

นวัตกรรมเพื่อการสื่อสารของรถยนต์

Technology and Innovation for Vehicular Networks

นาวพร วิสิฐพงศ์พันธ์ (Nawaporn Wisitpongphan)*

บทคัดย่อ

ความเรียบหรูในการดีไซน์ สมรรถนะ และความคล่องตัวในการขับขี่เป็นจุดขายหลักของรถยนต์ในปัจจุบัน ดังนั้นอุตสาหกรรมยานยนต์จึงมุ่งเน้นการออกแบบและการพัฒนาเครื่องยนต์เป็นหลัก ส่วนในด้านงานวิจัยแล้วนอกเหนือจากการพัฒนาเครื่องยนต์ที่ประหยัดน้ำมัน เช่น ระบบไฮบริดหรือเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงแล้ว ยังมีงานวิจัยอีกแขนงในอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ได้รับความสนใจจากทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคการศึกษา นั่นคือการพยายามหาวิธีการผสมผสานแนวคิดเรื่องการสื่อสารและการขับขี่เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือการเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่และเป้าหมายรองคือการเพิ่มข้อมูลข่าวสารการจราจรและความบันเทิงบทความนี้จะนำเสนอเทคโนโลยีการสื่อสารประเภทต่าง ๆ ซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้กับรถยนต์ และความก้าวหน้าของงานวิจัยทางด้านการสร้างระบบเครือข่ายรถยนต์

คำสำคัญ: ระบบเครือข่ายยานยนต์, IEEE 802.11p WAVE, FSO, VLC, ZigBee, V2V, V2I

Abstract

Sleek design, high performance, and impressive driving experience are the primary targets of many automotive industries these days. Therefore, the main marketing focus of these industries is on the design and the powertrain system. The automotive research, on the other hand, mainly focuses on fuel efficiency technology which includes hybrid system and fuel cell technology. However, there is another branch of research in automotive industries which have drawn a lot of attention from network engineers as automotive industries

are also interested in integrating communication technology into a car. The initial goal is to enable drivers to drive safely and the secondary goal is to provide drivers with traffic report and other infotainment services. This article will present various innovations and technologies for vehicular ad hoc wireless networks (VANETs) along with research status in this field.

Keywords: VANET, IEEE 802.11p WAVE, FSO, VLC, ZigBee, V2V, V2I.

1. บทนำ

นวัตกรรมด้านการสื่อสารในยานยนต์ที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ ระบบนำทาง (Navigation System) ซึ่งทำงานควบคู่กับระบบระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System: GPS) และระบบวัดระยะทางด้วยสัญญาณอัลตราโซนิก ซึ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการจอดรถจุดเด่นของสองนวัตกรรมนี้คือ มีกลไกการทำงานที่เป็นอิสระและมีความพร้อมใช้งานสูง กล่าวคืออุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งนั้นสามารถทำงานได้ตลอดเวลาโดยไม่อาศัยอุปกรณ์เสริมอื่นเนื่องจากระบบนำทางนั้นอาศัยเพียงการรับสัญญาณดาวเทียมมาประมวลผลหาตำแหน่งของรถ และระบบวัดระยะนั้นส่งและรับสัญญาณอัลตราโซนิกที่ตกกระทบสิ่งกีดขวางและสะท้อนกลับมาเพื่อประมวลผลออกมาเป็นระยะทาง

นอกจากการสื่อสารทั้งสองประเภทนี้แล้ว ยังมีการนำระบบสื่อสารไร้สายในรูปแบบเพียร์ทูเพียร์ (P2P) มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่อีกมากมาย แต่เนื่องจากระบบเหล่านี้ยังคงอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและยังไม่มีการผลิตออกมาเพื่อจำหน่ายทางการค้า ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาจึงมีงานวิจัยด้านการพัฒนานวัตกรรมการสื่อสารเพื่อยานยนต์ออกมามากมายหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น การนำเทคโนโลยีสื่อสารมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่ การนำมาประยุกต์ใช้เพื่อความบันเทิง และการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทดแทนระบบสื่อสารแบบมีสายเดิมที่มีอยู่ในรถยนต์ เป็นต้น

ในด้านความปลอดภัย ส่วนใหญ่นักวิจัยจะพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อส่งข้อมูลเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ภายในรถยนต์พร้อมกับตำแหน่งที่ได้จากระบบระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลกไปยังรถคันอื่น ๆ ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง ข้อมูลนี้จะถูกนำมาประมวลผลเพื่อนำแสดงแก่ผู้ขับขี่ เช่นการแจ้งเตือนถึงรถที่อยู่ในจุดบอด

* คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การแจ้งเตือนเรื่องการเบรกระงับของรถที่อยู่ด้านหน้า การแจ้งเตือนเรื่องอุบัติเหตุบนท้องถนน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการทำวิจัยในเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสื่อสารของยานยนต์ในด้านอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากความปลอดภัยทั่วไปอีก เช่น การส่งข้อมูลโฆษณาสินค้าที่อยู่ในท้องถิ่น การส่งข้อมูลมัลติมีเดียเพื่อให้ผู้ขับขี่หรือผู้โดยสารสนทนากันระหว่างรถยนต์ เป็นต้น

บทความนี้จะกล่าวถึงรูปแบบ มาตรฐาน และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อการสื่อสารของยานยนต์ทั้งในสายการผลิตและในด้านการวิจัย

2. รูปแบบการสื่อสารของยานยนต์

2.1 Vehicle-to-Vehicle Communication (V2V)

รูปแบบ V2V นั้นเป็นรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารไร้สายแบบเฉพาะกิจ (Mobile Ad hoc wireless NETwork: MANET) หรือที่เรียกว่า Vehicular Ad Hoc Wireless Network (VANET) กล่าวคือรถยนต์แต่ละคันจะมีอุปกรณ์ในการสื่อสารแบบไร้สาย และสามารถสร้างระบบเครือข่ายได้เองโดยอัตโนมัติเพื่อเชื่อมต่อกับรถยนต์คันอื่นที่มีอุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายประเภทเดียวกัน ซึ่งคุณลักษณะของระบบเครือข่ายประเภทนี้สร้างความท้าทายให้กับนักวิจัยเป็นอย่างมาก เนื่องจาก

- 1) โทโพโลยีของระบบเครือข่ายยานยนต์นั้นเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากรถยนต์เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาด้วยความเร็วสูง
- 2) ช่องทางในการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารในระบบเครือข่ายยานยนต์นั้นขาดหายได้ตลอดเวลา และในบางครั้งอาจขาดหายได้เป็นเวลานาน
- 3) ระยะการส่งสัญญาณ (transmission range) ของ VANET นั้นอยู่ที่ประมาณ 300 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่ค่อนข้างสั้นส่งผลให้เส้นทางสื่อสารขาดหายระหว่างหรือก่อนการใช้งาน
- 4) ขนาดของระบบเครือข่ายยานยนต์อาจมีขนาดใหญ่ เช่น ในตัวเมือง หรือบนทางด่วน เป็นต้น
- 5) ความหนาแน่นของรถยนต์บนท้องถนนนั้นเปลี่ยนแปลงตามเวลาและสถานที่ เช่น รถยนต์มีปริมาณมากในช่วงเวลาเร่งด่วนในตัวเมือง แต่มีปริมาณน้อยในบริเวณชานเมือง
- 6) โทโพโลยีของระบบเครือข่ายนั้นแปรเปลี่ยนตามพฤติกรรมผู้ขับขี่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผู้ขับขี่ได้รับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ จากระบบอื่น ยกตัวอย่างเช่น เมื่อได้รับข้อมูลว่าเกิดอุบัติเหตุบนถนนที่ขับอยู่ผู้ขับขี่อาจ

ตัดสินใจเปลี่ยนเส้นทางเดิมและไปใช้เส้นทางใหม่ เป็นต้น

2.2 Vehicle-to-Infrastructure (V2I)

รูปแบบการสื่อสารแบบ V2I นั้นเป็นการสื่อสารระหว่างรถยนต์ และ อุปกรณ์ ที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน โดยทั่วไปแล้วนักวิจัยมักกล่าวถึงอุปกรณ์ 2 ประเภท คือ On-Board Unit (OBU) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารบนรถยนต์ และ Road-Side Unit (RSU) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ทางรัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องติดตั้งไว้ตามจุดต่าง ๆ เพื่อทำหน้าที่รับส่งและกระจายข้อมูลอันจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ขับขี่ และลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุลง ซึ่ง RSU นี้อาจติดตั้งไว้บริเวณสี่แยก ข้างทางด่วน หรือ บนเสาสัญญาณโทรศัพท์ เป็นต้น

2.3 Intra-Car Wireless Sensor Networks

รูปแบบการสื่อสารของยานยนต์ประเภทสุดท้ายนี้เป็นการรับส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ภายในรถยนต์ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายระยะสั้นแทนการส่งผ่านสาย[2], [3] ซึ่งรูปแบบการสื่อสารไร้สายนี้จะช่วยลดความยุ่งยากในการผลิตรถยนต์ที่ต้องติดตั้งและลากสายเป็นจำนวนมากจากเซ็นเซอร์ที่เก็บข้อมูลตามจุดต่าง ๆ ภายในรถยนต์ไปยังอุปกรณ์ประมวลผล และควบคุมการทำงาน ช่วยลดต้นทุนในการผลิต ส่งผลให้น้ำหนักของรถยนต์น้อยลงทำให้ประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง และที่สำคัญยังช่วยให้การดูแลรักษาและเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพนั้นทำได้ง่ายขึ้น

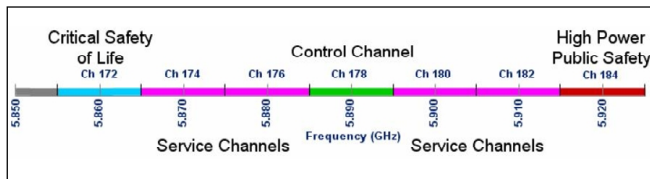
3. เทคโนโลยี Dedicated Short Range Communication (DSRC)

เทคโนโลยี DSRC นี้ เป็นเทคโนโลยีที่นักวิจัยนิยมนำมาประยุกต์ใช้กับระบบเครือข่ายยานยนต์ ปัจจุบันได้มีการกำหนดให้มาตรฐาน IEEE 802.11p เป็นมาตรฐานที่ใช้ในการสื่อสารกับเทคโนโลยีชนิดนี้ เนื่องจากมาตรฐานด้านการสื่อสารไร้สายที่ใช้ในระบบเครือข่ายไร้สายในปัจจุบันหรือที่รู้จักกันดีในชื่อ IEEE 802.11 a/b/g/n มีข้อเสียในเรื่องของการเชื่อมต่อเบื้องต้นก่อนการสื่อสาร (association) นั้นใช้เวลาค่อนข้างนานซึ่งทำให้ไม่เหมาะสมในการนำมาใช้งานกับระบบเครือข่ายที่มีการเคลื่อนที่และเปลี่ยนแปลงรูปแบบอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้รูปแบบการสื่อสารของรถยนต์นั้นไม่ว่าจะเป็น V2V หรือ V2I ล้วนแล้วแต่ต้องการความเร็วในการเชื่อมต่อเนื่องจากระยะเวลาในการสื่อสารนั้นมีค่อนข้างจำกัด ดังนั้นมาตรฐาน 802.11p นี้จึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สามารถรองรับรูปแบบการสื่อสารของยานยนต์ได้ ซึ่งในปัจจุบันกลุ่มผู้ร่างมาตรฐาน

ได้เรียกชื่อเอกสารนี้ว่า Wireless Access in Vehicular Environment หรือ WAVE

3.1 แอปพลิเคชันความถี่ Dedicated Short Range Communication (DSRC)

Federal Communication Commission (FCC) ซึ่งเป็นองค์กรที่จัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดให้แอปพลิเคชันความถี่ DSRC ซึ่งมีความกว้าง 75 MHz และตั้งอยู่บนความถี่ 5.9 GHz (5.85-5.925 GHz) เป็นช่วงคลื่นความถี่เพื่อใช้ในการสื่อสารสำหรับรถยนต์โดยเฉพาะ ทั้งในรูปแบบ V2V และ V2I จากภาพที่ 1 คลื่นความถี่ DSRC นี้จะถูกแบ่งออกเป็น 7 ช่องสัญญาณที่มีความกว้างช่องละ 10 MHz โดยที่ช่องสัญญาณที่ 172 และ 184 ถูกกำหนดให้เป็นช่องสัญญาณสำหรับการรับส่งข้อมูลเพื่อความปลอดภัยในการขับขี่ โดยเฉพาะ ช่องที่ 178 เป็นช่องสำหรับส่งสัญญาณในการควบคุม (Control Channel: CCH) และอีก 4 ช่องที่เหลือเป็นช่องสัญญาณสำหรับบริการทั่วไป (Service Channel: SCH)



ภาพที่ 1 ช่วงคลื่นความถี่ DSRC ในประเทศสหรัฐอเมริกา [1]

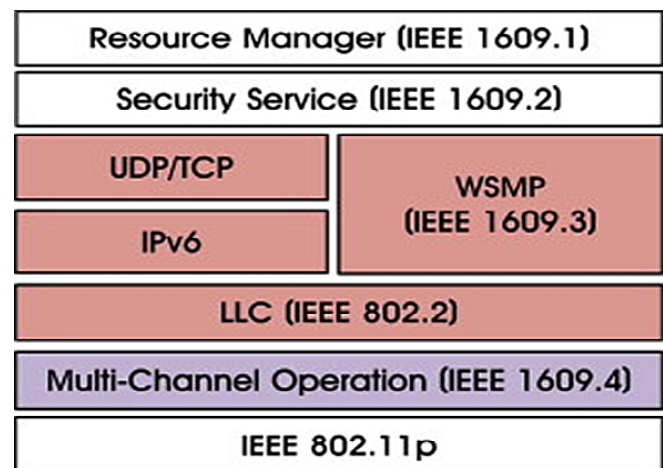
คลื่นความถี่นี้แม้ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้งานแต่ก็ไม่ได้อยู่ในช่วงคลื่นความถี่ ISM เพราะต้องได้รับใบอนุญาต ดังนั้นจึงมีความแตกต่างจากคลื่น ISM ตรงที่มีข้อกำหนดในการใช้งานมากกว่า กล่าวคือ เทคโนโลยีที่ใช้ความถี่ในช่วง ISM นั้นจะสามารถกำหนดวิธีการใช้งานได้อย่างเป็นอิสระ ยกตัวอย่างเช่น WiFi และ Bluetooth ซึ่งมีหลักการทำงานที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิงแต่ตั้งอยู่บนคลื่นความถี่เดียวกัน อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีบนคลื่นความถี่ ISM นั้นจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในการปลดปล่อยมลภาวะและหลักเกณฑ์ในการทำงานร่วมบนความถี่เดียวกัน ส่วนอุปกรณ์ที่ทำงานบนคลื่นความถี่ DSRC นั้น จะต้องใช้หลักการทำงานเดียวกันเท่านั้น

3.1 ความเป็นมาของการกำหนดมาตรฐาน IEEE 802.11p

ในระยะแรกนั้นคณะทำงาน ASTM 2313 มีหน้าที่กำหนดหลักเกณฑ์การใช้งานคลื่นความถี่ DSRC [4] ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 2004 หลักการทำงานของ DSRC ได้เริ่มถูกจัดให้อยู่ใน

กลุ่มมาตรฐาน IEEE 802.11 เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกับ IEEE 802.11a แต่มีค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (overhead) ต่ำกว่า โดยที่ DSRC ได้ปรับเปลี่ยนชื่อเป็น IEEE 802.11p WAVE ซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อความเป็นสากลนั่นเอง

มาตรฐาน IEEE 802.11p นี้แตกต่างจาก IEEE 802.11 ตรงที่มีความรวดเร็วในการเชื่อมต่อสื่อสารโดยอาศัยการข้ามขั้นตอนการเข้าร่วม Basic Service Set (BSS) อย่างไรก็ตามมาตรฐาน IEEE 802.11p นี้กำหนดขอบเขตไว้เพียงแค่ MAC และ PHY เฉกเช่นเดียวกับ IEEE 802.11 ส่วนการเชื่อมต่อ การจัดการช่องสัญญาณ และการรับส่งข้อมูลนั้นจะถูกกำหนดโดยมาตรฐาน IEEE 1609 ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยที่มาตรฐาน IEEE 1609.4 กำหนดจังหวะการสลับเปลี่ยนช่องสัญญาณระหว่าง Control Channel (CCH) เพื่อรับส่งข้อมูลขนาดเล็ก (Wave Short Message: WSM) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัย และ Service Channel (SCH) เพื่อรับส่งข้อมูลทั่วไประหว่างอุปกรณ์สื่อสาร หลักเกณฑ์ในการส่งข้อมูลขนาดเล็กนั้นจะถูกกำหนดโดยมาตรฐาน IEEE 1609.3 หรือ Wave Short Message Protocol (WSMP) ส่วนการจัดการทรัพยากรและความปลอดภัยนั้นเป็นหน้าที่ของ IEEE 1609.1 และ IEEE 1609.2 ตามลำดับ



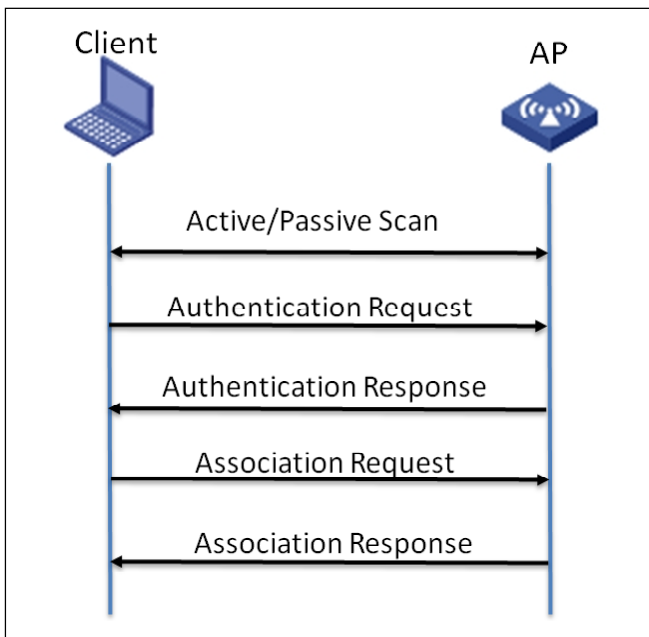
ภาพที่ 2 ลำดับชั้นการทำงานของ IEEE 802.11p และ IEEE 1609 [5]

3.1 จาก IEEE 802.11 สู่ IEEE 802.11p WAVE

3.3.1 ปัญหาของ IEEE 802.11

ปัญหาหลักของ IEEE 802.11 อยู่ที่ความล่าช้าในการเข้าร่วม Basic Service Set (BSS) กล่าวคือ เมื่ออุปกรณ์สื่อสาร

ต้องการเชื่อมต่อกับ Access Point (AP) จะทำการฟังสัญญาณ (beacon) ที่ AP ประกาศออกมาในรูปของ Service Set Identification (SSID) หรือชื่อของ WiFi Hotspot และเมื่อต้องการเข้าร่วม BSS ก็จะต้องผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อการเชื่อมต่อ (association) และผ่านกระบวนการพิสูจน์ตัวตน (authentication) ซึ่งมีหลายขั้นตอนและใช้เวลานาน ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หลักการเข้าร่วม BSS

หนึ่ง BSS จะประกอบด้วย AP และเครื่องลูกข่ายซึ่งเชื่อมต่อเข้ากับ BSS นั้น ๆ ซึ่งแต่ละ BSS จะมี BSSID ที่ไม่เหมือนกันและทำหน้าที่แตกต่างจาก SSID เนื่องจากเป็น ID ที่ใช้ในการสื่อสารในระดับ MAC Layer ดังนั้นจึงนิยมใช้ MAC Address ของ AP ซึ่งมี 48 บิตเป็นหลัก หาก BSSID เป็น 1 ทุกบิต จะเรียก ID นั้นว่าเป็น wildcard BSSID ใช้สำหรับการส่งข้อมูลแบบ broadcast นิยมใช้สำหรับการร้องขอข้อมูลในระหว่างการทำ Active Scanning เพื่อค้นหา AP ที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อมต่อ

3.3.2 WAVE mode

เพื่อให้มาตรฐาน IEEE 802.11p สามารถรองรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลได้รวดเร็ว ดังนั้น กระบวนการสแกนช่องสัญญาณเพื่อเข้าร่วม BSS และการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อเชื่อมต่อและพิสูจน์ตัวตนจึงเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรด้านเวลา ดังนั้น มาตรฐาน IEEE 802.11p จึงเพิ่มโหมดการทำงานที่เรียกว่า WAVE ขึ้นมา โดยกำหนดให้อุปกรณ์สื่อสารสามารถ

แลกเปลี่ยนข้อมูลได้ทันทีโดยใช้ wildcard BSSID ส่งผลให้รถยนต์ที่เคลื่อนที่มาเจอกันสามารถทำการสื่อสารข้อมูลได้ทันทีโดยไม่ต้องเข้าร่วมเป็นสมาชิกของ BSS ใดๆ

3.3.3 ช่องสัญญาณ 10 MHz

IEEE 802.11p นั้นใช้ Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) เช่นเดียวกับ IEEE 802.11a แต่บนช่องสัญญาณที่กว้าง 10 MHz แทนช่องสัญญาณเดิมที่กว้าง 20 MHz ซึ่งเหตุผลหลักในการทำช่องสัญญาณให้แคบลงนั้นก็เพื่อลดปัญหา RMS delay spread ใน VANET อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากงานวิจัยของความร่วมมือระหว่าง General Motors และ Carnegie Mellon University [6] ที่พบว่าการ์ดแบบที่กว้าง 20 MHz นั้นไม่เพียงพอที่จะรองรับ RMS delay spread ใน VANET ส่งผลให้เกิดการการแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ (Inter-Symbol Interference: ISI) ดังนั้นการแก้ปัญหาที่ง่ายที่สุดคือ การกำหนดให้ตัวแปรเวลาในกระบวนการทำ OFDM เป็น 2 เท่าจากเวลาเดิม หรือเทียบเท่ากับการลดขนาดความกว้างของช่องสัญญาณลงครึ่งหนึ่งนั่นเอง

ปัจจุบันเทคโนโลยี IEEE 802.11p นั้นเริ่มเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมการผลิตแล้ว ดังจะเห็นได้จากรถยนต์ต้นแบบจากหลาย ๆ บริษัทชั้นนำที่ถูกผลิตออกมาเพื่อแสดงในงานมอเตอร์โชว์ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีนี้จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อรถทุกคันหรือรถส่วนใหญ่บนท้องถนนติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารไร้สายชนิดนี้ ข้อจำกัดดังกล่าวจึงส่งผลให้มาตรฐานนี้เป็นที่รู้จักแค่เพียงในแวดวงนักวิจัย ดังนั้น นักวิจัยยังคงต้องเร่งหาทางออกเพื่อให้สามารถใช้มาตรฐานที่กำหนดขึ้นมานี้ในการเพิ่มข้อมูลข่าวสารและความปลอดภัยในการขับขี่

4. เทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อการสื่อสารของยานยนต์

นอกเหนือจากมาตรฐาน IEEE 802.11p แล้ว ยังมีเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น RFID, ZigBee, และ Free Space Optic (FSO) เป็นต้น ที่แม้ว่าจะไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อการสื่อสารระหว่างรถยนต์โดยเฉพาะ แต่ก็มีความน่าสนใจและน่ามาทดลองใช้เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการนำมาประยุกต์ใช้ ดังนี้

4.1 RFID

อุปกรณ์ RFID นั้นเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรม ในปัจจุบันมีการนำ RFID มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเก็บเงินค่าทางด่วนในหลาย ๆ ประเทศ ส่วนในภาคงานวิจัยนั้น มีการนำ RFID มาประยุกต์ใช้ในการสื่อสารภายในรถยนต์ [2] ซึ่งพบว่าช่อง

สัญญาณนั้นไม่เอื้ออำนวยต่อการรับส่งข้อมูลเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีแหล่งจ่ายไฟในตัวส่งผลให้อัตราการลดทอนสัญญาณนั้นค่อนข้างสูง และเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบการใช้งานในคลังสินค้าเป็นหลักดังนั้น MAC โพรโทคอลของ RFID นั้นจึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานภายในรถยนต์ซึ่งข้อมูลมีความเสี่ยงในการชนกันสูง

4.2 ZigBee

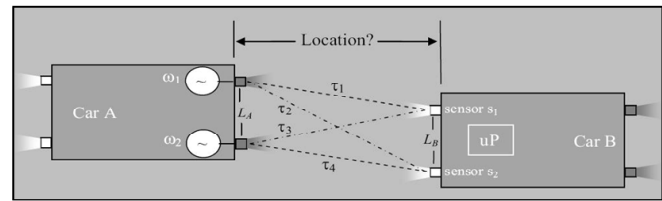
มีการทดลองนำอุปกรณ์ ZigBee ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารบนคลื่นความถี่ 2.4 GHz มาใช้ในการสื่อสารข้อมูลเซ็นเซอร์ภายในรถยนต์ [3] ซึ่งในการทดลองมีการติดตั้งอุปกรณ์ ZigBee ตามส่วนต่าง ๆ ภายในรถยนต์เพื่อหาประสิทธิภาพในการรับส่งของช่องสัญญาณ จากการทดลองพบว่าช่องสัญญาณของ ZigBee นั้นมีอัตราการส่งสำเร็จอยู่ถึง 99.98% อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีสัญญาณรบกวน เช่น สัญญาณจาก Bluetooth จะทำให้อัตราการส่งสำเร็จลดลงมาได้มากถึง 40% ซึ่งนับว่าค่อนข้างมาก ดังนั้น แม้จะสามารถนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในการรับส่งสัญญาณภายในรถยนต์ได้ แต่ก็ไม่ควรนำมาใช้สำหรับการส่งข้อมูลที่ต้องการความถูกต้องสูงเช่นสัญญาณจากเซ็นเซอร์ ABS เพราะอาจก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ขับขี่หากเกิดความผิดพลาดระหว่างการรับส่งข้อมูล

4.3 Free Space Optic Communication

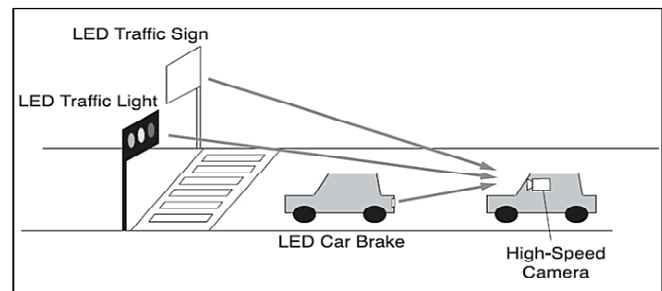
เทคโนโลยี Free Space Optic (FSO) Communication หรือ Visible Light Communication (VLC) นั้นเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารโดยใช้แสงซึ่งอยู่ในช่วงความถี่ที่มองเห็น นิยมนำมาใช้เป็นช่องทางสื่อสารข้อมูลปริมาณมากและต้องการความรวดเร็วในการส่งเนื่องจากมีแบนด์วิธสูงเทียบเท่ากับการส่งผ่านใยแก้วนำแสง ปัจจุบันนิยมนำมาใช้เป็นช่องทางสื่อสารที่มีการเชื่อมต่อแบบ point-to-point ระหว่างตึกโดยมักจะติดตั้งบนอาคารเป็นหลักเพื่อหลีกเลี่ยงความยุ่งยากในการวางสายใยแก้วนำแสง [7]

นักวิจัยจากบริษัท Intel Cooperation [8] นำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้กับไฟหน้าและไฟท้ายของรถยนต์ในการรับส่งข้อมูลเพื่อให้อาณาเขตระหว่างรถยนต์ที่อยู่รอบข้างได้ถูกต้องแทนการใช้ GPS ซึ่งมีปัญหาเมื่ออยู่ในที่อับสัญญาณ ดังแสดงในภาพที่ 4 นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยจากญี่ปุ่นนำเทคโนโลยี FSO Communication มาประยุกต์ใช้กับสัญญาณไฟจราจรเพื่อส่งข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์การจราจรเพิ่มเติมผ่านแสงไฟ โดยมีหลักการคือใช้ LED ในการส่งข้อมูลผ่านวิธีการโมดูลสัญญาณแบบ two-dimensional fast Haar wavelet transform (2D FHWt) และรับข้อมูลโดยใช้กล้องความเร็วสูง [9] หรือใน

บางงานวิจัยอาจใช้ Photo Detector ในการรับข้อมูล [10]



ภาพที่ 4 การวัดระยะห่างระหว่างรถยนต์โดยใช้สัญญาณจากไฟหน้า [8]



ภาพที่ 5 การใช้สัญญาณไฟจราจรแบบ LED และกล้องความเร็วสูงในการรับส่งข้อมูล [9]

คุณลักษณะของช่องสัญญาณ FSO นั้นเหมาะสมต่อการนำมาใช้ใน VANET เนื่องจากกระบวนการรับส่งสัญญาณมีขอบเขตที่จำกัดเพราะจะเท่ากับระยะที่แสงส่องถึงเท่านั้น คุณลักษณะดังกล่าวจะส่งผลให้การสื่อสารเพื่อความปลอดภัยในการขับขี่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะรถยนต์ที่มีความเสี่ยงในการชนกันนั้นมักจะอยู่ใกล้กันเสมอ ดังนั้น หากใช้ FSO ในการรับส่งสัญญาณก็จะทำให้ผู้ขับขี่ทราบถึงตำแหน่งรถยนต์หรือมอเตอร์ไซด์ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการชนกันเท่านั้น แต่หากใช้สัญญาณ RF ในการรับส่งข้อมูลก็จะทำให้ได้รับสัญญาณจากรถคันอื่น ๆ ที่อยู่ห่างไกลออกไปซึ่งอาจไม่มีโอกาสชนกัน

5. อภิปราย

จากการศึกษาพบว่า แม้จะมีการพยายามนำเทคโนโลยีหลากหลายรูปแบบมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างระบบเครือข่ายยานยนต์แต่นวัตกรรมการสื่อสารเหล่านี้ก็ยังไม่ถูกนำมาเข้าสู่สายการผลิต แต่หากจะเปรียบเทียบเทคโนโลยีทั้งสี่ที่ได้กล่าวถึงในบทความนี้แล้ว พบว่าเทคโนโลยี DSRC นั้นมีความก้าวหน้าทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและด้านการวิจัยมากกว่าเทคโนโลยีอื่น ๆ เหตุเพราะมีการกำหนดมาตรฐานที่ชัดเจนโดยทีมนักวิจัยจากทั้งภาคอุตสาหกรรมรถยนต์และภาควิชาการเพื่อใช้เฉพาะกับระบบเครือข่ายยานยนต์เท่านั้น ในขณะที่

เทคโนโลยีอื่นเป็นเทคโนโลยีที่ถูกออกแบบมาเพื่อการสื่อสารในระบบเครือข่ายประเภทอื่น เช่น RFID ถูกออกแบบมาเพื่อการสื่อสารในระยะใกล้ ZigBee นั้นมักใช้ร่วมกับการสร้างระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ส่วน FSO นั้นถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างอาคาร เป็นต้น อย่างไรก็ตามเทคโนโลยี DSRC นี้ก็ยังไม่เข้าสู่ท้องตลาดอย่างแท้จริง เหตุเพราะติดปัญหาเรื่องความน่าเชื่อถือของช่องทางการสื่อสาร กล่าวคือโอกาสในการส่งสำเร็จบนช่องทางการสื่อสารไร้สายระหว่างรถยนต์นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น โทโพโลยีซึ่งแปรเปลี่ยนตามความหนาแน่นของรถยนต์บนท้องถนน สถานที่ และเวลา การลดทอนของสัญญาณอันสืบเนื่องมาจากการสะท้อนและการบดบังสัญญาณของรถที่มีขนาดต่างกัน เป็นต้น

6. สรุป

สถานะของงานวิจัยด้าน VANET ในปัจจุบันนั้นยังอยู่ในระยะเริ่มต้นเนื่องจากมาตรฐานสำหรับการสื่อสารหรือ IEEE 802.11p นั้นเพิ่งถูกร่างเสร็จเมื่อกลางปี ค.ศ. 2010 ดังนั้นหากนักวิจัยต้องการมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรมสำหรับ VANET แล้ว ยังมีหัวข้ออีกมากมายให้ได้ศึกษาวิจัย เช่น การออกแบบโพรโทคอลที่เหมาะสมกับสภาพการณ์ของระบบเครือข่ายยานยนต์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและอาจขาดการเชื่อมต่อได้เป็นเวลานาน นักวิจัยหลายท่านได้พยายามจำลองรูปแบบการเคลื่อนที่ของรถยนต์ที่เสมือนจริงเพื่อศึกษาถึงลักษณะการเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย และนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณระยะเวลาของการหาเส้นทาง การสื่อสารก่อนขาดการเชื่อมต่อเพื่อนำไปสู่การออกแบบโพรโทคอลที่เหมาะสม นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าการนำเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้ว เช่น FSO, ZigBee, หรือ RFID มาประยุกต์ใช้งานกับ VANET นั้นก็ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในกลุ่มงานวิจัยนัก ดังนั้นนักวิจัยสามารถหยิบยกเทคโนโลยีดังกล่าว มาพัฒนาต่อยอดร่วมกับเทคโนโลยี RF ที่มีอยู่ เพื่อเพิ่มขอบเขตการรับรู้ของผู้ขับขี่ และเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งานบนท้องถนน

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Daniel Jiang and Luca Delgrossi, "IEEE 802.11p: Toward an International Standard for Wireless Access in Vehicular Environments," in *IEEE Vehicular Technology Conference*, pp. 2036-2040, May, 2008.

[2] O. K. Tonguz et al., "RFID Technology for Intra-Car Communications: A New Paradigm," in *Proc. IEEE Vehicular Technology Conference*, pp. 1-6 September, 2006.

[3] H.-M. Tsai, et. al., "ZigBee-based Intra-car Wireless Sensor Networks: A Case Study," in *IEEE Wireless Communication Magazine: Special Issue of Wireless Sensor Networking*, pp. 67-77, December, 2007.

[4] "Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems - 5 GHz Band Dedicated Short Range Communications (DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", ASTM DSRC STD E2313-02, 2002.

[5] Chia-Chuan Chuang and Shang-Juh Kao, "An approximation analysis for safety messages transmission in vehicle-to-vehicle WAVE networks," in *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 62, No. 3, pp. 784-793, April, 2012.

[6] D. Stancil, L. Cheng, B. Henty and F. Bai, "Performance of 802.11p Waveforms over the Vehicle-to-Vehicle Channel at 5.9 GHz," *IEEE 802.11 Task Group p report*, September, 2007.

[7] H. Willner and B. Ghuman, "Installation of Free-Space Optical Systems," in *Free Space Optics: Enabling Optical Connectivity in Today's Networks*, Sams Publishing, pp. 123 - 136, 1991.

[8] R. Robert, P. Gopalakrishnan, and S. Rathi "Visible Light Positioning: Automotive Use Case," in *IEEE Vehicular Networking Conference*, pp. 309-314, 2010.

[9] S. Arai, et. al., "Experimental on Hierarchical Transmission Scheme for Visible Light Communication using LED Traffic Light and High-Speed Camera," in *IEEE 66th Vehicular Technology Conference*, pp. 2174-2178, Oct, 2007.

[10] I. E. Lee, et. al., "Performance enhancement of outdoor visible-light communication system using selective combining receiver," in *IET Optoelectronics*, Vol.3, No.1, pp. 30-39, February, 2009.