รายงานการวิจัย

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนการชนโดยใช้ทิศทางการเคลื่อนที่สำหรับการสื่อสารยานพาหนะถึงยานพาหนะ

Efficiency Enhancement of Collision Warning Systems Using Moving Direction for Vehicle-to-Vehicle Communications

ได้รับทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

SUT7-709-58-12-21

รายงานการวิจัย

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนการชนโดยใช้ทิศทางการเคลื่อนที่สำหรับการสื่อสารยานพาหนะถึงยานพาหนะ

Efficiency Enhancement of Collision Warning Systems Using Moving Direction for Vehicle-to-Vehicle Communications

ผู้วิจัย
หัวหน้าโครงการ
รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

ตุลาคม 2559

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยสำหรับโครงการวิจัยนี้

ผู้วิจัย

ตุลาคม 2559

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปริมาณการใช้ยานพาหนะบนท้องถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งความเสี่ยงของอุบัติเหตุบนท้องถนนยังคงเป็นปัญหาที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นในแต่ละครั้งจะเกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน พร้อมทั้งปัญหาจราจรติดขัดตามมา จากปัญหาดังกล่าวพบว่ามีงานวิจัยปริมาณมากพบว่าระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport Systems หรือ ITS) จะเข้ามาช่วยในการจัดการปัญหาบนท้องถนนได้ดียิ่งขึ้น โดยระบบขนส่งอัจฉริยะเป็นระบบที่ได้หลอมรวมเอาเทคโนโลยีด้านข้อมูล อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และโทรคมนาคม มาผสมผสานกัน เทคโนโลยีระบบขนส่งอัจฉริยะเหล่านี้อาจถูกติดตั้งอยู่บนยานพาหนะ อุปกรณ์ส่วนบุคคล ศูนย์ควบคุม หรือติดตั้งอยู่บริเวณข้างถนนนำมาใช้งานร่วมกัน ทำให้การขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนน การควบคุมจัดการจราจรคล่องตัวและปลอดภัยยิ่งขึ้น ปริทัศน์วรรณกรรมส่วนมากทำการศึกษาพัฒนาระบบเตือนการชนในรูปแบบแตกต่างกันไป แต่ถึงจะพยายามป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุอย่างไร ถึงกระนั้นผลจากเหตุสุดวิสัยต่างๆ ยังคงสามารถทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนขึ้นได้เสมอ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชนจากเทคโนโลยีจีพีเอสในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะมาช่วยตรวจจับทิศทางของจุดอันตรายที่เกิดจากอุบัติเหตุอันเป็นเหตุสุดวิสัย พร้อมทั้งคำนวณระยะห่าง มุมระหว่างเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุและระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย จากการทดลองพบว่าผลจากการใช้อัลกอริทึมซึ่งคำนวณจากข้อมูลพิกัดจีพีเอสผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่สูง โดยผลการตรวจจับทิศทางการเคลื่อนที่เข้าหาจุดเกิดเหตุถูกต้องทั้งหมดในส่วนการวัดผลจริง และสูงถึง 99% เมื่อจำลองเหตุการณ์ทั้งหมด 1000 ครั้ง งานวิจัยนี้ได้มุ่งหวังว่าหากผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถทราบข้อมูลที่สำคัญๆ เหล่านี้ จะช่วยให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถตัดสินใจต่อสถานการณ์อันตรายได้ดียิ่งขึ้น

Abstract

Present, Consumption of vehicles is increasing rapidly. The risk of road accidents is unavoidable problems, the accident happened would damage to life, property as well as a traffic jam. From such problems, Studies have shown that the Intelligent Transportation Systems or ITS will help to problem management on road better, Intelligent Transportation Systems is a system combines information technology (Electronic, Computer and telecommunications). Intelligent Transport Systems may be installed on the vehicle, personal device, control Center or mounted at the side of the road applied together, As a result the driver of a vehicle on the road, the traffic mobility and safety.

Most literature review studied a variety work of collision warning system. However to try to prevent an accident, Result of force majeure, it's still always a chance to cause an accident. So this research presents a method for optimize collision warning system using the GPS technology in communication systems between vehicles with vehicles, to help detection the direction of dangers point caused by accidents which force majeure, And calculates the distance and duration remaining before to the extent of the dangerous area. This research is intended that if the driving able to know important all these a vehicle to help drivers to better decisions in the dangerous situations.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย 3
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 3
1.5 ขอบเขตการวิจัย 3
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย 5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7
2.1 กล่าวนำ 7
2.2 ความเป็นมาของระบบขนส่งอัจฉริยะ 7
2.3 เทคโนโลยีจีพีเอส 13
2.4 สรุป 15
บทที่ 3 การออกแบบอัลกอริทึมที่มีความสามารถในการตรวจสอบทิศทางและ
การคำนวณพารามิเตอร์ช่วยในการตัดสินใจต่อสถานการณ์เสี่ยง 16
3.1 กล่าวนำ 16
3.2 ปัญหาที่พบจากเหตุการณ์ซึ่งอยู่ในความสนใจ 16
3.3 การออกแบบอัลกอริทึมในการตรวจสอบทิศทางจากเหตุการณ์อันตราย 17
3.4 การออกแบบอัลกอริทึมในการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย 22
3.5 การทดลองแทนตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก 23
3.6 ผังงานสรุปการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอ 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 สรุป....26
บทที่ 4 การจำลองผลในโปรแกรมแมทแลบพร้อมกับผลการทดลองจริง....27
4.1 กล่าวนำ....27
4.2 ผลการจำลองสุ่มตำแหน่งและทิศทางในระบบพิกัดฉาก....27
4.3 อุปกรณ์และโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอส....29
4.4 ผลจากการเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสมาคำนวณ....30
4.5 สรุป....38
บทที่ 5 สรุปงานวิจัยและข้อเสนอ....39
5.1 กล่าวนำ....39
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ....40
5.3 แนวทางในการพัฒนาในอนาคต....40
รายการอ้างอิง....41
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์....43
ภาคผนวก ข ข้อมูลโค้ดแมทแลบที่ใช้ในการทดลอง....45
ภาคผนวก ค ผลการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากข้อมูลพิกัดจีพีเอส....50

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูป **หน้า**

2.1 การใช้งานเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ 9
2.2 การใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ 11
2.3 เทคโนโลยีจีพีเอส 14
3.1 ปัญหาจากการไม่ทราบทิศทางของจุดอันตราย 17
3.2 เหตุการณ์อุบัติเหตุที่นำมาตรวจสอบทิศทาง 18
3.3 การพิจารณาตรวจสอบทิศทาง 19
3.4 การหมุนแกนพิกัดทางคณิตศาสตร์ 20
3.5 ตำแหน่งต่าง ๆ หลังจากย้ายจุดกำเนิดและหมุนแกนพิกัด 20
3.6 รูปแบบการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย 23
3.7 รูปแบบการจำลองการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและขอบเขตอันตรายในมุมและ
รัศมีที่แตกต่างกัน 24
3.8 ผลการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายของรูปแบบการจำลอง
ในมุมและรัศมีที่แตกต่างกัน 24
3.9 รูปแบบการจำลองการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและขอบเขตอันตราย
ในความเร็วที่แตกต่างกัน 25
3.10 ผลการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายของรูปแบบการจำลอง
ในความเร็วที่แตกต่างกัน 25
3.11 ผังงานสรุปการทำงานของอัลกอริทึม 25
4.1 การสุ่มเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ 27
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 29
4.3 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีใช้ความเร็วแตกต่างกัน 31
4.4 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน 32
4.5 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทาง
การเคลื่อนที่แตกต่างกัน 32
4.6 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน 33
4.7 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน 34
4.8 ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน 34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป **หน้า**

4.9 ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน 35
4.10 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน 35
4.11 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทาง
การเคลื่อนที่แตกต่างกัน..... 36
4.12 ระยะห่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่ออยู่ในทิศทางระหว่าง
จุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน 36
4.13 ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในทิศทางระหว่าง
จุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน..... 37
4.14 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่อยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับ
เส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน..... 37

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

2.1 ข้อกำหนดของมาตรฐาน IEEE 802.11p 12
4.1 จำนวนเหตุการณ์ที่คำนวณได้จากการสุ่มพิกัดเมื่อเข้าใกล้จุดเกิดเหตุ 28
4.2 จำนวนเหตุการณ์ที่คำนวณได้จากการสุ่มพิกัดเมื่อออกจุดเกิดเหตุ 28
4.3 การทดลองเคลื่อนที่เข้าหาและไม่เข้าหาจุดเกิดเหตุจำนวน 100 ครั้ง 30
4.4 ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือน 31

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันปริมาณการใช้ยานพาหนะบนท้องถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนยังคงเป็นปัญหาที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นในแต่ละครั้งจะเกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน พร้อมทั้งปัญหาการจราจรติดขัดตามมาอย่างมากมาย จากปัญหาดังที่ได้กล่าวมา มีหลากหลายหน่วยงานพยายามหาแนวทางเพื่อที่ลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน ระบบขนส่งอัจฉริยะเป็นอีกหนึ่งระบบที่กำลังเป็นที่สนใจนำมาใช้ประยุกต์จริงในปัจจุบัน หลังจากได้มีการทำการวิจัยมาหลายปีทั้งในประเทศแถบทวีปอเมริกา ทวีปยุโรปและทวีปเอเชีย ผลจากงานวิจัยปริมาณมากพบว่าระบบขนส่งอัจฉริยะจะเข้ามาช่วยในการจัดการปัญหาต่าง ๆ บนท้องถนนได้ดียิ่งขึ้น

ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport Systems หรือ ITS) เป็นระบบที่ได้หลอมรวมเอาเทคโนโลยีด้านข้อมูล อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และโทรคมนาคม มาผสมผสานให้เกิดการประยุกต์ใช้งาน โดยการนำเทคโนโลยีที่มีใช้ในปัจจุบันมาใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นมาใหม่เพื่อก่อให้เกิดการใช้งานระบบขนส่งอย่างมีประประสิทธิภาพ ประเทศไทยมีหลายหน่วยงานที่สนใจนำระบบขนส่งอัจฉริยะเข้ามาพัฒนาใช้งานอย่างเป็นระบบภายใต้โปรแกรมระบบขนส่งอัจฉริยะของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ซึ่งทางศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ได้กำหนดนโยบายในการให้ทุนสนับสนุนการวิจัยโดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ.2547 โดยเทคโนโลยีระบบขนส่งอัจฉริยะเหล่านี้อาจถูกติดตั้งใช้งานอยู่บนยานพาหนะ อุปกรณ์ส่วนบุคคล ศูนย์ควบคุม หรือติดตั้งอยู่บริเวณข้างถนนนำมาใช้งานร่วมกัน ทำให้การขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนน 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 การเตือนเกี่ยวกับ

ถนนที่จำกัดความเร็ว การใช้งานเครื่องเก็บค่าทางด่วนอัตโนมัติ การใช้งานจำหน่ายบัตรที่จอดรถอัตโนมัติ หรือระบบการเตือนถนนที่เส้นทางค่อนข้างอันตราย เป็นต้น ส่วนการใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะนิยมนำมาใช้งานทางด้านความปลอดภัยเป็นส่วนมากเช่น ระบบเตือนการชนและระบบเตือนการเปลี่ยนเลนการขับขี่ ซึ่งยังคงมีหลากหลายการใช้งานถูกคิดค้นขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง

การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเหมาะที่จะนำมาช่วยในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุบนท้องถนนอย่างมาก การสื่อสาระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะจะสามารถสื่อสารกันได้ก็ต่อเมื่อมียานพาหนะตั้งแต่สองคันขึ้นไปมีการติดตั้งอุปกรณ์ OBU (On Board Units) ซึ่ง OBU จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐานได้แก่ อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย (Wireless communication device), สมองกลฝังตัว (Embedded computing processor) และหน่วยความจำ (Storage devices and memories) โดย OBU นี้จะสามารถสื่อสารในย่านความถี่ 5.9 GHz แบ่งย่อยออกเป็น 7 ช่องสัญญาณ ซึ่งแต่ละช่องสัญญาณมีความกว้างแถบความถี่เท่ากับ 10 MHz ตามมาตรฐาน IEEE 802.11p มีระยะการสื่อสารประมาณไม่เกิน 1 กิโลเมตร

จากการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรมพบว่าการพัฒนาระบบเตือนการชนจากการใช้งานผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมานี้ โดยจากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ สามารถแบ่งงานวิจัยได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1. ระบบการเตือนความน่าจะเป็นที่จะเกิดการชนโดยใช้เซนเซอร์ในการวิเคราะห์ 2. การเปรียบเทียบระยะห่างและระยะเวลาที่สอดคล้องกันระหว่างยานพาหนะ 3. ระบบการเตือนความน่าจะเป็นที่จะเกิดการชนโดนการเปรียบเทียบเส้นทางการเดินทางของยานพาหนะ โดยงานวิจัยของกลุ่มที่ 1 นั้นมุ่งเน้นไปทางด้านติดตั้งเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ตัวยานพาหนะ นำมาวิเคราะห์โอกาสที่จะเกิดการชนกันเมื่อยานพาหนะสองคันวิ่งเข้าใกล้กัน โดยงานวิจัยของ Yongquan Chen et al. (2012). มีการติดตั้งเซนเซอร์ทั้งหมด 12 ตัว เพื่อทำงานร่วมกัน ระดับความอันตรายถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 5 ระดับ ซึ่งเป็นระบบการเตือนที่ค่อนข้างละเอียดแต่ระบบการเตือนนี้จะใช้ได้เพียงในระยะใกล้ๆ กันเท่านั้น และงานวิจัยของ I. Takai et al. (2014). เป็นงานวิจัยใหม่ที่ค่อยน่าสนใจเนื่องจากได้มีการนำเอาเซนเซอร์ตรวจจับสัญญาณไฟจากไดโอดเปล่งแสง (LED) มาคำนวณโอกาสที่จะเกิดการชนกันของรถที่วิ่งตามกัน ซึ่งได้นำกล้องมารับสัญญาณภาพไปประมวลผล โดยพบว่าข้อเสียคือสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อยานพาหนะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน และการตรวจจับสัญญาณไฟจากไดโอดเปล่งแสงจะทำงานได้ดีในช่วงเวลากลางวัน ส่วนงานวิจัยในกลุ่มที่ 2 งานวิจัยของ A. Sebastian et al. (2009). ใช้ระยะห่างของเวกเตอร์ทั้งสองในการคำนวณทำนายเวลาที่จะเข้าชนกัน คล้ายกับงานวิจัยของ Yunpeng Wang et al. (2011). แต่งานวิจัยนี้นำขนาดของตัวยานพาหนะมาทำการพิจารณาด้วย และงานวิจัยของ Jie Yang et al. (2011). ก็เช่นเดียวกันแต่จะเน้นการพิจารณาที่ทางแยก งานวิจัยของทั้ง 3 งานในกลุ่ม

งานวิจัยนี้จะมีลักษณะคล้ายกันมากโดยมุ่งเน้นที่จะสร้างระบบเตือนการชนจากการคำนวณระยะห่างเพื่อใช้ในการคำนวณเวลาที่จะเข้าชนกันของยานพาหนะสองคัน โดยนำพิกัดตำแหน่งมาคำนวณสร้างเวกเตอร์เส้นทางการวิ่งของยานพาหนะ ส่วนกลุ่มงานวิจัยสุดท้ายประกอบไปด้วยงานวิจัยของ Shimonaka, Y. et al. (2007). Maruoka, T. et al. (2008). และ Tani, Y. et al. (2012). มุ่งเน้นที่จะทำนายเส้นทางการเดินทางของรถแล้วนำไปพิจารณาความเสี่ยงที่จะเกิดการชนกันของยานพาหนะสองคัน จากงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นล้วนมีข้อเสียเหมือนๆ กันก็คือ เมื่อยานพาหนะคันใดคันหนึ่งเกิดอุบัติเหตุที่สุดวิสัยขึ้นมากะทันหันแล้วส่งข้อความเตือนไปยังยานพาหนะบริเวณโดยรอบยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนการชนจะไม่สามารถรู้ทิศทางของจุดที่จะเกิดอันตรายได้ ทำให้รถที่กำลังออกจากจุดอันตรายยังคงต้องทำการหยุดทั้งที่สามารถเดินทางต่อไปได้เลย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาจราจรติดขัดที่ไม่จำเป็นและอาจจะเกิดอุบัติเหตุต่อเนื่องได้ แต่ถ้าหากสามารถคำนวณทิศทางของรถสองคันที่มีความเสี่ยงจะเกิดการชนกันได้จะสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบขนส่งอัจฉริยะสำหรับการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะทางด้านการใช้งานความปลอดภัย ปริทัศน์วรรณกรรมส่วนมากทำการศึกษาพัฒนาระบบเตือนการชนในรูปแบบที่แตกต่างกันไป แต่ถึงจะพยายามป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติขึ้นอย่างไร ถึงกระนั้นผลจากเหตุสุดวิสัยต่าง ๆ ยังคงสามารถทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนขึ้นได้เสมอ หากเกิดอุบัติเหตุที่เป็นแหตุสุดวิสัยขึ้นแล้วเราจะสามารถลดผลกระทบของเหตุการณ์นี้ได้อย่างไร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชนโดยนำ ข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเทคโนโลยีจีพีเอสมาใช้ในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะผ่านอุปกรณ์รับ-ส่งไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11 p มาใช้ประโยชน์ โดยเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นที่ตำแหน่งใด ๆ ก็ตาม ยานพาหนะที่ประสบเหตุจะทำการส่งข้อความเตือน (warning messages)ไปยังยานพาหนะโดยรอบในข้อความเตือนนั้น ๆ จะส่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งของยานพาหนะที่ประสบเหตุไปด้วย ซึ่งข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้นั้นสามารถนำมาคำนวณตรวจจับทิศทางของรถเมื่อพิจารณาร่วมกับจุดอันตราย พร้อมทั้งสามารถนำมาคำนวณระยะห่างและมุมระหว่างเส้นทางของยานพาหนะที่มีแนวโน้มกำลังเข้าใกล้จุดอันตราย จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการตรวจจับทิศทางของจุดอันตรายได้ และยังสามารถนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งมาใช้คำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย 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 หัวข้อที่สนใจทำการวิจัยมีทิศทางรถมุ่งหน้าไปในทิศทางตรง และใช้ถนนที่เป็นเส้นทางตรงในการทดลองเก็บผลจริง

1.4.5 ในการเก็บผลการทดลองจริงใช้อุปกรณ์สื่อสารในการรับส่งข้อมูลเพียงฝั่งละ 1 ตัว

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ

1.5.2 ใช้ระบบพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเทคโนโลยีจีพีเอส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชนโดยความแม่นยำในการทำนายทิศทางจะขึ้นกับตัวอุปกรณ์ที่นำมาใช้ทำการทดลอง

1.5.3 ระยะทางที่ไกลที่สุดที่สามารถจะทำการทดลองขึ้นอยู่กับกำลังส่งของตัวอุปกรณ์ที่มาใช้ในการรับส่งข้อมูล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1.6.1 แนวทางการดำเนินงาน

1) สำรวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งอัจฉริยะ
2) สำรวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ
3) ศึกษาสมการใช้งานการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ
4) คิดค้นวิธีการตรวจจับทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เพื่อพัฒนาระบบเตือนการชนที่ใช้ในการการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะในปัจจุบัน
5) นำข้อมูลทิศทางที่ได้มาคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย
6) ทำการทดลองแทนตำแหน่งเพื่อทดสอบระบบเตือนการชนที่ได้พัฒนาขึ้น
7) ทำการเก็บข้อมูลจริงเพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผล
8) วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งมาคำนวณตามวิธีการที่ได้คิดค้นขึ้นกับการวัดค่าต่าง ๆ ตามจริง และสรุปผล

1.6.2 ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นงานวิจัยประยุกต์ ซึ่งดำเนินการตามกรอบงานดังต่อไปนี้

1) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย รวมถึงเทคนิคของระบบเตือนการชนในรูปแบบต่าง ๆ
3) พัฒนาวิธีการตรวจสอบทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เพื่อนำมาพัฒนาระบบเตือนการชนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
4) นำข้อมูลทิศทางที่ได้จากข้อ 3 มาคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย
5) ทำการทดลองแทนพิกัดตำแหน่งตามวิธีการที่ได้คิดค้นขึ้นมา แล้วทำการทดลองเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งจริงมาคำนวณ
6) เปรียบเทียบผลจากการทดลองเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งจริงมาคำนวณตามวิธีการที่ได้คิดค้นขึ้นกับการวัดจริง

1.6.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องวิจัยและปฏิบัติการสื่อสารไร้สาย อาคารเครื่องมือ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถนนมหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 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) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2) เก็บรวบรวมผลจากการคิดค้นวิธีการตรวจจับทิศทางของยานพาหนะและการคำนวณระยะทางและเวลาที่คงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย

3) เก็บรวบรวมค่าพิกัดตำแหน่งเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการนำมาคำนวณตามวิธีการที่ได้คิดค้นไว้

1.6.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองรับ-ส่งข้อมูลจริงผ่านระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ โดยนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้จากการสื่อสารนี้มาทำการคำนวณตามวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเตือนการชนแล้วนำไปเปรียบเทียบค่าระยะห่าง หรือเวลาต่าง ๆ จากการวัดจริง

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับทิศทางของยานพาหนะเมื่อเกิดอุบัติเหตุในบริเวณใกล้เคียงเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดตามมา หรือเพื่อหลีกเลี่ยงที่จะเข้าใกล้จุดอันตรายนั้น โดยการทราบถึงทิศทาง ระยะห่าง และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายจะช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถตัดสินใจต่อสถานการณ์อันตรายได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยฉบับนี้ซึ่งแบ่งเป็นทั้งหมด 4 ส่วน ส่วนแรกคือการกล่าวนำเข้าสู่เนื้อหา ส่วนที่สองจะกล่าวถึงความเป็นมาของระบบขนส่งอัจฉริยะพร้อมทั้งประโยชน์ต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้งานจริงในปัจจุบัน ส่วนที่สามจะเป็นส่วนของเทคโนโลยีจีพีเอส ซึ่งมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ และส่วนสุดท้ายในส่วนที่สี่จะเป็นการสรุปเนื้อหาทั้งหมดในบทนี้ ในการประยุกต์ใช้งานระบบขนส่งอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานยานพาหนะบนท้องถนนให้ดียิ่งขึ้น 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

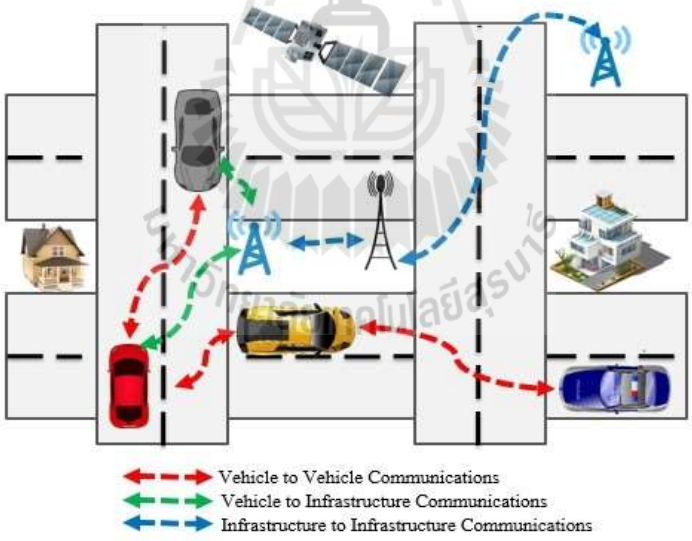
ระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ หรือ ITS - Intelligent Transport Systems เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่หลอมรวมเอาเทคโนโลยีด้านข้อมูล อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และ โทรคมนาคม มาผสมผสานให้เกิดการประยุกต์ใช้งาน เช่น เทคโนโลยีการระบุตัวตนด้วยความถี่คลื่นวิทยุ (RFID) เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication) เทคโนโลยีประมวลผลภาพ (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 แก้ไขปัญหาการจราจรติดขัด และปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้ดียิ่งขึ้น สำหรับระบบขนส่งอัจฉริยะนั้นไม่ใช่ชื่อของเทคโนโลยีโดยตรงแต่เป็นชื่อที่ใช้เรียกแนวคิดของการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศ การสื่อสาร และโทรคมนาคม มาใช้ปรับปรุงการขนส่งและ

การจราจร โดยมีหัวใจหลักสำคัญคือการประมวลผลข้อมูลและข้อสนเทศที่มีอยู่ผ่านระบบสารสนเทศและการสื่อสาร และนำมาเผยแพร่ แลกเปลี่ยน ระหว่างผู้ใช้และผู้ให้บริการ ส่วนระบบอัจฉริยะ นั้นเป็นการใช้คำเชิงเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีที่มีมาก่อนหน้า ยกตัวอย่าง เช่น หากรถยนต์มีอุปกรณ์ ที่สามารถสื่อสารและรับข้อมูลปริมาณการจราจรเพื่อวิเคราะห์และให้คำแนะนำแก่ผู้ขับขี่ได้ว่า เส้นทางใดเป็นเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับเวลานั้น ต่างจากเดิมที่ผู้ขับจะต้องตัดสินเอง โดยไม่มีข้อมูลหรือคำแนะนำใด ๆ มาช่วยตัดสินใจเลย ความสามารถของระบบ ที่เพิ่มขึ้นนี้ถือได้ว่า มีความอัจฉริยะ ความอัจฉริยะของยานพาหนะและระบบขนส่งที่กล่าวมานั้นอาจก้าวหน้าถึงขั้นเข้ามาทำหน้าที่แทนมนุษย์ เช่น รถยนต์สามารถขับเคลื่อนโดยอัตโนมัติและติดต่อสื่อสารระหว่างรถยนต์กันได้เอง ตลอดจนติดต่อสื่อสารกับศูนย์ข้อมูลจราจรเพื่อสอบถามข้อมูล ปริมาณการจราจร จุดเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน หรือจุดที่มีการก่อสร้าง เพื่อวิเคราะห์และเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเดินทาง รวมถึงรายงานสภาพการณ์บนท้องถนน การติดตามรถ หรือระบบจัดเก็บค่าผ่านทางโดยอัตโนมัติ ปัจจุบันระบบขนส่งอัจฉริยะเน้นไปที่การขนส่งและจราจรบนถนนเป็นหลักเนื่องจากเป็นประเภทการเดินทางที่เกิดขึ้นมากที่สุด และยังกระทบกับประชาชนจำนวนมากอีกด้วย

การพัฒนาระบบขนส่งอัจฉริยะจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันในแต่ประเทศ แต่จะขึ้นอยู่กับวิธีการพัฒนาและการจัดการขนส่งและการจราจรของแต่ละประเทศ ซึ่งทำได้ หลายแนวทาง หลายรูปแบบ และแตกต่างกันไป สำหรับประเทศไทยนั้น ได้มีแนวคิดที่จะนำระบบขนส่งอัจฉริยะเข้ามาใช้ เช่น การจัดทำระบบรายงานจราจรแบบตามเวลาจริง (Real-time) การติดตั้งโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ให้ครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล การจัดตั้งศูนย์ให้บริการข้อมูลจราจร รวมถึงแผนการติดตั้งระบบถ่ายภาพผู้ฝ่าฝืนสัญญาณไฟแดงบริเวณทางแยก โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดเข้าสู่เครือข่ายต่าง ๆ และเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อการประสานงาน และการติดต่อด้วย ข้อมูลที่ทันสมัย โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาแนวทางในส่วนของงานความปลอดภัยที่ใช้ประโยชน์จากการสื่อสารระหว่างยานพาหนะเป็นหลักโดยแยกย่อยมากจากเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ หรือ VANET-Vehicular Ad Hoc NETwork

ในปัจจุบัน การใช้ชีวิตประจำวันหรือการดำเนินธุรกิจจะปฏิเสธไม่ได้เลยที่จะต้องอาศัยการเดินทาง และรถยนต์นั้นถือได้ว่าเป็นยานพาหนะหลักที่ประชาชนส่วนใหญ่นำมาใช้ ซึ่งปัจจุบันนี้รถยนต์ได้เพิ่มจำนวนขึ้นเป็นอย่างมาก จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการระบบจราจรให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเกิดอุบัติเหตุ ปัญหาการจราจรติดขัด สาเหตุของปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การขาดการติดต่อสื่อสารกันระหว่างกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลของสภาพจราจรแบบเวลาจริง (Real times traffic information) เนื่องจากสาเหตุนี้จึงได้มีการคิดค้นเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจซึ่งเป็นเครือข่ายการสื่อสารสำหรับยานพาหนะที่มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เข้ามาช่วยในการสื่อสารระหว่างรถยนต์กับรถยนต์และระหว่างรถยนต์กับ RSU หรือ Road Side

Units ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลเกิดขึ้นระหว่างกัน สามารถนำข้อมูลที่ได้จากเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ มาใช้ในการเฝ้าระวัง หรือใช้ในการตอบสนองการตัดสินใจที่เร็วขึ้นเพื่อลดอุบัติเหตุ เช่น ถ้าหากรถคันข้างหน้าหยุดกะทันหันเนื่องจากเกิดอุบัติเหตุ ก็สามารถแจ้งเตือนรถคันหลังให้หยุดหรือชะลอความเร็วได้ และยังสามารถนำข้อมูลที่ได้มาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาการจราจรและเพื่อลดอุบัติเหตุ โดยโครงสร้างสำคัญของเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจประกอบไปด้วย RSU ซึ่งทำหน้าที่การแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สำคัญกับยานพาหนะต่าง ๆ OBU หรือ Onboard Units เป็นอุปกรณ์ที่จะถูกติดตั้งกับตัวยานพาหนะซึ่งจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐานได้แก่ อุปกรณ์ไร้สาย (Wireless communication devices), สมองกลฝังตัว (Embedded computing processor) และหน่วยความจำ (Storage devices and memories) อาจกล่าวได้ว่า OBU คือคอมพิวเตอร์ติดรถยนต์นั่นเอง และโครงสร้างตัวสุดท้ายของเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจนั่นคือ AU หรือ Application Units เป็นอุปกรณ์ที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ที่ทำการติดต่อสื่อสารกันผ่าน OBU เช่น อุปกรณ์เก็บข้อมูลเหตุการณ์ ป้ายทะเบียนรถยนต์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ระบุพิกัดจีพีเอส เป็นต้น ซึ่งเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจนั้นสามารถแบ่งย่อยออกเป็นสองกลุ่ม ดังนี้



รูปที่ 2.1 การใช้งานเครือข่ายสื่อสารยานยนต์เฉพาะกิจ

2.2.1 การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน

การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน หรือ V2I –Vehicle to Infrastructure communications เป็นการสื่อสารเพื่อความปลอดภัยจากการแลกเปลี่ยนข้อมูล

ความปลอดภัยที่สำคัญและข้อมูลอื่น ๆ ผ่านเครือข่ายไร้สายของระหว่างยานพาหนะและโครงสร้างพื้นฐานซึ่งติดตั้งอุปกรณ์ที่สามารถทำการสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สาย โครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวเช่น เสาไฟฟ้า สะพานลอย เป็นต้นโดยวัตถุประสงค์หลักเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหารถยนต์ การสื่อสารเพื่อความปลอดภัยในส่วนของการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานเป็นโครงการวิจัยที่สำคัญของระบบขนส่งอัจฉริยะโครงการร่วมสำนักงาน (ITS JPO) โปรแกรมภายในสหรัฐอเมริกากรมขนส่ง (US DOT) วิจัยและการบริหารเทคโนโลยีนวัตกรรม (RITA) วิสัยทัศน์สำหรับการวิจัยการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานคือการช่วยให้การใช้งานด้านความปลอดภัยที่ออกแบบมาเพื่อหลีกเลี่ยงหรือบรรเทาการเกิดปัญหาจากยานพาหนะโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับสถานการณ์ความผิดพลาดไม่ได้รับการแก้ไขโดยการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเพียงอย่างเดียว อีกเป้าหมายที่สำคัญของการวิจัย การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน คือการทำงานร่วมกันในระดับชาติเพื่อสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานและการใช้งานยานพาหนะวิจัยแผน โดย 4 วัตถุประสงค์ที่สำคัญของทางเทคนิคของการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานในส่วนโครงการวิจัยความปลอดภัย ประกอบไปด้วย

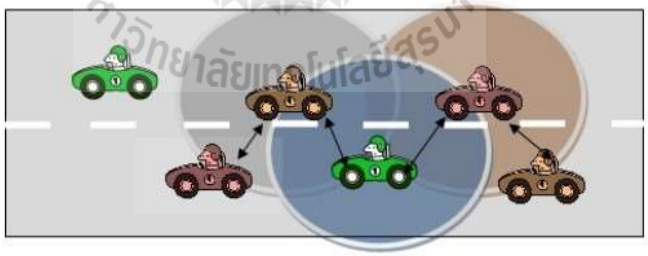
- การพัฒนาโปรแกรมด้านความปลอดภัยที่ใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานที่อยู่ในส่วนของการเหตุการณ์อุบัติเหตุร้ายแรงซึ่งเกิดขึ้นบนท้องถนน รวมทั้งการประยุกต์ใช้เฟสสัญญาณไฟจราจรและระยะเวลาข้อมูลที่ถูกส่งไปยังยานพาหนะผ่านเครือข่ายไร้สาย
- การพัฒนาโปรแกรมด้านความปลอดภัยที่ใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานในการประเมินความเสี่ยงทางด้านความปลอดภัย เพื่อที่จะให้ผู้ขับขี่ได้ข้อมูลในการตัดสินใจที่ดียิ่งขึ้น
- การพัฒนาโปรแกรมด้านความปลอดภัยที่ใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานให้แน่ใจว่ากลยุทธ์ที่เหมาะสมจะนำมาใช้เพื่อความเป็นส่วนตัวการรักษาความปลอดภัยและการรับรองระบบการทำงานร่วมกันปรับขยายโครงสร้างการกำกับดูแลการยอมรับของประชาชนและการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืนเพื่อขับเคลื่อนและสนับสนุนการใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน

เนื่องจากความหลากหลายที่ดีของรถและระบบความปลอดภัยโครงสร้างพื้นฐานที่ติดตั้งในปัจจุบันและอนาคตโปรแกรมนี้ยังเน้นความจำเป็นที่จะต้องสอดคล้องมาตรฐานของโปรโตคอลที่ใช้บังคับกันอย่างแพร่หลาย มาตรฐานของข้อมูลและการสื่อสารได้รับการพัฒนา

ใช้งานในช่วง 5.9 GHz ของคลื่นความถี่วิทยุ โดยการใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐานสามารถออกแบบเพื่อช่วยปรับปรุงสถานการณ์ด้านความปลอดภัยที่สำคัญ 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 ดังที่แสดงในรูปที่ 2.2 นั้นจะเน้นไปที่การสื่อสารระหว่างยานพาหนะด้วยกันไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกันการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับโครงสร้างพื้นฐาน ภาพรวมของการวิจัยในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเพื่อความปลอดภัยคือการแลกเปลี่ยนไร้สายแบบไดนามิคของข้อมูลระหว่างยานพาหนะที่ใกล้เคียงที่มีโอกาสในการปรับปรุงความปลอดภัยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการแลกเปลี่ยนจะไม่ระบุชื่อข้อมูลของยานพาหนะที่ใช้งาน แต่จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลจำพวกตำแหน่ง ความเร็ว และข้อมูลสำคัญอื่น ๆ



รูปที่ 2.2 การใช้งานการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ

การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะช่วยให้ยานพาหนะที่กำลังใช้งานอยู่บนท้องถนนรับรู้ถึงภัยคุกคามและอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น โดยการรับรู้โดยทั่วไปในการสื่อสารระบบนี้จะเป็นแบบ 360 องศา จากแต่ละตำแหน่งของยานพาหนะอื่น ๆ หากสารถรับรู้ข้อมูลจำพวกความเร็วหรือทิศทางจากยานพาหนะอื่น จะทำให้สามารถคำนวณความ

เสี่ยงที่จะเกิดปัญหาคำพร้อมทั้งให้คำแนะนำหรือคำเตือนผู้ขับขี่ต่อสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น ซึ่งจะสามารถหลีกเลี่ยงและลดการเกิดปัญหาอุบัติเหตุทางท้องถนนได้ ข้อมูลที่เป็นหัวใจของการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะประกอบไปด้วย จีพีเอสเพื่อระบุตำแหน่งและความเร็วของรถหรือยานพาหนะตามข้อมูลเซ็นเซอร์ประเด็นที่ตั้งและข้อมูลความเร็วมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของยานพาหนะและจะถูกรวมกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น เส้นรุ้งเส้นแวง การรับรู้รายละเอียดเพิ่มเติมสถานการณ์ของตำแหน่งของยานพาหนะอื่น ๆ การที่ข้อมูลสำคัญเหล่านี้จะได้รับจากเทคโนโลยีที่ไม่ใช่ยานพาหนะตามที่มีอยู่ทั่วไป จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมในการใช้งานมาติดตั้งในยานพาหนะที่จะใช้งานระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ ในทางเทคนิคแล้ว รถยนต์ที่ใช้เทคโนโลยีระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ จะฝังอุปกรณ์กระจายสัญญาณวิทยุความถี่ 5.9GHz ที่ดัดแปลงจากโพรโตคอลของระบบสื่อสารไร้สาย แต่ตัดรายละเอียดของแพ็กเก็ตบางอย่างลงเพื่อลด latency โพรโตคอลตัวนี้มีชื่อว่า Dedicated Short Range Communications (DSRC) โดยมาตรฐานหลักของการใช้งานจะอ้างอิงตาม IEEE 802.11p ระยะทำการสูงสุดคือ 1000 เมตรในทิศทางรอบตัวรถดังที่แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดของมาตรฐาน IEEE 802.11p

อัตราบิต	3-27 MHz
ระยะการสื่อสาร	<1000 m
ความกว้างแถบ	10/20 MHz
ช่วงความถี่ใช้งาน	5.86-5.92 MHz

วิสัยทัศน์สำหรับระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะต้องการให้ยานพาหนะแต่ละคันบนถนนจะสามารถสื่อสารกับรถคันอื่น ๆ ได้ทั้งหมด ความปลอดภัยจากการใช้งานที่ใช้งานและระบบความปลอดภัย การสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ จะช่วยให้ระบบความปลอดภัยการใช้งานที่สามารถช่วยให้ผู้ขับขี่ในการป้องกันร้อยละ 76 ของการเกิดปัญหาบนถนนซึ่งจะช่วยลดการเสียชีวิตและการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นในแต่ละปีได้ดียิ่งขึ้น

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2002 USDOT หรือ United States Department of Transportation ได้ดำเนินการวิจัยกับผู้ผลิตยานยนต์เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของการพัฒนาระบบการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงแต่เหตุการณ์อันตรายที่มีประสิทธิภาพที่ใช้การสื่อสารยานพาหนะให้กับยานพาหนะ ต้นแบบวิศวกรรมได้รับการพัฒนาและแสดงให้เห็นว่ามีการใช้งานอยู่ที่

สถานการณ์เสี่ยงได้อย่างปลอดภัยยิ่งขึ้น โดยรูปแบบการใช้งานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในปัจจุบัน ได้แก่ การเตือนเบรกฉุกเฉิน (Emergency Brake Light Warning), การเตือนการชนข้างหน้า (Forward Collision Warning), ตัวช่วยเมื่อเคลื่อนที่ผ่านทางแยก (Intersection Movement Assist) การเตือนจุดบอดสายตาและเตือนการเปลี่ยนเลนฉุกเฉิน (Blind Spot and Lane Change Warning) เตือนเส้นทางห้ามผ่าน (Do not pass Warning) และการเตือนเมื่อยานพาหนะคันอื่นสูญเสียการควบคุม (Control Loss Warning)

การพัฒนาการใช้งานเหล่านี้มีความสำคัญในการทำความเข้าใจความต้องการการทำงานและประสิทธิภาพการทำงานสำหรับเทคโนโลยีพื้นฐานเช่นการวางตำแหน่งและการสื่อสาร อย่างไรก็ตามการทำงานเพิ่มเติมที่จำเป็นต้องทำเพื่อรับมือกับสถานการณ์ความผิดพลาดที่ซับซ้อนมากขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงการปะทะกันบนทางแยก หลีกเลี่ยงการชนเตือนความผิดพลาดของคนเดินเท้าและขยายความสามารถในการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหารถจักรยานยนต์ มันเป็นสิ่งสำคัญที่จะทราบว่าความสามารถเหล่านี้จะประสบความสำเร็จจากการใช้งานผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะที่ใช้เทคโนโลยีนี้มาเสริมในส่วนของความปลอดภัย

2.3 เทคโนโลยีจีพีเอส

จีพีเอส (GPS Technology) ดังที่แสดงในรูปที่ 2.3 เป็นเทคโนโลยีการนำร่องและหาพิกัดบนพื้นโลกจากดาวเทียม การบริหารจัดการข้อมูลคุณลักษณะหรือที่เรียกว่าระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management Systems หรือ RDBMS) มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ เพื่อสนับสนุนภารกิจตามแผนป้องกันประเทศ การรักษาความมั่นคงภายใน การรักษาความสงบเรียบร้อยภายในประเทศและการปฏิบัติอื่น ๆ แรกเริ่มจีพีเอสถูกนำมาใช้งานอย่างจำกัดไม่กี่ปีให้หลัง ไม่ใช่เพียงแค่การใช้งานทางด้านการทหารหรือตำรวจเท่านั้น แต่ยังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราได้อีกด้วย

เทคโนโลยีดังกล่าวมีชื่อว่า จีพีเอส หรือ GPS (Global Positioning System) ซึ่งแรกเริ่มเดิมทีใช้ช่วยในด้านการทหารในประเทศสหรัฐอเมริกา เทคโนโลยีนี้จะช่วยให้ท่านสามารถทราบตำแหน่งของจุดที่ต้องการได้ ด้วยระยะความแม่นยำสูง ความคลาดเคลื่อนเพียงแค่หลักเมตรเท่านั้นหลักการของเครื่องจีพีเอสคือการคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่องจีพีเอสซึ่งจะต้องใช้ระยะทางจากดาวเทียมอย่างต่ำ 3 ดวง เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอน ซึ่งเมื่อเครื่องจีพีเอสสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้ 3 ดวงขึ้นไปแล้ว จะมีคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมถึงเครื่องจีพีเอส ระบบจีพีเอสนี้เป็นการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

รูปที่ 2.3 เทคโนโลยีจีพีเอส

1.ส่วนอวกาศ (Space Segment) ระบบเทคโนโลยีจีพีเอสจะเป็นการทำงานของดาวเทียมจีพีเอสจำนวนทั้งหมด 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลก ที่ความสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,000 กิโลเมตร เป็นตัวส่งสัญญาณบอกพิกัดของจุดที่ต้องการทราบ สัญญาณดังกล่าวจะต้องถูกส่งมาจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวงขึ้นไป ในการส่งพิกัดที่ถูกต้องมายังอุปกรณ์บนพื้นโลก

2. ส่วนควบคุมดาวเทียม (Control Segment) ซึ่งอยู่บนพื้นโลก ประกอบไปด้วย 1 สถานีหลัก และ 5 สถานีย่อยที่กระจายกันอยู่ตามตำแหน่งต่าง ๆ ศูนย์ควบคุมนี้จะทำหน้าที่ในการควบคุมและติดต่อสื่อสารกับดาวเทียม รวมทั้งคำนวณผลจากดาวเทียมแต่ละดวง และส่งข้อมูลที่ได้โต้ตอบกลับไปยังดาวเทียม ทำให้ข้อมูลที่ได้รับอัพเดทตลอดเวลา

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

เทคโนโลยีจีพีเอสเป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบที่ช่วยให้ระบบความปลอดภัยจากการใช้งานระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเทคโนโลยีจีเอสมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบการใช้งานต่าง ๆ เช่น ระบุพิกัดของรถอีกคันที่โอกาสเดินทางเข้ามาในเส้นทางเดียวกันระบบเตือนการชน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น ซึ่งสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้สนใจในเหตุการณ์ที่จำเป็นต้องนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งมาเพื่อคำนวณทิศทางของจุดอันตราย และพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ช่วยให้ผู้ขับขี่ตัดสินใจต่อสถานการณ์ตรงหน้าได้ดียิ่งขึ้น เทคโนโลยีจีพีเอสจึงมีบทบาทอย่างมากในงานวิจัยชิ้นนี้

2.4 สรุป

ในเนื้อหาทั้งหมดของบทที่สองกล่าวถึงเทคโนโลยีการสื่อสาร ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยประกอบไปด้วยเทคโนโลยีหลักที่สำคัญนั่นคือ ระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ เนื่องจากงานวิจัยนี้สนใจเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างยานพาหนะด้วยกัน โดยหากมียานพาหนะคันหนึ่งคันใดเกิดอุบัติเหตุขึ้นอย่างสุดวิสัย เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดความเสียหายที่ร้ายแรงมากยิ่งขึ้น ยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุสามารถส่งข้อความเตือนไปยังคันอื่น ๆ รอบ ๆ ตัว ในระยะการสื่อสาร หรือหากเป็นอุบัติเหตุที่รุนแรงจนตัวยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุเองไม่สามารถส่งข้อความเตือนไปยังยานพาหนะคันอื่นได้ เรายังสามารถให้ยานพาหนะที่อยู่ใกล้จุดเกิดเหตุส่งข้อความเตือนไปยังผู้ขับขี่คนอื่น ๆ แทนได้ เพื่อป้องกันความเสียหายพร้อมทั้งยังสามารถลดปัญหาการจราจรติดขัดอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นก่อนหน้าได้ โดยงานวิจัยนี้ได้ผนวกเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการนำเทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก หรือ จีพีเอส มาคำนวณทิศทางของจุดเกิดเหตุและพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ช่วยให้การตัดสินใจของผู้ขับขี่ยานพาหนะต่อสถานการณ์ตรงหน้าได้ดียิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การออกแบบอัลกอริทึมที่มีความสามารถในการตรวจสอบทิศทางและการคำนวณพารามิเตอร์ช่วยในการตัดสินใจต่อสถานการณ์เสี่ยง

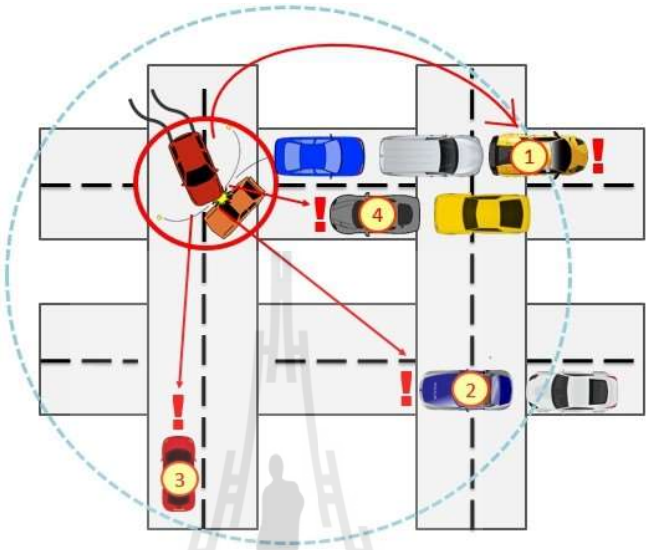
3.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบอัลกอริทึมที่มีความสามารถในการตรวจจับทิศทางพร้อมทั้งคำนวณค่าพารามิเตอร์สำคัญที่ช่วยเป็นข้อมูลในการตัดสินใจสำหรับผู้ขับขี่ยานพาหนะเมื่อต้องประสบกับเหตุการณ์ที่มีอุบัติเหตุสุดวิสัยอยู่ในระยะขอบเขตที่จะเป็นอันตรายต่อผู้ขับขี่ได้ ในส่วนของการออกแบบอัลกอริทึมดังกล่าวเราจะใช้โปรแกรมแมทแลบในการเขียนโปรแกรมทำการคำนวณทิศทางของยานพาหนะของเราว่ากำลังเข้าใกล้ขอบเขตอันตรายหรือไม่ โดยอ้างอิงจากข้อมูลพิกัดจีพีเอสจากจุดอันตราย หากพบว่ากำลังเข้าสู่สถานการณ์เสี่ยงที่จะทำให้เกิดความเสียหายต่อยานพาหนะของผู้ขับขี่ที่ได้รับข้อความเตือนจากจุดเกิดเหตุ เรายังสามารถคำนวณระยะห่าง มุมของเส้นทางการวิ่งของยานพาหนะกับจุดอันตราย และระยะเวลาคงเหลือก่อนที่จะเข้าสู่ขอบเขตอันตรายได้ โดยตอนท้ายของบทนี้ได้ทำการสุ่มค่าพิกัดตำแหน่งเพื่อจำลองผลแล้ววิเคราะห์ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่นำเสนอ อีกทั้งเป็นแนวทางในการสร้างอุปกรณ์จริงต่อไป

3.2 ปัญหาที่พบจากเหตุการณ์ซึ่งอยู่ในความสนใจ

ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 มีหลายงานวิจัยทำการศึกษาพัฒนาระบบความปลอดภัยโดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่ทำการแลกเปลี่ยนผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุทางท้องถนน แต่ถึงอย่างไร อุบัติเหตุบางชนิดไม่สามารถทำการป้องกันได้อย่าง 100% ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยใดที่สนใจปัญหาที่ตามมาจากเหตุการณ์อุบัติเหตุที่เป็นเหตุสุดวิสัย เช่น อุบัติเหตุจากรถคันหลังที่ตามมาแล้วประสบอุบัติเหตุเพิ่มเติมกลายเป็นความเสียหายที่หนักยิ่งขึ้นไป หรือ การจราจรที่ติดขัดอันเนื่องมาจากผลของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียง ในระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะนั้น ยานพาหนะแต่ละคันสามารถส่งพิกัด จีพีเอสของตัวเองไปบอกยานพาหนะคันอื่น ๆ ได้ว่าขณะนี้ ยานพาหนะของเรานั้นอยู่ที่ใด ในรูปแบบตำแหน่งละติจูดและลองจิจูด ในสถานการณ์นี้หากยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุส่งข้อมูลในรูปแบบของข้อความเตือนโดยแฝงข้อมูลพิกัดจีพีเอสไปด้วย จะทำให้ยานพาหนะอื่น ๆ รอบ ๆ ยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเพิ่มเติมซึ่งเกิดความเสียหายที่รุนแรงยิ่งขึ้นไป ดังในรูปที่ 3.1 อีกทั้งยังทำให้ยานพาหนะที่ไม่ได้เข้าใกล้จุดอันตรายสามารถเดินทางต่อไปอย่างไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เช่นยานพาหนะหมายเลข 1 และ 2 ในรูปที่ 3.1 ส่วนหมายเลข 3 นั้น หากสามารถ

คำนวณระยะห่างและทิศทางได้ล่วงหน้าได้ในระยะที่ไกล หมายเลข 3 สามารถเลือกใช้เส้นทางอื่นเพื่อลดความเสี่ยงหรือการจราจรที่อาจจะไม่คล่องตัวในเส้นทางที่เข้าสู่จุดอันตราย

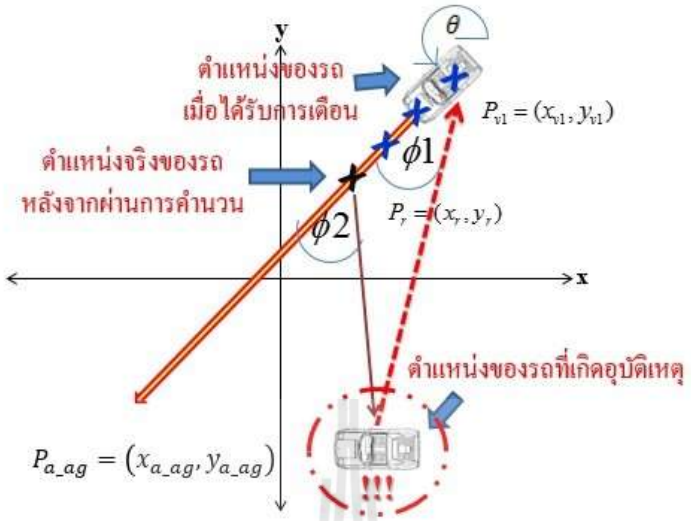


รูปที่ 3.1 ปัญหาจากการไม่ทราบทิศทางของจุดอันตราย

3.3 การออกแบบอัลกอริทึมในการตรวจสอบทิศทางจากเหตุการณ์อันตราย

ในการออกแบบอัลกอริทึมนี้เราสมมุติว่ายานพาหนะทุกคันติดตั้งอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ โดยยานพาหนะทุกคันสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลพิกัดจีพีเอสซึ่งใช้การติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สายชนิดนี้ได้ กระบวนการเริ่มต้นเมื่อมียานพาหนะคันใดคันหนึ่งเกิดอุบัติเหตุบนเส้นทางการจราจร ยานพาหนะคันนั้นจะทำการส่งข้อความเตือน (Warning messages) ให้ยานพาหนะรอบตัวในระยะการสื่อสาร และให้พิกัดจีพีเอส ของจุดเกิดเหตุคือ $P_{m_ag} = \left(x_{m_ag}, y_{m_ag}\right)$ เมื่อยานพาหนะรอบ ๆ จุดเกิดเหตุได้รับข้อความเตือนจะทำการเก็บพิกัดจีพีเอสของตัวเองหรือ $P_{v_ag} = \left(x_{v_ag}, y_{v_ag}\right)$ ดังที่แสดงในรูปที่ 3.2 แล้วนำมาเฉลี่ยดังสมการที่ (3.1) โดย x_{m_ag} แทนพิกัดลองจิจูดของจุดเกิดเหตุและ y_{m_ag} แทนพิกัดละติจูดของจุดเกิดเหตุ

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



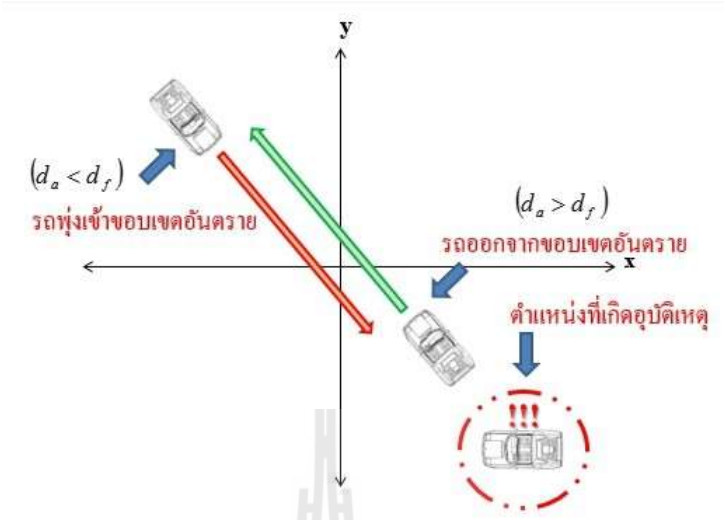
รูปที่ 3.2 เหตุการณ์อุบัติเหตุที่นำมาตรวจสอบทิศทาง

ต่อจากนั้นทำการเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างพิกัดจีพีเอสจุดแรกของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับพิกัดจีพีเอสจุดเกิดเหตุ (d_f) และพิกัดจีพีเอสของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ซึ่งถูกเฉลี่ยในสมการที่ (3.1) กับพิกัดจีพีเอสของจุดเกิดเหตุ (d_a)

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

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

โดยมีเงื่อนไขว่า เมื่อคำนวณออกมาแล้ว $d_f > d_a$ หมายความว่ายานพาหนะคันนั้นกำลังเคลื่อนที่ออกจากจุดเกิดเหตุ ไม่จำเป็นต้องสนใจจุดเกิดเหตุว่าอยู่พิกัดตำแหน่งใดหรือทิศไหน เพราะไม่ได้อยู่ในสถานการณ์เสี่ยงแล้ว แต่หาก $d_a > d_f$ หมายความว่ายานพาหนะคันดังกล่าวกำลังเคลื่อนที่เข้าหาจุดอันตรายซึ่งแสดงในรูปที่ 3.3 ส่วนจะเข้าใกล้ขอบเขตอันตรายแค่ไหน หรือ ไกลออกไปเท่าใดต้องทำการคำนวณต่อไปโดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องการย้ายแกนพิกัดและการหมุนแกนพิกัดเข้ามาช่วย โดยกำหนดย้ายพิกัดตำแหน่งแรกของยานพาหนะที่เคลื่อนที่เข้าสู่จุดเกิดเหตุเป็นจุดกำเนิดดังสมการที่ (3.4) และ พิกัดตำแหน่งของจุดเกิดเหตุก็เปลี่ยนตามดังสมการที่ (3.5)



รูปที่ 3.3 การพิจารณาตรวจสอบทิศทาง

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

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

ต่อจากนั้นทำการคำนวณหามุม θ_r จากพิกัดจีพีเอสของยานพาหนะที่เคลื่อนที่เข้าสู่จุดเกิดเหตุมาหมุนแกนพิกัด เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ต่อไป

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

นำค่า θ มาตรวจสอบเงื่อนไขของจตุภาค ว่าอยู่ในจตุภาคใด เพื่อระบุค่า θ_r ที่ถูกต้อง

หาก $\Delta x \in R^+, \Delta y \in R^+; \ 0 < \theta < 90^\circ$

$$\theta_r = \theta$$

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

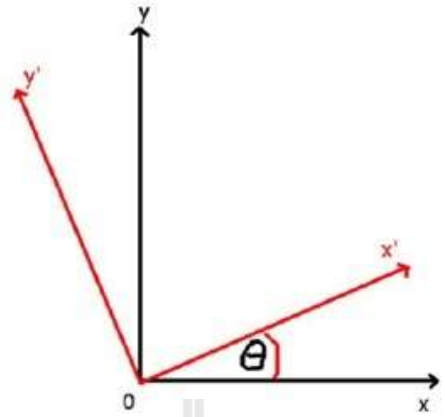
$$\theta_r = 180^\circ - \theta$$

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

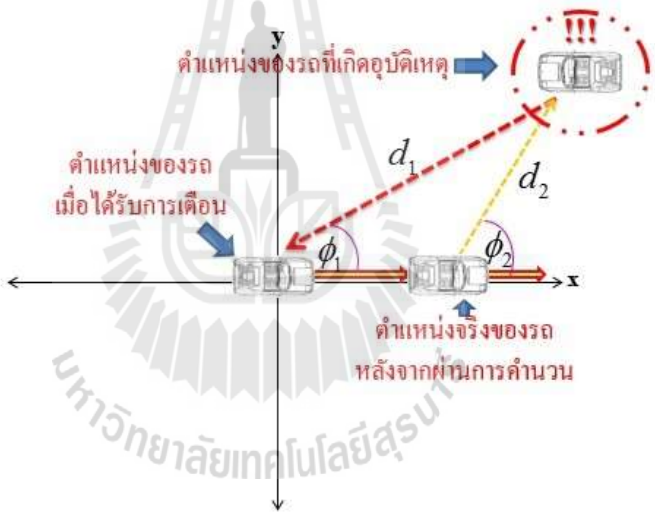
$$\theta_r = 180^\circ + \theta$$

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

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



รูปที่ 3.4 การหมุนแกนพิกัดทางคณิตศาสตร์



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งต่าง ๆ หลังจากย้ายจุดกำเนิดและหมุนแกนพิกัด

โดยสามารถหาค่าพิกัดตำแหน่งที่เปลี่ยนไปหลังจากทำการหมุนแกนพิกัดได้ดังสมการที่ (3.7) - (3.10)

$$x = x'\cos\theta - y'\sin\theta \tag{3.7}$$

$$y = x'\sin\theta + y'\cos\theta \tag{3.8}$$

$$x' = x\cos\theta + y\sin\theta \tag{3.9}$$

$$y' = -x\sin\theta + y\cos\theta \tag{3.10}$$

เมื่อเรานำตัวแปรของเราแทนเข้าไปในสมการหมุนแกนพิกัด (3.9) และ (3.10) จะได้ว่า

$$x_{ar_ag} = x_{an_ag}\cos\theta_r + y_{an_ag}\sin\theta_r \tag{3.11}$$

$$y_{ar_ag} = -x_{an_ag}\sin\theta_r + y_{an_ag}\cos\theta_r \tag{3.12}$$

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

$$x_{ar} = x_{ar_ag} \times a \tag{3.13}$$

$$y_{ar} = y_{ar_ag} \times b \tag{3.14}$$

เมื่อเราหมุนแกนพิกัดและเปลี่ยนรูปแบบพิกัดเชิงมุมให้กลับมาอยู่ในระบบพิกัดฉากโดยมีระยะห่างที่มีหน่วยเป็นเมตร เราจะสามารถคำนวณหาระยะห่างและทิศทางของจุดเกิดเหตุกระทำกับเส้นทางของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่เข้าหาจุดเกิดเหตุได้ในสมการที่ (3.15) – (3.19) และพิกัดตำแหน่งของจุดต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องจะถูกเปลี่ยนตำแหน่งไปดังแสดงในรูปที่ 3.3

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

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

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

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

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

3.4 การออกแบบอัลกอริทึมในการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย

เมื่อเราทราบตำแหน่งของจุดเกิดเหตุ และกำหนดรัศมีของขอบเขตอันตรายในลักษณะเป็นวงกลม จะทำให้เราสามารถคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายได้ดังสมการต่อไปนี้

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

และสมการจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

$$y = mx + c \tag{3.20}$$

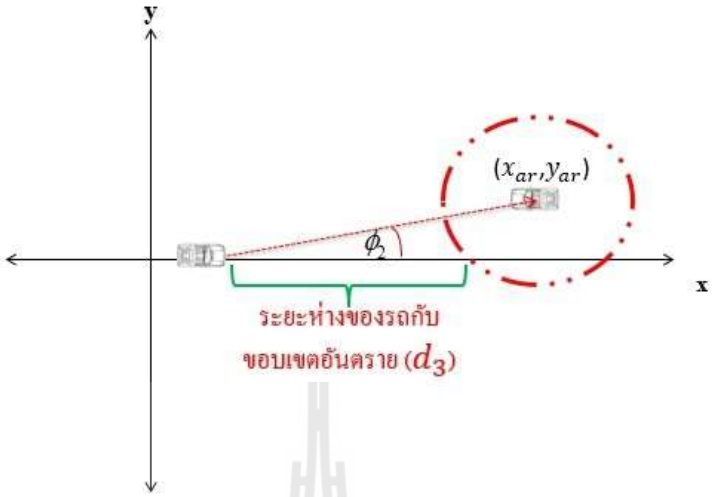
จากรูปที่ 3.6 หลังจากหมุนแกนพิกัดแล้วจะทำให้เส้นทางการเดินทางของยานพาหนะจะอยู่บนแกน x ดังนั้นสมการจริงเปลี่ยนเป็น $y = 0$ แล้วนำค่า y ไปแทนในสมการที่ (3.19) แล้วแก้สมการเพื่อหาค่าพิกัดของจุดตัดแรกระหว่างเส้นทางการเคลื่อนที่ยานพาหนะกับขอบเขตอันตราย

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

$$x^2 - 2x_{ar}x + x_{ar}^2 + y_{ar}^2 = r_d^2 \tag{3.22}$$

$$x^2 - 2x_{ar}x + \left[x_{ar}^2 + y_{ar}^2 - r_d^2\right] = 0 \tag{3.23}$$

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



รูปที่ 3.6 รูปแบบการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย

ค่า x ที่ออกมาจะมีทั้งหมด 2 ค่า เพราะจะผ่านขอบเขตอันตราย 2 รอบ เราจะพิจารณาในค่าที่น้อยที่สุด โดยให้ค่าที่น้อยที่สุดมีค่า x_c

ถ้า $x_1 > x_2$

$x_c = x_2$

แต่ถ้า $x_1 < x_2$

$x_c = x_1$

นำค่าพิกัดตำแหน่งที่ได้มาคำนวณหาระยะห่าง (d_3)และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ของขอบเขตอันตราย (t_r)

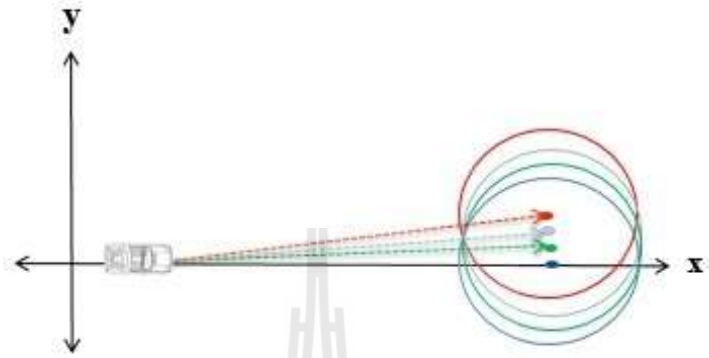
$$d_3 = x_c - \frac{5v}{18} \tag{3.25}$$

$$t_r = \frac{d_3}{v} \tag{3.26}$$

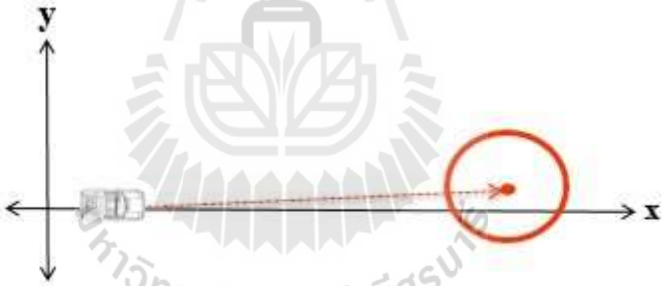
3.5 การทดลองแทนตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก

ในส่วนแรกได้ทดลองใส่พิกัดในระบบพิกัดฉากเข้าไปเพื่อวิเคราะห์ผลของอัลกอริทึมหากเปลี่ยนแปลงทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะซึ่งพิจารณา

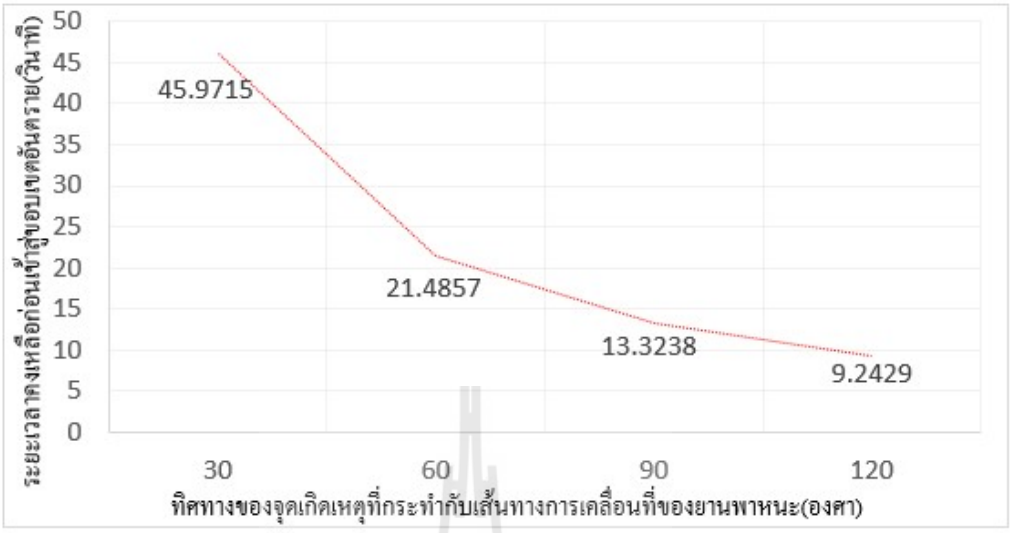
ขอบเขตอันตรายที่รัศมี 100 เมตร และ 150 เมตร อันตรายโดยใช้ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และระยะห่างระหว่างจุดอันตรายกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนคือ 500 เมตร ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 รูปแบบการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและขอบเขตอันตรายในมุมและรัศมีที่แตกต่างกัน

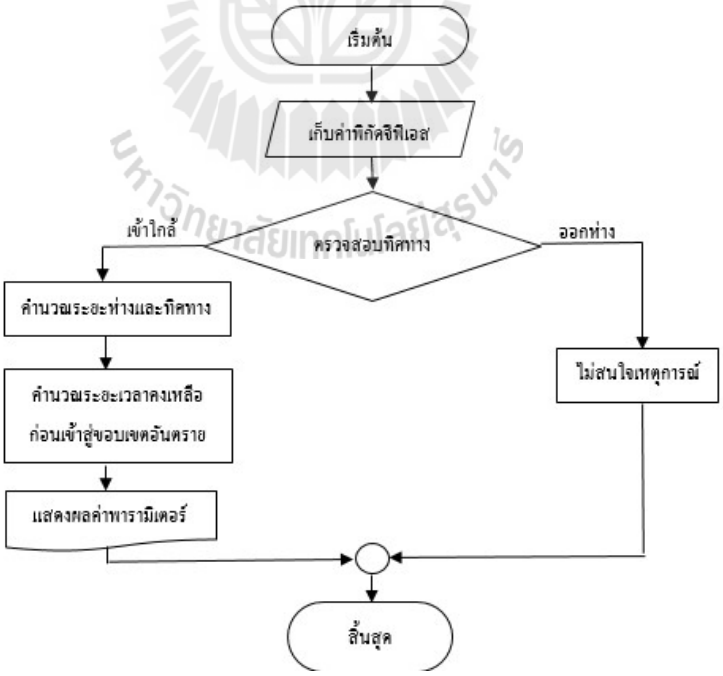


รูปที่ 3.9 รูปแบบการจำลองเคลื่อนที่ของยานพาหนะและขอบเขตอันตรายในความเร็วที่แตกต่างกัน



รูปที่ 3.10 ผลการคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายของรูปแบบการจำลองในความเร็วแตกต่างกัน

3.6 ผังงานสรุปการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอ



รูปที่ 3.11 ผังงานสรุปการทำงานของอัลกอริทึม

3.7 สรุป

ในบทนี้เราได้แสดงการคำนวณเพื่อตรวจสอบทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนจากยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุบนท้องถนนดังที่ได้สมมุติในเหตุการณ์รูปที่ 3.2 อัลกอริทึมที่ได้เสนอมานี้ทำให้ทราบว่ายานพาหนะอื่น ๆ ที่กำลังเคลื่อนที่ในระยะการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะซึ่งได้รับข้อความเตือน กำลังเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากขอบเขตอันตราย ในส่วนของยานพาหนะที่เคลื่อนออกจากขอบเขตอันตรายจึงไม่จำเป็นต้องสนใจเหตุการณ์ที่อยู่ด้านหลัง ซึ่งช่วยลดกรณีที่ต้องระวังจากอุบัติเหตุโดยไม่จำเป็นออกไปอย่างมาก ผลคือช่วยให้ความคล่องตัวของการจราจรสะดวกและปลอดภัยยิ่งขึ้น แต่หากพบว่ายานพาหนะคันใดเคลื่อนที่เข้าสู่ขอบเขตอันตราย เรายังสามารถคำนวณระยะห่างและทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ พร้อมทั้งคำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย พารามิเตอร์ที่สำคัญเหล่านี้ช่วยให้การตัดสินใจต่อสถานการณ์เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุดียิ่งขึ้น

เมื่อทำการทดลองแทนตำแหน่งพิกัดในระบบพิกัดฉากเพื่อทำการคำนวณพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในสถานการณ์แตกต่างกันไปพบว่าหากเรากำหนดรัศมีของขอบเขตอันตรายที่กว้างจะทำให้เราสามารถตรวจสอบระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายในมุมที่กระทำกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะได้มากกว่าแต่จะได้ระยะเวลาคงเหลือที่น้อยลงในการตัดสินใจหลีกเลี่ยงเส้นทางอันตรายดังกล่าว และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในกรณีที่ใช้ความเร็วแตกต่างกันพบว่าระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายจะลดลงอย่างรวดเร็วในรูปแบบฟังก์ชันเลขชี้กำลัง โดยมีการแปรผกผันกันระหว่างความเร็วของยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือนกับระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตราย ในบทถัดไปเราจะนำเสนอผลการทดลองจริง โดยเก็บค่าพิกัดจีพีเอสจากรูปแบบสถานการณ์จำลองเพื่อยืนยันประสิทธิภาพของอัลกอริทึมต่อไป

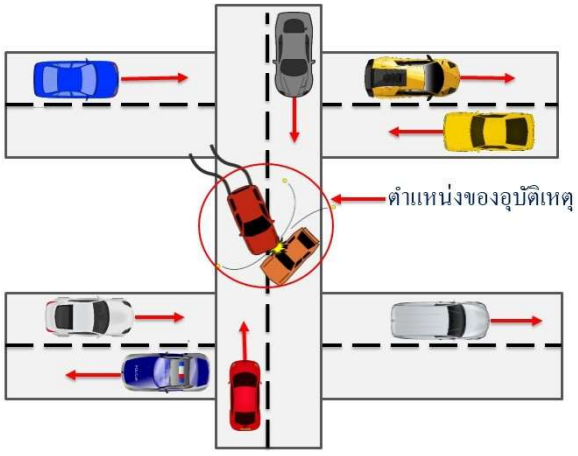
บทที่ 4
การจำลองผลในโปรแกรมแมทแลบพร้อมกับผลการทดลองจริง

4.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการนำเสนอผลของการจำลองสุ่มตำแหน่งและทิศทางในระบบพิกัดฉาก เพื่อตรวจสอบทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ว่าเส้นทางเข้าใกล้ขอบเขตอันตรายหรือไม่ ในส่วนที่สองจะนำไปรู้จักอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างยานพาหนะและยานพาหนะพร้อมทั้งวิธีการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายสื่อสารชนิดนี้ และในบทนี้ยังได้นำเสนอผลการเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะจากการจำลองเหตุการณ์อุบัติเหตุที่เราสนใจทำการศึกษาแล้วนำพิกัดจีพีเอสที่ได้มาคำนวณตามอัลกอริทึมที่ได้เสนอไปในบทที่ 3 โดยใช้โปรแกรมแมทแลบในการคำนวณการตรวจสอบทิศทางและค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญต่าง ๆ และทำการวิเคราะห์สรุปผลที่ได้จากการทดลองในตอนสุดท้าย

4.2 ผลการจำลองสุ่มตำแหน่งและทิศทางในระบบพิกัดฉาก

ในส่วนนี้ได้ทำการทดลองสุ่มพิกัดตำแหน่งในระบบพิกัดฉากเพื่อตรวจสอบความสามารถของอัลกอริทึมว่าใช้ตรวจสอบทิศทางของพิกัดตำแหน่งที่ได้รับมาแม่นยำเพียงใดโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของจีพีเอสตามมาตรฐานความแม่นยำของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังที่แสดงในรูปที่ 4.1 โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่ระยะ 5 เมตร ผลการทดลองแสดงได้ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.1 การสุ่มเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

ตารางที่ 4.1 จำนวนเหตุการณ์ที่คำนวณได้จากการสุ่มพิกัดเมื่อเข้าใกล้จุดเกิดเหตุ

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 ได้ทำการสุ่มพิกัดตำแหน่งและทิศทางเพื่อทำการตรวจสอบว่าเข้าใกล้จุดเกิดเหตุและกำลังมุ่งหน้าเข้าสู่ขอบเขตอันตรายหรือไม่ เป็นจำนวน 1000 ครั้ง และพบว่ามีความคลาดเคลื่อนไปเล็กน้อยที่การตรวจสอบจะพบว่ายานพาหนะเคลื่อนที่ออกจากจุดเกิดเหตุทั้งที่จริงแล้วกำลังเคลื่อนที่เข้าใกล้จุดเกิดเหตุหรือในกรณีตรงกันข้าม 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

(ก) (ข)

(ค)

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 เนื่องจากข้อความเตือนชนิดนี้ให้รูปแบบของตำแหน่งพิกัด จีพีเอสที่ชัดเจนและง่ายในการเก็บข้อมูล

2. โปรแกรมแมทแลบ เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนสมการแล้วใส่ค่าข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ได้รับจากข้อความเตือนแล้วทำการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ 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 ได้นำพิกัดจีพีเอสมาคำนวณเพื่อตรวจสอบทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะแล้วทำการเปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่จริงโดยได้ทำการทดลองในส่วนนี้ทั้งหมด 100 ครั้ง แบ่งออกเป็นการเคลื่อนที่เข้าหาจุดอันตรายและเคลื่อนที่ออกจากกจุดอันตราย และใช้ความเร็ว 5 ความเร็ว แต่ละความเร็วแบ่งออกเป็นเคลื่อนที่เข้าหาจุดเกิดเหตุ 10 ครั้ง และไม่เข้าหาจุดเกิดเหตุ 10 ครั้ง พบว่าการคำนวณทิศทางจากพิกัดจีพีเอสผ่านอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอสามารถตรวจสอบได้ถูกต้องในทุก ๆ กรณีที่ได้ทำการทดลอง

4.4.2 การพิจารณาความแม่นยำของการคำนวณระยะห่าง

ในการคำนวณระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือน มาตรฐานของจีพีเอสเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ระยะห่างซึ่งถูกคำนวณผ่านอัลกอริทึมกับระยะห่างจริง ในส่วนนี้จึงได้ทำการตรวจสอบความแม่นยำโดยเปรียบเทียบ

ระหว่างระยะห่างจริงที่ยานพาหนะสองคันจอดห่างกันกับระยะห่างที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลพิกัด จีพีเอสที่รับ-ส่งกันในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะตามอุปกรณ์มาตรฐานที่ได้นำมาใช้ในการทดลองเก็บผลจริง

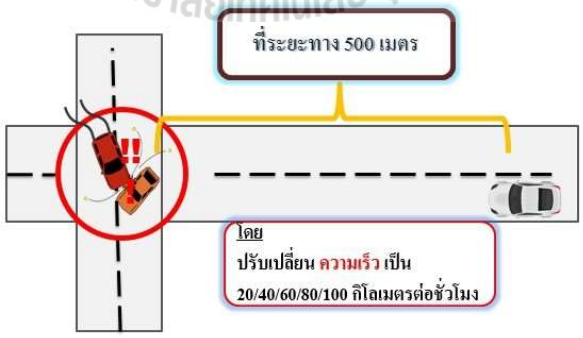
ตารางที่ 4.4 ระยะห่างระหว่างจุดเกิดเหตุกับยานพาหนะที่ได้รับข้อความเตือน

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

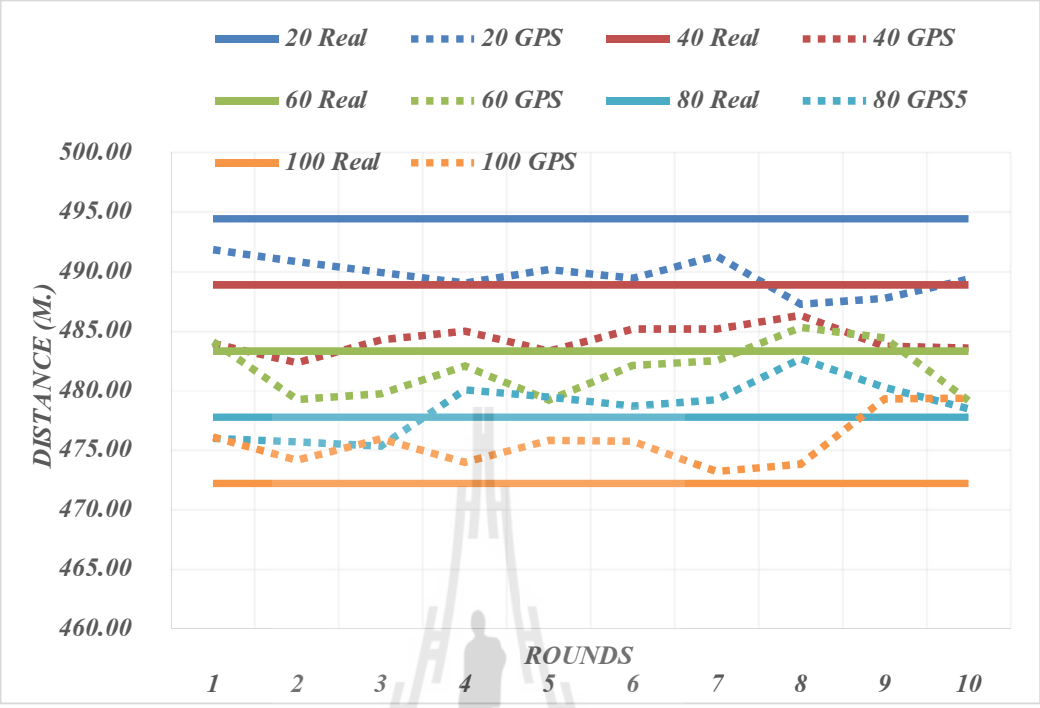
ผลการทดลองพบว่าระยะห่างจากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลพิกัดจีพีเอสมีความใกล้เคียงกันกับระยะห่างจริงมาก ในกรณีที่ยานพาหนะทั้งสองคันหยุดนิ่ง และเราจะได้พิจารณาความแม่นยำของการคำนวณระยะห่าง ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่ และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายในส่วนต่อไป

4.4.3 การพิจารณาเหตุการณ์ที่อยู่ในสถานการณ์ต่างกัน

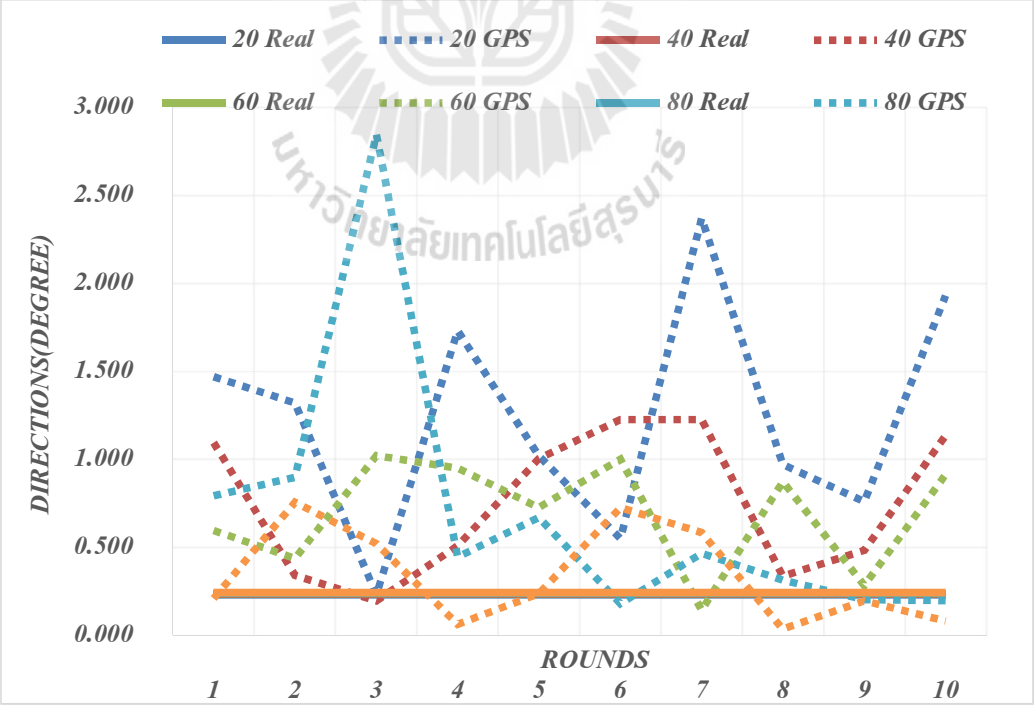
- เมื่อยานพาหนะที่เคลื่อนที่ใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน



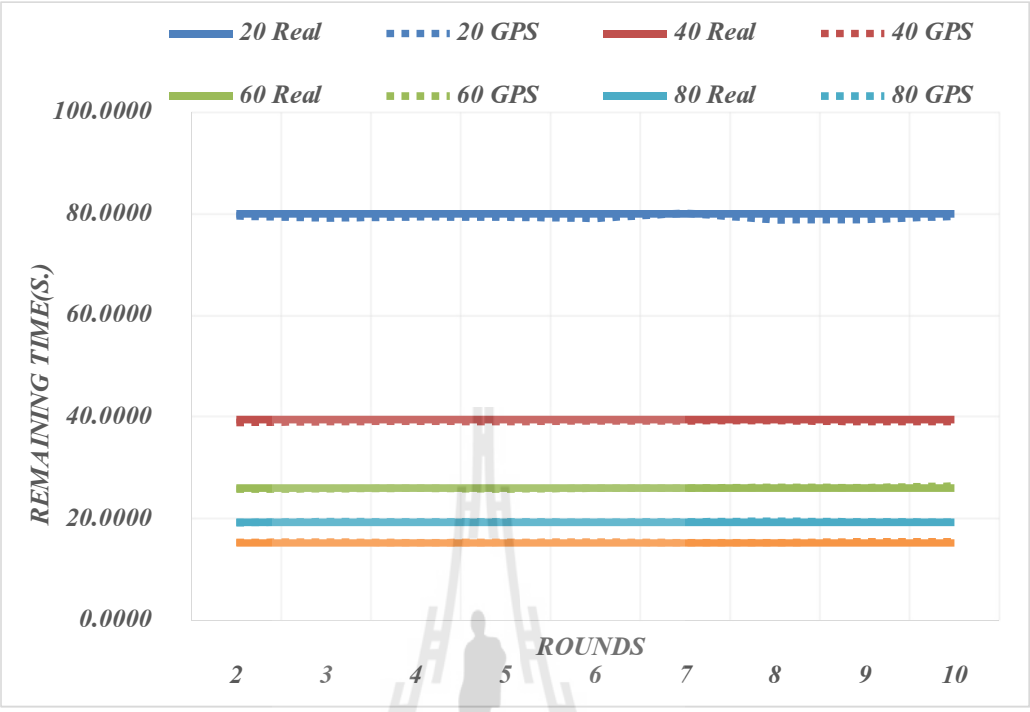
รูปที่ 4.3 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีใช้ความเร็วแตกต่างกัน



รูปที่ 4.4 ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน



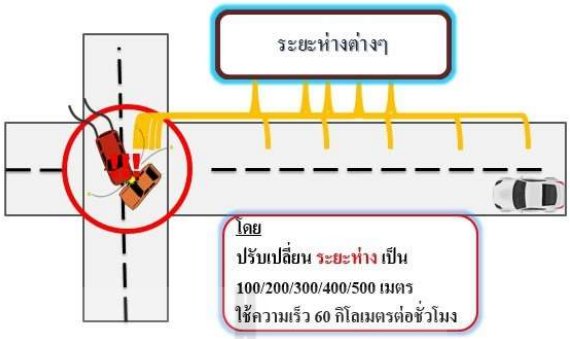
รูปที่ 4.5 ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน



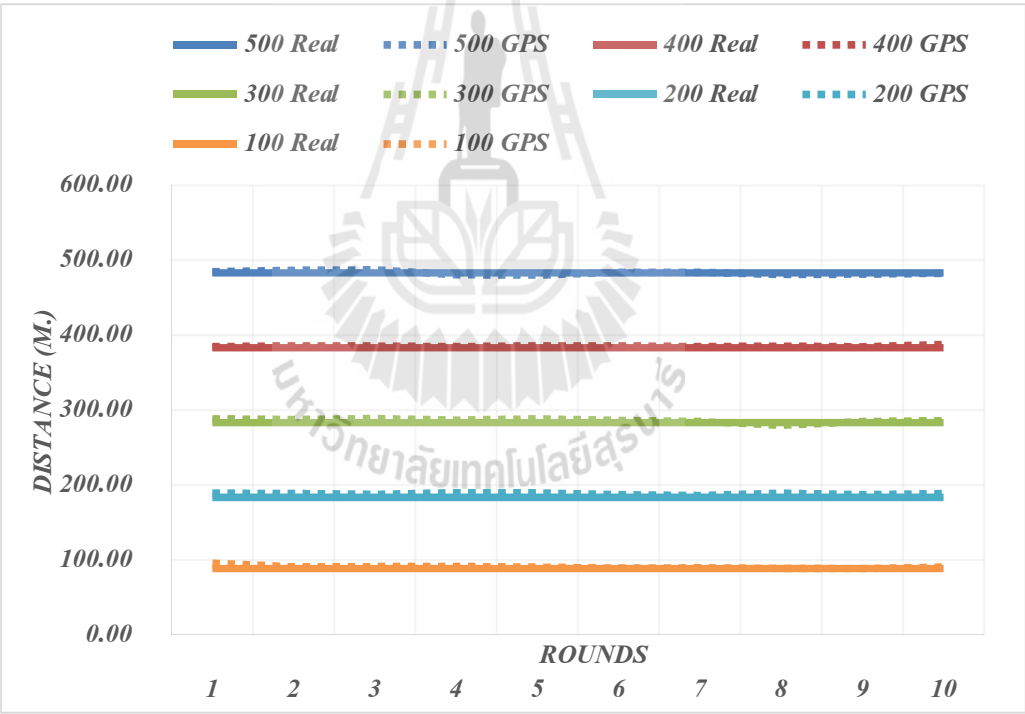
รูปที่ 4.6 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่อใช้ความเร็วแตกต่างกัน

จากการทดลองนำค่าพิกัดจีพีเอสมาคำนวณหาระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายโดยพิจารณาทั้งหมด 5 ความเร็วพบว่ามีความคลาดเคลื่อนไปจากความจริงน้อยมาก จากการนำพิกัดจีพีเอสคำนวณระยะห่างมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงไม่เกิน 10 เมตร จากระยะห่างประมาณเกือบ 500 เมตร โดยความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับทิศทางไม่เกิน 3 องศา และความคลาดเคลื่อนในการคำนวณระยะห่างระหว่างยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุแตกต่างกันเพียงไม่เกิน 2วินาที ซึ่งเส้นกราฟที่ลงท้ายด้วย REAL คือข้อมูลจริงและเส้นกราฟที่ลงท้ายด้วย GPS คือข้อมูลที่ได้จากคำนวณผ่านอัลกอริทึม ส่วนตัวเลขนำหน้าหมายถึงความเร็วที่ใช้ในการทดลอง โดยรวมแล้วถือว่าข้อมูลที่สามารถคำนวณได้จากการใช้ประโยชน์ของข้อมูลพิกัดจีพีเอสผ่านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะเพียงพอที่จะตัดสินใจหลีกเลี่ยงไปใช้เส้นทางอื่นหรือระมัดระวังต่อความเสี่ยงที่จะประสบเหตุอันตรายได้ดีขึ้น

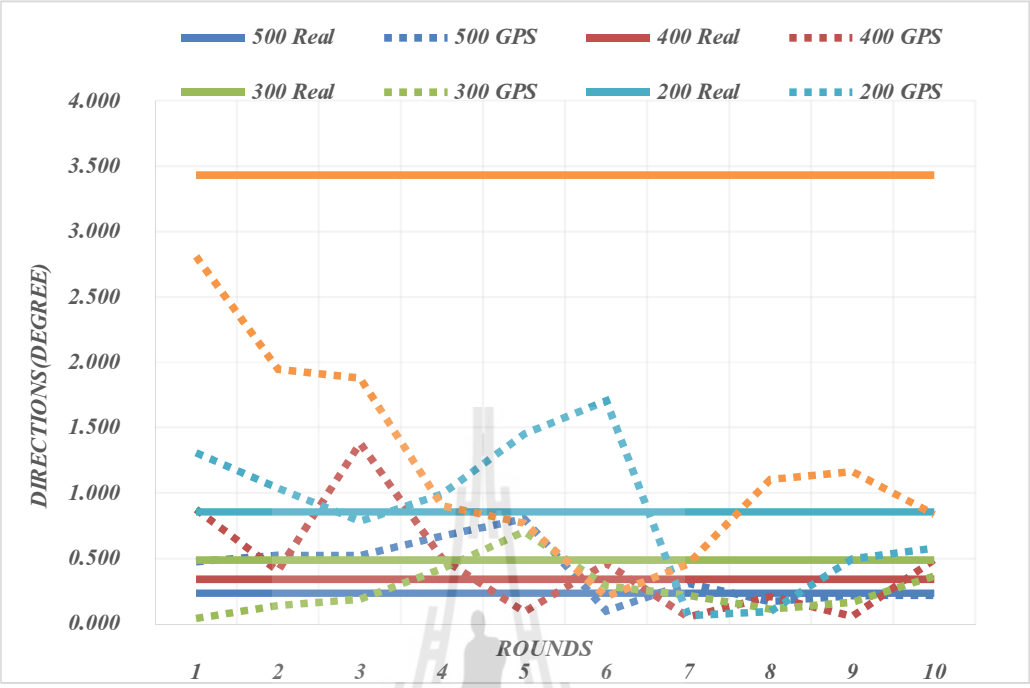
- เมื่อยานพาหนะที่เคลื่อนที่อยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน



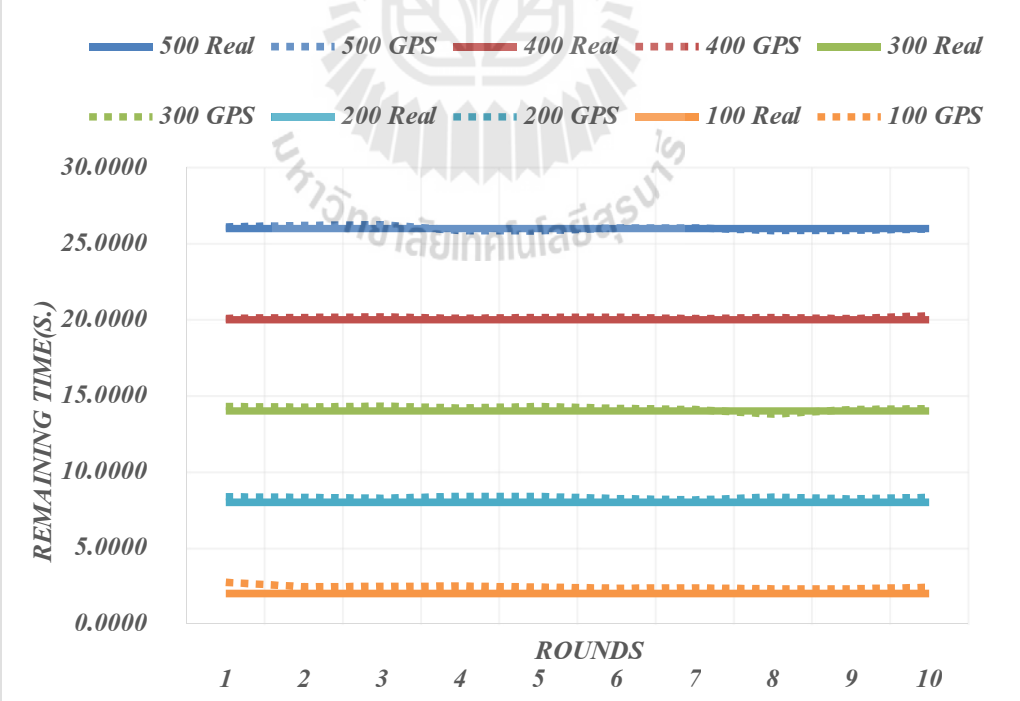
รูปที่ 4.7 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.8 ระยะห่างระหว่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน



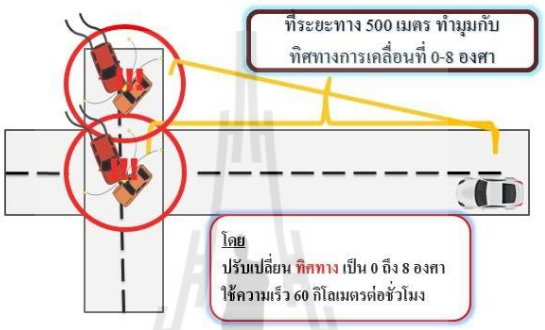
รูปที่ 4.9 ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน



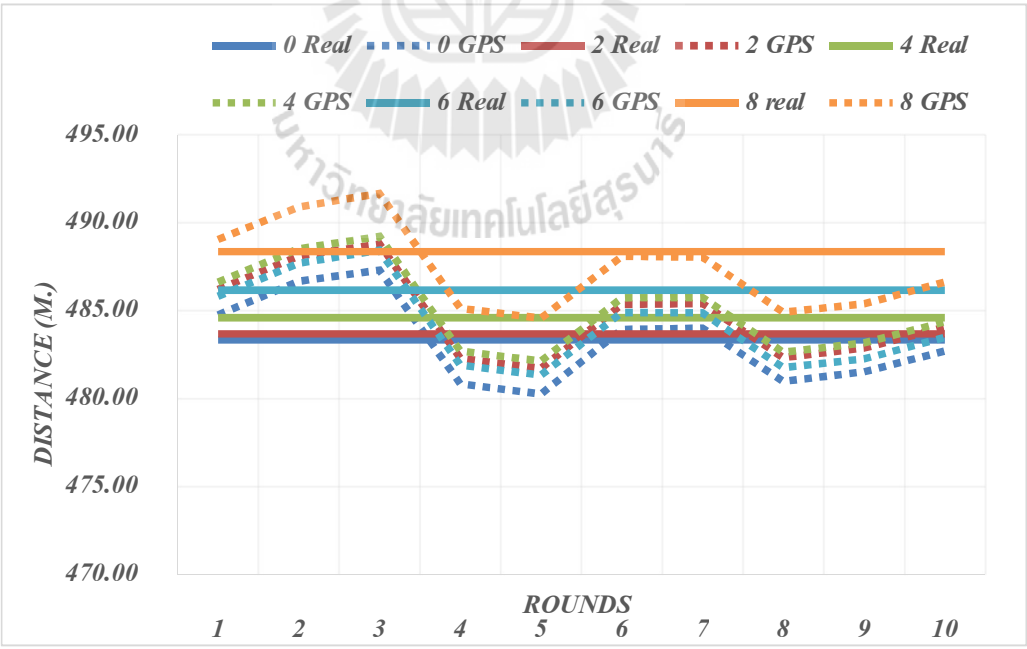
รูปที่ 4.10 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่ออยู่ในระยะห่างที่แตกต่างกัน

จากการทดลองในส่วนนี้จะนำค่าพิกัดจีพีเอสที่ได้มาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ดังเช่นในส่วนก่อน แต่จะเปลี่ยนระยะที่ใช้รับ-ส่งข้อมูล ตั้งแต่ 100-500 เมตร เส้นกราฟที่ลงท้ายด้วย REAL คือข้อมูลจริง และเส้นกราฟที่ลงท้ายด้วย GPS คือข้อมูลที่ได้จากคำนวณผ่านอัลกอริทึม ส่วนตัวเลขนำหน้าหมายถึงระยะห่างที่ใช้ในการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่คำนวณได้มีค่าความคลาดเคลื่อนไปจากความจริงเล็กน้อยดังเช่นในส่วนการใช้ความเร็วที่แตกต่างกันไปแต่ใช้ระยะการสื่อสารเท่าเดิม

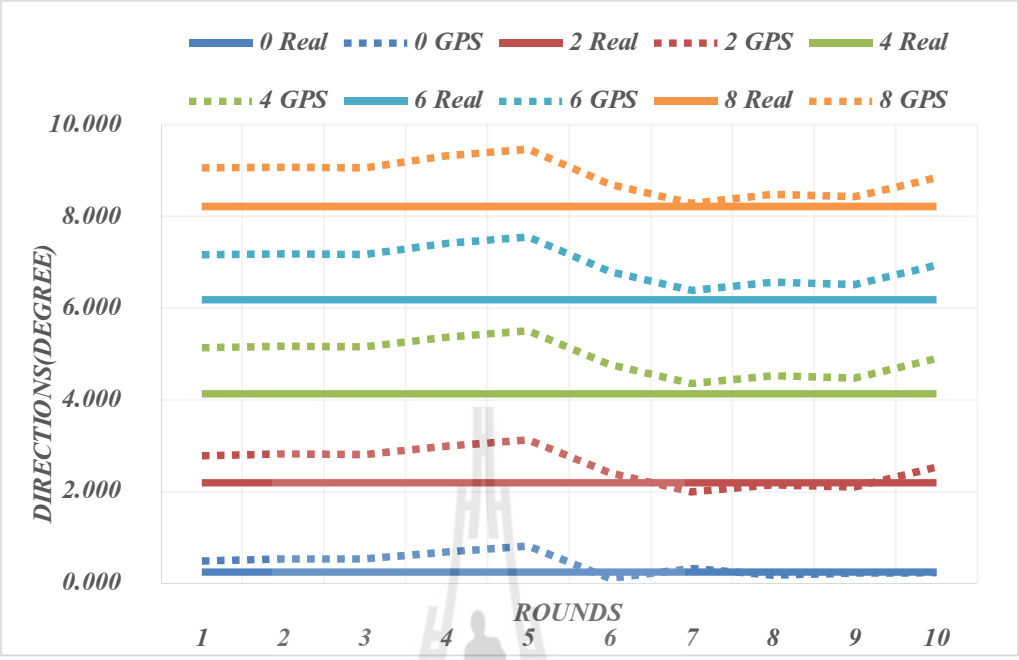
-เมื่อใช้ทิศทางระหว่างจุดอันตรายกับยานพาหนะที่แตกต่างกัน



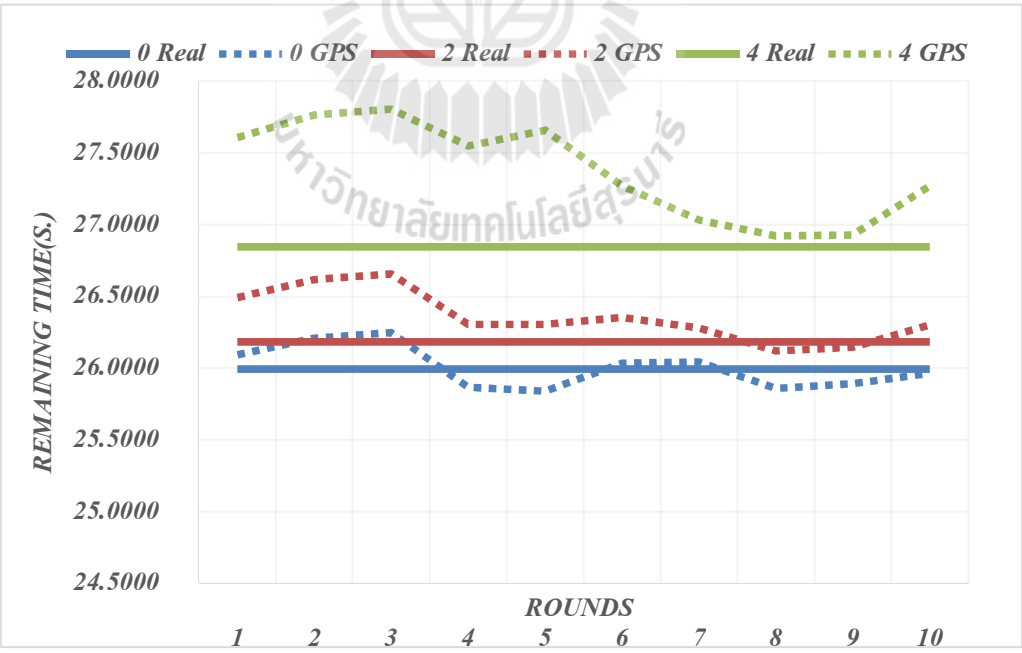
รูปที่ 4.11 การเก็บข้อมูลพิกัดจีพีเอสในกรณีอยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.12 ระยะห่างยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่กับจุดเกิดเหตุเมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.13 ทิศทางของจุดเกิดเหตุที่กระทำกับเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.14 ระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายเมื่ออยู่ในทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกัน

ผลจากการทดลองในส่วนนี้จะนำค่าพิกัดจีพีเอสที่ได้มาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 เหมือนกันกับสองส่วนก่อนหน้า แต่จะเปลี่ยนมุมของจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะซึ่งได้รับข้อความเตือน โดยเส้นกราฟที่ลงท้ายด้วย REAL คือข้อมูลจริงและเส้นกราฟที่ลงท้ายด้วย GPS คือข้อมูลที่ได้จากคำนวณผ่านอัลกอริทึม ส่วนตัวเลขนำหน้าหมายถึงทิศทางระหว่างจุดเกิดเหตุกับเส้นทางการเคลื่อนที่แตกต่างกันในการทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่คำนวณได้มีค่าความคลาดเคลื่อนไปจากความจริงเพียงเล็กน้อยดังเช่นในสองส่วนก่อนหน้าเหมือนเดิม

4.5 สรุป

เนื้อหาในบทนี้ได้นำเสนอผลการทดลองต่าง ๆ เพื่อนำมายืนยันประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในการตรวจสอบทิศทางของจุดเกิดเหตุว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดเมื่อนำข้อมูลซึ่งผ่านการใช้งานจริงมาคำนวณ พร้อมทั้งคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับช่วยในการตัดสินใจเมื่อประสบกับสถานการณ์อันตราย จากการทดลองพบว่าอัลกอริทึมค่อนข้างมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูง เนื่องจากการคำนวณเพื่อตรวจสอบทิศทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุมีความถูกต้องแม่นยำสูง อีกทั้งในส่วนของการคำนวณเพื่อบอกระยะห่างระหว่างยานพาหนะกับจุดเกิดเหตุ ทิศทางของจุดเกิดเหตุเมื่อเทียบกับเส้นทางการเคลื่อนที่ และระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ระยะอันตราย ค่าความคลาดเคลื่อนของพารามิเตอร์ทั้ง 3 นี้มีค่าค่อนข้างน้อย เมื่อคำนวณจากค่าพิกัดจีพีเอสจริง โดยในบทถัดไปจะเป็นการสรุปงานวิจัยทั้งหมด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

ระบบการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะได้ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายพอสมควรในต่างประเทศ และประเทศอเมริกามีแนวโน้มที่จะวางระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะให้เป็นข้อกำหนดสำหรับยานพาหนะทุกชนิดในปี ค.ศ. 2017 นี้ เพื่อให้การติดต่อสื่อสารเป็นไปได้อย่างเต็มรูปแบบ และสามารถใช้งานระบบสื่อสารไร้สายชนิดนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การใช้งานส่วนมากเป็นไปในแนวทางเดียวกันนั่นคือการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะบนท้องถนน เนื่องจากชีวิตและทรัพย์สินเป็นความสำคัญลำดับแรกที่ต้องคำนึงถึง แต่ไม่เพียงการใช้งานด้านความปลอดภัยเท่านั้น ยังมีการใช้งานที่ทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะชนิดต่าง ๆ เกิดความสะดวกสบาย เช่น บริการด้านข้อมูลการจราจร เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นไปที่การใช้งานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย นั่นคือระบบเตือนการชน ในงานวิจัยที่ผ่านๆ ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้งานทางด้านความปลอดภัยหลากหลายรูปแบบ แต่ถึงจะพยายามป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติขึ้นอย่างไร ถึงกระนั้นผลจากเหตุสุดวิสัยต่าง ๆ ยังคงสามารถทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนขึ้นได้เสมอ หากเกิดอุบัติเหตุที่เป็นเหตุสุดวิสัยขึ้นแล้วจะสามารถลดผลกระทบของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไร งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนการชนโดยนำ ข้อมูลพิกัดตำแหน่งที่ได้จากเทคโนโลยีจีพีเอสมาใช้ในระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ มาใช้ประโยชน์ โดยหากเกิดอุบัติเหตุขึ้นที่ตำแหน่งใด ๆ ก็ตาม ยานพาหนะที่ประสบเหตุจะทำการส่งข้อความเตือนไปยังยานพาหนะโดยรอบในข้อความเตือนจะส่งข้อมูลพิกัดจีพีเอสเพื่อบอกตำแหน่งของยานพาหนะที่ประสบเหตุไปด้วย ซึ่งข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ได้นั้นสามารถนำมาคำนวณตรวจจับทิศทางของรถเมื่อพิจารณาร่วมกับจุดอันตราย พร้อมทั้งสามารถนำมาคำนวณระยะห่างและมุมระหว่างเส้นทางของยานพาหนะที่มีแนวโน้มกำลังเข้าใกล้จุดอันตราย จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือการตรวจจับทิศทางของจุดอันตรายได้ และยังสามารถนำข้อมูลพิกัดตำแหน่งมาใช้คำนวณระยะเวลาคงเหลือก่อนเข้าสู่ขอบเขตอันตรายดังที่ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับทิศทางและการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ไว้ในบทที่ 3 และทำการทดลองนำพิกัดตำแหน่งจริงมาคำนวณตามอัลกอริทึมเพื่อดูประสิทธิภาพของอัลกอริทึมเมื่อนำไปใช้งานจริงว่ามีความแม่นยำเพียงใด

ผลจากการทดลองในบทที่ 4 แสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมที่ได้นำเสนอเมื่อนำข้อมูลพิกัดจีพีเอสที่ได้จากการรับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะมาคำนวณพบว่าเมื่อพิจารณาการตรวจจับทิศทางจากการสุ่มพิกัดตำแหน่งจำนวน 1000 ครั้งในแต่ละช่วง

ความเร็ว สามารถตัดการเตือนที่ไม่จำเป็นเนื่องจากยานพาหนะไม่ได้อยู่ในเส้นทางของอุบัติเหตุได้ถึง 50% โดยประมาณ ซึ่งทำให้ยานพาหนะนั้น ๆ ไม่ต้องกังวลกับความเสี่ยงพร้อมทั้งการจราจรจะเป็นไปได้อย่างคล่องตัวยิ่งขึ้น ส่วนการตรวจจับผิดพลาดนั้นมีประมาณ 0.02% จากการสุ่มทั้งหมด ซึ่งถือว่าเป็นตัวเลขที่ค่อยข้างน้อยมาก ๆ

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

จากผลการวิจัยที่ได้นำเสนอในที่นี้มีความมุ่งหวังว่าหากผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถทราบข้อมูลที่สำคัญๆ เหล่านี้ จะช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดเหตุอันตรายพร้อมทั้งยังช่วยให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะสามารถตัดสินใจต่อสถานการณ์อันตรายได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการใช้งานระบบสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะยังไม่ถูกนำมาใช้งานจริงในประเทศไทย ถูกใช้ในรูปแบบของงานวิจัยเป็นส่วนมาก อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารชนิดนี้จำเป็นต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ และความแม่นยำสูงเนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการใช้งานทางด้านความปลอดภัยเป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันราคาค่อนข้างสูงมากจึงยากต่อการใช้งานจริงในยานพาหนะทุก ๆ คัน หากในอนาคตอุปกรณ์เหล่านี้มีราคาที่ต่ำลงย่อมง่ายต่อติดตั้ง และการใช้งานตามอัลกอริทึมก็จะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเมื่อในเวลานั้นยานพาหนะทุก ๆ คันสามารถติดต่อสื่อสารกันได้

5.3 แนวทางการพัฒนาในอนาคต

ในงานวิจัยนี้เพียงนำเสนอวิธีการตรวจจับทิศทางและแสดงผลทดสอบเมื่อนำมาคำนวณจากข้อมูลพิกัดจีพีเอสจริง แต่ทุกการคำนวณยังคงอยู่ในรูปแบบของกระบวนการ หากสามารถนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมที่ติดตั้งจริงในยานพาหนะ จะทำให้การใช้งานยานพาหนะของผู้ขับขี่ทุก ๆ ราย มีความปลอดภัยและสะดวกสบายยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

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

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

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

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

Saif Al-Sultan; Moath M. Al-Doori; Ali H. Al-Bayatti; Hussien Zedan, **A comprehensive survey on vehicular Ad Hoc network**, Journal of Network and Computer Application ,ELSEVIER, vol., no., pp.380,392, 23 March 2013

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

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

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

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

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

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

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

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

ภาคผนวก ก

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

รายชื่อบทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

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

ภาคผนวก ข

ข้อมูลโค้ดโปรแกรมแมทแลบที่ใช้ในการทดลอง

Code matlab for experimentation.

```
clear all;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

        if xr==0
            if yr>0
                theda=90
            else
                theda=270
            end

        else
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
    if yr==0
      if xr>0
            theda=0
      else
            theda=180
      end
    else

        if xr>0 % check quadrant(q) of degree

          if yr>0
            theda=((atan(yr/xr)*180)/pi)        %q1
          else
            theda=360-(atan(yr/xr)*180)/pi      %q4
          end

        else
          if yr>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)

        if atan(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

%-------------------------------------------------------
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
% 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

%-------------------------------------------------------------
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค

ผลการคำนวณพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากข้อมูลพิกัดจีพีเอส

การเปลี่ยนแปลงความเร็ว

20 กม./ชม.	ระยะทาง(เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเปลี่ยนแปลงระยะห่าง

100 เมตร	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเปลี่ยนแปลงทิศทางจุดอันตรายกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

0 องศา	ระยะห่าง (เมตร)		เวลาเข้าสู่ขอบเขตอันตราย(วินาที)		มุม(องศา)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	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)	
ครั้งที่	วัดจริง	คำนวณ	คำนวณ (จากระยะห่าง)	คำนวณ (จากพิกัด)	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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี