเสนอผลของการจำลองสุมตำแหน่งและทิศทางในระบบพิกัดฉากเพื่อตรวจสอบทิศทางเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ว่าเส้นทางเข้าใกล้ขอบเขตอันตรายหรือไม่ ในส่วนที่สองจะนำไปรู้จักอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างยานพาหนะและยานพาหนะพร้อมทั้งวิธีการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายสื่อสารชนิดนี้ และในบทนี้ยังได้นำเสนอผลการเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะจากการจำลองเหตุการณ์อุบัติเหตุที่เราสนใจทำการศึกษาแล้วนำพิกัดจีพีเอสที่ได้มาคำนวณตามอัลกอริทึมที่ได้เสนอไปในบทที่ 3 โดยใช้โปรแกรมแมทแลบในการคำนวณการตรวจสอบทิศทางและค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญต่างๆ และทำการวิเคราะห์สรุปผลที่ได้จากการทดลองในตอนสุดท้าย

4.2 ผลการจำลองสุมตำแหน่งและทิศทางในระบบพิกัดฉาก

ในส่วนนี้ได้ทำการทดลองสุมพิกัดตำแหน่งในระบบพิกัดฉากเพื่อตรวจสอบความสามารถของอัลกอริทึมที่ใช้ตรวจสอบทิศทางของพิกัดตำแหน่งที่ได้รับมาแม่นยำเพียงใดโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของจีพีเอสตามมาตรฐานความแม่นยำของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่ระยะ 5 เมตรผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.1 การสุมเส้นทางรถเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

ตารางที่ 4.1 จำนวนเหตุการณ์ที่คำนวณได้จากการสุมพิกัดเมื่อเข้าใกล้จุดเกิดเหตุ

ความเร็ว(กม./ชม.)	เข้าใกล้จุดเกิดเหตุ (ครั้ง)			
	ไม่เข้าขอบเขตอันตราย		เข้าขอบเขตอันตราย	
	ตำแหน่งจริง	รวมค่าความคลาดเคลื่อน	ตำแหน่งจริง	รวมค่าความคลาดเคลื่อน
20	441	442	56	56
40	436	439	52	53
60	445	447	53	51
80	458	458	56	58
100	439	440	61	64
120	462	459	50	53

ตารางที่ 4.2 จำนวนเหตุการณ์ที่คำนวณได้จากการสุ่มพิกัดเมื่อออกจุดเกิดเหตุ

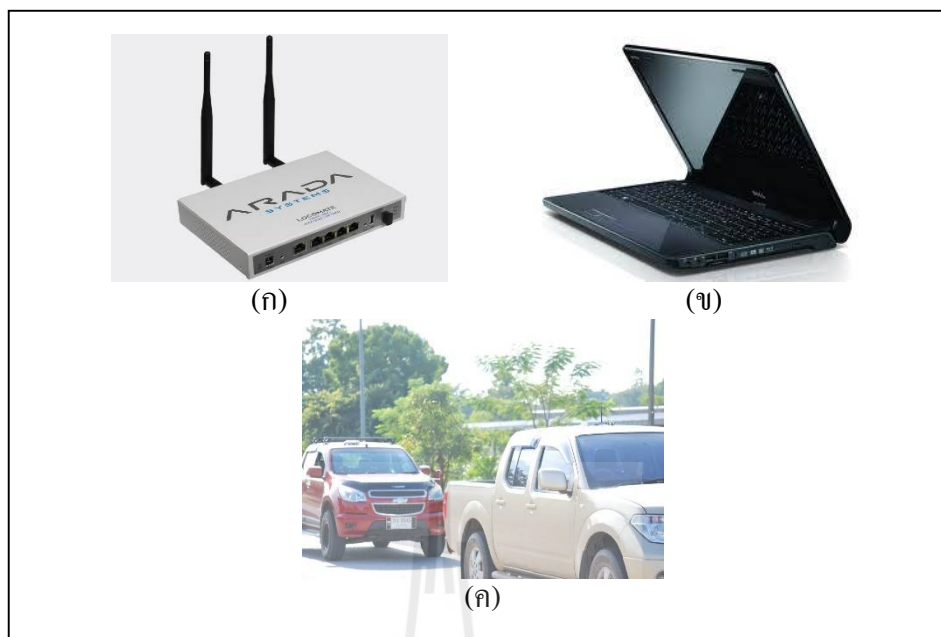
ความเร็ว (กม./ชม.)	ออกจากจุดเกิดเหตุ(ครั้ง)		จำนวนเหตุการณ์ทั้งหมด (ครั้ง)	คำนวณผิดพลาด (%)
	ตำแหน่งจริง	รวมค่าความคลาดเคลื่อน		
20	503	502	1000	0.20
40	512	508	1000	0.78
60	502	502	1000	0.00
80	486	485	1000	0.21
100	500	496	1000	0.80
120	488	488	1000	0.00

ผลจากตารางทั้งสองพบว่าเราสามารถลดกรณีที่ต้องระวังจากอุบัติเหตุได้ลงไปเกือบ 50 เปอร์เซ็นต์ในแต่ละช่วงความเร็วที่ทำการสุ่มขึ้นมา ในแต่ละค่าความเร็ว ได้ทำการสุ่มพิกัดตำแหน่งและทิศทางเพื่อทำการตรวจสอบว่าเข้าไปใกล้จุดเกิดเหตุและกำลังมุ่งหน้าเข้าสู่ขอบเขตอันตรายหรือไม่เป็นจำนวน 1000 ครั้ง และพบว่ามีความคลาดเคลื่อนไปเล็กน้อยที่การตรวจสอบจะพบว่ายานพาหนะเคลื่อนที่ออกจากจุดเกิดเหตุทั้งที่จริงแล้วกำลังเคลื่อนที่เข้าไปใกล้จุดเกิดเหตุหรือในกรณีตรงกันข้าม ซึ่งความผิดพลาดดังกล่าวเกิดจากความผิดพลาดจากการคำนวณเส้นทางของยานพาหนะซึ่งกำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุนั่นเอง โดยมีผลกระทบโดยตรงจากค่าพิกัดตำแหน่ง

4.3 อุปกรณ์และโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอส

4.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. อุปกรณ์สื่อสารไร้สายของ ARADA SYSTEM ซึ่งใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะโดยเฉพาะ ตามมาตรฐาน IEEE 802.11p (รูปที่ 4.2 (ก)) จำนวน 2 ชุด ใช้ในภาครับและภาคส่ง
2. คอมพิวเตอร์ส่วนตัว ทั้งหมด 3 เครื่อง ใช้ระบบปฏิบัติการ Ubuntu 11.10 จำนวน 2 เครื่อง และระบบปฏิบัติการ window 7 จำนวน 1 เครื่อง
3. ยานพาหนะส่วนตัวจำนวน 2 คัน



รูปที่ 4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.3.2 โปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง

1. โปรแกรม LocoMate เป็นโปรแกรมในการควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลของตัวอุปกรณ์ ARADA SYSTEM โดยคำสั่งที่ใช้สำหรับภาคส่งและภาครับจะอยู่ภาคผนวก ข โดยเราสามารถส่งรูปแบบของข้อความเตือนออกไปได้หลายชนิด แต่สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้ชนิดที่เป็น PVD หรือ Probe Vehicle Data ในการทดลอง เนื่องจากข้อความเตือนชนิดนี้ให้รูปแบบของตำแหน่งพิกัดจีพีเอสที่ชัดเจนและง่ายในการเก็บข้อมูล

2. โปรแกรมแมทแลบเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนสมการแล้วใส่ค่าข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ได้รับจากข้อความเตือนแล้วทำการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ออกมา

4.4 ผลจากการทดลองเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสมาคำนวณ

ในส่วนเนื้อหานี้ได้นำเสนอผลการทดลองทั้งหมด ซึ่งได้จากการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ โดยจะนำข้อมูลพิกัดจีพีเอสมาคำนวณตามอัลกอริทึมที่นำเสนอในบทที่ 3 เพื่อทำการตรวจสอบทิศทางของจุดเกิดเหตุพร้อมทั้งคำนวณค่าพารามิเตอร์สำคัญที่เป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจเมื่อต้องประสบเหตุการณ์เช่นนี้

4.4.1 การพิจารณาความถูกต้องของการตรวจจับทิศทาง

ตารางที่ 4.3 การทดลองเคลื่อนที่เข้าหาและไม่เข้าหาจุดเกิดเหตุจำนวน 100 ครั้ง

ความเร็ว (กม./ชม.)	เข้าหาจุดเกิดเหตุ		ไม่เข้าหาจุดเกิดเหตุ	
	ตามจริง (ครั้ง)	ผ่านการคำนวณ (ครั้ง)	ตามจริง (ครั้ง)	ผ่านการคำนวณ (ครั้ง)
20	10	10	10	10
40	10	10	10	10
60	10	10	10	10
80	10	10	10	10
100	10	10	10	10

จากข้อมูลในตารางที่ 4.2 ได้นำพิกัดจีพีเอสมาคำนวณเพื่อตรวจสอบทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแล้วทำการเปรียบเทียบกับเคลื่อนที่จริง โดยได้ทำการทดลองในส่วนนี้ทั้งหมด 100 ครั้ง แบ่งออกเป็นเคลื่อนที่เข้าหาจุดอันตรายและเคลื่อนที่ออกจากจุดอันตราย และใช้ความเร็ว 5 ความเร็ว แต่ละความเร็วแบ่งออกเป็นเคลื่อนที่เข้าหาจุดเกิดเหตุ 10 ครั้ง และไม่เข้าหาจุดเกิดเหตุ 10 ครั้ง พบว่าการคำนวณทิศทางจากพิกัดจีพีเอสผ่านอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอสามารถตรวจสอบได้ถูกต้องในทุกๆ กรณีที่ได้ทำการทดลอง

4.4.2 การพิจารณาความแม่นยำของการคำนวณระยะห่าง

ในการคำนวณระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือน มาตรฐานของจีพีเอสเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ระยะห่างซึ่งถูกคำนวณผ่านอัลกอริทึมกับระยะห่างจริง ในส่วนนี้จึงได้ทำการตรวจสอบความแม่นยำโดยเปรียบเทียบระหว่างระยะห่างจริงที่ยานพาหนะสองคันจอดห่างกันกับระยะห่างที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้ข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่รับ-ส่งกันในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะตามอุปกรณ์มาตรฐานที่ได้นำมาใช้ในการทดลองเก็บผลจริง

ตารางที่ 4.4 ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือน

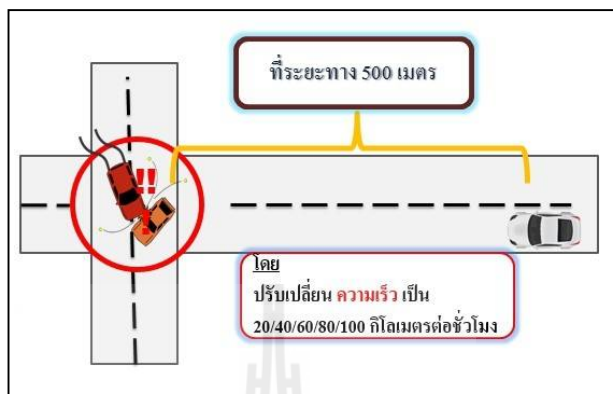
ระยะวัดจริง(เมตร)	ระยะคำนวณ(เมตร)	ความคลาดเคลื่อน(%)
500	498.94	0.212
400	398.94	0.265
300	299.83	0.057
200	200.00	0.000
100	99.59	0.410

ผลการทดลองพบว่าระยะห่างจากการคำนวณ โดยใช้ข้อมูลพิกัดจีพีเอสมีความใกล้เคียงกันกับระยะห่างจริงมาก ในกรณีที่ยานพาหนะทั้งสองคันหยุดนิ่ง และเราจะได้พิจารณาความแม่นยำของการคำนวณระยะห่าง ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายในส่วนต่อไป

4.4.3 การพิจารณาเหตุการณ์ที่อยู่ในสถานการณ์ต่างกัน

หลังจากทำการทดลองในรูปแบบกรณีที่ยานพาหนะทั้งสองหยุดนิ่งเพื่อตรวจสอบผลกระทบจากความคลาดเคลื่อนของการระบุตำแหน่งจีพีเอส เนื่องจากความคลาดเคลื่อนจากการระบุตำแหน่งจีพีเอสนั้นมีผลต่อการคำนวณตรวจสอบเส้นทางการเคลื่อนที่และการคำนวณค่าพารามิเตอร์ซึ่งใช้ในการตัดสินใจต่อสถานการณ์อันตราย ในส่วนนี้ได้นำเสนอผลการคำนวณตามอัลกอริทึมตามเนื้อหาในบทที่ 3 โดยทดลองเก็บพิกัดจีพีเอสผ่านระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ การทดลองนี้ได้ตั้งขอบเขตระยะการสื่อสารสูงสุดไว้ที่ 500 เมตร ทำการเก็บแพ็กเก็ตในยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่แต่ละครั้งจำนวน 10 แพ็กเก็ต ซึ่งแต่ละแพ็กเก็ตห่างกัน 50 มิลลิวินาที และใช้รูปแบบการส่งข้อมูลแบบ PVD แต่แยกสถานการณ์ที่พิจารณาแตกต่างกันไปทั้งหมด 3 กรณี ได้แก่ เมื่อยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ใช้ความเร็วแตกต่างกัน ระยะห่างของยานพาหนะทั้งสองแตกต่างกัน และมุมระหว่างเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะกับจุดอันตราย โดยจะทำการทดลองในแต่ละกรณีละ 50 ครั้งแล้วแสดงผลออกมาในรูปแบบของตารางดังต่อไปนี้

4.4.3.1 เมื่อยานพาหนะที่เคลื่อนที่ใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.3 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีใช้ความเร็วแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.5 ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน

ความเร็ว (กิโลเมตร/ ชั่วโมง)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากพิกัดจีพีเอส			
	ระยะห่างจริง (เมตร)	ค่าเฉลี่ย (เมตร)	ค่าสูงสุด (เมตร)	ค่าต่ำสุด (เมตร)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (เมตร)
20	494.44	489.70	491.85	487.27	1.45
40	488.89	484.30	486.33	482.36	1.15
60	483.33	481.80	485.32	479.17	2.35
80	477.78	478.60	482.70	475.35	2.32
100	472.22	475.76	479.38	473.22	2.15

ตารางที่ 4.6 ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน

ความเร็ว (กิโลเมตร/ ชั่วโมง)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากพิกัดจีพีเอส			
	มุมจริง (องศา)	ค่าเฉลี่ย (องศา)	ค่าสูงสุด (องศา)	ค่าต่ำสุด (องศา)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (องศา)
20	0.230	1.235	2.370	0.230	0.658
40	0.234	0.755	1.226	0.196	0.417
60	0.237	0.694	1.021	0.143	0.316
80	0.240	0.701	2.847	0.180	0.796
100	0.243	0.341	0.756	0.036	0.279

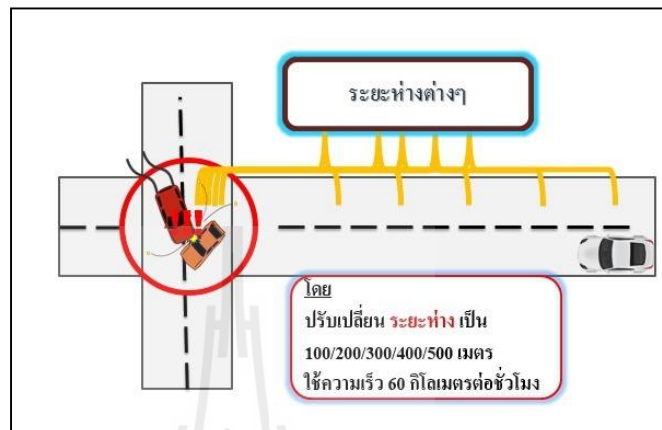
ตารางที่ 4.7 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน

ความเร็ว (กิโลเมตร/ ชั่วโมง)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากพิกัดจีพีเอส			
	ระยะเวลาคงเหลือ (วินาที)	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าสูงสุด (วินาที)	ค่าต่ำสุด (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (วินาที)
20	80.000	79.377	80.140	78.819	0.405
40	39.500	39.129	39.277	38.919	0.112
60	26.000	25.991	26.391	25.763	0.190
80	19.250	19.329	19.474	19.188	0.086
100	15.200	15.336	15.458	15.243	0.078

จากการทดลองนำค่าพิกัดจีพีเอสมาคำนวณหาระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายโดยพิจารณาทั้งหมด 5 ความเร็วพบว่าในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 มีความคลาดเคลื่อนไปจากความจริงน้อยมาก จากการนำพิกัดจีพีเอสคำนวณระยะห่างมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงไม่เกิน 10 เมตรจากระยะห่างประมาณเกือบ 500 เมตร โดยความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับทิศทางไม่เกิน 3 องศา และความคลาดเคลื่อนในการคำนวณระยะห่างระหว่างยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุแตกต่างกันเพียงไม่เกิน 2 วินาที โดยรวมแล้วถือว่าข้อมูลที่สามารถคำนวณได้จากการใช้ประโยชน์ของข้อมูลพิกัดจีพีเอสผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเพียง

พอที่จะตัดสินใจหลีกเลี่ยงไปใช้เส้นทางอื่นหรือระมัดระวังต่อความเสี่ยงที่จะประสบเหตุอันตราย
ได้ดีขึ้น

4.4.3.2 เมื่อยานพาหนะที่เคลื่อนที่อยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.4 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.8 ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่ออยู่ในระยะห่าง
ที่แตกต่างกัน

ระยะห่าง (เมตร)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากพิกัดจีพีเอส			
	ระยะห่างจริง (เมตร)	ค่าเฉลี่ย (เมตร)	ค่าสูงสุด (เมตร)	ค่าต่ำสุด (เมตร)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (เมตร)
100	88.33	90.43	95.47	88.37	2.05
200	183.33	188.16	189.72	185.87	1.27
300	283.33	286.07	288.65	279.82	2.60
400	383.33	385.50	387.65	384.48	0.96
500	483.33	483.29	487.30	480.26	2.46

ตารางที่ 4.9 ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน

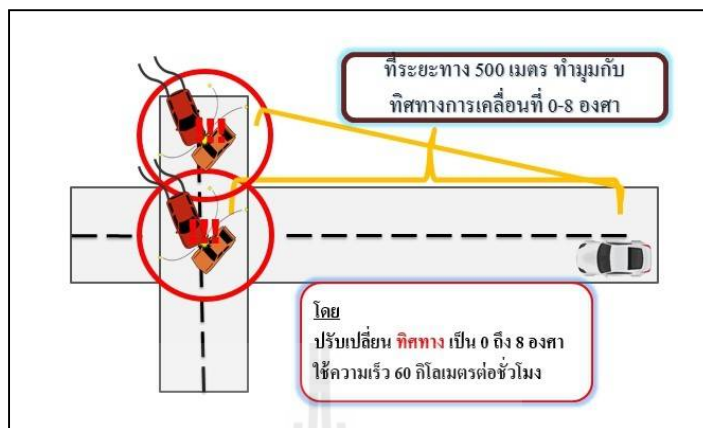
ระยะห่าง (เมตร)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากฟังก์ชันพีเอส			
	มุมจริง (องศา)	ค่าเฉลี่ย (องศา)	ค่าสูงสุด (องศา)	ค่าต่ำสุด (องศา)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (องศา)
100	1.374	1.211	2.814	0.211	0.786
200	0.625	0.854	1.709	0.066	0.553
300	0.404	0.268	0.708	0.044	0.192
400	0.299	0.456	1.385	0.055	0.416
500	0.237	0.404	0.806	0.101	0.234

ตารางที่ 4.10 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน

ระยะห่าง (เมตร)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากฟังก์ชันพีเอส			
	ระยะเวลาคงเหลือ (วินาที)	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าสูงสุด (วินาที)	ค่าต่ำสุด (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (วินาที)
100	1.999	2.428	2.734	2.303	0.124
200	7.998	8.294	8.388	8.152	0.077
300	13.997	14.166	14.319	13.789	0.157
400	19.996	20.139	20.265	20.069	0.060
500	25.995	26.006	26.249	25.840	0.147

จากการทดลองในส่วนนี้จะนำค่าฟังก์ชันพีเอสที่ได้มาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ดังเช่นในส่วนก่อนแต่จะเปลี่ยนระยะที่ใช้รับ-ส่งข้อมูล ตั้งแต่ 100-500 เมตร พบว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่คำนวณได้มีค่าความคลาดเคลื่อนไปจากความจริงเพียงเล็กน้อยและมีแนวโน้มของข้อมูลที่คล้ายกัน ดังเช่นในส่วนการใช้ความเร็วที่แตกต่างกันไปแต่ใช้ระยะเวลาการสื่อสารเท่าเดิม

4.4.3.3 เมื่อใช้ทิศทางระหว่างจุดอันตรายกับยานพาหนะที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.5 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.11 ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน

มุมของเส้นทางการเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุ (องศา)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากพิกัดจีพีเอส			
	ระยะห่างจริง (เมตร)	ค่าเฉลี่ย (เมตร)	ค่าสูงสุด (เมตร)	ค่าต่ำสุด (เมตร)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เมตร)
0	483.33	483.29	487.30	480.26	2.46
2	483.68	484.71	488.78	481.71	2.49
4	484.59	485.08	489.22	482.13	2.51
6	486.16	484.24	488.43	481.33	2.52
8	488.35	487.43	491.66	484.57	2.53

ตารางที่ 4.12 ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน

มุมของเส้นทางการเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุ (องศา)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากฟังก์ชันพีเอส			
	มุมจริง (องศา)	ค่าเฉลี่ย (องศา)	ค่าสูงสุด (องศา)	ค่าต่ำสุด (องศา)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (องศา)
0	0.237	0.404	0.806	0.101	2.460
2	2.187	2.567	3.125	1.989	0.397
4	4.132	4.937	5.509	4.356	0.396
6	6.185	6.973	7.557	6.389	0.395
8	8.222	8.879	9.474	8.293	0.394

ตารางที่ 4.13 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน

มุมของเส้นทางการเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุ (องศา)	ตำแหน่งจริง	การคำนวณจากฟังก์ชันพีเอส			
	ระยะเวลาคงเหลือ (วินาที)	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าสูงสุด (วินาที)	ค่าต่ำสุด (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วินาที)
0	25.995	26.006	26.249	25.840	0.147
2	26.184	26.359	26.658	26.121	0.180
4	26.847	27.383	27.808	26.923	0.341
6	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-

ผลจากการทดลองในส่วนนี้จะนำค่าฟังก์ชันพีเอสที่ได้มาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 เหมือนกันกับสองส่วนก่อนหน้า แต่จะเปลี่ยนมุมของจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะซึ่งได้รับข้อความเตือน ในการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่คำนวณได้มีค่าความคลาดเคลื่อนไปจากความจริงเพียงเล็กน้อยดังเช่นในสองส่วนก่อนหน้าเหมือนเดิม แต่แตกต่างกันไปในส่วนของมุมที่ 6 และ 8 ไม่สามารถแสดงค่าระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายได้ เนื่องจากระยะของขอบเขตอันตรายที่ตั้งไว้มีระยะ 50 เมตร ในส่วนของการทดลองในมุมที่ 6 และ 8

องศาเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะไม่ได้เคลื่อนที่เข้าไปในระยะขอบเขตอันตราย จึงทำให้ไม่สามารถคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายออกมาได้

4.5 สรุป

เนื้อหาในบทนี้ได้นำเสนอผลการทดลองต่างๆ เพื่อนำมายืนยันประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในการตรวจสอบทิศทางของจุดเกิดเหตุว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดเมื่อนำข้อมูลซึ่งผ่านการใช้งานจริงมาคำนวณ พร้อมทั้งคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับช่วยในการตัดสินใจเมื่อประสบกับสถานการณ์อันตราย จากการทดลองพบว่าอัลกอริทึมค่อนข้างมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูง เนื่องจากการคำนวณเพื่อตรวจสอบทิศทางทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุมีความถูกต้องแม่นยำสูง อีกทั้งในส่วนของ การคำนวณเพื่อบอกระยะห่างระหว่างยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุ ทิศทางของจุดเกิดเหตุเมื่อเทียบกับเส้นทางการเคลื่อนที่ และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ระยะอันตราย ค่าความคลาดเคลื่อนของพารามิเตอร์ทั้ง 3 นี้มีค่าค่อนข้างน้อย เมื่อกำหนดจากค่าพิกัดจีพีเอสจริง โดยในบทถัดไปจะเป็นการสรุปงานวิจัยทั้งหมด

บทที่ 5

สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปเนื้อหาวิทยานิพนธ์

ระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะได้ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายพอสมควรในต่างประเทศ และประเทศอเมริกามีแนวโน้มที่จะวางระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะให้เป็นข้อกำหนดสำหรับยานพาหนะทุกชนิดในปี ค.ศ. 2017 นี้ เพื่อให้การติดต่อสื่อสารเป็นไปได้อย่างเต็มรูปแบบ และสามารถใช้งานระบบสื่อสารไร้สายชนิดนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การใช้งานส่วนมากเป็นไปในแนวทางเดียวกันนั่นคือการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะบนท้องถนน เนื่องจากชีวิตและทรัพย์สินเป็นความสำคัญลำดับแรกที่ต้องคำนึงถึง แต่ไม่เพียงการใช้งานด้านความปลอดภัยเท่านั้น ยังมีการใช้งานที่ทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะชนิดต่างๆ เกิดความสะดวกสบาย เช่น บริการด้านข้อมูลจราจร เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นไปที่การใช้งานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย นั่นคือระบบเตือนการชน ในงานวิจัยที่ผ่านมา ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้งานทางด้านความปลอดภัยหลากหลายรูปแบบ แต่ถึงจะพยายามป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นอย่างไร ถึงกระนั้นผลจากเหตุสุดวิสัยต่างๆ ยังคงสามารถทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนขึ้นได้เสมอ หากเกิดอุบัติเหตุที่เป็นเหตุสุดวิสัยขึ้นแล้วจะสามารถลดผลกระทบของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไร งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชน โดยนำ ข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเทคโนโลยีจีพีเอสมาใช้ในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะมาใช้ประโยชน์ โดยหากเกิดอุบัติเหตุขึ้นที่ตำแหน่งใดๆ ก็ตาม ยานพาหนะที่ประสบเหตุจะทำการส่งข้อความเตือนไปยังยานพาหนะโดยรอบ ในข้อความเตือนจะส่งข้อมูลพิกัดจีพีเอสเพื่อบอกตำแหน่งของยานพาหนะที่ประสบเหตุไปด้วย ซึ่งข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ได้นั้นสามารถนำมาคำนวณตรวจจับทิศทางของรถเมื่อพิจารณาพร้อมกับจุดอันตราย พร้อมทั้งสามารถนำมาคำนวณระยะห่างและมุมระหว่างเส้นทางของยานพาหนะที่มีแนวโน้มกำลังเข้าใกล้จุดอันตราย จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการตรวจจับทิศทางของจุดอันตรายได้ และยังสามารถนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งมาใช้คำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย ดังที่ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับทิศทางและการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ไว้ในบทที่ 3 และทำการทดลองนำพิกัดตำแหน่งจริงมาคำนวณตามอัลกอริทึมเพื่อดูประสิทธิภาพของอัลกอริทึมเมื่อนำไปใช้งานจริงว่ามีความแม่นยำเพียงใด

ผลจากการทดลองในบทที่ 4 แสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอเมื่อนำข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ได้จากการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะมาคำนวณ พบว่าเมื่อพิจารณาการตรวจจับทิศทางจากการสุ่มพิกัดตำแหน่งจำนวน 1000 ครั้งในแต่ละช่วงความเร็วสามารถตัดการเตือนที่ไม่จำเป็นเนื่องจากยานพาหนะไม่ได้อยู่ในเส้นทางของอุบัติเหตุได้ถึง 50% โดยประมาณ ซึ่งทำให้ยานพาหนะนั้นๆ ไม่ต้องกังวลกับความถี่ของการจราจรจะเป็นไปได้ อย่างคล่องตัวยิ่งขึ้น ส่วนการตรวจจับผิดพลาดนั้นมีประมาณ 0.02% จากการสุ่มทั้งหมด ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลขที่ค่อนข้างน้อยมากๆ

ในส่วนของการคำนวณผลค่าพารามิเตอร์ที่ช่วยในการตัดสินใจทั้ง 3 คือ ระยะห่างระหว่างยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุ ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย เป็นไปในทิศทางที่ดี นั่นคือ ระยะห่างที่คลาดเคลื่อนจากความจริงมีค่าไม่เกิน 10 เมตร ทิศทางคลาดเคลื่อนไม่เกิน 3.5 องศา และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 วินาที

จากผลการวิจัยที่ได้นำเสนอในที่นี้มีความมุ่งหวังว่าหากผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถทราบข้อมูลที่สำคัญๆ เหล่านี้ จะช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดเหตุอันตรายพร้อมทั้งยังช่วยให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถตัดสินใจต่อสถานการณ์อันตรายได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการใช้งานระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะยังไม่ถูกนำมาใช้งานจริงในประเทศไทย ถูกใช้ในรูปแบบของงานวิจัยเป็นส่วนมาก อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารชนิดนี้จำเป็นต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ และความแม่นยำสูงเนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการใช้งานทางด้านความปลอดภัยเป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันราคาค่อนข้างสูงมากจึงยากต่อการใช้งานจริงในยานพาหนะต่างๆ คັນ หากในอนาคตอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาที่ต่ำลงย่อมง่ายต่อติดตั้ง และการใช้งานตามอัลกอริทึมก็จะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเมื่อในเวลานั้นยานพาหนะต่างๆ คັນสามารถติดต่อสื่อสารกันได้

5.3 แนวทางการพัฒนาในอนาคต

ในงานวิจัยนี้เพียงนำเสนอวิธีการตรวจจับทิศทางและแสดงผลทดสอบเมื่อนำมาคำนวณจากข้อมูลพิกัดจีพีเอสจริง แต่ทุกการคำนวณยังคงอยู่ในรูปแบบของกระบวนการ หากสามารถนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมที่ติดตั้งจริงในยานพาหนะ จะทำให้การใช้งานยานพาหนะของผู้ขับขี่ทุกๆ ราย มีความปลอดภัยและสะดวกสบายยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

- Dang, Ruina; Ding, Jieyun; Su, Bo; Yao, Qichang; Tian, Yuanmu; Li, Keqiang, **A lane change warning system based on V2V communication**, Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2014 IEEE 17th International Conference on , vol., no., pp.1923,1928, 8-11 Oct. 2014
- Jie Yang; Jie Wang; Benyuan Liu, **An Intersection Collision Warning System Using Wi-Fi Smartphones in VANET**, Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 2011), 2011 IEEE , vol., no., pp.1,5, 5-9 Dec. 2011
- Maruoka, T.; Sato, Y.; Nakai, S.; Wada, T.; Okada, H., **An Extended Collision Judgment Algorithm for Vehicular Collision Avoidance Support System (VCASS) in Advanced ITS**, Vehicular Technology Conference, 2008. VTC 2008-Fall. IEEE 68th , vol., no., pp.1,5, 21-24 Sept. 2008
- Rafiq, G.; Talha, B.; Patzold, M.; Gato Luis, J.; Ripa, G.; Carreras, I.; Coviello, C.; Marzorati, S.; Perez Rodriguez, G.; Herrero, G.; Desaeger, M., **What's New in Intelligent Transportation Systems?: An Overview of European Projects and Initiatives**, Vehicular Technology Magazine, IEEE , vol.8, no.4, pp.45,69, Dec. 2013
- Saif Al-Sultan; Moath M. Al-Doori; Ali H. Al-Bayatti; HussienZedan, **A comprehensive survey on vehicular Ad Hoc network**, Journal of Network and Computer Application ,ELSEVIER, vol., no., pp.380,392, 23 March 2013
- Sebastian, A.; Maolin Tang; Yanming Feng; Looi, M., **Multi-vehicles interaction graph model for cooperative collision warning system**, Intelligent Vehicles Symposium, 2009 IEEE , vol., no., pp.929,934, 3-5 June 2009
- Shimonaka, Y.; Tasaka, S.; Hatta, Y.; Wada, T.; Okada, H., **Accuracy Improvement of Vehicular Collision Avoidance Support System (VCASS) for the next generation ITS**, Wireless Communications and Networking Conference, 2007.WCNC 2007. IEEE , vol., no., pp.2517,2522, 11-15 March 2007

- Takai, I.; Harada, T.; Andoh, M.; Yasutomi, K.; Kagawa, K.; Kawahito, S., **Optical Vehicle-to-Vehicle Communication System Using LED Transmitter and Camera Receiver**, Photonics Journal, IEEE , vol.6, no.5, pp.1,14, Oct. 2014
- Tani, Y.; Haokun Wang; Fukumoto, K.; Wada, T.; Okada, H., **Effective algorithms for Substitution Vehicular Collision Avoidance Support System (S-VCASS)**, Computing, Networking and Communications (ICNC), 2012 International Conference on , vol., no., pp.77,81, Jan. 30 2012-Feb. 2 2012
- Vivek, N.; Srikanth, S.V.; Raju, K.; Vamsi Krishna, T.P.; Saurabh, P., **Safety Alert & Advisory Information system using vehicular communication (SAVER)**, Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE), 2014 , vol., no., pp.1,5, 9-11 May 2014
- Willke, T.L.; Tientrakool, P.; Maxemchuk, N.F., **A survey of inter-vehicle communication protocols and their applications**, Communications Surveys & Tutorials, IEEE , vol.11, no.2, pp.3,20, Second Quarter 2009
- Woong Cho; Kyeong-Soo Han; Hyun Kyun Choi; Hyun Seo Oh, **Realization of anti-collision warning application using V2V communication**, Vehicular Networking Conference (VNC), 2009 IEEE , vol., no., pp.1,5, 28-30 Oct. 2009
- Yongquan Chen; Yuandong Sun; Ning Ding; Wing Kwong Chung; Huihuan Qian; Guoqing Xu; Yangsheng Xu, **A real-time vehicle safety system**, System Integration (SII), 2012 IEEE/SICE International Symposium on , vol., no., pp.957,962, 16-18 Dec. 2012
- Yunpeng Wang; Wenjuan, E.; Daxin Tian; Guangquan Lu; Guizhen Yu; Yifan Wang, **Vehicle collision warning system and collision detection algorithm based on vehicle infrastructure integration**, Advanced Forum on Transportation of China (AFTC 2011), 7th , vol., no., pp.216,220, 22-22 Oct. 2011

ภาคผนวก ก

ข้อมูลโค้ดโปรแกรมแม่แบบที่ใช้ในการทดลอง



Code matlab for experimentation.

```

clearall;clc;
xv=input('xv = '); % moving vehicle
yv=input('yv = ');
x=input('xm = '); % message
y=input('ym = ');
v=input('velocity = ');
rd_m=input('rd(m) = ');

xva=sum(xv)/length(xv); % average GPS position that we got
yva=sum(yv)/length(yv);

xr=xva-xv(1); % for check theda
yr=yva-yv(1);

d1=((x-xv(1)).^2+(y-yv(1)).^2).^(1/2); % for check directions
d2=((x-xva).^2+(y-yva).^2).^(1/2);

d0=d2-d1 % directional condition

if d0<0 % check condition : backward or toward

ifxr==0
ifyr>0
theda=90
else
theda=270
end

```

```
else
ifyr==0
ifxr>0
theda=0
else
theda=180
end
else
ifxr>0 % check quadrant(q) of degree
ifyr>0
theda=((atan(yr/xr)*180)/pi) %q1
else
theda=360-(atan(yr/xr)*180)/pi %q4
end
else
ifyr>0
theda=180-(atan(yr/xr)*180)/pi %q2
else
theda=180+(atan(yr/xr)*180)/pi %q4
end
end
end
end
```

```

xm=x-xv(1) % make xx to be new origin of new coordinates
ym=y-yv(1) % make yy to be new origin of new coordinates

```

```

%-----

```

```

% find new position in new coordinates

```

```

Xar_ag=xm*cos(theda*pi/180)+ym*sin(theda*pi/180)
Yar_ag=-xm*sin(theda*pi/180)+ym*cos(theda*pi/180)

```

```

%-----

```

```

% change angular coordinates to rectangular coordinate

```

```

Xar=Xar_ag*107551
Yar=Yar_ag*110649

```

```

%-----

```

```

Real_distance=((Xar-(v*5/18)).^2+(Yar).^2).^(1/2)

```

```

Real_angle=abs(atan(Yar/(Xar-(v*5/18))))*180/pi)

```

```

ifatan(Yar/(Xar-(v*5/18)))>0

```

```

char('accident in left hand side')

```

```

else

```

```

char('accident in right hand side')

```

```

end

%-----

else
char('walk out from the obstack')
end

%-----

% calculate the remaining Time

z1=1;

z2=(-2*Xar);

z3=(Xar^2+Yar^2)-rd_m^2;

H=tf([z1 z2 z3],[1]);

ans=zero(H);

Pd=ans(2,1);

Tr=(Pd-(v*5/18))/(v*5/18) % Remaining time

%-----

```


ภาคผนวก ข

ผลการคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ จากข้อมูลพิกัดจีพีเอส



การเปลี่ยนแปลงความเร็ว

20 กม./ชม.	ระยะทาง(เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	494.44	491.85	80	79.7937	0.23	1.47
2	494.44	490.83	80	79.5616	0.23	1.32
3	494.44	489.94	80	79.1954	0.23	0.23
4	494.44	489.06	80	79.3918	0.23	1.73
5	494.44	490.18	80	79.3556	0.23	1.02
6	494.44	489.46	80	79.1384	0.23	0.55
7	494.44	491.31	80	80.1397	0.23	2.37
8	494.44	487.27	80	78.8192	0.23	0.97
9	494.44	487.76	80	78.8640	0.23	0.76
10	494.44	489.38	80	79.5140	0.23	1.93

40 กม./ชม.	ระยะทาง(เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	488.89	483.98	39.5000	39.1276	0.234	1.094
2	488.89	482.36	39.5000	38.9188	0.234	0.341
3	488.89	484.26	39.5000	39.0857	0.234	0.196
4	488.89	485.02	39.5000	39.1664	0.234	0.508
5	488.89	483.34	39.5000	39.0588	0.234	1.004
6	488.89	485.19	39.5000	39.2552	0.234	1.226
7	488.89	485.19	39.5000	39.2552	0.234	1.226
8	488.89	486.33	39.5000	39.2765	0.234	0.335
9	488.89	483.74	39.5000	39.0503	0.234	0.482
10	488.89	483.58	39.5000	39.0970	0.234	1.136



60 กม./ชม.	ระยะทาง(เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	483.33	484.13	26.0000	26.0611	0.237	0.595
2	483.33	479.27	26.0000	25.7632	0.237	0.436
3	483.33	479.75	26.0000	25.8304	0.237	1.021
4	483.33	482.07	26.0000	25.9588	0.237	0.950
5	483.33	479.21	26.0000	25.7726	0.237	0.726
6	483.33	482.12	26.0000	25.9656	0.237	1.000
7	483.33	482.52	26.0000	25.9521	0.237	0.143
8	483.33	485.32	26.0000	26.1487	0.237	0.873
9	483.33	484.44	26.0000	26.0694	0.237	0.283
10	483.33	479.17	26.0000	26.3909	0.237	0.914



80 กม./ชม.	ระยะทาง(เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	477.78	476.02	19.2500	19.1884	0.240	0.793
2	477.78	475.72	19.2500	19.1898	0.240	0.898
3	477.78	475.35	19.2500	19.3809	0.240	2.847
4	477.78	480.08	19.2500	19.3519	0.240	0.446
5	477.78	479.47	19.2500	19.3389	0.240	0.670
6	477.78	478.72	19.2500	19.2933	0.240	0.180
7	477.78	479.24	19.2500	19.3220	0.240	0.466
8	477.78	482.69	19.2500	19.4740	0.240	0.314
9	477.78	480.28	19.2500	19.3637	0.240	0.202
10	477.78	478.48	19.2500	19.2826	0.240	0.197



100 กม./ชม.	ระยะทาง(เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	472.22	476.12	15.2000	15.3389	0.243	0.209
2	472.22	474.18	15.2000	15.2830	0.243	0.756
3	472.22	475.97	15.2000	15.3909	0.243	0.520
4	472.22	474.00	15.2000	15.2604	0.243	0.063
5	472.22	475.83	15.2000	15.3311	0.243	0.237
6	472.22	475.75	15.2000	15.3389	0.243	0.725
7	472.22	473.22	15.2000	15.2434	0.243	0.584
8	472.22	473.83	15.2000	15.2581	0.243	0.036
9	472.22	479.31	15.2000	15.4560	0.243	0.195
10	472.22	479.38	15.2000	15.4578	0.243	0.081



การเปลี่ยนแปลงระยะห่าง

100 เมตร	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	88.33	95.47	1.9994	2.7343	1.374	2.814
2	88.33	90.68	1.9994	2.4433	1.374	1.948
3	88.33	91.11	1.9994	2.4688	1.374	1.883
4	88.33	91.31	1.9994	2.4789	1.374	0.906
5	88.33	90.34	1.9994	2.4209	1.374	0.774
6	88.33	89.10	1.9994	2.3459	1.374	0.211
7	88.33	89.30	1.9994	2.3584	1.374	0.460
8	88.33	88.52	1.9994	2.3119	1.374	1.107
9	88.33	88.37	1.9994	2.3030	1.374	1.166
10	88.33	90.15	1.9994	2.4097	1.374	0.841

200 เมตร	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	183.33	189.05	7.9982	8.3514	0.625	1.311
2	183.33	188.60	7.9982	8.3212	0.625	1.039
3	183.33	187.49	7.9982	8.2521	0.625	0.787
4	183.33	189.72	7.9982	8.3877	0.625	0.995
5	183.33	189.55	7.9982	8.3835	0.625	1.455
6	183.33	186.96	7.9982	8.2311	0.625	1.709
7	183.33	185.87	7.9982	8.1521	0.625	0.066
8	183.33	188.88	7.9982	8.3328	0.625	0.097
9	183.33	186.97	7.9982	8.2192	0.625	0.501
10	183.33	188.48	7.9982	8.3103	0.625	0.582



300 เมตร	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	283.33	288.32	13.9970	14.2990	0.404	0.044
2	283.33	287.54	13.9970	14.2524	0.404	0.144
3	283.33	288.65	13.9970	14.3194	0.404	0.191
4	283.33	286.65	13.9970	14.2010	0.404	0.423
5	283.33	288.15	13.9970	14.2955	0.404	0.708
6	283.33	286.08	13.9970	14.1659	0.404	0.293
7	283.33	284.78	13.9970	14.0873	0.404	0.222
8	283.33	279.82	13.9970	13.7893	0.404	0.116
9	283.33	284.84	13.9970	14.0905	0.404	0.168
10	283.33	285.91	13.9970	14.1563	0.404	0.368



400 เมตร	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	383.33	384.63	19.9958	20.0962	0.299	0.879
2	383.33	385.74	19.9958	20.1484	0.299	0.408
3	383.33	385.63	19.9958	20.1839	0.299	1.385
4	383.33	384.80	19.9958	20.0940	0.299	0.504
5	383.33	385.95	19.9958	20.1572	0.299	0.094
6	383.33	385.94	19.9958	20.1618	0.299	0.466
7	383.33	384.52	19.9958	20.0712	0.299	0.055
8	383.33	385.70	19.9958	20.1430	0.299	0.211
9	383.33	384.48	19.9958	20.0690	0.299	0.060
10	383.33	387.65	19.9958	20.2648	0.299	0.496



500 เมตร	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	483.33	484.75	25.9946	26.0937	0.237	0.480
2	483.33	486.66	25.9946	26.2103	0.237	0.528
3	483.33	487.30	25.9946	26.2486	0.237	0.524
4	483.33	480.84	25.9946	25.8678	0.237	0.674
5	483.33	480.26	25.9946	25.8401	0.237	0.806
6	483.33	483.93	25.9946	26.0360	0.237	0.101
7	483.33	484.01	25.9946	26.0441	0.237	0.312
8	483.33	480.96	25.9946	25.8590	0.237	0.173
9	483.33	481.53	25.9946	25.8934	0.237	0.218
10	483.33	482.70	25.9946	25.9641	0.237	0.220



การเปลี่ยนแปลงทิศทางจุดอันตรายกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

0 องศา	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	483.33	484.75	25.9946	26.0937	0.237	0.480
2	483.33	486.66	25.9946	26.2103	0.237	0.528
3	483.33	487.30	25.9946	26.2486	0.237	0.524
4	483.33	480.84	25.9946	25.8678	0.237	0.674
5	483.33	480.26	25.9946	25.8401	0.237	0.806
6	483.33	483.93	25.9946	26.0360	0.237	0.101
7	483.33	484.01	25.9946	26.0441	0.237	0.312
8	483.33	480.96	25.9946	25.8590	0.237	0.173
9	483.33	481.53	25.9946	25.8934	0.237	0.218
10	483.33	482.70	25.9946	25.9641	0.237	0.220

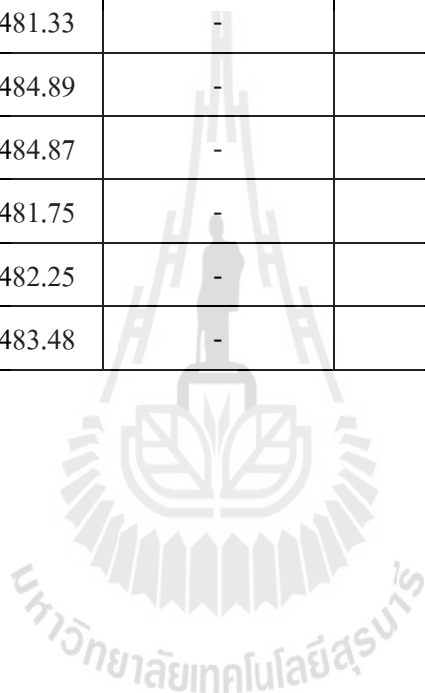
2 องศา	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	483.68	486.21	26.1836	26.4918	2.187	2.777
2	483.68	488.11	26.1836	26.6185	2.187	2.816
3	483.68	488.78	26.1836	26.6583	2.187	2.809
4	483.68	482.29	26.1836	26.3054	2.187	2.989
5	483.68	481.71	26.1836	26.3067	2.187	3.125
6	483.68	485.35	26.1836	26.3548	2.187	2.402
7	483.68	485.39	26.1836	26.2814	2.187	1.989
8	483.68	482.32	26.1836	26.1209	2.187	2.143
9	483.68	482.86	26.1836	26.1457	2.187	2.096
10	483.68	484.06	26.1836	26.3025	2.187	2.528



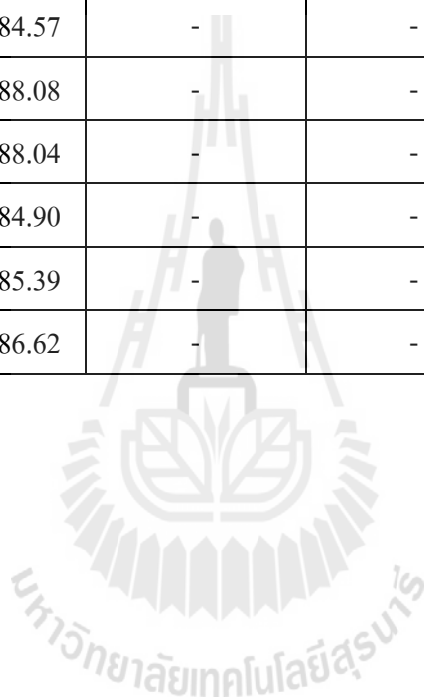
4 องศา	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	484.59	486.62	26.8473	27.6099	4.132	5.139
2	484.59	488.50	26.8473	27.7675	4.132	5.169
3	484.59	489.22	26.8473	27.8077	4.132	5.159
4	484.59	482.70	26.8473	27.5503	4.132	5.371
5	484.59	482.13	26.8473	27.6593	4.132	5.509
6	484.59	485.72	26.8473	27.2735	4.132	4.769
7	484.59	485.73	26.8473	27.0348	4.132	4.356
8	484.59	482.63	26.8473	26.9232	4.132	4.525
9	484.59	483.16	26.8473	26.9302	4.132	4.475
10	484.59	484.37	26.8473	27.2722	4.132	4.902



6 องศา	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	วัดจริง	คำนวณ
1	486.16	485.81	-	-	6.185	7.168
2	486.16	487.69	-	-	6.185	7.191
3	486.16	488.43	-	-	6.185	7.177
4	486.16	481.90	-	-	6.185	7.417
5	486.16	481.33	-	-	6.185	7.557
6	486.16	484.89	-	-	6.185	6.802
7	486.16	484.87	-	-	6.185	6.389
8	486.16	481.75	-	-	6.185	6.571
9	486.16	482.25	-	-	6.185	6.519
10	486.16	483.48	-	-	6.185	6.940



8 องศา	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิภัก)	วัดจริง	คำนวณ
1	488.35	489.03	-	-	8.222	9.067
2	488.35	490.89	-	-	8.222	9.083
3	488.35	491.66	-	-	8.222	9.066
4	488.35	485.13	-	-	8.222	9.331
5	488.35	484.57	-	-	8.222	9.474
6	488.35	488.08	-	-	8.222	8.705
7	488.35	488.04	-	-	8.222	8.293
8	488.35	484.90	-	-	8.222	8.487
9	488.35	485.39	-	-	8.222	8.434
10	488.35	486.62	-	-	8.222	8.850



ภาคผนวก ค

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา



รายชื่อบทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

Boonphoka, T., Uthansakul, M., Uthansakul, P., (2014). **Vehicle Direction Detection based GPS for V2V Warning Decision**. International Technical Conference on Circuits/Systems Computers and Communications (ITC-CSCC 2014 Conference), Phuket, Thailand, July 1-4, 2014

Boonphoka, T., Uthansakul, M., Uthansakul, P., (2014). **Remaining Time Improvement of V2V Communication Based GPS Direction Detection**. Asia Pacific Conference on Communications (APCC 2014 Conference), Pattaya, Thailand, October 1-3, 2014

Boonphoka, T., Uthansakul, M., Uthansakul, P., (2015). **GPS-Aided V2V Collision Warning Systems**. South East Asian Technical University Consortium (SEATUC 2015 Conference), NakhonRatchasima, Thailand, July 27-30, 2015 (Accepted)



Remaining Time Improvement of V2V Communication Based GPS Direction Detection

Terut Boonphoka, Peerapong Uthansakul, Monthippa Uthansakul

School of Telecommunication Engineering, SuranareeUniversity of Technology
Muang, NakhonRatchasima, Thailand 30000

Email: M5640263@g.sut.ac.th,uthansakul@sut.ac.th and mtp@sut.ac.th

Abstract—Mobile communication technology has been developed rapidly and extensively. For 5G technology, various applications used by one device have been integrated largely into the same approach. Vehicle-to-Vehicle (V2V) communication is one candidate technology which is developed along with other 5G techniques. Applications for the vehicle communication require the high accuracy, such as safety warning. In this paper, the improvement of time remaining before getting in the dangerous area is proposed by using the GPS detection of moving direction. This GPS technology has been already registered in 5G technology in which all devices have to include it inside the hardware platform. The simulation results show that the remaining time in various situations is improved. This method expects to decrease road accident and traffic jam in urban.

Keywords—Vehicle Communication; Direction detection; remaining time; V2V Communication; ITS

I. INTRODUCTION

Intelligent Transportation System (ITS) is the advanced application which aims to provide the innovative services relating to different modes of transportation and traffic management and enable various users to be better informed and make safer more than the old transportation systems. Nowadays, many countries have utilized this technology into a practical implementation. Various forms of wireless communications applications have been proposed for intelligent transportation systems, such as automatic road enforcement, variable speed limit, dynamic traffic light sequence and cooperative systems on the road [1]-[3]. ITS becomes intelligent by embedding them with microchips and sensors and empowering them to communicate with each other through wireless communication technologies. ITS brings significant improvement in transportation system performance, including reduced congestion and increased safety from the accidental. This technology can be classified into two major group of communication including Vehicle-to-Vehicle communication and Vehicle-to-Infrastructure (V2I). Both are dedicated short-range communications (DSRC) devices. DSRC works in 5.9 GHz band with bandwidth of 75 MHz and approximate range of 1000 m [4].

The vehicle-to-vehicle (V2V) communications is the dynamic wireless exchange of data among neighbor vehicles that offers the opportunity for significant safety improvements, vehicle-based data regarding position, speed,

and location. In April 2014 it was reported that U.S. regulators were close to approving V2V standards for the U.S. market, and that officials were planning for the technology to become mandatory by 2017 [5]. With this evidence, the integration of V2V and other 5G technique is considered.

The V2V communication systems may communicate by the signal of its own V2V antenna and by the signal from V2V antennas of the neighboring vehicles, shown in Fig. 1. The parameters of the IEEE 802.11p WAVE standard which define V2V communications are shown in Table I. [6]

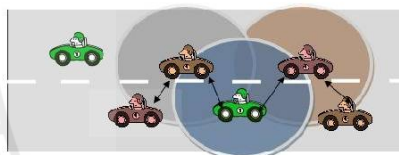


Fig. 1 Illustration of V2V communication model.

TABLE I. PARAMETERS OF 802.11P WAVE STANDARD [6]

Table Head	Value
Bit rate	3-27 Mbps
Range	< 1000 m
Transmitted Power	2W EIRP
Bandwidth	20 MHz
Spectrum	30 MHz
Frequency	5.86-5.92 GHz

From Table I, if we can improve bit rate and range of V2V communication system, the application used in V2V communication system will become a higher quality too.

The 5th Generation mobile communication technology (5G) is the next major phase of mobile telecommunications standards beyond the current 4G/IMT-Advanced standards. The 5G standard leads to the consequence that its relevant technological innovation is still widely open, for identifying innovations opportunity. On 12 May 2013, Samsung Electronics stated that they have developed the world's first 5G system. The core technology has a maximum speed of tens

of Gbps (gigabits per second). In testing, the transfer speeds for the 5G network sent data at 1.056 Gbps to a distance of up to 2 kilometers, with the use of an 8x8 MIMO [7]. If we apply the vehicle communications work together with 5G wireless network, various applications for vehicle communications will be increase in high performance, Such as a safety applications for vehicle communication.

For road accidents, they can be unpredictable at all, such as blow out situation, accident from driver sleep without closing eyes. Hence, the warning applications have to be functioned for V2V. Whether the accident or traffic jam situation, the warning message aims to inform other vehicle about the location of problems by taking advantage of GPS which is existing in 5G communication. After that, we can know the direction of the moving vehicle from direction detection method. Then, we assume the problem positions from warning message has boundary, dangerous area. Finally, the remaining time before getting in the dangerous area can be estimate.

The proposed method of direction detection is described in section II. The simulation of estimating the remaining time before getting in the dangerous area is shown in section III. Then, we conclude this paper in Section IV.

II. PROPOSED METHOD

A. Direction detection

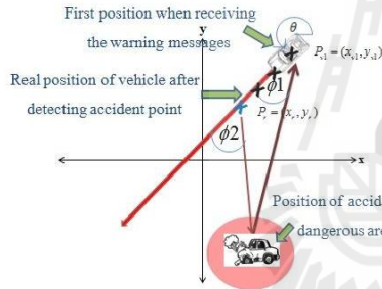


Fig. 2 Illustration of the accident model.

The vehicle receives the warning message from accidental vehicle via V2V communication for either one or multiple hops were shown in fig.2. Anywise, the vehicle is always moving while receiving the warning message. Then, the position when receiving message is not the same position when processing the data. Hence, we collect more than one point to use in method. By using GPS benefits, the vehicle realizes the location of the accidental vehicle as well as itself ($P_v = (x, y)$). This paper utilizes these GPS locations to find the moving direction of the moving vehicle related to the accident point ($P_{accident} = (x, y)$). Firstly, the GPS positions of the vehicle is average by

$$P_{va} = \left(\frac{\sum x_i}{i}, \frac{\sum y_i}{i} \right) = (x_{va}, y_{va}) \quad (1)$$

Then, the distances between accidental point and moving vehicle are calculated in (2) and (3).

$$d_f = \sqrt{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2} \quad (2)$$

$$d_a = \sqrt{(x_{va} - x)^2 + (y_{va} - y)^2} \quad (3)$$

From (2) and (3), d_f is the distance between accidental point and first position receiving warning message, d_a is the distance between accidental point and the averaged positions of the moving vehicle. If $d_f < d_a$, it means that the vehicle move backward to the accident area. In turn, if $d_f > d_a$, it means that the vehicle move forward from the accident area. The calculated of distance as in (2) and (3). Then, we show the sample situation of toward and backward direction in Fig. 3.

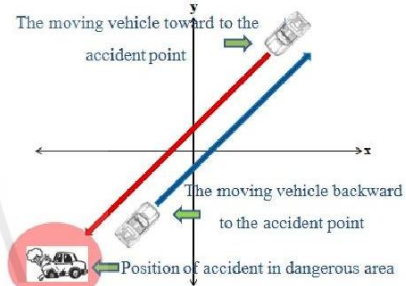


Fig.3 The direction of moving vehicle.

B. Estimation of the moving direction

By relocating P_{v1} to the origin point, all positions are related to the accidental point. The new coordinates are shown by

$$P_{vehicle,new} = (x_{v1} - x_{v1}, y_{v1} - y_{v1}) = (0,0) \quad (4)$$

$$P_{accident,new} = P_{an} = (x - x_{v1}, y - y_{v1}) \quad (5)$$

After that, we find the moving direction θ by

$$\theta = \left| \tan^{-1} \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \right) \right| = \left| \tan^{-1} \left[\frac{(y_{va} - y_{v1})}{(x_{va} - x_{v1})} \right] \right| \quad (6)$$

Then, we check θ by this condition.

- If $\Delta x \in R^+, \Delta y \in R^+; 0 < \theta < 90^\circ$
 $\theta_r = \theta$
- Else if $\Delta x \in R^-, \Delta y \in R^+; 90^\circ < \theta < 180^\circ$
 $\theta_r = 180^\circ - \theta$
- Else if $\Delta x \in R^-, \Delta y \in R^-; 180^\circ < \theta < 270^\circ$
 $\theta_r = 180^\circ + \theta$
- Else $\Delta x \in R^+, \Delta y \in R^-; 270^\circ < \theta < 360^\circ$
 $\theta_r = 360^\circ - \theta$

From the rotation equation of axis is shown in Fig.4.

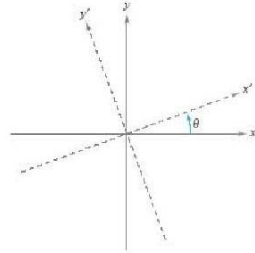


Fig.4 The rotation of axis.

We use this knowledge to move the position of accident point [8], [9].

$$x = x' \cos \theta - y' \sin \theta \quad (7)$$

$$y = x' \sin \theta + y' \cos \theta \quad (8)$$

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (9)$$

$$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta \quad (10)$$

Hence, we can find P_{an} in new coordinate and change name to be $P_{ar} = (x_{ar}, y_{ar})$ (Position of accident after rotate the axis)

$$x_{ar} = x_{an} \cos \theta_r + y_{an} \sin \theta_r \quad (11)$$

$$y_{ar} = -x_{an} \sin \theta_r + y_{an} \cos \theta_r \quad (12)$$

Finally, all positions after relocating the axis are shown in Fig.5.

Next the real distance and real angle between the moving vehicle and accident point can be estimated by taking into account of time, velocity (v) and number of positions (n_p) (assume $n_p = 3$, GPS generate positions in every 1 second and v =velocity (km/hr)). The estimated real distance (d_2) and the estimated real angle can be expressed in (15) and (16).

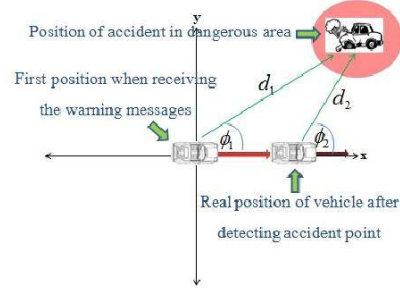


Fig.5 All positions after relocating the axis.

$$d_1 = \sqrt{(x_{ar})^2 + (y_{ar})^2} \quad (13)$$

$$\phi_1 = \left| \tan^{-1} \left(\frac{y_{ar}}{x_{ar}} \right) \right| \quad (14)$$

$$d_2 = \sqrt{\left(x_{ar} - \left(\frac{v \cdot n_p \cdot 5}{18} \right) \right)^2 + (y_{ar})^2} \quad (15)$$

$$\phi_2 = \left| \tan^{-1} \left(\frac{y_{ar}}{x_{ar} - \left(\frac{v \cdot n_p \cdot 5}{18} \right)} \right) \right| \quad (16)$$

Equation(13) and (14) is the estimation of distance and angle between the directions of moving vehicle with the accident point at the first time receiving warning message. In this paper, we assume that GPS generates the locations in the worst case, the low cost GPS generates the locations in every 1 second and the obtained numbers of positions for proposed method are 3 points. If we use a faster frequency and a larger number of positions, then the error of difference distance and angle between estimated and real value will be decreased [10].

III. SIMULATION AND RESULTS OF REMAINING TIME ESTIMATION

By using benefits of direction detection method, the remaining time (t_r) can be estimated from the moving direction of the vehicle related to the incident area. Then, we can calculate t_r from the locations of them in (17) – (26)

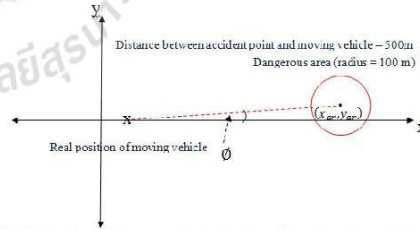


Fig.6 Illustration of dangerous area and real position of moving vehicle.

From circle equation at dangerous area

$$(x - x_{ar})^2 + (y - y_{ar})^2 = r_d^2 \quad (17)$$

And direction of the moving vehicle is

$$y = mx + c \quad (18)$$

The direction of vehicle is moving on x axis; $m = 0, c = 0$

$$\text{So } y = 0$$

Use $y = 0$ in (17)

$$(x - x_{ar})^2 + y_{ar}^2 = r_d^2 \quad (19)$$

$$x^2 - 2x_{ar}x + x_{ar}^2 + y_{ar}^2 = r_d^2 \quad (20)$$

$$x^2 - 2x_{ar}x + [x_{ar}^2 + y_{ar}^2 - r_d^2] = 0 \quad (21)$$

From $ax^2 + bx + c = 0 \quad (22)$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\text{Hence } x = \frac{2x_{ar} \pm \sqrt{2x_{ar}^2 - 4(1)(x_{ar}^2 + y_{ar}^2 - r_d^2)}}{2(1)} \quad (24)$$

$$\text{If } x_1 > x_2$$

$$x_c = x_2$$

$$\text{Else } x_1 \leq x_2$$

$$x_c = x_1$$

$$d_3 = x_c - \frac{v \cdot 5 \cdot m_p}{18} \quad (25)$$

$$t_r = \frac{d_3}{v(m/s)} \quad (26)$$

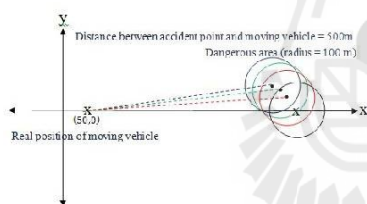


Fig.7 All positions of dangerous area (radius = 100m) and real position of moving vehicle.

TABLE II. REMAINING TIME VERSUS ANGLE OF DIRECTION ($r_d = 100m$)

ϕ	$r_d = 100m, \text{ velocity} = 60km/hr$	
	t_r	p_{ar}
0°	24	(550,0)
5°	24.4857	(548.1,43.58)
10°	26.5667	(542.4,86.82)
15°	-	(532.96,129.41)

First, we assume the situation of the accident and dangerous area is 100 meters in Fig.7. The distance between accident points and real position of moving vehicle is 500 meters. The remaining time in different angle of direction are shown in TABLE II.

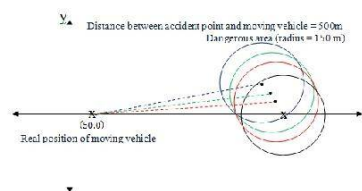


Fig.8 All positions of dangerous area (radius = 150m) and real position of moving vehicle.

TABLE III. REMAINING TIME VERSUS ANGLE OF DIRECTION ($r_d = 150m$)

ϕ	$r_d = 150m, \text{ velocity} = 60km/hr$	
	t_r	p_{ar}
0°	21	(550,0)
5°	21.2742	(548.1,43.58)
10°	22.2048	(542.4,86.82)
15°	24.4267	(532.96,129.41)

Then in Fig.8, we change radius of the dangerous area to be 150m, but other parameters are as same as in Fig.7. The remaining time in different angle of direction are shown in TABLE III.

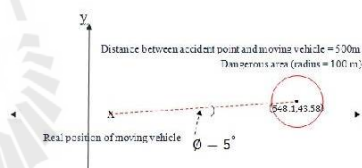


Fig.9 The positions of dangerous area (radius = 100m, angle = 5 degree) and real position of moving vehicle.

TABLE IV. REMAINING TIME VERSUS VELOCITY ($r_d = 100m$)

velocity	$r_d = 100m$	
	t_r	ϕ
30km/hr	51.9142	5°
60km/hr	24.4857	5°
90km/hr	16.3228	5°
120km/hr	10.7429	5°

Finally, we fix the angle of direction to the accident point in 5° , the distance between accident points and real position of moving vehicle is 500 meters, in Fig.9. But we calculate t_r with different velocity. The results of t_r are shown in TABLE IV.

From all of simulations, the results in the same of radius range inform high degree of the angle between the moving vehicle and accident point which can get high t_r too. In different radius of dangerous area, 100 meters can get t_r more than 150 meters. It means that 100 meters has the remaining time to decision more than 150 meters, but the result in 15° can detect the dangerous area only from 150 meters. So if we want to ensure the detection of dangerous area, we have to use high degree. However, high opportunity of detection is changed by increasing of t_r . Finally, if we use lower of speed, then the getting higher t_r is obtained.

IV. CONCLUSIONS

At first, this paper proposed the novel method to estimate the moving direction of the vehicle related to the accidental point in urban area. Because the street in downtown has little is curved paths. Hence, the moving direction enables us to limit the scope to make a decision after getting the warning message sent from the accident point. If we use a faster frequency and a larger number of positions, then the error of difference distance and angle between estimated and real value will be decreased.

Secondly, we have simulated the various scenarios of accident. The accident points have dangerous area which is assumed that radiuses of dangerous area are 100 meters and 150 meter. From the result of all simulation the situation, high degree of the angle between the moving vehicle and accident point can get high t_r . The 100 meters has remaining time to decision more than 150 meters. Whereas, 15° can detect the dangerous area only from 150 meters, high opportunity of detection exchanged by increasing of t_r . Finally, the low speed of vehicle gets high t_r . Hence, we have time of decision to avoid moving to the dangerous area. Also, the known t_r helps driver to realize the remaining time to make a faster decisions which this increases a traffic security. The actual experiments of the proposed method are undertaking.

In V2V communication, the safety applications are important issue to develop. This paper presents the proposed method in safety application. However, the effectiveness of equipment and network in V2V communication requires high accuracy of GPS, high bit rate, wide range of communication. If the proposed method works together with 5G technology, the high utilization of network for safety approach in the future can be obtained.

REFERENCES

- [1] <http://www.ertico.com/cooperative-intelligent-transport-systems-on-the-road-to-deployment>
- [2] Kyungbok Sung; Jae Jun Yoo; Dohyun Kim, "Collision Warning System on a Curved Road Using Wireless Sensor Networks," Vehicular Technology Conference, 2007. VTC-2007 Fall. 2007 IEEE 66th, vol., no., pp.1942,1946, Sept. 30 2007-Oct. 3 2007
- [3] Azimi, S., Bhatia, G., Rajkumar, R., and Mudalige, P., "Vehicular Networks for Collision Avoidance at Intersections," SAE Int. J. Passeng. Cars – Mech. Syst. 4(1):406-416, 2011. S. Jacobs and C.P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in Magnetism, vol. III, G.T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_transportation_system
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Vehicular_communication_systems
- [6] Kosmanis, T.I. Zygidis, T.T.; Kantartzis, N.V.; Aisopoulos, P.T., "Vehicle-to-vehicle communication system EMI characterization on automotive electronics," Electromagnetic Theory (EMTS), 2010 URSI International Symposium on, vol., no., pp.366,369, 16-19 Aug. 2010
- [7] <https://www.metis2020.com/documents/presentations/>
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Rotation_of_axes
- [9] <http://www.mathisradical.com/rotating-axes.html>
- [10] Shimonaka, Y.; Tasaka, S.; Hatta, Y.; Wada, T.; Okada, H., "Accuracy Improvement of Vehicular Collision Avoidance Support System (VCASS) for the next generation ITS," Wireless Communications and Networking Conference, 2007.WCNC 2007. IEEE, vol., no., pp.2517,2522, 11-15 March 2007

ประวัติผู้เขียน

นาย ชีรัตม์ บุรณ์โกคา เกิดเมื่อวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2534 ที่จังหวัดนครราชสีมา เริ่มศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนเสนาอนุเคราะห์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนสุขานารี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปีพ.ศ. 2555 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดยขณะศึกษาได้รับทุนสนับสนุนจากภายนอกโดยขณะที่ศึกษาได้เป็นผู้ช่วยสอนปฏิบัติการ 1 รายวิชา คือ 438202ปฏิบัติการการวัดและเครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติจำนวน 3ฉบับ ตามลำดับดังนี้

- 1) Boonphoka, T., Uthansakul, M., Uthansakul, P., (2014). **Vehicle Direction Detection based GPS for V2V Warning Decision.** International Technical Conference on Circuits/Systems Computers and Communications (ITC-CSCC 2014 Conference), Phuket, Thailand, July 1-4, 2014
- 2) Boonphoka, T., Uthansakul, M., Uthansakul, P., (2014). **Remaining Time Improvement of V2V Communication Based GPS Direction Detection.** Asia Pacific Conference on Communications (APCC 2014 Conference), Pattaya, Thailand, October 1-3, 2014
- 3) Boonphoka, T., Uthansakul, M., Uthansakul, P., (2015). **GPS-Aided V2V Collision Warning Systems.** South East Asian Technical University Consortium (SEATUC 2015 Conference), NakhonRatchasima, Thailand, July 27-30, 2015 (Accepted)