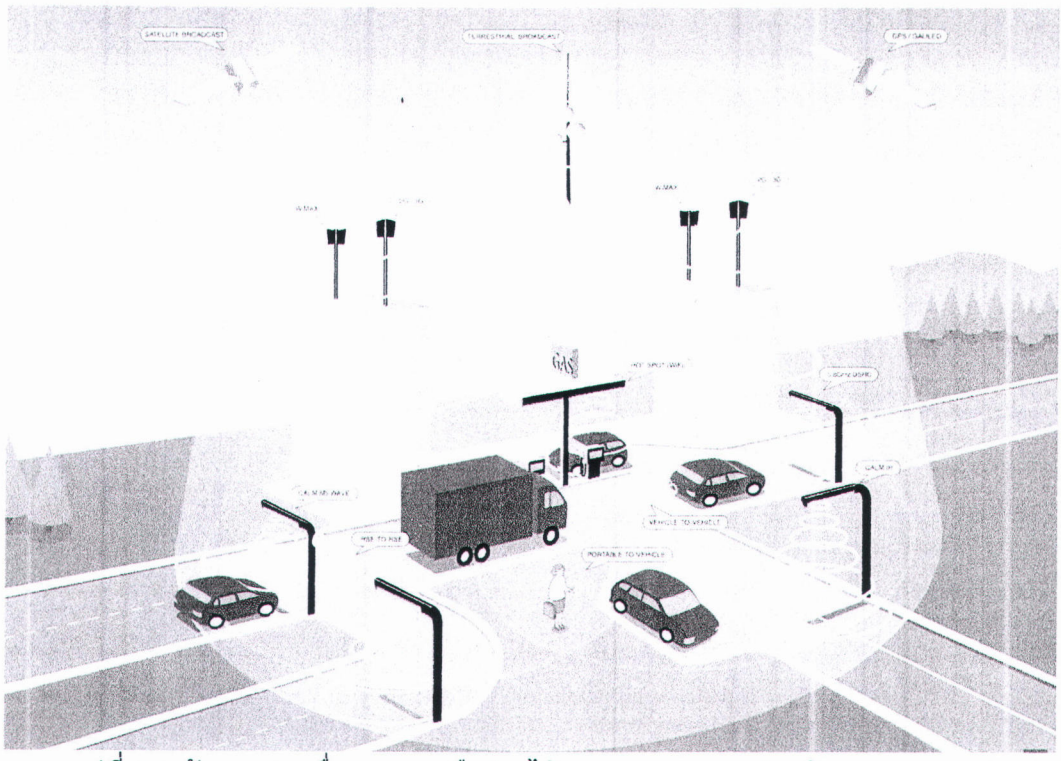
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการสื่อสารบนเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอก (MANET : Mobile Ad-hoc Networks) เป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจในการวิจัย เนื่องจากการสื่อสารสามารถทำได้โดยไม่ต้องมีโครงสร้างพื้นฐาน สามารถเข้าไปทำงานในบริเวณที่ไม่สะดวกหรือไม่สามารถติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานได้ นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบน้อยกว่ารูปแบบการสื่อสารที่พึ่งการทำงานของโครงสร้างพื้นฐาน อีกทั้งยังเป็นการทำงานแบบกระจาย (Distributed System) ซึ่งมีความทนทานต่อการถูกโจมตีหรือข้อผิดพลาดจากศูนย์กลางที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน การสื่อสารบนเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกจึงถูกนำไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่างๆกัน เช่น การสื่อสารบนเครือข่ายตัวรับรู้แบบไร้สาย (WSN : Wireless Sensor Network) หรือการสื่อสารบนเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกสำหรับยานพาหนะ (VANET : Vehicular Ad-hoc Network) เป็นต้น โดยเฉพะการสื่อสารบนเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกสำหรับยานพาหนะที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วทั้งด้านการพัฒนาและวิจัย [1] มีโครงการที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารบนยานพาหนะจำนวนมากทั้งภายใน และภายนอกประเทศ เช่น CarTalk, CVIS และ IntelliDrive เป็นต้น



รูปที่ 1.1 ลักษณะการสื่อสารบนเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกสำหรับยานพาหนะ[2]

เทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในการพัฒนารถยนต์ก็มีมากขึ้น ซึ่งทำให้ระบบการทำงานบนรถยนต์มีความซับซ้อนมากขึ้นและมีความต้องการพื้นฐานในการทำงานมากขึ้น ระบบที่ไม่เคยถูกติดตั้งบนรถยนต์ ตัวอย่างเช่นระบบนำทางจีพีเอส (Global Positioning System) [3] ถูกนำมาใช้จนเกือบเป็นอุปกรณ์พื้นฐานของรถยนต์ในปัจจุบัน ซึ่งในการทำงานต้องการอุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม เช่นกันระบบการทำงานในอนาคตอย่างระบบจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System)[4] ย่อมเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของรถยนต์ในอนาคตอันใกล้ แต่การทำงานของระบบจราจรอัจฉริยะนั้น นอกจากอุปกรณ์ที่จะถูกติดตั้งในรถยนต์แล้ว ยังจำเป็นที่จะต้องมีความสามารถพื้นฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ระหว่างรถสู่รถ (Car-to-Car) หรือรถสู่โครงสร้างบนถนน (Car-to-Infrastructure)เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาประมวลผลและให้บริการได้อย่างแม่นยำ บริการบางชนิด เช่น ระบบหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุ หรือบริการแจ้งเตือนเหตุฉุกเฉิน บริการเหล่านี้นอกจากจะต้องการการแพร่ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ (Reliable Broadcasting) เป็นพื้นฐานในการทำงานแล้ว โพรโทคอลที่สามารถทำงานภายในเวลาที่จำกัดเป็นเรื่องจำเป็น เพื่อให้ผู้ใช้บริการได้รับความปลอดภัยที่สูงขึ้นจากความแม่นยำของบริการ

การทำงานของระบบจราจรอัจฉริยะผ่านโครงสร้างพื้นฐานที่ยังไม่พร้อม และการทำงานที่มีความล่าช้า ซึ่งไม่ทันท่วงทีขณะเกิดเหตุฉุกเฉิน จึงต้องพึ่งพาเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกในการสื่อสารข้อมูล ขณะเดียวกันหากนำการแพร่ข้อมูลแบบแอดฮอก แบบดั้งเดิม เช่น Simple Flooding ที่สามารถพัฒนาได้ง่ายนั้น แต่ไม่สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีความหนาแน่นของโหนดต่ำ ซึ่งทำให้การส่งต่อข้อมูลไม่มีความเชื่อถือได้ เนื่องจากเมื่อโหนดได้รับข้อความจะทำการส่งต่อข้อความนั้นทันทีโดยไม่ใช้ข้อมูลในการตัดสินใจเพิ่มเติม หรือในบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงก็ทำให้เกิดปัญหาการชนของข้อมูล (Broadcast Storming Problem)[5] ตัวอย่างเช่น กระบวนการค้นหาเส้นทางของโพรโทคอล AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector) ที่ใช้ Simple Flooding ในการค้นหาเส้นทาง เมื่อนำมาทดสอบในสภาพแวดล้อมที่เป็นการจราจรของรถยนต์แล้วทำให้ประสิทธิภาพต่ำลง [6] หรือปัญหาที่เกิดจากการขาดการเชื่อมต่อเป็นเวลานาน (Disconnected Network) ที่มักเกิดขึ้นบนถนนที่มีรถน้อย ก็ต้องการโพรโทคอลที่มีความสามารถรองรับการทำงานในสภาพเช่นนี้ได้ [7]

เมื่อพิจารณาวิธีการแพร่ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้บนเครือข่ายแบบ MANET [8] [9] ซึ่งมีการนำเทคนิคต่าง ๆเข้ามาช่วยในการทำงาน ส่งผลให้โพรโทคอลมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น แต่เนื่องจากโพรโทคอลเหล่านี้ถูกออกแบบมาเพื่อการทำงานบนเครือข่ายไร้สายแอดฮอกแบบทั่วไป ซึ่งโหนดถูกทดสอบโดยมีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม (Random Waypoint Model) ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับรถยนต์ที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่สูง มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็ว และมีพฤติกรรมที่ซับซ้อนกว่า เช่น การแซงของ

รถยนต์บนทางหลวง หรือในบริเวณหนึ่งอาจจะมีโหนดหนาแน่นมากกว่าอีกบริเวณหนึ่งมาก เช่น การจับกลุ่มของรถบริเวณทางหลวง หรือการหยุดรอสัญญาณไฟบริเวณสี่แยก

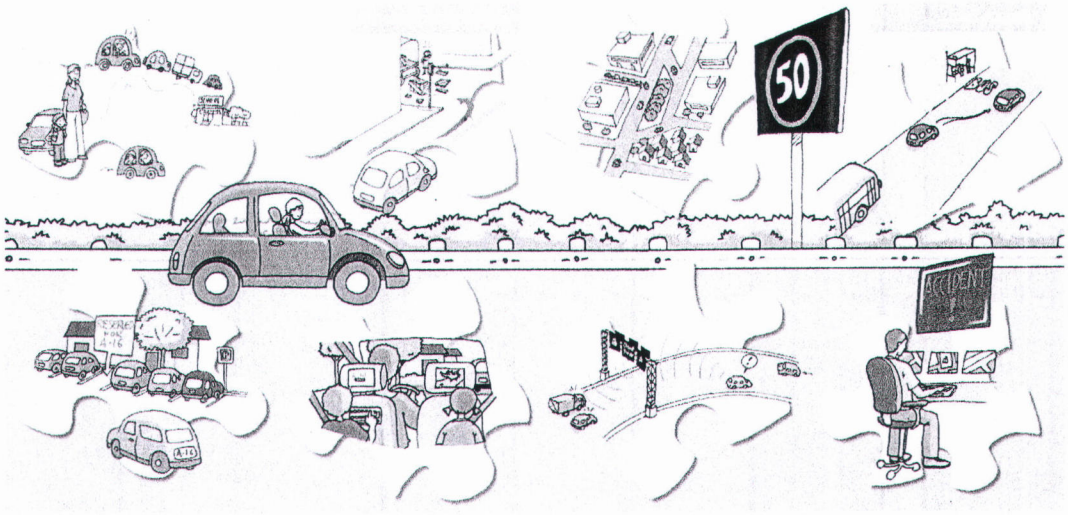
รูปที่ 1.2 ลักษณะเฉพาะของรถยนต์บนถนน

การแพร่ข้อมูลแบบเชื่อถือได้สำหรับรถยนต์จึงมีงานวิจัยที่ออกแบบมาทำงานโดยเฉพาะ ซึ่งแก้ไขปัญหาการเชื่อมต่อแบบเป็นช่วงๆ (Intermittent Connectivity) โดยใช้เทคนิค Store-and-Forward และหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาการชนของข้อมูล (Broadcast Storming Problem) ได้แก่ Edge-Aware Epidemic Protocol (EAEP) [10] และ AckPBSM (Acknowledge Parameterless Broadcast Protocol in Static to Highly Mobile Ad-hoc Networks) [11]

การทำงานของ EAEP ใช้ข้อมูลของจีพีเอสมาช่วยในการทำงาน โดยหลักการทำงานของโพรโทคอลจะให้โหนดมีเวลารอช่วงระยะหนึ่งหลังจากได้รับข้อความจากโหนดอื่น จากนั้นจึงนับจำนวนครั้งที่โหนดข้างเคียงส่งข้อความมาคิดเป็นค่าของความน่าจะเป็นที่โหนดนั้นๆจะส่งต่อข้อความนั้น ซึ่งโหนดที่อยู่บริเวณขอบของการส่งข้อมูลจะมีค่าความน่าจะเป็นสูงกว่าโหนดบริเวณอื่นๆ จากการทดลองใน [10] โพรโทคอลถูกทดสอบบนถนนทางหลวงเท่านั้น และใช้เวลาในการแพร่ข้อมูลถึง 30 วินาทีเพื่อส่งให้รถยนต์ส่วนใหญ่ในพื้นที่

AckPBSM ใช้กระบวนการที่ซับซ้อนกว่า ซึ่ง AckPBSM ถูกพัฒนาขึ้นจาก PBSM [12] เป็นโพรโทคอลสำหรับการแพร่ข้อมูลบน MANET การทำงานของ AckPBSM จะใช้ข้อมูลจีพีเอส เพื่อทราบตำแหน่งของโหนดเพื่อนบ้าน โดยอาศัยการทำงานของ Beacon Message ซึ่ง AckPBSM จะนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการคำนวณเพื่อสร้าง Connected Dominating Sets (CDS) เมื่อมีการแพร่ข้อความเกิดขึ้น โหนดที่ได้รับข้อความจะตั้งเวลาช่วงหนึ่ง โดยที่โหนดที่เป็น CDS จะมีเวลาในการคอยสั้นกว่าก่อนการส่งต่อข้อความอีกครั้ง ในกรณีเกิดปัญหาการเชื่อมต่อเป็นช่วงๆ AckPBSM จะแนบการตอบรับข้อความ (Acknowledgement) เข้าไปกับ

Beacon Message เพื่อให้โหนดส่งข้อความให้กับโหนดเพื่อนบ้านกรณีที่มีข้อความไม่ครบ จากการทดลองใน [11] AckPBSM สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่เป็นการจราจรทั้งบนทางหลวงและถนนในเมืองได้ดีกว่า PBSM และ DV-CAST [13] ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างบริการในระบบจราจรอัจฉริยะ [2]

เมื่อพิจารณางานวิจัยที่กล่าวมาพบว่างานเหล่านี้สนใจในเรื่องของความเชื่อถือได้ (Reliability) และค่าใช้จ่ายในการทำงานของโพรโทคอล (Overhead) แต่ไม่มีการวัดประสิทธิภาพในเรื่องความเร็วของการแพร่ข้อมูล (Speed of Data Dissemination) ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบจราจรอัจฉริยะ หรือการทำงานพื้นฐานอื่นๆที่ต้องการความแม่นยำในการทำงาน ซึ่งนับว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่จะทำให้บริการบนระบบจราจรอัจฉริยะประสบความสำเร็จ ดังนั้นโพรโทคอลที่สามารถส่งข้อมูลโดยมีความเชื่อถือได้สูงที่สุด ภายในเวลาที่จำกัด และมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เนื่องจากการได้รับข้อมูลที่เร็วกว่าข้อมูลย่อมมีประโยชน์มากกว่า อีกทั้งหากมีค่าใช้จ่าย (Overhead)ในการทำงานต่ำทำให้ช่องสัญญาณในการสื่อสารมีที่ว่างมากพอสำหรับบริการอื่นๆที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้โพรโทคอลหากสามารถทำงานได้ในสภาพที่ไม่มีข้อมูลจีพีเอสโดยที่ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงบ้างแต่ยังมีความเชื่อถือได้คงเดิม และสามารถทำได้ดีมาก เมื่อมีข้อมูลจีพีเอส โดยทำงานอยู่บนพื้นฐานขั้นตอนการทำงานแบบเดิม จะสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นในการทำงานบนความเป็นจริงที่ข้อมูลจีพีเอสไม่สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาในการทำงานของโพรโทคอล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอโพรโทคอลสำหรับการแพร่ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้สำหรับเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ (Reliable Broadcasting on Vehicular Ad-Hoc Networks) เพื่อสนับสนุนการทำงานของบริการที่มีอยู่บนระบบจราจร

อัจฉริยะ (Intelligent Transportation System) และเป็นพื้นฐานของโพรโทคอลการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1)โหนดมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนบ้าน (Neighbor Node) ในระดับการรับส่งสัญญาณของตัวเองเท่านั้น โพรโทคอลจะใช้ข้อมูลของโหนดเพื่อนบ้านในการตัดสินใจเลือกโหนดที่จะแพร่ข้อมูลต่อไป

2) การแพร่ของข้อมูลจะกระทำต่อไปจนกว่าข้อความนั้นจะหมดอายุตามที่ผู้เริ่มกำหนด (Source Node) หรือจนกว่าทุกโหนดในบริเวณได้รับข้อความ

3) การพัฒนาและการทดสอบทำบนโปรแกรมจำลอง NS-2.34 โดยนำผลการทดลองมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงผลการทดลอง

4) การจำลองพฤติกรรมของรถยนต์ทำบนโปรแกรมจำลอง SUMO โดยใช้ถนนยาวตรงแทนการทดลองบนถนนหลวง และใช้ถนนรูปแบบตารางแทนการทดลองถนนในเมือง

5) การทดสอบการทำงานของระบบจะทำบนระบบจำลองที่มีการสูญเสียหรือการผิดพลาดของข้อมูลในช่องสัญญาณไร้สาย (Wireless Channel) บนพื้นฐานของ IEEE802.11

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาวิธีการแพร่ข้อมูลพื้นฐานบนเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกสำหรับอุปกรณ์ทั่วไป

2) ศึกษาวิธีการแพร่ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ที่มีอยู่ในปัจจุบันสำหรับเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ

3) ออกแบบวิธีการแพร่ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้สำหรับเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ

4) พัฒนาโพรโทคอลเพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานของการแพร่ข้อมูลแบบเชื่อถือได้ตามที่ได้ออกแบบไว้

5) สร้างชุดพฤติกรรมของรถยนต์แบบต่างๆเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบ

6) ทดสอบ และเก็บข้อมูลการทำงานของโพรโทคอล

7) วิเคราะห์ผลการทดลอง

8) ปรับปรุงส่วนที่มีการทำงานผิดพลาดหรือเพื่อเพิ่มความสามารถให้กับการทำงานของโพรโทคอล

9) สรุปผลและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

1.5 คุณค่าทางวิชาการ

1) ทำให้มีการแพร่ข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้แบบความเร็วสูง (High Speed of Data Dissemination) สำหรับเครือข่ายไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ และมีค่าใช้จ่าย (Overhead) ในการทำงานลดลง โดยที่มีความเชื่อถือ (Reliability) ได้มากขึ้น

2) นำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของโพรโทคอลที่มีความซับซ้อนมากขึ้น หรือโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการการแพร่ข้อมูลเพื่อให้สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยลดความล่าช้าในการทำงาน และเพิ่มโอกาสในการทำงานอื่นๆ เนื่องจากสามารถลดภาระของเครือข่ายได้

3) เพื่อให้บริการของระบบจราจรอัจฉริยะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเชื่อถือได้มากขึ้น

1.6 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

1) หัวเรื่อง "Efficient Beacon Solution for Wireless Ad-Hoc Networks" โดย ณวุฒ* ณ นคร และ กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย ในบันทึกการประชุม "The seventh International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE 2010)" ซึ่งจัดขึ้น ณ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย ระหว่างวันที่ 12-14 พฤษภาคม 2553

2) หัวเรื่อง "DECA: Density-Aware Reliable Broadcasting in Vehicular Ad-Hoc Networks" โดย ณวุฒ* ณ นคร และ กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย ในบันทึกการประชุม "The seventh IEEE Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology Conference (ECTI-CON 2010)" ซึ่งจัดขึ้น ณ เชียงใหม่ ประเทศไทย ระหว่างวันที่ 19-21 พฤษภาคม 2553

3) หัวเรื่อง "POCA: Position-Aware Reliable Broadcasting in Vehicular Ad-Hoc Networks" โดย กุลิสร์ ณ นคร และ กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย ในบันทึกการประชุม "The second IEEE Asia-Pacific Conference on Information Processing (APCIP 2010)" ซึ่งจัดขึ้น ณ เมืองหนานชาง (Nanchang) มณฑลเจียงซี (Jiangxi) ประเทศจีน ระหว่างวันที่ 17-18 กันยายน 2553

4) หัวเรื่อง "Comparison of Reliable Broadcasting Protocols on Vehicular Ad-Hoc Networks" โดย กุลิสร์ ณ นคร และ กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย ในบันทึกการประชุม "The 12th IEEE International Conference on Communication and Technology (ICCT 2010)" ซึ่งจัดขึ้น ณ เมืองหนานจิง (Nanjing) มณฑลเจียงซู (Jiangxu) ประเทศจีน ระหว่างวันที่ 11-14 พฤศจิกายน 2553

*เปลี่ยนชื่อจาก ณวุฒ เป็น กุลิสร์ ณ วันที่ 15 กรกฎาคม 2553