วิธีการกระจายข้อมูลบนพื้นฐานคลาวด์ (Store-Carry-Broadcast-Cloud-Based) สำหรับเครือข่ายยานพาหนะ

วาทิน ใจบุญ และ จิรวัฒน์ แท่นทอง

คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ภูเก็ต
Emails: vatin.j@phuket.psu.ac.th, jirawat.t@phuket.psu.ac.th

บทคัดย่อ

ในอนาคตเครือข่ายยานพาหนะ ใช้รูปแบบการสื่อสาร 2 วิธีคือ ยานพาหนะกับยานพาหนะ (Vehicular-to-Vehicular) และยานพาหนะกับโครงข่ายพื้นฐาน (Vehicular-to-Infrastructure) วิธี Broadcast เป็นวิธีการกระจายข้อมูลในเครือข่ายยานพาหนะที่นิยมสำหรับการส่งข้อมูลด้านความปลอดภัย แจ้งเหตุฉุกเฉิน อย่างไรก็ตามจำนวนช่องทางสื่อสารระยะทางทำให้มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล บทความนี้จึงได้เสนอการกระจายข้อมูลบนพื้นฐานการใช้เทคโนโลยีการคำนวณแบบคลาวด์ โดยการปรับปรุงวิธี Store-Carry-Broadcast (SCB) ให้สนับสนุนการหาเส้นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการส่งข้อมูล จากการทดลองด้วยโปรแกรม NS-3 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีที่นำเสนอดีกว่าวิธี SCB มากกว่า 100%

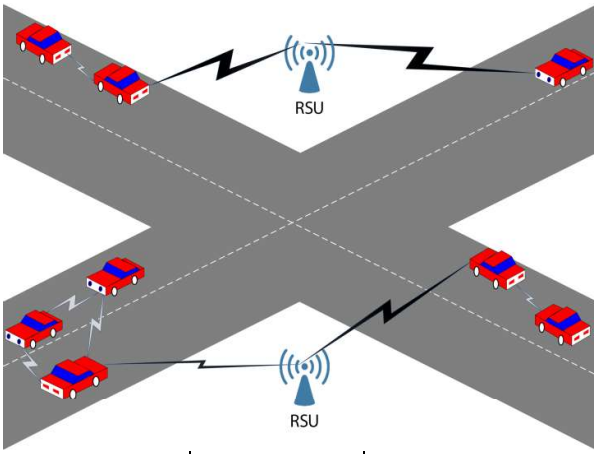
ABSTRACT

In the future, vehicular networks are implemented on Vehicular-to-Vehicular (V2V) and Vehicular-to-Infrastructure (V2I) communication system. The standards of vehicular network communication are IEEE802.11p and IEEE1609. The broadcast technique is a well-known data dissemination used for safety and emergency information. The problem of number channel, the distance, and delivery delay are issued. In this paper, we propose cloud-based data dissemination by improved the Store-Carry-Broadcast (SCB) technique to support the best alternative path for emergency messages delivery. The results from the experiment by simulation of the NS-3 program show that the proposed technique improved the delivery delay better than SCB 100%.

คำสำคัญ--การกระจายข้อมูล, เครือข่ายสื่อสารยานพาหนะ, การคำนวณแบบคลาวด์, RSU Cloud

1. บทนำ

ในอนาคตเครือข่ายการสื่อสารยานพาหนะจะมีรูปแบบการสื่อสาร 2 วิธี คือ Vehicular-to-Vehicular (V2V) เป็นการสื่อสารระหว่างยานพาหนะโดยใช้วิธีการสร้างเครือข่ายยานพาหนะเฉพาะกิจ (Vehicular Ad-hoc Network) ภายในยานพาหนะแต่ละคันจะมีอุปกรณ์จัดการเส้นทางติดตั้งอยู่ และเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างยานพาหนะ คือ IEEE802.11p และ IEEE 1609 [5] จากงานวิจัยของ Shahid [13] DSRC ถูกพัฒนาขึ้นอย่างพิเศษเพื่อตอบสนองความต้องการของ VANAETs ซึ่ง DSRC ใช้คลื่นความถี่ 75 เมกะเฮิรตซ์ ในแถบความถี่ 5.9 กิกะเฮิรตซ์ในประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ในฝั่งยุโรปและญี่ปุ่นจะใช้คลื่นความถี่ 30 เมกะเฮิรตซ์ ในแถบความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งสามารถให้บริการได้ทั้งแบบ V2V และ V2I และสนับสนุนอัตราข้อมูลถึง 27 เมกะบิตต่อวินาที Vehicular-to-Infrastructure (V2I) จะเป็นการสื่อสารกันระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะที่อยู่ห่างไกลผ่านสถานีรับส่งสัญญาณข้างทาง หรือ Road Side Unit (RSU) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบของเครือข่ายสื่อสารยานพาหนะ

เนื่องจากเครือข่ายสื่อสารยานพาหนะต้องอาศัยการรับส่งข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง แม้จะมีหลายโปรโตคอลที่ถูกพัฒนาเพื่อสนับสนุนการทำงานอย่างต่อเนื่อง แต่โดยปกติของยานพาหนะที่มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดความล่าช้าของการรับส่งข้อมูล จึงต้องมีเทคนิคที่ถูกเสนอเพื่อช่วยพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายข้อมูล ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการนำ RSU ที่ทำงานแบบคลาวด์ (RSU Cloud) มาเป็นตัวช่วยกระจายข้อมูล และเพิ่มช่องทางการกระจายข้อมูล โดยที่ข้อมูลจะถูกส่งจากยานพาหนะไปยัง RSU แล้วกระจายไปยังยานพาหนะคันอื่นที่เชื่อมต่อกับ RSU Cloud โดยยานพาหนะนั้นจะต้องติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อและตั้งค่าการอนุญาตให้เข้าถึงการรับส่งข้อมูลได้ ผ่าน RSU Cloud ยานพาหนะที่สมัครรับข้อมูลจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกมากขึ้น รองรับข้อมูลทั้งด้านความปลอดภัย และสาระความบันเทิงได้ ลดความล่าช้าของการรับส่งข้อมูล และปลายทางที่อยู่ไกลสามารถรับข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6][9]

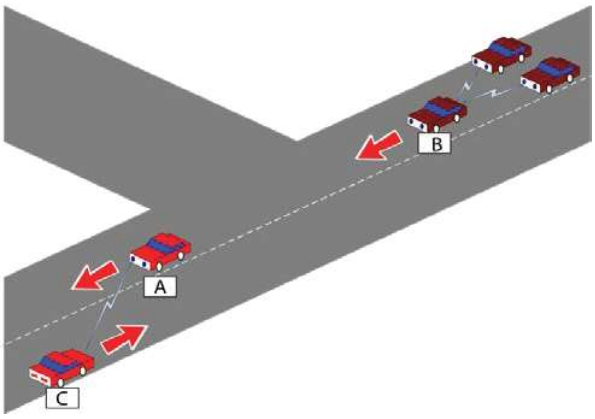
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1.การกระจายข้อมูลของเครือข่ายยานพาหนะ (Data Dissemination in Vehicle Network)

เทคนิคการกระจายข้อมูลของเครือข่ายยานพาหนะมีหลายวิธี UV-CAST และ U-HyDi [2] เป็นเทคนิคการกระจายข้อมูลที่เหมาะสำหรับสถานการณ์ในเมือง U-HyDi คือเมื่อยานพาหนะคันหนึ่งได้รับข้อมูล แต่จะไม่สามารถส่งต่อข้อมูลได้จนกว่าจะเจอยานพาหนะที่สามารถส่งต่อข้อมูลได้ และยานพาหนะที่ไม่ได้ถูกกำหนดให้รอจะทำการยกเลิกการส่งต่อข้อมูล ในขณะที่ UV-CAST จะใช้การทำแนวคิด Flooding ทำให้กระจายข้อมูลได้เร็ว แต่จำนวนข้อมูลสิ้นเปลืองเกิดขึ้นในระบบจะมีมากกว่า U-HyDi

TURBO (suiTableURban Broadcast prOtocol) [3] เป็นเทคนิคการกระจายข้อมูลที่อาศัยยานพาหนะใกล้เคียงให้เป็นตัวช่วยกระจายข้อมูล ถูกออกแบบให้ใช้งานภายใต้สถานการณ์ที่มีการจราจรหนาแน่นและอาจมีการเปลี่ยนเส้นทางตลอดเวลาตามแยกต่างๆ การส่งข้อมูลในเมืองเป็นแบบ 360 องศา ใช้กลไก SCF ในการกระจายข้อมูลในพื้นที่ที่จำกัดไว้และการยกเลิกการกระจายข้อมูลเมื่อยานพาหนะออกนอกเขตพื้นที่ โดยจะเลือกยานพาหนะในขอบเขตที่กำหนดให้ส่งต่อข้อมูลแทน TURBO มีความล่าช้าในการส่งข้อมูลต่ำกว่าการใช้วิธี Flooding

Store-Carry-Broadcast (SCB) [1] เป็นเทคนิคการกระจายข้อมูลโดยปรับปรุง Store-Carry-Forward (SCF) ให้รองรับการส่งต่อข้อมูลแบบกลุ่ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลให้รวดเร็วขึ้น หลักการคือข้อมูลจะถูกส่งจากยานพาหนะต้นทางไปยังยานพาหนะที่วิ่งสวนทางมาบนถนนเพื่อฝากข้อมูลไปให้กลุ่มยานพาหนะปลายทาง



ภาพที่ 2 รูปแบบของการ Store-Carry-Forward

ภาพที่ 2 แสดงแนวคิดวิธีการส่งข้อมูลแบบ SCF ซึ่งยานพาหนะ Aต้องการส่งข้อมูลไปให้ยานพาหนะ B แต่ด้วยระยะห่างที่ไม่สามารถส่งข้อมูลได้โดยตรงได้ ดังนั้นยานพาหนะ A จึงต้องส่งข้อมูลไปให้ยานพาหนะ C ที่วิ่งสวนทางมาบนถนนเส้นตรงกันข้ามก่อน ข้อมูลจึงจะถูกส่งให้ยานพาหนะ B เมื่ออยู่ในระยะที่สามารถส่งข้อมูลได้ แต่ในเทคนิคของ SCB จะเป็นวิธีการฝากข้อมูลผ่านยานพาหนะหนึ่งคันที่วิ่งสวนทางมาให้ช่วยกระจายข้อมูลไปยังยานพาหนะอื่นที่วิ่งตามหลังยานพาหนะ A ซึ่งสามารถส่งได้มากกว่า 1 คันในเวลาเดียวกัน นักวิจัยได้นำ SCB มาเปรียบเทียบกับ SCF แบบเดิม การส่งข้อมูลแบบ SCB ได้ผลดีกว่า SCF แบบเดิม ทั้งในแง่ของการลดความสิ้นเปลืองพลังงานและลดความล่าช้าของการส่งข้อมูล แต่ข้อจำกัดของวิธี SCB คือไม่เหมาะกับการส่งข้อมูลขนาดใหญ่ เนื่องจากช่วงเวลาที่รถสวนกันเป็นเวลาที่สั้นมาก และวิธี SCB สามารถใช้ได้เฉพาะรูปแบบถนนที่มีหลายช่องถนนและมีรถสวนกันเท่านั้น

ต่อมาได้มีการเสนอการใช้ RSU มาช่วยเพิ่มระยะการส่งข้อมูล เพื่อเลี่ยงการเกิดการสูญหายของข้อมูล [4] นักวิจัยได้เทียบสิ่งที่เสนอกับการส่งข้อมูลแบบไม่มี RSU ซึ่งผลที่ได้คือการใช้ RSU ช่วยเพิ่มอัตราของการส่งข้อมูลสำเร็จ แต่จำเป็นต้องมี RSU ที่ตั้งอยู่ในระยะห่างกันทุก 2 กิโลเมตร และจะไม่สามารถส่งข้อมูลระยะไกลเกิน 2 กิโลเมตร หากไม่มี RSU วางอย่างต่อเนื่องเพราะข้อจำกัดในรัศมีของการเชื่อมถึงกันระหว่าง RSU ที่ถูกกำหนดไว้

การที่ยานพาหนะจะรับข้อมูลจาก RSU ได้นั้น จำเป็นต้องมีการแจ้งขอสมัครรับบริการจากผู้ให้บริการ [10] ได้เสนอโปรโตคอล W-HCF (WAVE-based Hybrid Coordination Function) ที่มีการกำหนดการเข้าถึงการรับข้อมูล โดยจะมีการแจ้งเตือนอย่างชัดเจนจากผู้ใช้ไปยังผู้ให้บริการเพื่อขอรับบริการ ผู้ให้บริการจะจัดสรรทรัพยากรตามที่ผู้ใช้ร้องขอ โดยผู้ใช้บริการจะต้องให้ข้อมูลตำแหน่ง เวลาและสถานที่ที่ร้องขอ เพื่อให้ผู้ให้บริการสามารถเลือกช่องสัญญาณบริการที่เหมาะสม ไม่ทับซ้อนกับผู้ให้บริการอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง

2.2.การประยุกต์ใช้การคำนวณแบบคลาวด์ในเครือข่ายสื่อสารยานพาหนะเฉพาะกิจ (Cloud Computing Application in VANET)

การคำนวณแบบคลาวด์เป็นเทคโนโลยีที่ให้บริการทรัพยากรที่ต้องการแก่ผู้ใช้บริการผ่านอินเตอร์เน็ต บางบริการอาจจะมีการเก็บค่าใช้บริการ ซึ่งทรัพยากรที่ใช้และพื้นที่เก็บข้อมูลจะถูกจัดการโดยผู้ให้บริการ มีการดูแลด้านความปลอดภัย [7]

สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยี หรือ National Institute of Standards and Technology (NIST) [8] กำหนดให้สถาปัตยกรรมของการคำนวณแบบคลาวด์มีรูปแบบการบริการเป็นลำดับชั้นดังนี้

- Software as a Service (SaaS): ในชั้นนี้จะประกอบด้วยโปรแกรมประยุกต์ที่ให้บริการกับผู้ใช้งานทั่วไป งานวิจัยนี้จะเน้นบริการที่ลำดับชั้นนี้
- Platform as a Service (PaaS): ในชั้นนี้จะประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อให้บริการแก่นักพัฒนาซอฟต์แวร์
- Infrastructure as a Service (IaaS): ในชั้นนี้จะประกอบด้วยการให้บริการทรัพยากรด้านฮาร์ดแวร์ต่างๆ

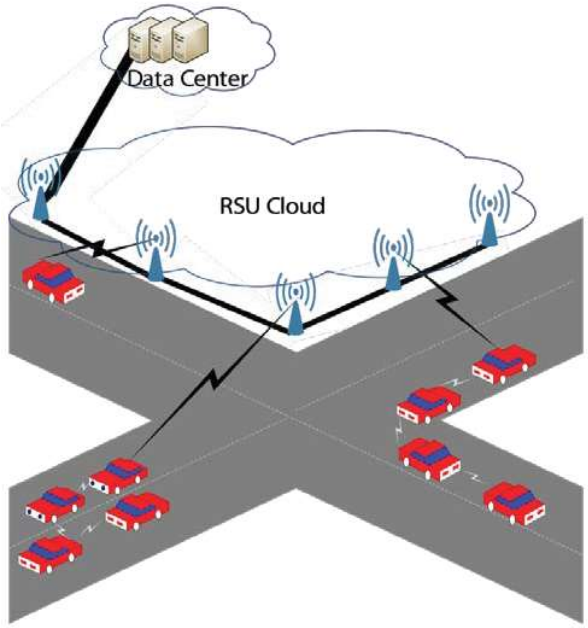
จากงานวิจัย [11] ได้เสนอสถาปัตยกรรม Vehicular Cloud Computing (VCC) แบ่งเป็น 3 ชั้นคือ

- Inside-vehicle layer: คือชั้นที่ใกล้ชิดกับผู้ใช้มากที่สุดและจะเก็บข้อมูลไว้ภายในยานพาหนะโดยการตรวจจับด้วยเซ็นเซอร์เพื่อส่งข้อมูลไปที่ชั้นคลาวด์
- Communication layer: คือชั้นที่เกี่ยวกับการสื่อสารของยานพาหนะ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ V2V และ V2I
- Cloud Layer: เป็นชั้นที่ทำให้ VCC จะสามารถประมวนผลการคำนวณที่ซับซ้อนได้ในเวลาอันสั้น แบ่งเป็น 3 ส่วนย่อยคือ Application, Cloud infrastructure และ Could platform

จาก [12] ได้แบ่งรูปแบบของ VCC ไว้ 3 ประเภทดังนี้

- Vehicular Clouds (VC): คือการรวมตัวกันของยานพาหนะเพื่อสร้างการคำนวณแบบคลาวด์ไว้ในกลุ่ม
- Vehicles using Clouds (VuC): คือการใช้ RSUเป็นตัวช่วยสำหรับการเชื่อมต่อไปยังการคำนวณแบบคลาวด์
- Hybrid Vehicular Clouds (HVC): คือรูปแบบที่เป็นการรวมกันของ VC และ VuC

Salahuddin et al. [9] ได้เสนอ RSU Cloud เพื่อช่วยสนับสนุนการกระจายข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำคุณสมบัติของการคำนวณแบบคลาวด์ที่มีความน่าเชื่อถือ และมีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับ RSU แบบปกติ โดยผู้ใช้จะสามารถลงทะเบียนเพื่อสมัครรับบริการและจะสามารถรับข้อมูลต่างๆได้ผ่านทางอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้กับยานพาหนะ



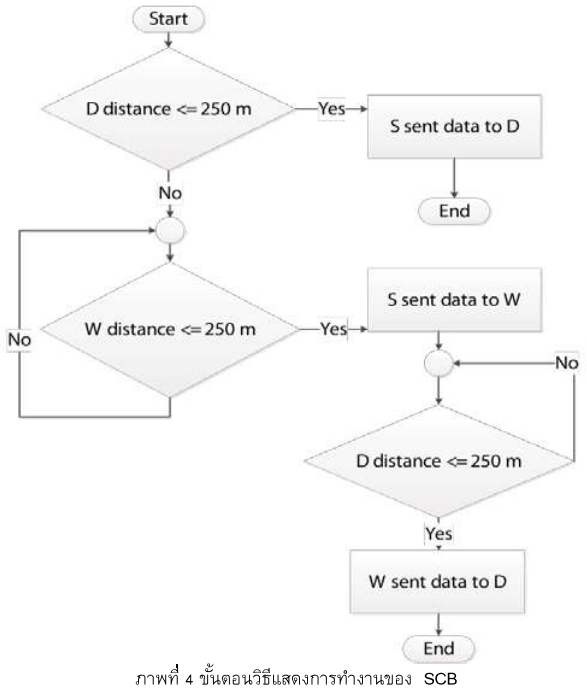
ภาพที่ 3 รูปแบบของ RSU Cloud

จากภาพที่ 3 เป็นวิธีการส่งข้อมูลผ่าน RSU Cloud โดยยานพาหนะจะมีการสื่อสารระหว่างกัน และมีการรับส่งข้อมูลจาก RSU Cloud ซึ่งมี Data Center ที่ช่วยเก็บข้อมูลและกระจายข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้งาน RSU Cloud สามารถทำได้โดยที่ยานพาหนะแต่ละคันที่ต้องการรับข้อมูลจะต้องทำการสมัครเพื่อรับข้อมูลจาก RSU Cloud รวมถึงยานพาหนะที่ต้องการกระจายข้อมูลด้วยเช่นกัน และเมื่อมียานพาหนะต้องการกระจายข้อมูลไปยังยานพาหนะอื่น ก็จะต้องส่งข้อมูลไปที่ RSU Cloud ก่อน ข้อมูลจะถูกส่งไปเก็บที่ Data Center เพื่อให้ RSU Cloud ที่อยู่ในกลุ่มสามารถนำข้อมูลไปกระจายให้ยานพาหนะที่สมัครรับข้อมูลคันอื่นต่อไป

3. งานวิจัยที่นำเสนอ

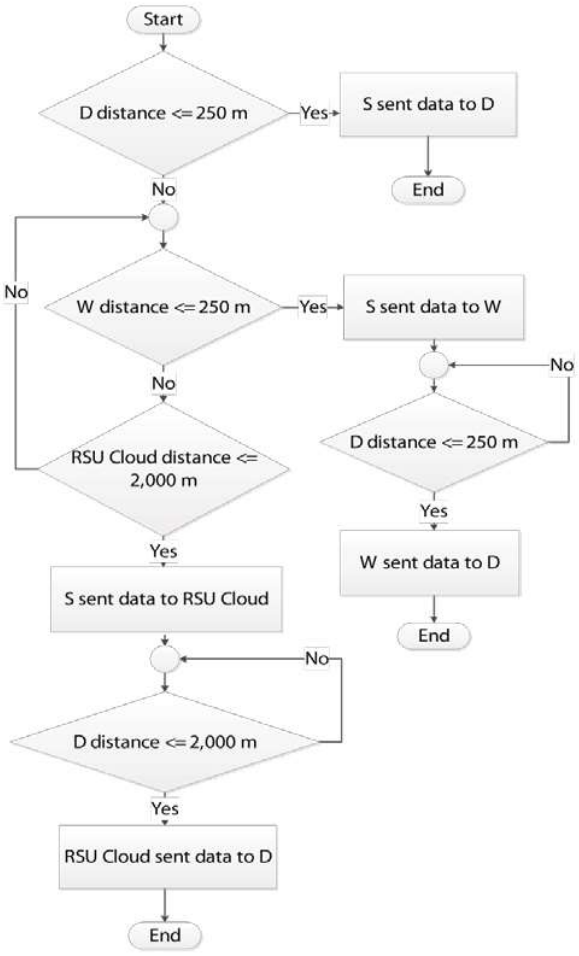
ในงานวิจัยนี้ได้เสนอเทคนิค SCBC ที่นำการใช้ RSU Cloud มาช่วยในการกระจายข้อมูล ซึ่ง SCBC เป็นอัลกอริทึมที่ผู้วิจัยได้เสนอขึ้นมาเอง โดยมีการปรับปรุงอัลกอริทึม SCB ที่มีนักวิจัยท่านอื่นเคยเสนอเอาไว้แล้วใน]1] ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม NS-3 เนื่องจาก SCB [1] ออกแบบมารองรับการกระจายข้อมูลด้านความปลอดภัยดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกใช้ข้อมูลด้านความปลอดภัยมาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานและความล่าช้าในการกระจายข้อมูล ที่มีตัวชี้วัดจากระยะทางและความเร็วของยานพาหนะ



ภาพที่ 4 ขั้นตอนวิธีแสดงการทำงานของ SCB

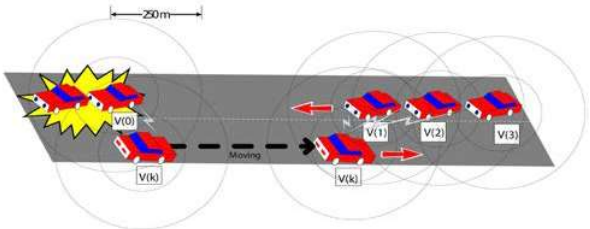
จากภาพที่ 4 เป็นขั้นตอนวิธีแสดงการทำงานของ SCB โดยกำหนดให้ระยะที่สามารถส่งข้อมูลระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะ (V2V) คือ 250 เมตร [1] โดยที่ S คือยานพาหนะต้นทางที่ต้องการส่งข้อมูล D คือยานพาหนะปลายทางที่ต้องการรับข้อมูล และ W คือยานพาหนะที่ทำหน้าเป็นผู้รับฝากข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง

วิธี SCBC ได้ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานของวิธี SCB ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยการกำหนดระยะทางที่จะสามารถส่งข้อมูลได้ จากการทบทวนวรรณกรรมใน [2] ซึ่งเป็นการเสนอเทคนิคการกระจายข้อมูลแบบ V2V ได้มีการกำหนดระยะการส่งข้อมูลของ V2V ไว้ที่ 250 m และจากการทบทวนวรรณกรรมใน [4] ซึ่งเป็นเทคนิคการเพิ่มระยะส่งข้อมูลโดยการใช้ RSU มาช่วยในการส่งต่อข้อมูล ได้มีการกำหนดระยะการส่งข้อมูลของ V2I ไว้ที่ 2,000 m โดยทุก RSU ถูกกำหนดให้มีการเชื่อมต่อกันเป็น RSU Cloud โดยกำหนดให้ S คือยานพาหนะต้นทางที่ต้องการส่งข้อมูลออกไปให้กับยานพาหนะคันอื่น D คือยานพาหนะปลายทางที่ต้องการรับข้อมูล และ W คือยานพาหนะที่ทำหน้าเป็นผู้รับฝากข้อมูลจากยานพาหนะต้นทางไปยังยานพาหนะที่อยู่ปลายทาง และมี RSU Cloud เป็นตัวช่วยรับส่งข้อมูลบนพื้นฐานแนวคิด [4][10] ซึ่งเมื่อยานพาหนะต้องการเชื่อมต่อกับ RSU Cloud จะต้องสมัครรับบริการแล้ว RSU Cloud จึงสามารถประเมินได้ว่าควรกระจายข้อมูลไปยังเส้นทางใด เมื่อเวลาที่ยานพาหนะเข้าใกล้ RSU Cloud ในระยะที่รับ-ส่งข้อมูลได้ และมีการส่งข้อมูลตำแหน่งและความเร็วของตนเอง ไปยัง RSU Cloud จึงเป็นการเพิ่มทางเลือกและช่วยลดความล่าช้าในการรับส่งข้อมูลได้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนวิธีแสดงการทำงานของ SCBC

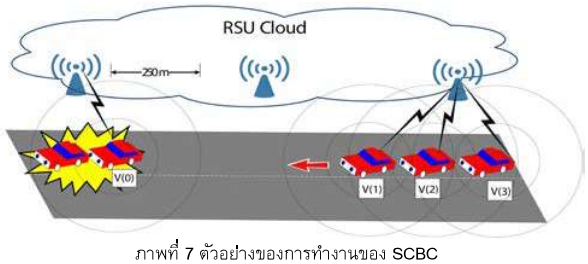
4. วิธีการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 6 ตัวอย่างของการทำงานของ SCB

ภาพที่ 6 เป็นสถานการณ์ที่ไม่มีการใช้ RSU Cloud และมีการกระจายข้อมูลด้วยเทคนิค SCB กำหนดให้ยานพาหนะทั้งหมดเป็นเซตของ V = {V(0), V(n), V(k)} จากตัวอย่างในภาพที่ 6 V(0) คือยานพาหนะต้นทางที่ต้องการส่งข้อมูล V(k) คือ ยานพาหนะที่มีหน้าที่รับฝากข้อมูล ซึ่งจะมีเพียงคันเดียว และ V(n) คือกลุ่มของยานพาหนะที่ต้องการรับข้อมูล โดย n = {1, 2, 3, ... }กรณีที่เมื่อยานพาหนะ V(0) เกิดอุบัติเหตุ ทำให้ไม่สามารถไปต่อได้ จึงต้องการส่งข้อมูลให้ยานพาหนะที่ตามมาได้แก่ V(1), V(2), V(3),...V(n) เพื่อแจ้งว่าด้านหน้า

มีอุบัติเหตุ แต่เนื่องจากไม่อยู่ในระยะที่สามารถส่งข้อมูลให้โดยตรงได้ ยานพาหนะ V(0) จึงส่งข้อมูลให้กับยานพาหนะ V(k) ที่วิ่งสวนมา จากนั้นเมื่อยานพาหนะ V(1), V(2), V(3),...V(n) อยู่ในระยะที่สามารถรับข้อมูลได้ยานพาหนะ V(k) จะทำการส่งข้อมูลที่ได้รับมาจาก V(0) ส่งให้กับยานพาหนะ V(1), V(2), V(3),...V(n) Routing Path คือ V(0) => V(k) => V(1), V(2), V(3),...V(n) สำหรับกรณีที่มีการส่งต่อข้อมูลให้ยานพาหนะที่สวนมา



ภาพที่ 7 ตัวอย่างของการทำงานของ SCBC

ภาพที่ 7 เป็นกรณีที่มีการใช้เทคนิค SCBC ในการกระจายข้อมูลและมีการใช้งาน RSU Cloud โดยเมื่อยานพาหนะ V(0) เกิดอุบัติเหตุ ทำให้ไม่สามารถไปต่อได้ ยานพาหนะ V(0) จึงต้องการส่งข้อมูลให้ยานพาหนะ V(1), V(2), V(3),... V(n) ที่ตามมาด้านหลังเพื่อที่จะแจ้งว่าข้างหน้ามีอุบัติเหตุ แต่เนื่องจากไม่อยู่ในระยะที่สามารถส่งข้อมูลให้โดยตรงได้ V(0) จึงตรวจสอบว่าสามารถส่งข้อมูลให้กับยานพาหนะ V(k) ได้หรือไม่ กรณีที่สามารถส่งได้จะฝากข้อมูลให้ยานพาหนะ V(k) นำข้อมูลไปส่งให้ยานพาหนะ V(1), V(2), V(3),...V(n) กรณีที่ส่งไม่ได้ จะส่งข้อมูลให้กับ RSU Cloud แทนการรอยานพาหนะวิ่งสวนทางมา เมื่อยานพาหนะ V(1), V(2), V(3),...V(n) อยู่ในระยะที่สามารถรับข้อมูลได้ RSU Cloud จะทำการส่งต่อข้อมูลที่รับฝากจากยานพาหนะ V(0) ให้กับยานพาหนะ V(1), V(2), V(3),...V(n) ทันที ทำให้ช่วยลดความล่าช้าในการส่งข้อมูลไปให้กับปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Routing Path คือ V(0) => RSU_Cloud => V(1), V(2), V(3),...V(n) สำหรับการส่งข้อมูลผ่าน RSU Cloud

จากการทดสอบด้วยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม Network Simulation 3 (NS-3) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานระหว่าง SCB และ SCBC โดย SCB เป็นสถานการณ์ที่ V(0) อยู่ในระยะที่สามารถส่งข้อมูลให้ V(k) ได้ สามารถคำนวณ Delivery Delay ได้ดังสมการ (1)

$$T_{SCB} = T_{V(0)_V(k)} + \frac{Dist_{V(0)_V(n)} - 2R}{2Speed} + T_{V(k)_V(n)} \quad (1)$$

T_{SCB} คือค่า ความล่าช้าในการส่งข้อมูล ที่คำนวณจากสมการ (1) โดย $T_{V(0)_V(k)}$ คือช่วงเวลาที่ยานพาหนะ V(0) ส่งข้อมูลไปที่ ยานพาหนะ W และ $T_{V(k)_V(n)}$ คือช่วงเวลาที่ยานพาหนะ V(k) ส่งข้อมูลไปที่ยานพาหนะ V(n) $Dist_{V(0)_V(n)}$ คือระยะระหว่างยานพาหนะต้นทางและยานพาหนะปลายทาง R คือระยะส่งข้อมูลของยานพาหนะแบบ V2V ซึ่งมีค่าเท่ากับ 250m [1] Speed คือ ความเร็วของยานพาหนะและ SCBC เป็นสถานการณ์ที่ยานพาหนะทุกคัน อยู่ในระยะที่สามารถสื่อสารกับ RSU Cloud ได้ สามารถคำนวณความล่าช้าในการส่งข้อมูลได้ดังสมการ (2)

$$T_{SCBC} = T_{Subscribe} + T_{V_RSU} + \sum_{i=1}^{n} T_{RSU_i} + T_{RSU_V} \quad (2)$$

T_{SCBC} คือค่า ความล่าช้าในการส่งข้อมูล ที่คำนวณจากสมการ (2) โดย $T_{Subscribe}$ คือช่วงเวลาที่ยานพาหนะV(n)สมัครรับบริการจาก RSU Cloud T_{V_RSU} คือช่วงเวลาที่ยานพาหนะ V(0) ส่งข้อมูลไปที่ RSU Cloud $\sum_{i=1}^{n} T_{RSU_i}$ คือช่วงเวลาที่ RSU Cloud ส่งข้อมูลระหว่างกัน โดยที่ n คือจำนวนของ RSU Cloud ที่ต้องใช้ในการส่งข้อมูลระหว่างยานพาหนะ V(0) และยานพาหนะ V(n) และ T_{RSU_V} คือช่วงเวลาที่ RSU Cloud ส่งข้อมูลไปที่ยานพาหนะ V(n) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อ้างอิงมาจากการจำลองสำหรับการวัดความล่าช้าในการส่งข้อมูลเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของระยะทาง และ การวัดความล่าช้าในการส่งข้อมูลเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของความเร็ว ผู้วิจัยกำหนดคุณลักษณะที่สำคัญของสถานการณ์นี้แสดงตามตาราง 1

ตาราง 1 คุณลักษณะที่สำคัญของสถานการณ์

Parameter	Value
ความเร็วยานพาหนะ	80/90/100/110/120/130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
จำนวนยานพาหนะ	4
เวลาทดลอง	30 วินาที
ระยะทาง	1000/2000/3000/4000/5000/6000 เมตร
เวลาที่มียานพาหนะสวนมา	ทุก 1 วินาที
คลื่นความถี่	5.8 GHz
อัตราการส่งข้อมูลสูงสุด	27 เมกะไบต์ต่อวินาที

5. ผลการดำเนินงาน

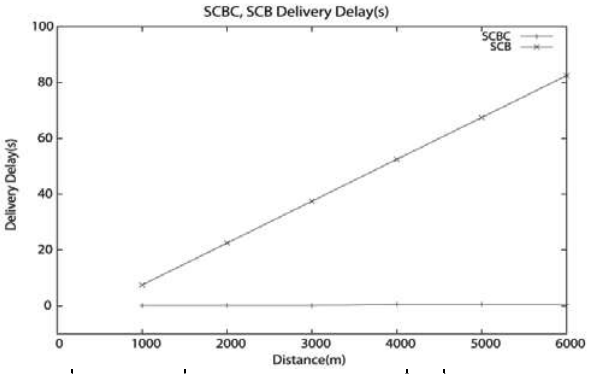
จากการทดสอบด้วยวิธีการจำลองตามสถานการณ์ตัวอย่างทั้ง 2 กรณี เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานระหว่าง SCB และ SCBC ซึ่งมีตัวชี้วัดประเมินประสิทธิภาพคือความล่าช้าในการส่งข้อมูล ได้ผลการทดลองตามตาราง 3 และตาราง 4

ตาราง 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Delivery Delay เมื่อเปลี่ยนแปลงระยะทาง

ระยะทาง(เมตร)	SCB(วินาที)	SCBC(วินาที)
1000	7.51761722	0.126837
2000	22.51761722	0.12666487
3000	37.51761722	0.12678931
4000	52.51761722	0.58266907
5000	67.51761722	0.58133892
6000	82.51761722	0.58123997

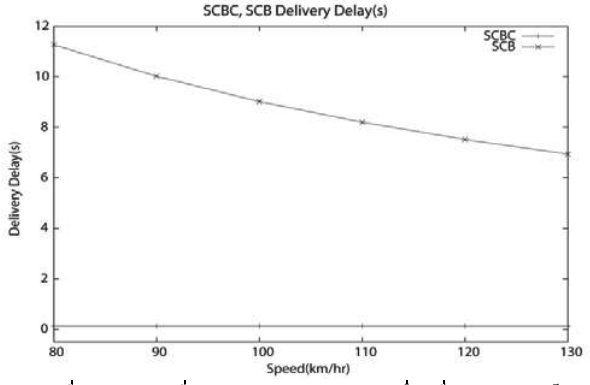
ตาราง 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Delivery Delay เมื่อเปลี่ยนแปลงความเร็ว

ความเร็ว(กม./ชม.)	SCB(วินาที)	SCBC(วินาที)
80	11.26761722	0.126837
90	10.01761722	0.126837
100	9.01761722	0.126837
110	8.199435402	0.126837
120	7.51761722	0.126837
130	6.940694143	0.126837



ภาพที่ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Delivery Delay เมื่อเปลี่ยนแปลงระยะทาง

จากภาพที่ 8 เมื่อมีการทดลองเพิ่มระยะทางระหว่างยานพาหนะต้นทาง และยานพาหนะปลายทาง โดยมีการกำหนดความเร็วของยานพาหนะไว้ที่ 120 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าวิธีการ SCB มีค่าความล่าช้าในการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นมากโดยที่ระยะ 1,000 เมตร SCB มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล 7.51761722 วินาที ในขณะที่ SCBC มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล 0.126837 วินาที และที่ระยะ 6,000 เมตร SCB มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล 82.51761722 วินาที ในขณะที่ SCBC มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล 0.58123997 วินาทีเนื่องจากช่วงเวลาที่ยานพาหนะ W ซึ่งรับฝากข้อมูลจากยานพาหนะ S ไปยังยานพาหนะ D ต้องใช้เวลาในการเดินทางมากขึ้น แต่วิธี SCBC ใช้เวลาในการส่งข้อมูลผ่าน RSU Cloud ด้วยเวลาที่น้อยมากโดยระยะทางแทบไม่มีผลต่อ SCBC เลย



ภาพที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Delivery Delay เมื่อเปลี่ยนแปลงความเร็ว

จากภาพที่ 9 เมื่อมีการทดลองเพิ่มความเร็วให้ยานพาหนะโดยกำหนดระยะทางระหว่างยานพาหนะต้นทางกับยานพาหนะปลายทางไว้ที่ 1 กิโลเมตร พบว่าวิธีการ SCB มีค่าความล่าช้าในการส่งข้อมูลลดลง เมื่อความเร็วของยานพาหนะเพิ่มขึ้นโดยที่ความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง SCB มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล 11.26761722 วินาที ในขณะที่ SCBC มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล 0.126837 วินาที และที่ความเร็ว 130 กิโลเมตรต่อชั่วโมง SCB มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล 6.940694143 วินาที ในขณะที่ SCBC มีความล่าช้าในการส่งข้อมูล 0.126837 วินาที เนื่องจากในช่วงที่ยานพาหนะ W รับฝากข้อมูลจากยานพาหนะ S ไปยังยานพาหนะ D ใช้เวลาในการเดินทางน้อยลง ในขณะที่วิธี SCBC ความล่าช้าคงที่ เพราะ SCBC ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเร็วของยานพาหนะ

6. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้เสนอการปรับปรุงเทคนิค SCB โดยนำ RSU Cloud มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ SCB จากข้อจำกัดของ SCB ที่เกิดขึ้นเมื่อยานพาหนะต้นทางต้องการส่งข้อมูลในช่วงที่ไม่มียานพาหนะวิ่งสวนมา ทำให้มีความล่าช้าในการส่งข้อมูลทำให้ส่งข้อมูลด้านความปลอดภัยได้ไม่ทันท่วงทีในขณะที่ SCBC เพิ่มทางเลือกในการกระจายข้อมูลโดยยานพาหนะสามารถเลือกที่จะส่งต่อข้อมูลผ่าน RSU Cloud ไปยังยานพาหนะปลายทางได้ วิธีนี้ช่วยเพิ่มโอกาสในการส่งข้อมูล และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว จากการทดลองด้วยวิธีการจำลองด้วยโปรแกรม NS-3 พบว่าวิธี SCBC ให้ผลลัพธ์ในแง่ของความล่าช้าในการส่งข้อมูลต่ำกว่าวิธี SCB เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของความเร็วของยานพาหนะ หรือเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของระยะทาง

งานวิจัยในอนาคตจะทำการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการ SCBC ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นรองรับการกระจายข้อมูลทั้งแบบข้อมูลด้านความปลอดภัย และ ข้อมูลสาระความบันเทิงในโปรแกรมประยุกต์ ที่มีการโต้ตอบทันทีผ่านระบบจำลองเครือข่ายยานพาหนะ

เอกสารอ้างอิง

[1] Sou, Sok-Ian, and Yinman Lee. "SCB: store-carry-broadcast scheme for message dissemination in sparse VANET." Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2012 IEEE 75th.IEEE, 2012.

[2] Maia, Guilherme, et al. "A data dissemination protocol for urban vehicular ad hoc networks with extreme traffic conditions." Communications (ICC), 2013 IEEE International Conference on.IEEE, 2013.

[3] Akabane, Ademar Takeo, et al. "An adaptive solution for data dissemination under diverse road traffic conditions in urban scenarios." Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2015 IEEE.IEEE, 2015.

[4] Palma, Veronica, and Anna Maria Vegni. "On the Optimal Design of a Broadcast Data Dissemination System over VANET Providing V2V and V2I Communications" The Vision of Rome as a

Smart City"." Journal of telecommunications and information technology (2013): 41-48.
[5] Chuang, Chia-Chuan, and Shang-Juh Kao. "An approximation analysis for safety messages transmission in vehicle-to-vehicle WAVE networks." Computers & Industrial Engineering 62.3 (2012): 784-793.
[6] Salahuddin, Mohammad A., et al. "RSU cloud and its resource management in support of enhanced vehicular applications." 2014 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps).IEEE, 2014.
[7] Zhang, Qi, Lu Cheng, and RaoufBoutaba."Cloud computing: state-of-the-art and research challenges." Journal of internet services and applications 1.1 (2010): 7-18.
[8] Mell, Peter, and Tim Grance. "The NIST definition of cloud computing." Communications of the ACM 53.6 (2010): 50.
[9] Salahuddin, Mohammad Ali, Ala Al-Fuqaha, and Mohsen Guizani. "Software-defined networking for rsu clouds in support of the internet of vehicles." IEEE Internet of Things Journal 2.2 (2015): 133-144.
[10] Amadeo, Marica, Claudia Campolo, and Antonella Molinaro."Enhancing IEEE 802.11 p/WAVE to provide infotainment applications in VANETs." Ad Hoc Networks 10.2 (2012): 253-269.
[11] Whaiduzzaman, Md, et al. "A survey on vehicular cloud computing." Journal of Network and Computer Applications 40 (2014): 325-344.
[12] Hussain, Rifaqat, et al. "Rethinking vehicular communications: Merging VANET with cloud computing." Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2012 IEEE 4th International Conference on.IEEE, 2012.
[13] Anwer, M. Shahid, and Chris Guy. "A survey of VANET technologies." J. Emerg. Trends Comput. Inf. Sci 5 (2014): 661-671.