บทสรุปผู้บริหาร

โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับในพื้นที่ชุมชนแบบปิด

A feasibility study of autonomous vehicle technology implementation in gated community

[ภายใต้การสนับสนุนทุนการวิจัยจาก สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เลขที่โครงการ P1951643/3 และการสนับสนุนรถกอล์ฟไฟฟ้า และ application program การเรียกรถจาก บริษัท สิริเวนเจอร์ จำกัด ขอขอบคุณกรมแผนที่ทหารและสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติสำหรับข้อมูลค่าแก้ GNSS]

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนารถขับขี่อัตโนมัติ (Autonomous Vehicle) เพื่อใช้สำหรับการขนส่งผู้โดยสารในพื้นที่แบบปิด (Geo-fenced) โดยเริ่มจากการศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการแบบอัตโนมัติเพื่อนำไปติดตั้งและบูรณาการเข้ากับยานยนต์ไฟฟ้า (EV Platform) ซึ่งในโครงการได้เลือกใช้รถกอล์ไฟฟ้าแบบ 6 ที่นั่ง เนื่องจากมีความสลับซับซ้อนของระบบขับเคลื่อนน้อย และสามารถขับเคลื่อนด้วยความเร็วไม่เกิน 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยมีผู้ขับฉุกเฉิน (Emergency Driver) ทำหน้าที่ควบคุมรถในกรณีฉุกเฉินเท่านั้น การทดสอบรถขับขี่อัตโนมัติต้นแบบ (Level-3) ดำเนินการในพื้นที่พักอาศัยย่าน T77 ของบริษัทแสนสิริ ที่มีการควบคุมตามหลักการของ Sandbox คือมีการรบกวนจากการจราจร ยวดยานอื่นๆ และผู้ร่วมใช้ถนนไม่หนาแน่น เพื่อที่จะประเมินความเป็นไปได้ในศึกษาการใช้งานของระบบควบคุมและสั่งการสำหรับรถขับขี่อัตโนมัติ ระบบรถขับขี่อัตโนมัติแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลัก

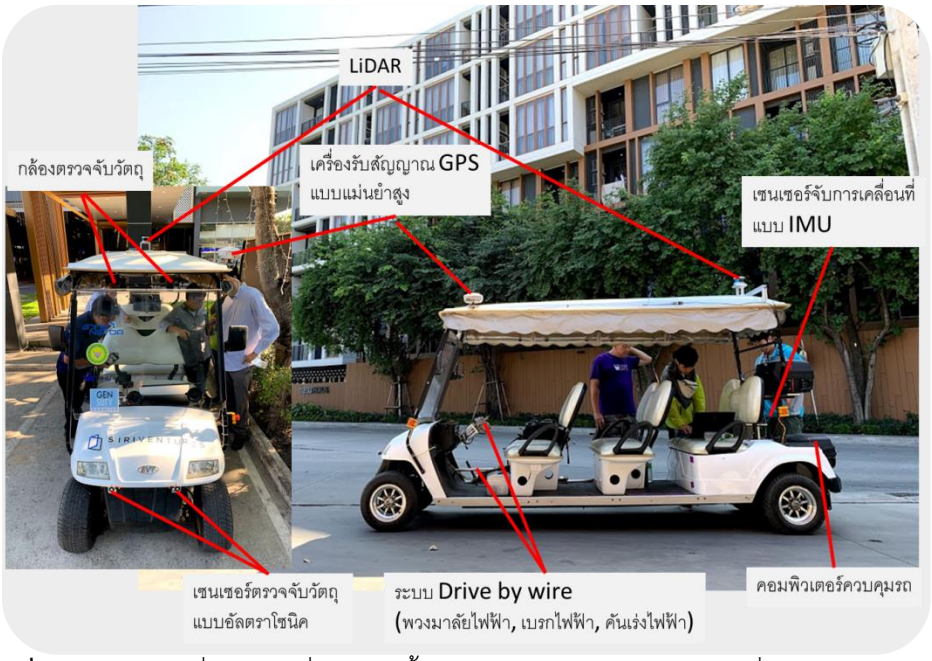
- ระบบ Drive-By-Wire หรือเรียกว่าระบบควบคุมสั่งงานการขับขี่ (พวงมาลัย เบรก และคันเร่ง) ซึ่งจะสื่อสารด้วย Protocol CAN BUS
- ระบบนำทางอัตโนมัติ ในโครงการนี้ได้เลือกใช้เซ็นเซอร์นำทางแบบ Light Detection and Ranging (LiDAR) ที่ทำงานควบคู่กับ High Density Map แบบ 3 มิติ ที่จะต้องเตรียมการจัดทำไว้ล่วงหน้า รวมทั้งมี Global Navigation Satellite System (GNSS) Receiver ติดตั้งไว้บนตัวรถ เพื่อใช้รับสัญญาณจากดาวเทียมระบุตำแหน่งตัวรถบนพื้นผิวโลกที่ทำงานร่วมกับ CORS station ของกรมแผนที่ทหาร/สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ เพื่อให้ได้ความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของตัวรถในระดับเซ็นติเมตร ณ เวลาจริง โดยมีกล้องและเซ็นเซอร์อัลทราโซนิคทำหน้าที่ตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางรอบตัวรถเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุการชนของรถขับขี่อัตโนมัติกับสิ่งมีชีวิตมนุษย์ และวัตถุต่างๆ ซึ่งจะช่วยคุ้มครองความปลอดภัยให้กับผู้ใช้รถใช้ถนนอื่นๆ
- ระบบจัดการฝูงรถ (Fleet Management System) ทำหน้าที่สื่อสารกับระบบนำทางอัตโนมัติของรถ โดยในโครงการนี้ได้ทดลองรถขับขี่อัตโนมัติเพียง 1 คัน ระบบดังกล่าวจึงจำกัดอยู่เพียง Application Program สำหรับค้นหาตำแหน่งรถ และเรียกรถให้มารับผู้โดยสารผ่านโทรศัพท์มือถือเท่านั้น

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบรถขับขี่อัตโนมัติ (Autonomous Vehicle) หรือรถไร้คนขับในพื้นที่ชุมชนแบบปิด

- ศึกษาและพัฒนาระบบ Drive-by–Wire เพื่อนำมาใช้กับรถขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ซึ่งทำให้สามารถควบคุมและสั่งการทำงานของรถด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า
- ศึกษาแนวทางการบูรณาการระบบนำทางอัตโนมัติกับระบบ Drive-by-Wire ของรถกอล์ฟ
- ศึกษาและทดสอบระบบการทำแผนที่ 3 มิติ สำหรับรถขับขี่อัตโนมัติ
- ส่งเสริมและเผยแพร่การนำเทคโนโลยีรถขับขี่อัตโนมัติมาใช้ประโยชน์ทางด้านการขนส่งรูปแบบใหม่ให้กับหน่วยงานภาครัฐ ประชาชน และภาคส่วนต่างๆ

รูปที่ 1 รถกอล์ฟไฟฟ้าแบบ 6 ที่นั่งของบริษัท EVT รุ่น Plus-D สภาพก่อนดำเนินการพัฒนาเป็นรถขับขี่อัตโนมัติ



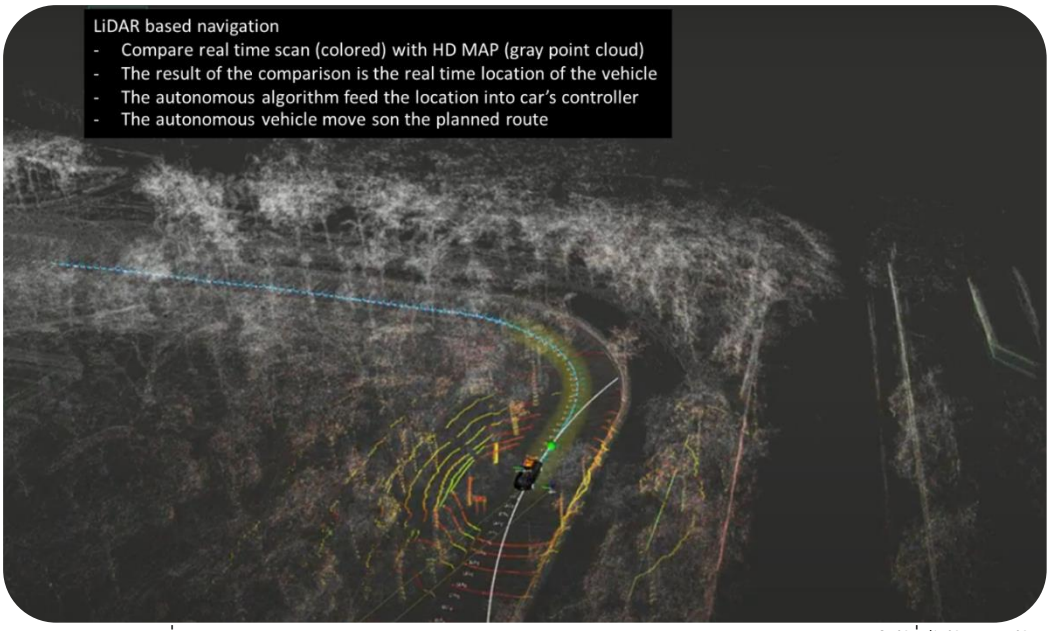
รูปที่ 2 รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนการควบคุมและสั่งการแบบสมบูรณ์

คุณลักษณะ

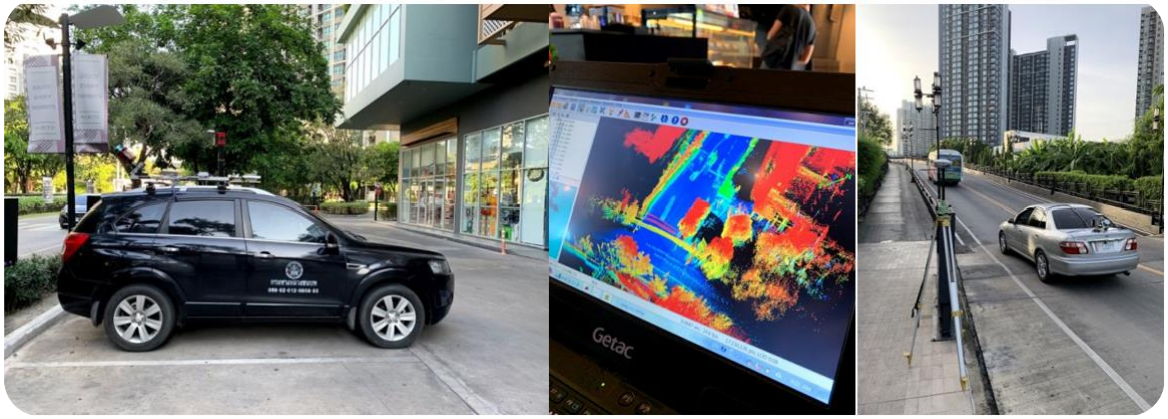
ตารางที่ 1 คุณลักษณะรถกอล์ฟไฟฟ้าขับขี่อัตโนมัติ

แพลทฟอร์มของรถ Mechanical platform	รถกอล์ฟไฟฟ้าขนาด 6 ที่นั่ง เกียร์อัตโนมัติ ขนาดความยาว X ความกว้าง X ความสูง (3860 X 1230 X 1950 มม.)
ระบบควบคุมรถ Drive by wire system	Gensurv robotics low-level system design Servo steering Servo brake positioning system Curtis Controller analog control overide CAN Open Protocol ARM based microcontroller with 2.4 GHz radio controlled
ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า	6KW, 48V
ระยะวิ่งต่อชาร์จ	70 กิโลเมตร
ความเร็วสูงสุด	Manual mode: 30 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง Autonomous mode: 8 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง
เซนเซอร์	ชุดเลเซอร์นำทางแบบสแกน 3 มิติ Velodyne 16, LiDAR scanner 3D ชุดตรวจจับวัตถุด้วยเสียง Whetron Electronics ultrasonics sensor

	ชุดตรวจจับการเคลื่อนที่ชนิด XSENS IMU Mbi-30 GNSS: SINO-GNSS T300 plus GPS correction: เชื่อมต่อกับสถานี CORS กรมแผนที่ทหาร/กรมที่ดิน/สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ระบบ Software Autonomous Algorithm	Whetron/NSTDA software stack: Autoware Opensource on ROS core Localization: SLAM on HD map Control: Pure pursuit waypoint following
การเชื่อมต่อ Connectivity	แอปพลิเคชั่นเรียกรถ ผ่านระบบ cellular 4G Vehicle hailing Application ของ Siri-Venture



รูปที่ 3 ภาพแสดงแผนที่ HD Map และระบบการระบุตำแหน่ง การนำทางและการควบคุมรถให้วิ่งได้ตามเส้นทางที่กำหนด

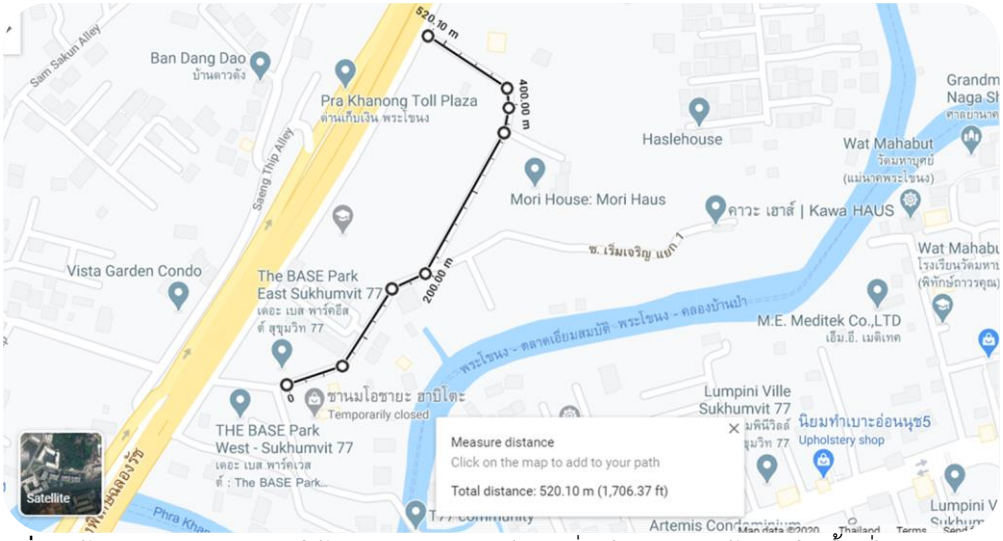


รูปที่ 4 ระบบการทำแผนที่ HD Map ประกอบด้วยรถสแกนเลเซอร์ ระบบเก็บข้อมูลความละเอียดสูงและสถานีฐาน GNSS สำหรับใช้ส่งค่าแก้ความคลาดเคลื่อนของดาวเทียม GPS

ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีขับขี่อัตโนมัติมาใช้งานจริงในการบริการรับส่งคน

ด้วยสภาพพื้นที่ของโครงการ T77 ที่มีลักษณะเป็นที่พักอาศัยขนาดใหญ่ ทำให้ผู้พักอาศัยมีความไม่สะดวกมากนักในการเดินทางไปสู่จุดหมายด้วยวิธีการเดินเท้า เนื่องจากมีระยะทางไกล ดังนั้นการมี Mobility Solution เช่น รถ Shuttle ขนส่งคนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้พักอาศัยหรือผู้ใช้พื้นที่ในโครงการ T77 ซึ่งปัจจุบัน โครงการ T77 มีการนำระบบรถมินิบัส รถตุ๊กตุ๊ก รถกอล์ฟแบบมีคนขับมาให้บริการอยู่ในพื้นที่ ทั้งในช่วงเวลาปกติ และเร่งด่วน ในรูปแบบกำหนดเส้นทางล่วงหน้า (Fixed Route) อย่างไรก็ตาม แนวคิดการนำระบบรถขับขี่อัตโนมัติ (ระดับ 3) มาใช้งานในพื้นที่โครงการ T77 จะช่วยตอบโจทย์และแก้ปัญหาการให้บริการในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน (Off-peak) ซึ่งมีผู้โดยสารจำนวนไม่มากนัก นอกจากนี้ ระบบขับขี่อัตโนมัติยังช่วยผ่อนแรงและลดอาการล้าของผู้ขับขี่ได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันเพื่อให้การบริการกับลูกบ้านในแบบ On-demand Shuttle Call เช่น การใช้แอปพลิเคชั่นบน Smart Device ในการเรียกรถให้มารับ-ส่ง ในจุดที่กำหนดไว้ (จุดที่ผู้โดยสารอยู่ใกล้สุด) เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานในการขับรถวนแบบเสียเปล่าโดยไม่มีผู้โดยสาร พร้อมกับการตอบโจทย์การเดินทางของผู้โดยสารในระบบขนส่งสาธารณะช่วงระยะสุดท้าย (Last Mile Connectivity) ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างเส้นทางการคมนาคมสายหลักและบริเวณที่อยู่อาศัยแบบปิด ที่มีพื้นที่ของชุมชนกว้างขวาง การใช้งานจริงเพื่อให้ตอบโจทย์ Last Mile Service แบบสมบูรณ์ นั้นจำเป็นที่จะต้องให้รถขับขี่อัตโนมัติมีขีดความสามารถในการขับออกสู่ถนนหลวงสาธารณะได้ เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางจากการคมนาคมสายหลัก เช่นรถไฟฟ้า BTS เข้าสู่ตัวโครงการ T77 ได้ อย่างไรก็ตาม จากการดำเนินการทดลองใช้งานระบบรถขับขี่อัตโนมัติบนพื้นที่ทดลองจริงแบบ Sandbox ณ โครงการ T77 ของบริษัทแสนสิริ วิ่งในเส้นทางระหว่างห้าง HUB 77 (Habito Mall) กับอาคารสำนักงานใหญ่ของ บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน) ซึ่งมีระยะทางประมาณ 500 เมตร (ไป-กลับ 1 กิโลเมตร) โดยรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติสามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ครั้งละ 4 คน ในการรับผู้โดยสารนั้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ 1) รับตามสถานีที่กำหนดไว้แบบ Routine Stops และ 2) ใช้ Application บน Smart Device สำหรับเรียกรถให้มารับ ณ สถานีที่กำหนด

โดยลักษณะการใช้งานของรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัตินั้นจะเป็นการขับเคลื่อนแบบอัตโนมัติจริงเฉพาะในสถานการณ์ที่ผู้ขับภาวะฉุกเฉิน (Emergency Driver) เห็นว่า ปลอดภัยจริงๆเท่านั้น ในการปฏิบัติการทุกครั้งจำเป็นต้องมีผู้ขับขี่ภาวะฉุกเฉิน ในกรณีที่อาจจะเกิดข้อผิดพลาดของระบบอัตโนมัติหรือมีเหตุการณ์ที่อาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้รถ และผู้ใช้ถนนทั่วๆ ไป โดยผู้ขับภาวะฉุกเฉินบังคับรถผ่านคันบังคับมือแบบไร้สาย (Remote Control Joystick) หากเปิดสวิทช์คันบังคับ รถจะถูกบังคับในระบบบังคับมือทันที หากปิดสวิทช์คันบังคับ รถจะกลับเข้าสู่โหมดระบบขับขี่อัตโนมัติ และเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดเอาไว้ล่วงหน้า หากมีเหตุฉุกเฉินสามารถกดปุ่มนิรภัย (Emergency Stop) ซึ่งติดตั้งอยู่ใน 4 จุดรอบคันรถ พร้อมดึงเบรกมือเพื่อหยุดรถ



รูปที่ 5 เส้นทางปฏิบัติการและให้บริการของรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติตามเส้นทางในพื้นที่โครงการ T77

รูปที่ 6 การใช้ Application (บนระบบปฏิบัติการ ANDROID) เรียกรถและตรวจหาตำแหน่งของรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติ ณ เวลาจริง บนเส้นทางที่กำหนด

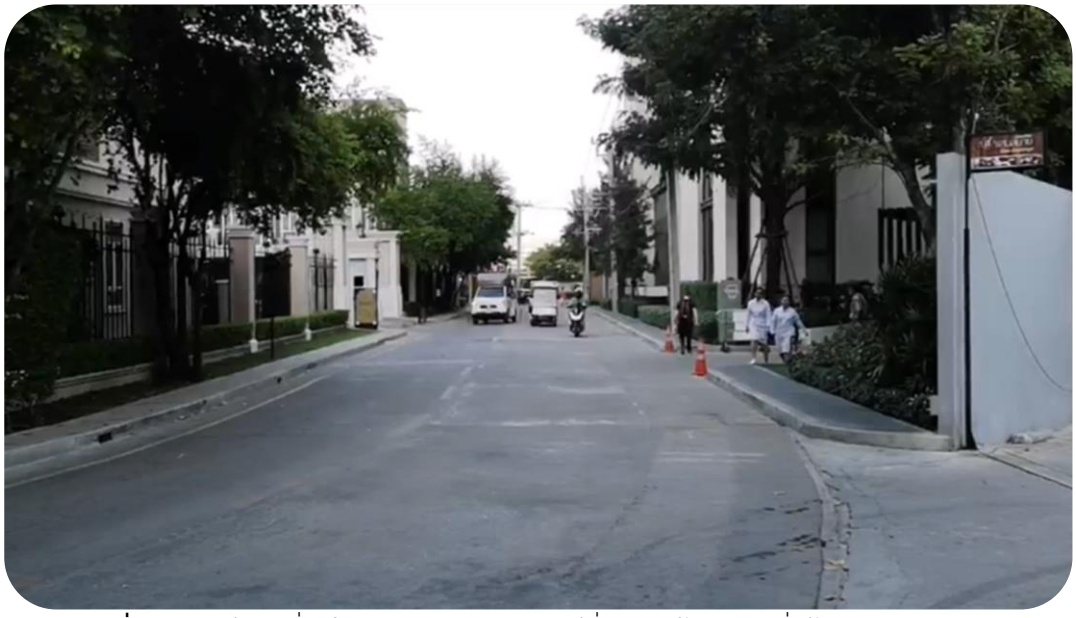
รูปที่ 7 พื้นที่ทดสอบรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติในพื้นที่โครงการ T77 (เป็นพื้นที่อยู่อาศัยชุมชนแบบปิด)

การใช้งานรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติร่วมกับการสัญจรแบบอื่นๆ

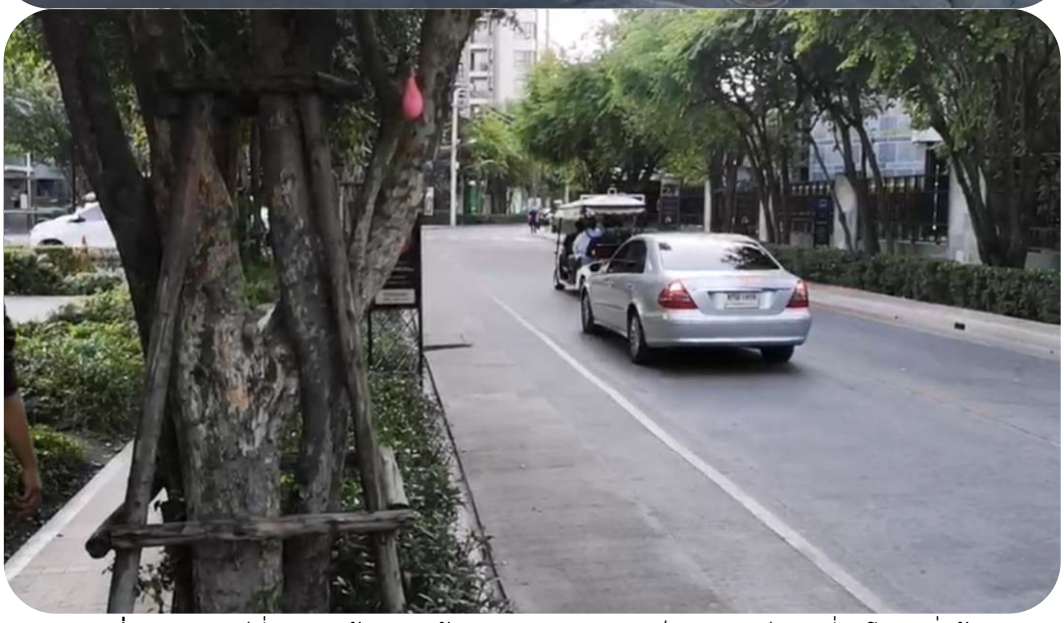
ภายในพื้นที่โครงการ T77 รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติจำเป็นต้องใช้ถนนร่วมกับยานพาหนะทั่วไป เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารขนาดใหญ่ รถบรรทุกหลากหลายขนาด จักรยานยนต์ จักรยาน สกูตเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ได้มีการกำหนดให้พาหนะทุกชนิดที่ใช้ถนนในโครงการ T77 ต้องใช้ความเร็วไม่เกิน 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่รถยนต์ส่วนใหญ่ยังขับด้วยความเร็วสูงกว่า Speed Limit ทั้งสิ้น ทำให้รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติกลายเป็นรถที่กีดขวางการจราจรพอสมควร รวมทั้งเนื่องจากยังเป็นระบบที่เป็น Prototype ทำให้ในบางครั้งรถจะวิ่งอยู่บนเกือบกึ่งกลางถนนส่งผลให้เกิดความเข้าใจผิดบ้างในการสัญจร เช่น การขับแซงซ้าย การขับจ่อท้ายเพื่อให้รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติหลบเข้าซ้าย หรือความเร็วที่ช้าเกินไปทำให้เกิดความไม่พอใจหากผู้สัญจรรายอื่นๆ ต้องการเร่งความเร็วในการเดินทาง

อย่างไรก็ตาม การตอบสนองจากผู้ใช้รถยนต์รายอื่นในพื้นที่โครงการ T77 ต่อการใช้งานและให้บริการของรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติในบางกรณี ก็จะเป็นไปในรูปแบบที่ระแวดระวังและถ้อยทีถ้อยอาศัยกัน ทำให้มีการหลบและหลีกทางให้กับรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติ เพื่อให้สามารถใช้เส้นทางร่วมกันได้ อีกข้อหนึ่งข้อสังเกต คือ ถ้าผู้ขับรถยนต์ทั่วไปไม่เห็นคนนั่งประจำในตำแหน่งพลขับ รถยนต์ที่ร่วมทางจะให้ความสนใจและระวังในการขับขี่เข้าใกล้รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติ เนื่องจากมีความไม่มั่นใจในความปลอดภัยในการขับขี่แบบหุ่นยนต์

รูปที่ 8 รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติขณะวิ่งสวนทางกับรถอื่นๆ (รถขับขี่อัตโนมัติวิ่งกินเลน)



รูปที่ 9 รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติถูกแซงจากรถยนต์ที่มาจากด้านหลัง (วิ่งช้ากว่ารถส่วนมาก)



รูปที่ 10 รถยนต์ที่ขับตามด้านหลังต้องเบรกชะลอความเร็ว (รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติวิ่งช้า)

ข้อวิจารณ์อื่นๆ

- เรื่องการบรรทุกหนักทำให้ท้องรถกระแทกกับเนินลูกระนาด ซึ่งถ้าใช้คนขับแบบปกติ ก็จะสามารถผ่อนความเร็วลงได้แม่นยำกว่า หรือสามารถหักหลบเนินเพื่อช่วยให้ลดแรงกระแทกได้ดีกว่ารถหุ่นยนต์
- รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติยังต้องใช้ Manual Mode ช่วยกลับรถ เนื่องจากเส้นทางที่ให้บริการยังไม่เป็นลักษณะ Loop ดังนั้น จึงเป็นข้อคิดต่อไปในอนาคต ว่าการจัดการเส้นทางวิ่งของรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติควรต้องคำนึงสมรรถนะในการเลี้ยวโค้งว่าเป็นอย่างไร เหมาะกับเส้นทางที่กำหนดสำหรับการให้บริการมากน้อยเพียงใด

- สภาพแวดล้อมตามเส้นทางวิ่งให้บริการที่เปลี่ยนแปลง เช่น การก่อสร้าง การปรับสภาพพื้นที่ (Landscape) ใหม่ การปรับตำแหน่ง Landmarks หรือจุดสนใจ มีผลต่อสมรรถนะในการนำทางด้วยเลเซอร์ เนื่องจากทำให้แผนที่นำทางที่ทำไว้กับแผนที่ปัจจุบันที่ใช้ในการนำทางเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งจำต้องแก้ไขโดยการทำแผนที่ดิจิทัลความละเอียดสูงใหม่อีกครั้ง
- การนำทางในสภาวะตึกสูง มีต้นไม้หนาแน่น ซึ่งจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการบอกตำแหน่งหากพึ่งพาค่าพิกัดจาก GNSS เพียงอย่างเดียว แต่เมื่อมีเลเซอร์นำทางจะช่วยให้ การนำทางมีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งในการใช้งานจริงนั้นจะใช้การนำทางด้วยเลเซอร์เป็นส่วนใหญ่
- การนำทาง ณ จุดบนสะพานสูงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากระบบ Localization ด้วยแสงเลเซอร์ ไม่สามารถระบุตำแหน่งหุ่นยนต์ (รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติ) เป็นผลมาจากระยะความสูงบนสะพานสูงกว่าจากระดับพื้นผิวถนนพอสมควร ทำให้ไม่เห็นรายละเอียดของสิ่งแวดล้อมโดยรอบ จุด Point Cloud หรือ กลุ่ม Landmark ที่จะมาใช้ในการคำนวณตำแหน่งอย่างแม่นยำมีไม่มากพอ รวมทั้งข้อมูลตำแหน่งจาก GPS ไม่แม่นยำพอที่จะช่วยให้รถวิ่งไปตามเส้นทางได้
- รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติสามารถเคลื่อนที่ได้ในสภาวะฝนตกปรอยๆ ได้ดี
- รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติสามารถนำทางในที่มืดในเวลากลางคืนได้ดีเนื่องจากแสงไม่มีผลต่อการนำทางด้วยแสงเลเซอร์ หรือ GPS

รูปที่ 11 รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติใช้งานในขณะฝนตก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติ

รถขับช้าเกินไป ต้องการให้มีความเร็วในการเดินทางมากกว่านี้
ต้องการให้มีเสียงเพื่อความปลอดภัยต่อ จักรยานยนต์ จักรยาน และคนเดินถนน
ต้องการให้สามารถวิ่งบนถนนหลวงสาธารณะจริงๆ ได้เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางจากสถานีรถไฟฟ้า จนถึงโครงการ T77 ได้สะดวก
ต้องการให้สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้แบบอัตโนมัติ
กลัวรถอัตโนมัติขับไปชนสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดอันตรายต่อตนเอง
แปลกดีที่รถขับได้เองโดยไม่ต้องพึ่งพาคนขับ
ต้องการนำมาใช้จริงแต่อยากให้คันใหญ่จุคนได้มากกว่านี้

รูปที่ 12 ผู้โดยสารที่มาใช้บริการรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติ

สรุปและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Recommendation)

- จำนวนผู้โดยสารที่ทดลองใช้บริการรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติในพื้นที่โครงการ T77 มีจำนวน 50 คน
- รถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติทดสอบและให้บริการในพื้นที่โครงการ T 77 ระหว่างวันที่ 9 พฤศจิกายน 2562 – วันที่ 6 มีนาคม 2563
- มีความจำเป็นที่ต้องมีระบบในการตรวจจับสิ่งกีดขวางเพื่อความปลอดภัยในการนำทางของรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติ อาจจะใช้ระบบกล้องหรือจะใช้เลเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางก็ได้
- มีความจำเป็นที่ต้องมีระบบนำทางแบบใช้กล้องร่วมกับระบบนำทางแบบใช้ LiDAR เพื่อเสริมสมรรถนะในการนำทางให้แม่นยำและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น
- ความปลอดภัยในการขับขี่แบบอัตโนมัติเป็นประเด็นสำคัญอันดับแรกที่ผู้ใช้งานคำนึงถึง รวมถึงความสะดวกสบายและความคาดหวังที่จะให้รถอัตโนมัติมีสมรรถนะเทียบเท่ากับรถที่มีคนขับฝีมือดีประจำการ (Autonomous Level 5 expectation ตามข้อกำหนดของ Society of Automotive Engineer: SAE)
- การวิ่งให้บริการในพื้นที่ปิดอาจจะทำได้ดีกว่านี้ถ้ามีเลนพิเศษสำหรับรถกอล์ฟขับขี่อัตโนมัติเท่านั้นเพื่อลดการผสมผสานของการจราจรซึ่งอาจนำไปสู่อุบัติเหตุอันเกิดจากความไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีขับขี่อัตโนมัติของผู้ใช้เส้นทางร่วมกัน

ข้อมูลทั้งหมดเหล่านี้ทางคณะผู้จัดทำโครงการจะนำไปศึกษาและปรับปรุงเพื่อสร้างระบบรถอัตโนมัติสำหรับขนส่งคนให้ดียิ่งขึ้นในเฟส 2 ต่อไป

ดร. ปาษาณ กุลวานิช, กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม
ติดต่อ: โทร 0863974941, email: pasan.kulvanit@gmail.com