



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการประเมินความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ขับขี่รถยนต์ได้เปรียบ  
เทียบกับอาสาสมัครปกติที่ขับขี่รถยนต์ได้โดยประเมินจากผลจากการขับขี่จริงที่ติดตามโดยใช้อุปกรณ์  
อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์และการใช้เครื่องมือวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ

Determining the driving ability among Parkinson's disease patients: the comparative  
study between driving in the real situation monitoring with intelligence car monitoring  
device (Black box) and 3D driving simulator

โดย ดร. พญ. อรอนงค์ จิตรกฤษฎากุล

30 มิถุนายน พ.ศ. 2561

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการประเมินความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ขับขี่รถยนต์ได้เปรียบเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ขับขี่รถยนต์ได้โดยประเมินจากผลจากการขับขี่จริงที่ติดตามโดยใช้อุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์และการใช้เครื่องมือวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ

Determining the driving ability among Parkinson's disease patients: the comparative study between driving in the real situation monitoring with intelligence car monitoring device (Black box) and 3D driving simulator

ผู้วิจัย ดร. พญ. อรอนงค์ จิตรกฤษฎากุล  
สังกัด คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและต้นสังกัด  
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว และต้นสังกัดไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

รูปแบบ Abstract (บทคัดย่อ)

---

Project Code : (รหัสโครงการ)

5880251

Project Title : (ชื่อโครงการ) โครงการการประเมินความปลอดภัยในการขับขีรถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ขับรถยนต์ได้เปรียบเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ขับรถยนต์ได้โดยประเมินจากผลจากการขับขีจริงที่ติดตามโดยใช้อุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามรถยนต์และการใช้เครื่องมือวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ (Determining the driving ability among Parkinson's disease patients: the comparative study between driving in the real situation monitoring with intelligence car monitoring device (Black box) and 3D driving simulator)

Investigator : (ชื่อนักวิจัยหลัก) ดร. พญ. อรอนงค์ จิตรกฤษฎากุล  
สังกัด คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address : [onanong.jit@gmail.com](mailto:onanong.jit@gmail.com), [oji@chulapd.org](mailto:oji@chulapd.org)

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์นายแพทย์รุ่งโรจน์ พิทยศิริ

E-mail Address : [rbh@chulapd.org](mailto:rbh@chulapd.org)

Project Period : (ระยะเวลาโครงการ) 2 ปี

Keywords : (คำหลัก) โรคพาร์กินสัน การขับขีรถยนต์ อัตราการตอบสนอง

## บทคัดย่อ

### บทคัดย่อภาษาอังกฤษของการศึกษาระยะที่ 1

Background: Competence to drive a motor vehicle is of great concern to Parkinson's disease (PD) patients and their families because driving is a complex task which requires a high level of cognitive functioning for making decisions plus multi-level integration of sensory, motor, and cortical functions.

Objective: The objective of this study was to develop a test to determine the driving capability of PD patients in order to differentiate those who have the requisite skills from those who do not have the required competence to drive a motor vehicle.

Methods: This study compared the driving outcomes of 41 PD patients and 41 healthy controls by using a computer-based 3D driving simulator. Outcome measures included time to start (go light), time to stop (stop light), distance from a static obstacle, and time to stop (falling object). Demographic data and relevant parameters were included in the analysis.

Results: There were no statistically significant differences between PD patients and the control group in the following factors: age, gender, prerequisite driving ability, and history/ number of car accidents in a past one year, and history of falling in a past one month. Whereas, PD patients were fewer in the number of active drivers, a lower in TMSE scores, and a higher number of falling in the past one month. A comparison of the driving performance from parameters between two groups revealed that the PD patients had significant slower reaction time and made more mistakes during perform driving simulator. Among all prerequisite drivers, aging and diagnosis of PD found to predict the driving cessation (OR= 5.6 and OR=8.9, respectively). Among PD drivers, postural instability was a strong predictor to the driving cessation in PD (OR=15.47).

Conclusions: Our result indicates that PD patients are at significantly higher risk of an accident in real driving situations. Determination of their driving competency with a reliable tool is essential for the safety of PD patients who drive and those with whom they share the streets and roads.

## บทคัดย่อภาษาไทยของการศึกษาระยะที่ 1

ความเป็นมา: ความสามารถในการขับซีรยนต์ที่ลดลงเป็นปัญหาอย่างมากที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน (PD) เนื่องจากการขับรตเป็นงานที่ซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยการทำงานของสมอง ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อและข้อต่อ ในการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ดังนั้นในผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเคลื่อนไหว เช่น ผู้ป่วยที่มีอาการของโรคพาร์กินสันอาจจะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการขับซีรยนต์ได้

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการขับซีรยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันเทียบกับอาสาสมัครปกติโดยการประเมินอัตราการตอบสนองโดยการใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ

วิธีการศึกษา: การศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบผลการประเมินอัตราการตอบสนองโดยการใช้อุปกรณ์ตรวจวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติของผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน 41 ราย และอาสาสมัครปกติ 41 ราย โดยการประเมินจะประกอบด้วยอุปกรณ์ทดสอบการขับซีที่ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ที่จะประกอบด้วย จอคอมพิวเตอร์แสดงถนและสัญญาณจรรยา พวงมาลัย คันเร่งและเบรก โดยแบบทดสอบจะประกอบด้วย การทดสอบอัตราการตอบสนองต่อการเริ่มเหยียบคันเร่ง (ไฟเขียว) และ การทดสอบอัตราการตอบสนองต่อการเริ่มเหยียบคันเบรก (ไฟแดง) การทดสอบความสามารถในการหยุดรถโดยประเมินจากระยะห่างจากวัตถุ โดยข้อมูลทั่วไปของประชากรและค่าที่ตรวจได้จากอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกนำมาการวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและกลุ่มอาสาสมัครปกติ ไม่มีความแตกต่างของข้อมูลทั่วไปอาทิเช่น อายุ เพศ ความสามารถในการขับซี จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ที่เกิดขึ้นในรอบ 1 ปีที่ผ่านมาและประวัติการทกล้มในช่วงหนึ่งเดือนที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามพบว่า ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะการขับซีจากพารามิเตอร์จากเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ ระหว่างสองกลุ่มพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีเวลาการตอบสนองที่ช้าลงกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) และพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีโอกาสเกิดการผิดพลาดระหว่างการทดสอบการขับรตมากกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) จากจำนวนอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดพบว่าอายุและการเป็นโรคพาร์กินสัน จะสามารถพยากรณ์โอกาสในการที่จะหยุดการขับซีได้ โดยผู้มีอายุมากกว่า 60 ปี จะมีโอกาสหยุดการขับซีมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 60 ปี 5.6 เท่า และ ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีโอกาสหยุดการขับซีมากกว่าผู้ไม่เป็นโรคพาร์กินสัน 8.9 เท่า นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่าปัญหาการทรงตัวไม่ตั้นสามารถพยากรณ์โอกาสในการหยุดการขับซีในผู้ป่วยโรคพาร์กินสันได้ มากกว่าผู้ที่ไม่มีปัญหาเรื่องการทรงตัว 15.47 เท่า

สรุป: จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่มีอัตราการตอบสนองต่อการขับซีที่น้อยกว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนจึงสามารถอนุมานได้ว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันอาจจะมีโอกาสเกิดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุในสถานการณ์ขับรตได้ ดังนั้นการประเมินสมรรถนะในการขับซีด้วยอุปกรณ์วัดการตอบสนองแบบสามมิติพบว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือสูงและอาจจะนำมาใช้ประเมิน

ความสามารถในการขับขี่ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและผู้สูงอายุได้ในอนาคต

## บทคัดย่อภาษาอังกฤษของการศึกษาระยะที่ 2

Background: Competence to drive a motor vehicle is a great concern to Parkinson's disease (PD) patients. Naturalistic driving is a preferred assessment method that evaluates patient's driving competency in real situations.

Objective: To examine the naturalistic driving performance in PD patients compared to controls and to determine if the PD patients showed diminished abilities.

Methods: This study compared naturalistic driving performance of 10 PD patients and 10 healthy age-matched controls using the ChulaPD intelligent PD car. The ChulaPD intelligent PD car is a four-door sedan car with an electronic computerized system installed to provide a detailed history of driver performance and vehicle operation. Recorded data includes: 5 dashboard cameras, trip start and end times, vehicle speeds, acceleration times, braking times, steering wheel motion sensors, location sensors, and parking sensors. Driving assessments were in accordance to the standard protocol of the Department of Land Transport of Thailand, consisting of moving a car forward and backward, reversing a car into a parking space, and parking parallel to a sidewalk. Demographic data and driving parameters were included in the analysis.

Results: There were no statistically significant differences between PD patients and the control group in the following factors: age, gender, holding a driver license, current driving status, TMSE score, and duration of driving ( $p > 0.05$ , each). A comparison of the performance of the two groups revealed that all participants drove in the same routes determined by a similar degree of latitude ( $p = 0.353$ ) and longitude ( $p = 0.684$ ), but PD patients required a longer total driving time to accomplish the three driving tasks ( $p = 0.002$ ), had slower car speed ( $p = 0.002$ ), and higher braking time ( $p = 0.007$ ) than controls. Significantly lesser in the brake pressure was found in PD patients compared to controls ( $p = 0.009$ ). While reversing a car into a parking space, PD patients showed a significantly higher number of attempts compared to controls ( $p < 0.001$ ).

Conclusions: Our pilot study demonstrates diminished performance of PD patients during real-life driving situations that could potentially contribute to the traffic collisions. Determination of a patient's driving competency is essential for the safety of PD patients who drive and those with whom they share the roads.

## บทคัดย่อภาษาไทยของการศึกษาระยะที่ 2

ความเป็นมา: ความสามารถในการขับซีรอนต์ที่ลดลงเป็นปัญหาอย่างมากที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน (PD) เนื่องจากการขับรถเป็นงานที่ซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยการทำงานของสมองและระบบประสาทในการทำงานอย่างเป็นระบบ ดังนั้นในผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการเคลื่อนไหวเช่นโรคพาร์กินสัน อาจเกิดผลกระทบต่อความสามารถในการขับซีรอนต์ได้ การตรวจประเมินการขับซีรอนต์จะต้องประเมินด้วยการขับซีรอนต์บนท้องถนนจริงจึงจะสามารถประเมินความสามารถในการขับซีรอนต์ของผู้ป่วยในสถานการณ์จริงได้อย่างชัดเจน

วัตถุประสงค์: เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการขับซีรอนต์บนท้องถนนจริงระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและกลุ่มอาสาสมัครปกติโดยการประเมินการถอยรถที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับประเมินการขับซีรอนต์พาร์กินสัน

วิธีการ: การศึกษานี้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการขับซีรอนต์ตามธรรมชาติของผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน 10 ราย และกลุ่มควบคุมอายุที่มีสุขภาพดี 10 ราย โดยใช้รถยนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับประเมินการขับซีรอนต์พาร์กินสัน ซึ่งเป็นรถยนต์ซีดาน 4 ประตู ที่มีการติดตั้งระบบอิเล็กทรอนิกส์ในการประเมินสมรรถนะของผู้ขับซีรอนต์และการใช้งานยานพาหนะ โดยข้อมูลที่บันทึกจะประกอบด้วยกล้องวิดีโอ จำนวน 5 ตัว, ระยะเวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดการขับรถ, ความเร็วของรถ, ระยะเวลาในการเหยียบคันเร่ง, ระยะเวลาในการเหยียบเบรก, การตรวจการเคลื่อนไหวของพวงมาลัย, การประเมินตำแหน่งของรถด้วยระบบ GPS และการประเมินระยะห่างของตัวรถกับสิ่งกีดขวาง เป็นต้น โดยการประเมินผลการขับซีรอนต์จะมีการทดสอบที่สนามฝึกขับซีรอนต์ที่เป็นมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบกแห่งประเทศไทย และอาสาสมัครจะต้องทำการทดสอบการขับซีรอนต์โดยใช้วิธีการเดียวกับการทดสอบเพื่อการขอรับ ใบอนุญาตขับซีรอนต์ และผู้กับทดสอบขับซีรอนต์จะได้รับคำแนะนำให้ปฏิบัติตามท่าทางการขับซีรอนต์จำนวน 3 ขั้นตอน โดยข้อมูลประชากรและพารามิเตอร์การขับซีรอนต์จะถูกวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการศึกษา: โดยไม่พบความแตกต่างของข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีระยะเวลาในการขับซีรอนต์อาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีระยะเวลาในการเหยียบเบรกที่มากกว่าอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ( $p < 0.05$ ) การประเมินแรงกดเท้าขณะเหยียบเบรกก็พบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีแรงกดเท้าเบากว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) อย่างไรก็ตามการประเมินแรงกดเท้าขณะเหยียบคันเร่งพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีแรงกดเท้าไม่ต่างกับอาสาสมัครปกติ ( $p > 0.05$ ) จากการประเมินการขับซีรอนต์ในท่าทางการขับซีรอนต์ตามระเบียบการขอรับใบขับซีรอนต์พบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีจำนวนครั้งของความพยายามในการถอยหลังเข้าช่องที่มากกว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

ข้อสรุป: การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการขับซีรอนต์ที่ลดลงของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันเมื่อเปรียบเทียบกับอาสาสมัครปกติโดยจากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีโอกาสที่จะมีความสามารถในการขับซีรอนต์ที่ลดลงในสถานการณ์การขับซีรอนต์ในชีวิตจริง ซึ่งอาจส่งผลต่อโอกาสเกิดความผิดปกติขณะการขับซีรอนต์ในชีวิตจริงได้มากขึ้นดังนั้นการประเมินความสามารถในการ

ข้อบ่งชี้ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจึงมีความสำคัญสำหรับความปลอดภัยของทั้งผู้ป่วยและผู้ที่มีส่วนร่วมในการใช้ถนนและการใช้รถยนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับประเมินการขับขี่หรือรถยนต์พาร์กินสันอาจจะช่วยในการประเมินความสามารถในการขับขี่ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

## รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

### 1. ปัญหาที่มาเหตุผลหรือสมมุติฐานของการวิจัย

การขับขี่รถยนต์ถือเป็นงานซับซ้อนที่เกิดขึ้นพร้อมๆกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบประสาทในระดับต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสมองที่มีหน้าที่ในการรับรู้ การประมวลผลข้อมูล การตัดสินใจ ร่วมกับ อวัยวะอื่นๆที่มีหน้าที่รับสัญญาณหรือใช้สำหรับการตอบสนองเช่น ตา หู แขนหรือขา เป็นต้น(1) ร่วมกับผู้ขับขี่ต้องมีการตื่นรู้ตัวดีพอและมีการแสดง ออกของอารมณ์ต่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ดีพอเพื่อให้ผู้ขับขี่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายส่วนต่างๆในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นระหว่างการขับขี่และสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวรถได้อย่างเหมาะสม(2)

การประเมินการตอบสนองต่อการขับขี่ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันคือการประเมินจากค่าการตอบสนองของผู้ขับขี่ ( driver reaction time ) ซึ่งจะวัดจากระยะเวลาที่ผู้ขับขี่เห็นการเปลี่ยนแปลงของสีไฟจราจรและตัดสินใจที่จะเหยียบเบรกจนไปถึงการเหยียบเบรกจริง ซึ่งค่าดังกล่าวจะมีหน่วยเป็นวินาที และถูกนำมาเป็นค่ามาตรฐานของกรมขนส่งแต่ละประเทศในการจะประเมินเรื่องความสามารถในการขับขี่ โดยค่าการตอบสนองของผู้ขับขี่ที่เป็นมาตรฐานตามหลักกรมทางหลวงของประเทศอังกฤษและ National Safety Council จะมีค่าไม่เกิน 3 วินาที และ จากมาตรฐานของรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดค่าดังกล่าวไม่เกิน 2.5 วินาที นอกจากนี้ได้มีการศึกษาของ McGehee และคณะ(3)ที่ศึกษาในคนปกติพบว่าค่าการตอบสนองของผู้ขับขี่โดยใช้ Iowa Driving Simulator ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดอัตราการตอบสนองต่อการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำงานร่วมกับแป้นเหยียบเบรกที่เท้า จากการศึกษาพบว่าระยะเวลาตอบสนองต่อการขับขี่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $2.2 \pm 0.44$  วินาที

โดยจากข้อมูลดังกล่าวพบว่าบางประเทศให้ความสำคัญกับเรื่องของการตอบสนองต่อการขับขี่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศอังกฤษและประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งก็ทำให้อัตราการเกิดอุบัติเหตุทางท้องถนนของประเทศดังกล่าวเกิดในระดับต่ำด้วยเช่นกัน โดยตามรายงานขององค์การอนามัยโลกถึงสถานการณ์ความปลอดภัยบนท้องถนน ปี 2013 (4)พบว่าอัตราการเสียชีวิตอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุทางท้องถนนต่อผู้ขับขี่ 100,000 ราย ที่ประเทศอังกฤษเท่ากับ 5.1 ราย ประเทศอเมริกาเท่ากับ 15 ราย และประเทศไทยเท่ากับ 118.8 ราย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงและสามารถบ่งถึงมาตรการหรือกฎหมายในการควบคุมผู้ขับขี่ที่ไม่ครอบคลุมเพียงพอ โดยจากรายงานขององค์การอนามัยโลกพบว่ามีเพียง 28 ประเทศเท่านั้นที่มีกฎหมายที่ครอบคลุมหรือมีแนวทางป้องกันอุบัติเหตุทางการจราจรอย่างครอบคลุมทั้ง 5 ด้าน คือ ควบคุมความเร็วรถ ควบคุมเรื่องเมาแล้วขับ ควบคุมการใส่หมวกกันน็อก ควบคุมการคาดเข็มขัดนิรภัย และ ควบคุมเรื่องการป้องกันเด็กเล็ก เป็นต้น แต่จะเห็นได้ว่าไม่มีการเน้นถึงปัญหาสุขภาพหรือโรคประจำตัวของผู้ป่วยว่าอาจส่งผลกระทบต่อการใช้รถ

ในปัจจุบันพบว่าปัจจัยต่างๆไม่ว่าจะเป็นจากอายุที่เพิ่มขึ้น ความผิดปกติของสมองและอวัยวะที่มีหน้าที่รับสัญญาณหรือใช้สำหรับการตอบสนอง การใช้ยาหรือสารที่มีผลต่อการทำงานของสมองที่มีความผิดปกติของอวัยวะบางตำแหน่ง เช่น ดวงตา การเคลื่อนไหวของแขน และ ขา และการมีโรคทางกายอื่นร่วม หรือแม้แต่อากาศอ่อนเพลียและอาการง่วงนอน ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการขับขี่ทั้งสิ้น จากการศึกษาของ Jayanthi และคณะ (5)พบว่าภาวะอ่อนล้าซึ่ง

สามารถแสดงออกและตรวจจับได้จากการติดตั้งกล้องจับภาพหน้าและจับการกลอกตาของผู้ขับที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพในการขับขี่รถยนต์ นอกจากนี้การมีโรคประจำตัวบางอย่างซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อการเคลื่อนไหวของร่างกายเช่นโรคพาร์กินสันที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวช้า แข็งเกร็ง หรือมีอาการสั่น (1, 6) ก็ล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพในการขับขี่ด้วยเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามจากพระราชบัญญัติกรมการขนส่งทางบก ได้ระบุโรคที่ห้ามขับขี่รถไว้เพียง 5 โรค คือ ต้องไม่เป็นโรคติดต่อเป็นที่น่ารังเกียจ เช่น โรคเท้าช้าง โรคเรื้อน ไม่เป็นบุคคลวิกลจริต ไม่ติดสุรา ยาเสพติด หรือวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท ซึ่งถือว่ายังไม่ครอบคลุมอาการบางประเภท โดยเฉพาะโรคเรื้อรัง ที่อาจเป็นอุปสรรคต่อการขับรถ

โรคพาร์กินสันเป็นโรคที่เกิดจากความเสื่อมของระบบประสาทที่พบได้บ่อยเป็นอันดับที่สองรองจากโรคอัลไซเมอร์ (7) ในประเทศอุตสาหกรรมพบอุบัติการณ์ของการเกิดโรคพาร์กินสันประมาณร้อยละ 0.3 ของประชากรทั้งหมด และคิดเป็นร้อยละ 1 ของประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปี (7) ในปัจจุบันเชื่อว่าพยาธิสภาพหลักของการเกิดโรคพาร์กินสันเกิดจากการลดลงของเซลล์ประสาท dopaminergic neuron ในบริเวณก้านสมองส่วน substantia nigra ร่วมกับมีการสะสมของ Lewy bodies (LBs) ส่งผลให้สารสื่อประสาทในสมองลดต่ำลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร dopamine แล้วจึงส่งผลให้เกิดความผิดปกติขึ้นซึ่งอาจพบได้ทั้งอาการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว (motor symptoms) และอาการที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว (non-motor symptoms) โดยอาการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว (motor symptoms) ประกอบไปด้วยอาการหลัก 4 อาการคือ อาการสั่นขณะอยู่เฉย (resting tremor) , อาการเคลื่อนไหวช้า (bradykinesia), อาการแข็งเกร็ง (rigidity) และอาการทรงตัวผิดปกติ (postural instability) และพบอีกกลุ่มอาการหนึ่งคืออาการที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว (non-motor symptoms) ประกอบไปด้วย ภาวะพุทพปัญหาถดถอย (cognitive dysfunction), อาการปวด (pain symptoms), ภาวะเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ (Sexual dysfunction), ความผิดปกติของการขับถ่าย (bladder and bowel dysfunction) และการนอนหลับ (sleep problems) และความผิดปกติของระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic dysfunctions) (8, 9) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่ระบุว่าพบความผิดปกติทางสายตาในการแยกสีในผู้ป่วยพาร์กินสันเมื่อเปรียบเทียบกับคนปกติ(10-12) รวมถึงการตรวจพบความผิดปกติในการกลอกตาของผู้ป่วยพาร์กินสันที่พบว่ามีความสามารถในการกลอกตานั้นน้อยกว่าและมีความสามารถในการมองภาพเชิงกว้างได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับคนปกติ(13)

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าโรคพาร์กินสันส่งผลกระทบต่ออย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของผู้ป่วยรวมถึงส่งผลกระทบต่อการใช้รถซึ่งถือว่าเป็นงานที่ซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยการทำงานของสมอง สายตา และอวัยวะต่างๆอย่างเป็นระบบซึ่งก็พบว่ามีการทำงานที่ลดลงอย่างชัดเจนหรืออีกนัยหนึ่งก็คืออาจมีโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุจากการขับขี่เพิ่มมากขึ้นในผู้ป่วยโรคพาร์กินสันเมื่อเปรียบเทียบกับประชากรปกติ โดยเชื่อว่าผลดังกล่าวน่าจะเป็นจากตัวโรคพาร์กินสันที่ทำให้เกิดความเสื่อมหลายระบบ รวมถึงการเคลื่อนไหวผิดปกติที่พบในผู้ป่วยโรคพาร์กินสันร่วมกับการขาดสมาธิ การมีภาวะพุทพปัญหาบกร่องและการหลงทิศทางเป็นต้น (1) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาลูกชิ้นใหญ่ที่พบบ่อยในผู้ป่วยโรคพาร์กินสันก็มีจำนวนไม่มาก และบางการศึกษาไม่มีระเบียบวิธีการวิจัยที่ชัดเจน รวมถึงไม่ได้วัดอัตราการตอบสนองของผู้ขับที่ นอกจากนี้ ยังไม่มีการศึกษาใดที่จะหาปัจจัยหรือตัวชี้วัดในการพยากรณ์ถึงความพร้อมหรือไม่ในการขับขี่รถยนต์ของผู้ป่วยพาร์กินสันที่จะใช้อุปกรณ์ตรวจวัดเสมือนการขับขี่จริง

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง

- 1) V-M Heikkila และคณะ(1) ศึกษาความสามารถในการขับขึ้นถนนจริงของผู้ป่วยพาร์กินสัน จำนวน 20 ราย เปรียบเทียบกับกลุ่มอาสาสมัครปกติจำนวน 20 ราย ที่มีอายุและเพศตรงกัน โดยผู้เข้าร่วมการศึกษาทุกรายเป็นผู้ที่ปัจจุบันยังขับซึ่งรถยนต์ด้วยตนเอง จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการขับขึ้นของผู้ป่วยพาร์กินสันน้อยกว่า และ มีแนวโน้มที่จะเกิดอุบัติเหตุได้มากกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติ
- 2) P Madeley และคณะ (6) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการขับขึ้นของผู้ป่วยพาร์กินสัน 10 รายโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมจำนวน 10 รายโดยใช้ driving simulator อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการให้สัญญาณไฟและมีแป้นเหยียบเบรค พบว่าผู้ป่วยพาร์กินสันมีอัตราการตอบสนองช้ากว่ากลุ่มควบคุม และ พบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันระหว่าง ความรุนแรงของโรคพาร์กินสันและอัตราการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น
- 3) CA Bloxham และคณะ (14) ศึกษาถึงอัตราการตอบสนองต่อเสียงในผู้ป่วยพาร์กินสัน จำนวน 10 รายและกลุ่มควบคุมจำนวน 10 ราย โดยประเมินอัตราการตอบสนองทั้งแบบที่ ให้ทำกิจกรรมอื่นร่วม และ ไม่ทำกิจกรรมอื่นร่วม โดยกลุ่มผู้ป่วยพาร์กินสันจะได้รับการประเมินทั้งในขณะที่ใช้และไม่ใช้ยาพาร์กินสันโดยจากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยพาร์กินสันมีอัตราการตอบสนองช้ากว่ากลุ่มควบคุม และ ผู้ป่วยพาร์กินสันในขณะที่ไม่ใช้ยาพาร์กินสันก็มีอัตราการตอบสนองช้ากว่าในขณะที่ใช้ยาพาร์กินสัน
- 4) E.L. Berry และคณะ (15) ศึกษาอัตราการตอบสนอง (driving simulator) ในผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 25 ราย เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมจำนวน 25 ราย โดยประเมินอัตราการตอบสนองต่อสัญญาณไฟจากคอมพิวเตอร์ ร่วมกับประเมินการทำงานของสมองส่วนหน้าด้วยการประเมินทางจิตวิทยา พบว่าผู้ป่วยพาร์กินสันที่มีการทำงานของสมองส่วนหน้าผิดปกติจะพบมีอัตราการตอบสนองช้ากว่ากลุ่มควบคุม
- 5) Crizzle และคณะ (16) ได้การศึกษาของถึงการใช้อุปกรณ์สำหรับประเมินการขับขึ้นที่ติดตั้งบนรถยนต์ และเปรียบเทียบผลของการขับขึ้นจริงระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจำนวน 27 ราย และอาสาสมัครปกติจำนวน 20 ราย โดยให้ผู้ป่วยและอาสาสมัครขับขึ้นรถยนต์ดังกล่าว เป็นระยะเวลาสองสัปดาห์และจะมีการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างสองกลุ่มดังกล่าวที่ประกอบด้วยจำนวนระยะทางในการขับขึ้นจำนวนระยะเวลาในการขับขึ้นและสัดส่วนของช่วงเวลาในการขับขึ้นเป็นต้นโดยจากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันเพราะมีจำนวนครั้งของการขับขึ้น ระยะทางและระยะเวลาในการขับขึ้นน้อยกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจน โดยจากการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้อุปกรณ์ประเมินการขับขึ้นเพื่อติดตั้งในรถยนต์สามารถที่จะใช้ในการประเมินความสามารถในการขับขึ้นของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันได้แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวไม่มีข้อมูลของการประเมินอาการขณะขับขึ้นของผู้ป่วยหรืออาสาสมัครปกตินอกจากนี้การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาในผู้ป่วยต่างชาติจึงอาจไม่สามารถนำมาใช้วัดปัญหาด้านการขับขึ้นในผู้ป่วยโรคพาร์กินสันชาวไทยได้อย่างชัดเจน

ด้วยเหตุผลและข้อจำกัดของการวิจัยที่มีมาในอดีต ทางคณะผู้วิจัยตระหนักถึงผลโรคพาร์กินสันต่อคุณภาพชีวิตและความปลอดภัยในการขับขึ้นของผู้ป่วยรวมถึงความปลอดภัยต่อบุคคลรอบข้าง และเห็นว่าผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ส่วนใหญ่ยังไม่มีการศึกษาใดในปัจจุบันที่จะมุ่งเน้นศึกษาถึง

ความสามารถในการขับชี่ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่มีระเบียบวิธีวิจัยที่ดีเพียงพอ และการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการเป็นหลัก ซึ่งผลของการทดลองดังกล่าวอาจไม่สามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพในการขับชี่จริงๆ บนท้องถนนได้ ทางคณะผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินถึงคุณภาพและความพร้อมในการขับชี่รถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน ซึ่งประกอบด้วยการพัฒนาอุปกรณ์ประเมินการขับชี่เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการพัฒนาโดยความร่วมมือระหว่างศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านโรคพาร์กินสัน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยการศึกษาจะแบ่งเป็นการศึกษา 2 ระยะดังนี้

การศึกษาระยะที่ 1. การประเมินอัตราการตอบสนองต่อการขับชี่ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ

การศึกษาระยะที่ 2. การประเมินความสามารถการขับชี่รถยนต์บนท้องถนนจริงของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้รถยนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับประเมินการขับชี่

### **การศึกษาระยะที่ 1.**

การประเมินอัตราการตอบสนองต่อการขับชี่ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ

ทางคณะผู้วิจัยตระหนักถึงผลโรคพาร์กินสันต่อคุณภาพชีวิตและความปลอดภัยในการขับชี่ของผู้ป่วยรวมถึงความปลอดภัยต่อบุคคลรอบข้าง และเห็นว่าผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ส่วนใหญ่ยังไม่มีการศึกษาใดในปัจจุบันที่จะมุ่งเน้นศึกษาถึงความสามารถในการขับชี่ของผู้ป่วยพาร์กินสันที่มีระเบียบวิธีวิจัยที่ดีเพียงพอ ทางคณะผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินถึงความพร้อมในการขับชี่รถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน เพื่อสามารถใช้ติดตามหรือใช้สำหรับฝึกฝนความสามารถในการขับชี่ได้มากขึ้น และหาปัจจัยที่ช่วยพยากรณ์ถึงความพร้อมในการขับชี่รถยนต์ของผู้ป่วย ซึ่งทางคณะผู้วิจัยก็ได้รับความร่วมมือจากภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในการพัฒนาเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ ซึ่งให้การทดสอบที่มีการรับรู้เสมือนจริง เพื่อใช้สำหรับวัดอัตราการตอบสนองของผู้ป่วยและใช้สำหรับติดตามพัฒนาการของผู้ป่วยภายหลังจากได้รับการรักษา โดยการวัดอัตราการตอบสนอง ทำโดยการใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ ซึ่งได้รับการพัฒนาจากภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยการใช้งานเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำงานร่วมกับแป้นเหยียบเบรคที่เท้า และ พวงมาลัย ซึ่งโปรแกรมจะประกอบไปด้วยการตรวจ 3 ชนิดที่ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้วัดอัตราการตอบสนองต่อการขับชี่เสมือนจริงในรูปแบบ 3 มิติ และวัดความคลาดเคลื่อนในการกะระยะในรูปแบบ 3 มิติ

## การศึกษาระยะที่ 2

การประเมินความสามารถการขับขี่รถยนต์บนท้องถนนจริงของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับขี่รถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับขี่รถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้รถยนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับประเมินการขับขี่ หรือ รถยนต์พาร์กินสัน

เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ต่อเนืองสำหรับติดตั้งบนรถยนต์ที่จะสามารถให้การขับขี่เสมือนจริงจึงสามารถนำมาใช้วัดอัตราการตอบสนองและการขับขี่ได้อย่างชัดเจนเพื่อนำมาใช้ในการประเมินความพร้อมต่อการขับขี่ของผู้ป่วยพาร์กินสันหรือการใช้ติดตามอาการหรือพัฒนาการของผู้ป่วยพาร์กินสันภายหลังจากได้รับการรักษา โดยอุปกรณ์ดังกล่าวมีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) การตรวจจับวัตถุระยะไกลด้วยสัญญาณเสียง (sonar) และการบันทึกภาพด้วยกล้องวิดีโอแบบ real-time ทั้งภายนอกและภายในตัวรถ เพื่อติดตามการตอบสนองต่อการขับขี่ และ เพื่อสามารถใช้ติดตามหรือใช้สำหรับฝึกฝนความสามารถในการขับขี่ได้มากขึ้น และช่วยพยากรณ์ถึงความพร้อมในการขับขี่รถยนต์ของผู้ป่วย เพื่อใช้สำหรับติดตั้งบนรถยนต์ส่วนตัวของผู้ป่วย โดยที่อุปกรณ์ดังกล่าวจะติดตั้งบนรถโดยตัวดูดสูญอากาศ ขนาดเล็ก ไม่เปลืองเนื้อที่และไม่ทำให้เกิดรอยต่างๆกับรถผู้เข้าร่วมวิจัย และในการศึกษานี้จะมีการเปรียบเทียบคุณภาพในการขับขี่ของผู้ป่วยเปรียบเทียบกับการวัดอัตราการตอบสนองในห้องทดลองโดยใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ (3D driving simulator) ซึ่งได้รับการพัฒนามาก่อนหน้า เพื่อเป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลการขับขี่ในห้องปฏิบัติการกับการขับขี่บนท้องถนนจริง

### 3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อประเมินความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์โดยการใช้อุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตั้งในรถยนต์ที่ได้รับการพัฒนาร่วมระหว่างศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์ด้านโรคพาร์กินสัน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย และ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- 2) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของการขับขี่รถยนต์ในผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติที่มีอายุและเพศตรงกันโดยเป็นการเปรียบเทียบระหว่างผลการขับขี่จริงโดยติดตามผลจากการใช้อุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตั้งในรถยนต์กับการตรวจอัตราการตอบสนองต่อการขับขี่โดยใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ
- 3) ปัจจัยที่ใช้พยากรณ์ถึงความพร้อมในการขับขี่รถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและกลุ่มอาสาสมัครปกติ

### 4. วิธีการดำเนินการวิจัยและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยรูปแบบการศึกษาวิจัยของการศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบไปข้างหน้า (experimental and cohort study) จำนวน 2 การศึกษาดังนี้

- 1) การประเมินอัตราการตอบสนองต่อการขับขี่ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับขี่รถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับขี่รถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ

- 2) การประเมินความสามารถการขับขีรถยนต์บนท้องถนนจริงของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับขีรถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับขีรถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้ รถยนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับประเมินการขับขี

## การศึกษาระยะที่ 1

การประเมินอัตราการตอบสนองต่อการขับชี่ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ

### 1. กลุ่มประชากร (Population) และกลุ่มควบคุม (Control)

ผู้ป่วยพาร์กินสันที่ได้รับการตรวจรักษาที่คลินิกพาร์กินสันและกลุ่มโรคความเคลื่อนไหวผิดปกติ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การคัดเข้าและไม่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดออก และประชากรกลุ่มควบคุมเป็นอาสาสมัครสุขภาพดีที่ไม่เป็นโรคพาร์กินสันที่มีอายุและเพศตรงกับผู้ป่วยพาร์กินสัน โดยคัดเลือกจากกลุ่มผู้มารับบริการที่คลินิกอายุรกรรมและคลินิกเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยแบ่งออกเป็นผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจำนวน 10 ราย และกลุ่มควบคุมจำนวน 10 ราย โดยมีการคำนวณขนาดตัวอย่างดังต่อไปนี้

### 2. การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation)

การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample size calculation) จากการศึกษาของ Madeley และคณะ(6) ในจำนวนผู้ป่วยพาร์กินสันจำนวน 10 ราย และกลุ่มควบคุมจำนวน 10 ราย พบว่าค่าเฉลี่ยของ Reaction time เท่ากับ  $0.719 \pm 0.09$  และ  $0.59 \pm 0.093$  วินาที ตามลำดับ จึงสามารถคำนวณหาขนาดตัวอย่างในการศึกษานี้ได้ดังนี้

ภาพที่ 1 ภาพแสดงการคำนวณขนาดตัวอย่าง

$$\alpha = 0.05, \beta = 0.10$$

$$Z_{\alpha/2} = Z_{0.05/2} = 1.9$$

$$Z_{\beta} = Z_{0.10} = 0.28$$

$$n/\text{group} = \frac{2(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}$$

$$\sigma^2 = \text{Pooled variance}$$

$$= \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$= 0.00837$$

$$n/\text{group} = \frac{2(1.96+0.28)^2 (0.00837)}{(0.719 - 0.59)^2}$$

$$= 10.39$$

หลังจากแทนค่าในสูตรพบว่าคำนวณได้จำนวนผู้เข้าร่วมทั้งหมด 10.39 รายต่อกลุ่ม ดังนั้นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อยเป็นผู้ป่วยพาร์กินสัน 11 รายและ ผู้ป่วยกลุ่มควบคุม 11 รายแต่เนื่องจากการศึกษามีเป้าหมายที่จะหาปัจจัยที่ใช้ในการพยากรณ์ร่วมด้วยจึงจะมีการเก็บข้อมูลกลุ่มละ 40 ราย รวมเป็น 80 ราย

เกณฑ์การคัดผู้ป่วยพาร์กินสันเข้าร่วมการศึกษาวิจัย (Inclusion criteria)

- ผู้ป่วยมีอายุระหว่าง 18 ถึง 60 ปี
- ผู้ป่วยมีสัญชาติไทย

- ผู้ป่วยมีใบอนุญาตขับรถที่ออกให้โดยกรมการขนส่งทางบก และสามารถขับรถยนต์ได้ด้วยตนเองและยังเป็นผู้ที่ขับขีรถด้วยตัวเองในปัจจุบัน
- ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยโรคพาร์กินสันตามเกณฑ์การวินิจฉัยของ UKPDSBB และมีคะแนน Hoehn and Yahr น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3
- ผู้ป่วยแสดงความยินยอมโดยสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและยินยอมติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามรถยนต์บรรดของตนเองและเซ็นยินยอมเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

เกณฑ์การคัดผู้ป่วยพาร์กินสันออกจากการศึกษาวิจัย(Exclusion criteria)

- ผู้ป่วยที่มีปัญหาทุติปัญหาบกพร่อง, ความจำเสื่อม, ภาวะสับสน หรืออยู่ในภาวะมีนเมาจากยาหรือสารเสพติด โดยการทำแบบประเมินสภาวะสมองเสื่อมมีค่าต่ำกว่า 24 คะแนน
- ผู้ป่วยที่มีอาการตอบสนองต่อการรักษาด้วยยาพาร์กินสันที่ไม่สม่ำเสมอ
- ผู้ป่วยที่เคยมีการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ โดยที่ตนเองเป็นผู้ขับ ในระยะเวลา 1 เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย
- ผู้ป่วยที่เข้าร่วมวิจัยจะต้องหยุดใช้ยาหรือสารที่อาจส่งผลต่อการขับขีเป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย โดยยาดังกล่าวประกอบด้วย ยานอนหลับ สุรา ยาเสพติดหรือสารกระตุ้น

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครเข้าร่วมการการศึกษาวิจัย (Inclusion criteria)

- อาสาสมัครมีอายุระหว่าง 18 ถึง 60 ปี
- อาสาสมัครมีสัญชาติไทย
- อาสาสมัครมีใบอนุญาตขับรถที่ออกให้โดยกรมการขนส่งทางบก และสามารถขับรถยนต์ได้ด้วยตนเองและยังเป็นผู้ที่ขับขีรถด้วยตัวเองในปัจจุบัน
- อาสาสมัครต้องไม่เคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคพาร์กินสัน
- อาสาสมัครจะต้องมีสุขภาพดีและมีอายุและเพศตรงกับผู้ป่วยพาร์กินสัน
- อาสาสมัครแสดงความยินยอมโดยสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และยินยอมติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามรถยนต์บรรดของตนเอง และเซ็นยินยอมเข้าร่วมการวิจัย เป็นลายลักษณ์อักษร

เกณฑ์การคัดอาสาสมัครออกจากการการศึกษาวิจัย(Exclusion criteria)

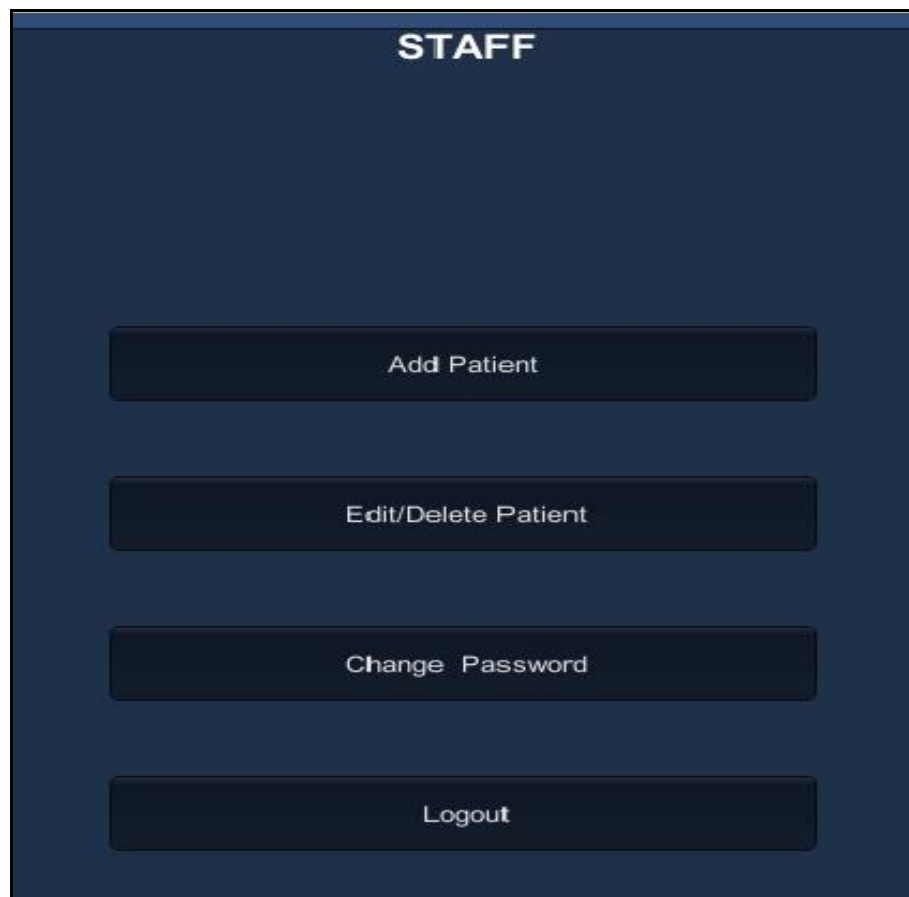
- อาสาสมัครที่มีปัญหาทุติปัญหาบกพร่อง, ความจำเสื่อม, ภาวะสับสน หรืออยู่ในภาวะมีนเมาจากยาหรือสารเสพติด โดยการทำแบบประเมินสภาวะสมองเสื่อมมีค่าต่ำกว่า 24 คะแนน
- อาสาสมัครที่เคยมีการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ โดยที่ตนเองเป็นผู้ขับ ในระยะเวลา 1 เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย
- อาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัยจะต้องหยุดที่ีใช้ยาหรือสารที่อาจส่งผลต่อการขับขีเป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย โดยยาดังกล่าวประกอบด้วย ยานอนหลับ สุรา ยาเสพติดหรือสารกระตุ้น

### 3. วัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษาระยะที่ 1

#### **เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ**

เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจจับอัตราการตอบสนองต่อการขับชี้ ซึ่งได้รับการพัฒนาจากภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยการใช้งานเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานร่วมกับแป้นเหยียบเบรกที่เท้า และพวงมาลัย ซึ่งโปรแกรมจะประกอบไปด้วยการตรวจ 3 ชนิด ที่ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้วัดอัตราการตอบสนองต่อการขับชี้เสมือนจริงในรูปแบบ 3 มิติ และวัดความคลาดเคลื่อนในการกะระยะในรูปแบบ 3 มิติ

ภาพที่ 2 ภาพแสดงการทำงานของเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ ส่วนหน้าเมนูผู้ดูแลผู้รับการทดสอบ



ภาพที่ 3 ภาพแสดงการทำงานของเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ ส่วนหน้าเมนูผู้ดูแลผู้รับการทดสอบ

**ADD PATIENT**

Name	<input type="text" value="kjon"/>	Surname	<input type="text" value="kawsai"/>
Birthday dd/mm/yyyy	<input type="text" value="12/10/2535"/>	Gender	<input checked="" type="radio"/> Male <input type="radio"/> Female
HN	<input type="text" value="HN01"/>	Tel	<input type="text" value="029999999"/>
Medications	<input checked="" type="radio"/> Null <input type="radio"/> On <input type="radio"/> Off	H&Y Score	<input type="text" value="0"/>
		Comment	<input type="text"/>

ภาพที่ 4 ภาพแสดงการทำงานของเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ



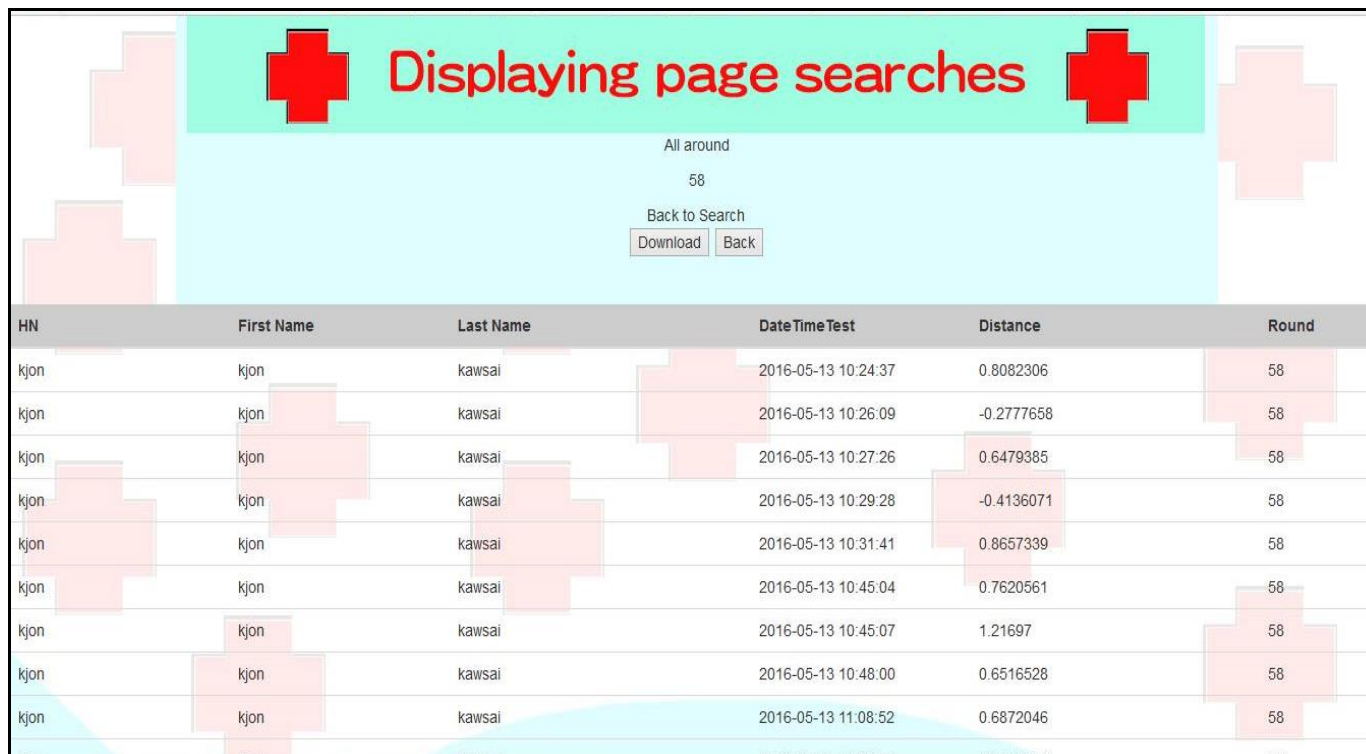
ภาพที่ 5 ภาพแสดงการทำงานของเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ



ภาพที่ 6 ภาพแสดงการทำงานของอุปกรณ์สำหรับเท้าเหยียบทางด้านขวาของเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ



ภาพที่ 7 ภาพแสดงข้อมูลการทดสอบของผู้รับการทดสอบ โดยแสดงข้อมูลออกเป็น 2 แบบ คือ แบบตารางและแบบกราฟเส้น



HN	First Name	Last Name	Date Time Test	Distance	Round
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 10:24:37	0.8082306	58
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 10:26:09	-0.2777658	58
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 10:27:26	0.6479385	58
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 10:29:28	-0.4136071	58
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 10:31:41	0.8657339	58
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 10:45:04	0.7620561	58
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 10:45:07	1.21697	58
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 10:48:00	0.6516528	58
kjon	kjon	kawsai	2016-05-13 11:08:52	0.6872046	58

ภาพที่ 8 ภาพแสดงข้อมูลการทดสอบของผู้รับการทดสอบ โดยแสดงข้อมูลออกเป็น 2 แบบ คือ แบบตารางและแบบกราฟเส้น



#### 4. ระเบียบวิธีวิจัยของการศึกษาระยะที่ 1

##### ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ผู้ป่วยที่สมัครใจเข้าร่วมการศึกษาวินิจฉัย จะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของการวิจัย และปฏิบัติตามข้อกำหนดของโครงการวิจัย ดังต่อไปนี้

- ผู้ป่วยจะได้อ่านเอกสารชี้แจงการวิจัยและได้รับการอธิบายถึงโครงการวิจัยโดยละเอียด ได้แก่ วัตถุประสงค์การทำวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ประโยชน์ของการวิจัย การปฏิบัติของโครงการวิจัย การถอนตัวออกจากการศึกษา และการเก็บข้อมูลผู้ป่วยเป็นความลับ เป็นต้น โดยผู้ป่วยสามารถซักถามข้อข้องใจเกี่ยวกับการวิจัยและมีเวลาเพียงพอในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นจึงแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร โดยเซ็นยินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
- ผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มที่เข้าร่วมวิจัยได้รับการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา โรคประจำตัวที่มีอยู่เดิม ระยะเวลาที่เป็นโรค ยาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มสุรา สูบบุหรี่ การใช้สารเสพติด และประวัติครอบครัว
- ผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มที่เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการซักประวัติ ตรวจสัญญาณชีพ ตรวจร่างกายทางระบบประสาทอย่างละเอียดและผู้ป่วยที่เป็นโรคพาร์กินสันจะได้รับการตรวจวินิจฉัยตามเกณฑ์ของ United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank's clinical criteria for the diagnosis of probable Parkinson's disease (UKPDSBB)
- ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องหยุดยาหรือสารที่อาจส่งผลต่อการขับซึ่งเป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ โดยยาดังกล่าวประกอบด้วย ยานอนหลับ (เช่น ยากลุ่ม benzodiazepine) สุรา ยาเสพติด หรือสารกระตุ้น ในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยผู้ป่วยจะได้รับการอธิบายความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในช่วงที่หยุดยาดังกล่าวได้ เช่น อาการนอนไม่หลับ หรืออาการกระวนกระวาย แต่อย่างไรก็ตามเพื่อลดอาการดังกล่าว ผู้ป่วยจะได้รับคำแนะนำในการดูแลตนเองเช่นการปรับสุขลักษณะการนอน การลดอาการนอนไม่หลับด้วยการไม่ใช้ยา เป็นต้น และในวันที่เข้ารับการตรวจผู้ป่วยต้องไม่อยู่ในภาวะอดนอน และไม่ทานเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนก่อนเข้ารับการตรวจ
- ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะถูกประเมินด้วยแบบทดสอบภาวะความจำเสื่อมฉบับภาษาไทย (Thai Mini Mental Status Examination) และทำการตรวจวัดสายตา และตรวจตาบอดสี
- ผู้ป่วยกลุ่มที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคพาร์กินสันจะได้รับการ ประเมินอาการโดยใช้ Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) ในขณะที่ยาหมดฤทธิ์โดยผู้ป่วยต้องหยุดยารักษาโรคพาร์กินสันทั้งหมดอย่างน้อย 12 ชั่วโมงก่อนการตรวจ ซึ่งถือเป็นมาตรฐานของการประเมินอาการผู้ป่วยพาร์กินสันที่อยู่ระหว่างการรักษาที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและเป็นวิธีการตรวจที่มีความเสี่ยงต่ำ ซึ่งจะทำได้โดยแพทย์เฉพาะทางสาขาการเคลื่อนไหวผิดปกติ 2 คนซึ่งปกปิดข้อมูลซึ่งกันและกัน และ ผู้ป่วยพาร์กินสันจะได้รับการอนุญาตให้เข้ารับการทดสอบและการขับปัสสาวะในช่วงที่ยาออกฤทธิ์ดีเท่านั้น

- ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งหมดจะเข้ารับการทดสอบด้วยเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ และระหว่างการตรวจผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งหมดจะได้รับการบันทึกวิดีโอเพื่อประเมินการตอบสนองต่อการจับชี้

### **การรวบรวมข้อมูล**

#### **วิธีการเก็บข้อมูล**

- ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา โรคประจำตัวที่มีอยู่เดิม ระยะเวลาที่เป็นโรค ยาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มสุรา สูบบุหรี่ การใช้สารเสพติด และประวัติครอบครัว
- ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกจำแนกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสันโดยใช้เกณฑ์การวินิจฉัย United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank's clinical criteria for the diagnosis of probable Parkinson's disease และ กลุ่มอาสาสมัคร
- ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคพาร์กินสัน จะได้รับการประเมินอาการทางคลินิกในขณะที่ยาออกฤทธิ์ ด้วยแบบประเมิน Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) และ Hoehn and Yahr score
- ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องหยุดยาที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการจับชี้อย่างน้อย 2 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะต้องตรวจคัดกรองภาวะความจำเสื่อมด้วยแบบประเมินความจำเสื่อมฉบับภาษาไทย (Thai Mini Mental Status Examination) ตรวจวัดสายตา และตรวจตาบอดสี ก่อนเข้ารับการทดสอบด้วยเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ
- การเก็บข้อมูลของเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ ประกอบด้วย อัตราการตอบ 3 แบบ

#### **การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1**

- การเก็บข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยและอาสาสมัครปกติ เช่น อายุ เพศ ความสามารถในการจับชี้รถยนต์ และระยะเวลาในการจับชี้รถยนต์ เป็นต้น
- การเก็บข้อมูลของเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ ประกอบด้วยอัตราการตอบสนอง 3 แบบ
- โดยข้อมูลจะใช้สถิติแบบไร้พารามิเตอร์ เช่น Chi-square test หรือ Mann-Whitney U-test

## การศึกษาระยะที่ 2

การประเมินความสามารถการขับขี่รถยนต์บนท้องถนนจริงของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับขี่รถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับขี่รถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้ รถยนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับประเมินการขับขี่ หรือ รถยนต์พาร์กินสัน

### 1. กลุ่มประชากร (Population) และกลุ่มควบคุม (Control) ของการศึกษาระยะที่ 2

ผู้ป่วยพาร์กินสันที่ได้รับการตรวจรักษาที่คลินิกพาร์กินสันและกลุ่มโรคความเคลื่อนไหวผิดปกติ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและไม่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดออก และประชากรกลุ่มควบคุมเป็นอาสาสมัครสุขภาพดีที่ไม่เป็นโรคพาร์กินสันที่มีอายุและเพศตรงกับผู้ป่วยพาร์กินสัน โดยคัดเลือกจากกลุ่มผู้ป่วยและอาสาสมัครที่เข้าร่วมในการศึกษาระยะที่ 1 ที่มารับบริการที่คลินิกอายุรกรรมและคลินิกเวชศาสตร์ผู้สูงอายุโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยแบ่งออกเป็นผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจำนวน 10 ราย และกลุ่มควบคุมจำนวน 10 ราย

เกณฑ์การคัดเลือกผู้ป่วยพาร์กินสันเข้าร่วมการศึกษาวิจัย (Inclusion criteria)

- ผู้ป่วยมีอายุระหว่าง 18 ถึง 60 ปี
- ผู้ป่วยมีสัญชาติไทย
- ผู้ป่วยมีใบอนุญาตขับรถที่ออกให้โดยกรมการขนส่งทางบก และสามารถขับรถยนต์ได้ด้วยตนเองและยังเป็นผู้ที่ขับขี่รถด้วยตัวเองในปัจจุบัน
- ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยโรคพาร์กินสันตามเกณฑ์การวินิจฉัยของ UKPDSBB และมีคะแนน Hoehn and Yahr น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3
- ผู้เข้ารับการทดสอบการขับขี่ด้วยอุปกรณ์ประเมินการตอบสนองแบบสามมิติ และสามารถขับขี่ได้เป็นอย่างดี
- ผู้ป่วยแสดงความยินยอมโดยสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและยินยอมขับขี่รถยนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามรถยนต์บนรถ และเซ็นยินยอมเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

เกณฑ์การคัดผู้ป่วยพาร์กินสันออกจากการศึกษาวิจัย(Exclusion criteria)

- ผู้ป่วยที่มีปัญหาทุติยภูมิภาวะบกพร่อง, ความจำเสื่อม, ภาวะสับสน หรืออยู่ในภาวะมีเมามาจากยาหรือสารเสพติด โดยการทำแบบประเมินสภาวะสมองเสื่อมมีค่าต่ำกว่า 24 คะแนน
- ผู้ป่วยที่มีอาการตอบสนองต่อการรักษาด้วยยาพาร์กินสันที่ไม่สม่ำเสมอ
- ผู้ป่วยที่เคยมีการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ โดยที่ตนเองเป็นผู้ขับ ในระยะเวลา 1 เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย
- ผู้ป่วยที่เข้าร่วมวิจัยจะต้องหยุดใช้ยาหรือสารที่อาจส่งผลต่อการขับขี่เป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนเข้าร่วมการวิจัย โดยยาดังกล่าวประกอบด้วย ยานอนหลับ สุรา ยาเสพติดหรือสารกระตุ้น

### เกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษาวิจัย (Inclusion criteria)

- อาสาสมัครมีอายุระหว่าง 18 ถึง 60 ปี
- อาสาสมัครมีสัญชาติไทย
- อาสาสมัครมีใบอนุญาตขับรถที่ออกให้โดยกรมการขนส่งทางบก และสามารถขับรถยนต์ได้ด้วยตนเองและยังเป็นผู้ที่ขับขี่รถด้วยตัวเองในปัจจุบัน
- อาสาสมัครต้องไม่เคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคพาร์กินสัน
- อาสาสมัครจะต้องมีสุขภาพดีและมีอายุและเพศตรงกับผู้ป่วยพาร์กินสัน
- อาสาสมัครแสดงความยินยอมโดยสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และยินยอมติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามในรถยนต์บนรถของตนเอง และเซ็นยินยอมเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

### เกณฑ์การคัดอาสาสมัครออกจากการศึกษาวิจัย (Exclusion criteria)

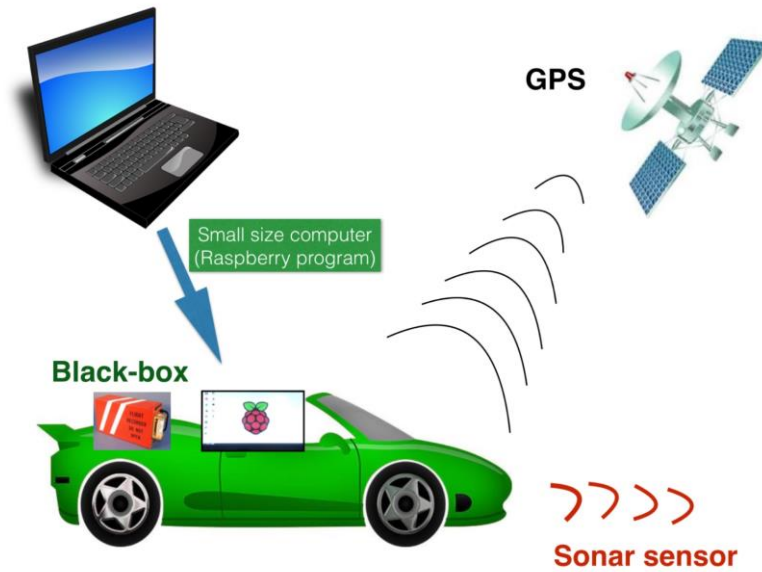
- อาสาสมัครที่มีปัญหาพฤติกรรมปัญหาบกพร่อง, ความจำเสื่อม, ภาวะสับสน หรืออยู่ในภาวะมีนเมาจากยาหรือสารเสพติด โดยการทำแบบประเมินสภาวะสมองเสื่อมมีค่าต่ำกว่า 24 คะแนน
- อาสาสมัครที่เคยมีการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ โดยที่ตนเองเป็นผู้ขับ ในระยะเวลา 1 เดือนก่อนเข้าร่วมการวิจัย
- อาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัยจะต้องหยุดที่ใช้ยาหรือสารที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของหัวใจเป็นเวลานานอย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนเข้าร่วมการวิจัย โดยยาดังกล่าวประกอบด้วย ยานอนหลับ สุรา ยาเสพติดหรือสารกระตุ้น

## 2. อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2

### การพัฒนาอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามในรถยนต์ติดตั้งบน “รถยนต์พาร์กินสัน”

อุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามในรถยนต์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก มีระบบปฏิบัติการที่มีเป้าหมายในการติดตามการขับขี่ของรถยนต์ โดยมีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) การตรวจจับวัตถุระยะไกลด้วยสัญญาณเสียง (sonar) และการบันทึกภาพด้วยกล้องวีดีโอแบบ real-time ทั้งภายนอกและภายในตัวรถ เพื่อติดตามการตอบสนองต่อการขับขี่และ เพื่อสามารถใช้ติดตามหรือใช้สำหรับฝึกฝนความสามารถในการขับขี่ได้มากขึ้น และช่วยพยากรณ์ถึงความพร้อมในการขับขี่รถยนต์ของผู้ป่วย เพื่อใช้สำหรับติดตั้งบนรถยนต์ส่วนตัวของผู้ป่วย โดยที่อุปกรณ์ดังกล่าวจะติดตั้งบนรถโดยตัวดูดสุญญากาศ ขนาดเล็ก ไม่เปลืองเนื้อที่และไม่ทำให้เกิดรอยต่างๆกับรถผู้เข้าร่วมวิจัย

ภาพที่ 9 ภาพจำลองการทำงานของอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์



### ระบบตรวจจับการขับรถสำหรับผู้ป่วยพาร์กินสัน

ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อ ตรวจวัดประสิทธิภาพ การขับขี่รถยนต์ ของผู้ป่วยพาร์กินสัน โดยมีการตรวจวัดอัตราการตอบสนองขณะขับขี่รถยนต์ การควบคุมอาการส่ายของรถยนต์ โดยระบบมีการบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นผ่านทางกล้องดิจิทัล 5 เครื่อง ที่ถูกติดตั้งอยู่รอบทิศทาง ของตัวรถ รวมถึงบันทึก วิดีโอปฏิกิริยาของผู้ขับขี่ ในขณะที่ขับรถ การตรวจจับระยะทาง จากรถหรือวัตถุที่กีดขวางรอบทิศทาง การตรวจจับตำแหน่งของรถผ่าน ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ แพทย์ในการประเมินการขับขี่

ระบบตรวจจับการขับรถสำหรับผู้ป่วยพาร์กินสันประกอบด้วยระบบบริการดังต่อไปนี้

#### 1) ระบบสัญญาณภาพรอบรถยนต์

ระบบสัญญาณภาพรอบรถยนต์ เป็นระบบที่ทำการติดตั้งกล้องดิจิทัลแบบระบบการส่งสัญญาณภาพผ่านอุปกรณ์เครือข่าย (IP Camera) จำนวนทั้งสิ้น 5 ตัว โดย กล้องตัวแรก จะถ่ายภาพในมุมมอง ดานหน้า กล้องตัวที่สอง ถ่ายภาพในมุมมองด้านขวา กล้องตัวที่สาม ถ่ายภาพในมุมมองด้านหลัง กล้องตัวที่สี่ ถ่ายภาพ ในมุมมองด้านซ้าย และ กล้องตัวสุดท้าย จะถ่ายภาพผู้ขับขี่รถยนต์ โดยที่กล้อง ที่ถ่ายภาพทั้งสี่มุมมอง จะมีการ ติดตั้งไว้ที่ภายนอกของตัวรถ จึงจำเป็นต้องทำชุดป้องกันการทำลายของกล้องจาก ฝุ่นควัน และ ละอองน้ำฝน

## 2) ระบบตรวจจับระยะสิ่งกีดขวาง

ระบบตรวจจับระยะสิ่งกีดขวางเป็นระบบที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic Sensor) รอบตัวรถ โดยที่ การตรวจวัดระยะของสิ่งกีดขวางด้านหน้าของตัวรถจะสามารถตรวจวัดระยะได้ประมาณ 10 เมตร เนื่องจากในขณะที่ทำการขับเคลื่อนสิ่งกีดขวางด้านหน้าอาจส่งผลให้ เกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่รถยนต์ได้มากกว่าด้านอื่นๆ การตรวจวัดระยะของสิ่งกีดขวางในด้านซ้าย ด้าน ขวา และด้านหลัง จะสามารถตรวจวัดระยะได้ประมาณ 4 เมตร

## 3) ระบบตรวจจับการเหยียบเบรก คันเร่ง และการส่ายของรถยนต์

ระบบตรวจจับการเหยียบเบรก คันเร่ง และ การส่ายของรถ เป็นระบบที่ตรวจวัดปฏิกิริยาการหยุดรถ เมื่อพบสิ่งกีดขวาง รวมถึงการตรวจวัดการเหยียบคันเร่งโดยใช้อุปกรณ์วัดระยะทางของแป้นเหยียบกับพื้นของตัวรถยนต์ ในส่วนของการส่ายของตัวรถยนต์ จะใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเอียง (gyroscope sensor) โดยอุปกรณ์ตรวจจับความเร่ง (accelerometer sensor) จะติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไวกวโรนพวงมาลัย เพื่อวัดความ เอียงของพวงมาลัย และ ความเร่งในการหมุนพวงมาลัยรถยนต์

## 4) ระบบระบุตำแหน่ง

ระบบระบุตำแหน่ง (GPS) เป็นระบบที่ระบุตำแหน่งของรถยนต์และผู้ขับขี่รถยนต์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้ถูกขับไปยังตำแหน่งใด รวมถึงการคำนวณ หาความเร็วของการขับรถจากการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งเทียบกับระยะเวลาของการส่งข้อมูล

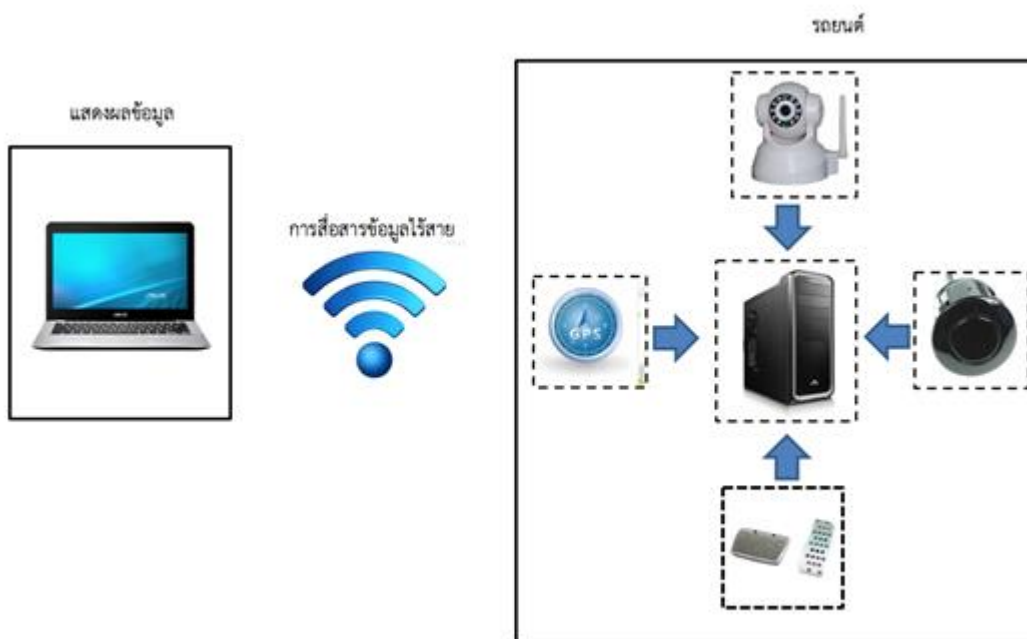
## 5) ระบบบันทึกข้อมูล

ระบบบันทึกข้อมูลเป็นระบบที่นำข้อมูลจากระบบที่ 1-4 มาทำการบันทึกข้อมูล เพื่อให้สามารถเรียกดูข้อมูลการขับขี่ของผู้ป่วยย้อนหลังได้ โดยระบบบันทึกข้อมูล จะบันทึกข้อมูลลงยังฮาร์ดดิสก์ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และการส่งข้อมูลจากระบบเครือข่าย ซึ่งระบบนี้จะถูกติดตั้งไว้ภายในรถยนต์

## **ขอบเขตของโครงการ**

- 1) การรับสัญญาณภาพจากกล้อง ในมุมรอบตัวรถทั้ง สี่ด้าน และ มุมที่มองเห็นผู้ขับขี่รถยนต์ รวมจำนวนกล้องทั้งสิ้น 5 ตัว
- 2) การตรวจจับระยะสิ่งกีดขวาง รอบตัวรถยนต์ ทั้ง 4 ด้าน โดยระยะการตรวจจับด้านหน้าไม่เกิน 10 เมตร และ ด้านที่เหลือ ไม่เกิน 4 เมตร
- 3) การตรวจจับสัญญาณการเหยียบเบรก คันเร่ง ด้วยอุปกรณ์วัดระยะการเหยียบ ของคันเร่ง และ เบรก

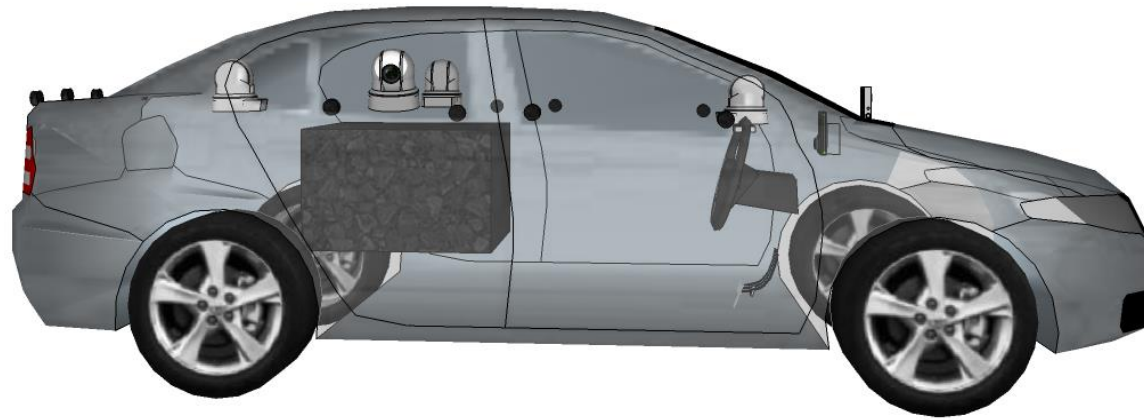
- 4) การตรวจจับสัญญาณ การสายของรถยนต์ ด้วยอุปกรณ์วัดความเอียง ที่ติดตั้งไว้ยังพวงมาลัย
  - 5) การระบุตำแหน่งที่อยู่ของตัวรถยนต์โดยใช้ อุปกรณ์ระบบระบุตำแหน่ง (GPS) แสดงเป็น คาละติจุด และ ค่าลองจิจูด
  - 6) การบันทึกภาพ และ ข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับทั้งหมด ลงบนฮาร์ดดิสค ที่ตัวของรถยนต์
  - 7) การแสดงภาพ และ ข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับทั้งหมดที่บันทึกไวออนหลังบนคอมพิวเตอร์
  - 8) การแสดงสัญญาณภาพ และ ข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับ บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แบบตาม เวลาจริง (real time) โดยมีระยะเวลาการคลาดเคลื่อนของเวลา ไม่เกิน 5 วินาที
  - 9) การแสดงภาพ และ ข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับทั้งหมด ที่บันทึกไวออนหลังบนคอมพิวเตอร์
- ภาพที่ 9 ภาพจำลองโครงสร้างพื้นฐานของระบบอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์



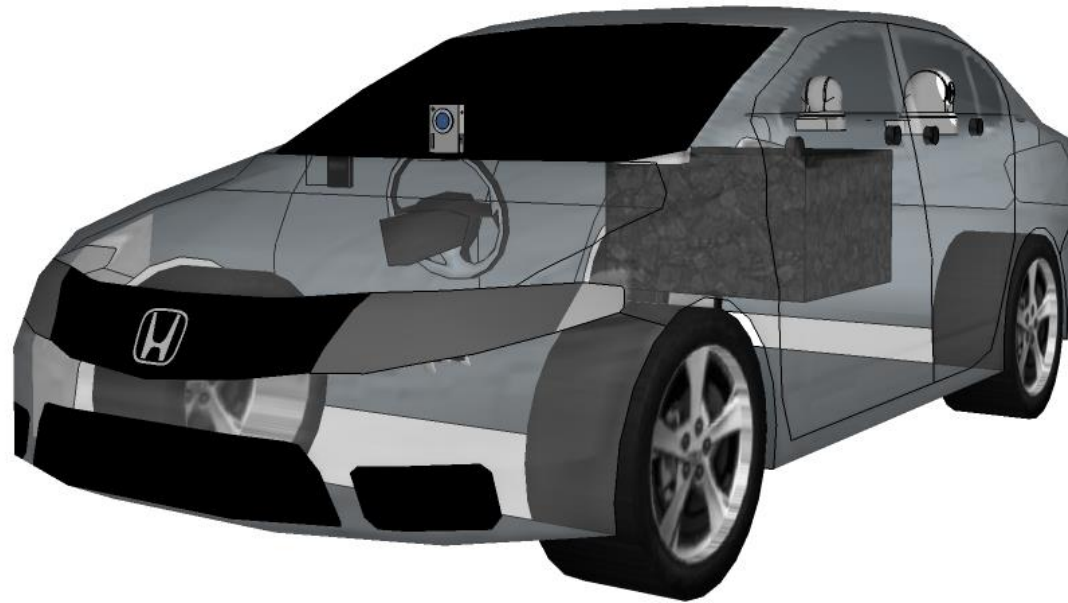
ภาพที่ 10 ภาพจำลองโครงสร้างพื้นฐานของระบบอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์



ภาพที่ 11 ภาพจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างรถยนต์



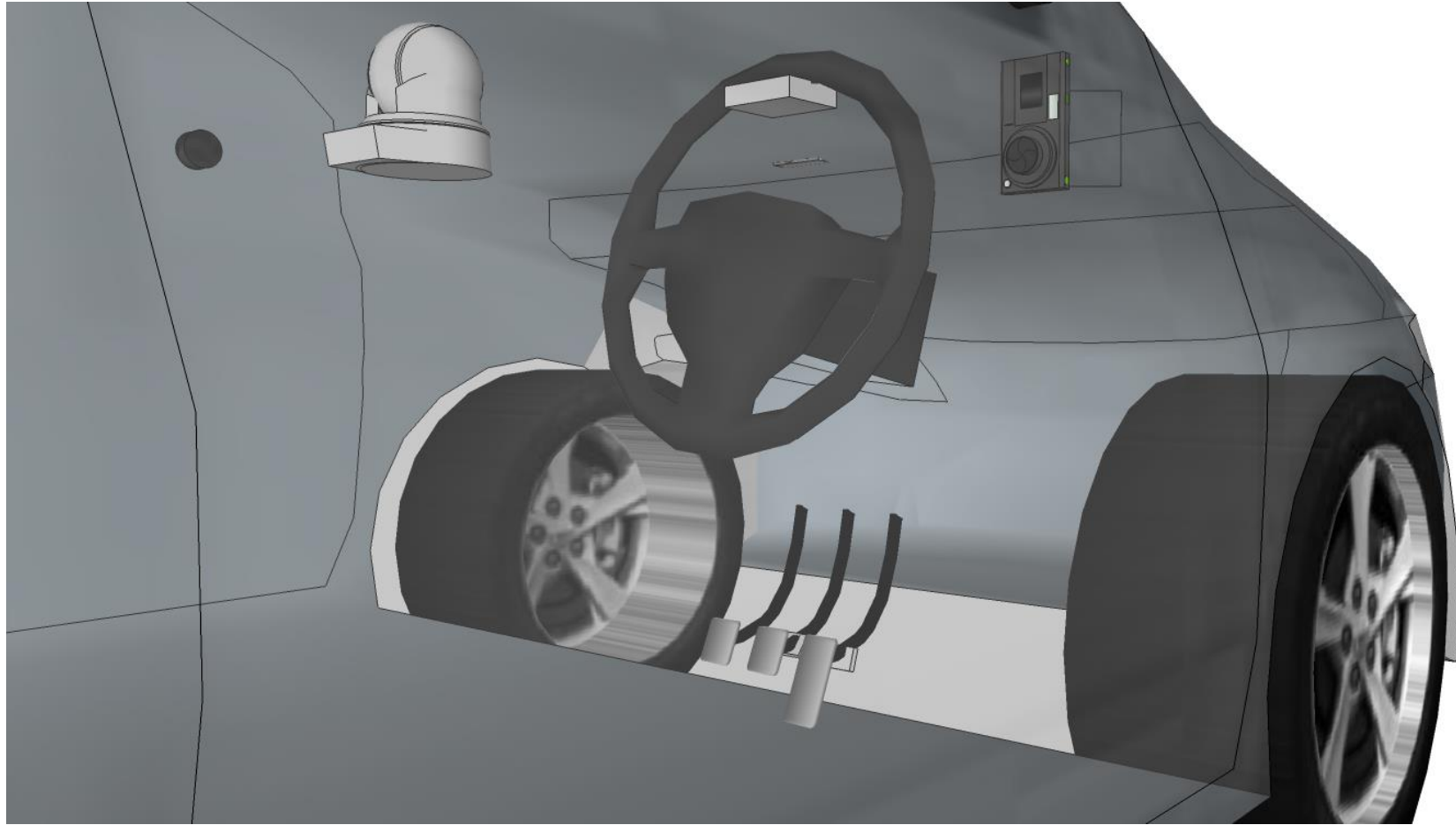
ภาพที่ 11 ภาพจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ด้านหน้ารถยนต์



ภาพที่ 12 ภาพจำลองภาพจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ด้านหลังรถยนต์



ภาพที่ 13 ภาพจำลองภาพจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ด้านในรถยนต์



ภาพที่ 14 ภาพจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างรถยนต์



ภาพที่ 15 ภาพจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ด้านหน้ารถยนต์



ภาพที่ 16 ภาพจำลองการติดตั้งการติดตั้งอุปกรณ์ด้านหลังรถยนต์



ภาพที่ 17 ภาพจำลองการติดตั้งการติดตั้งอุปกรณ์เบาหหลังรถยนต์



ภาพที่ 18 ภาพจำลองการติดตั้งการติดตั้งอุปกรณ์หน้าคนขับ



ภาพที่ 19 ภาพจำลองการติดตั้งการติดตั้งอุปกรณ์ คันเร่ง เบรก

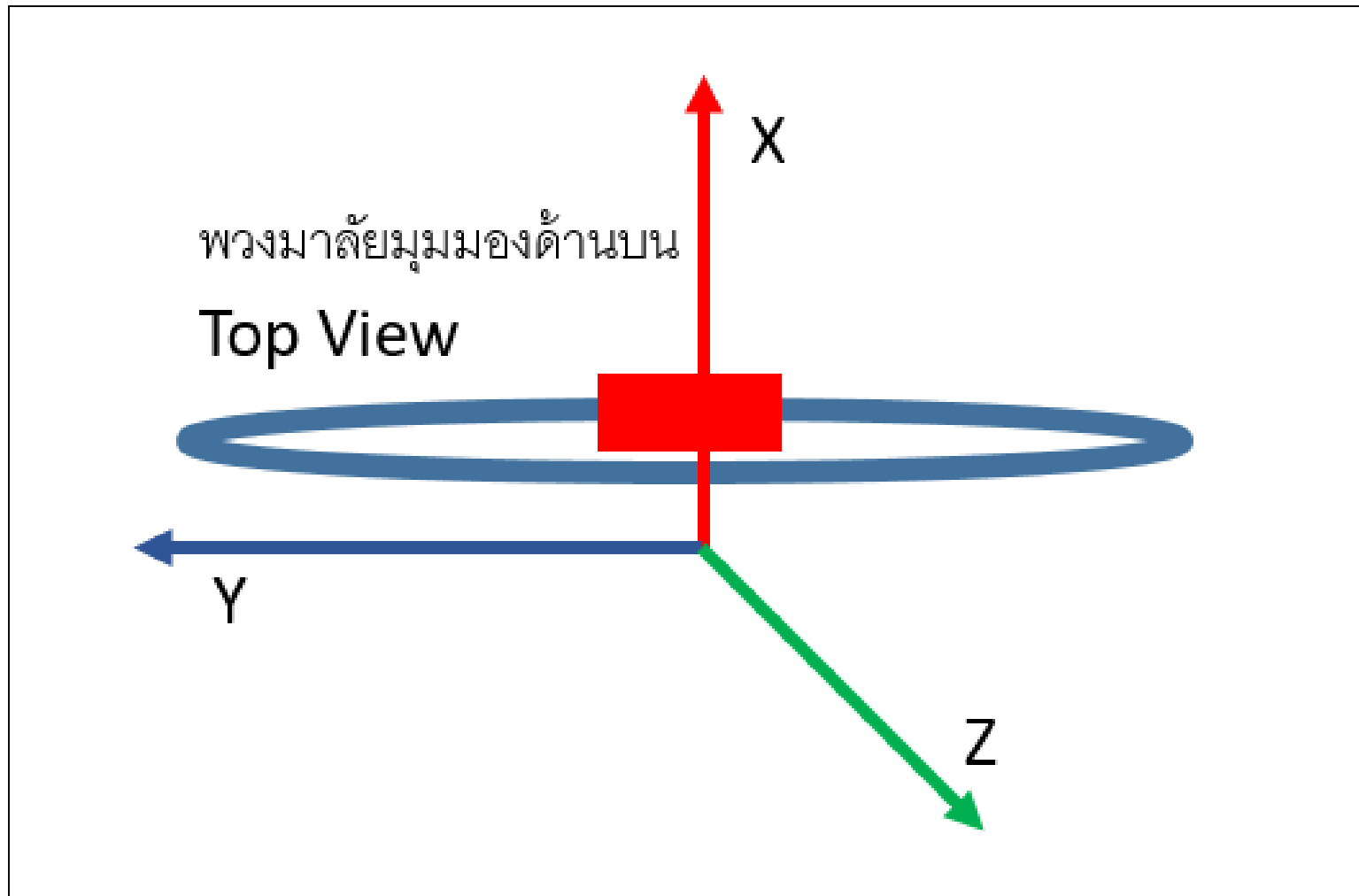


ตารางแสดงรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล

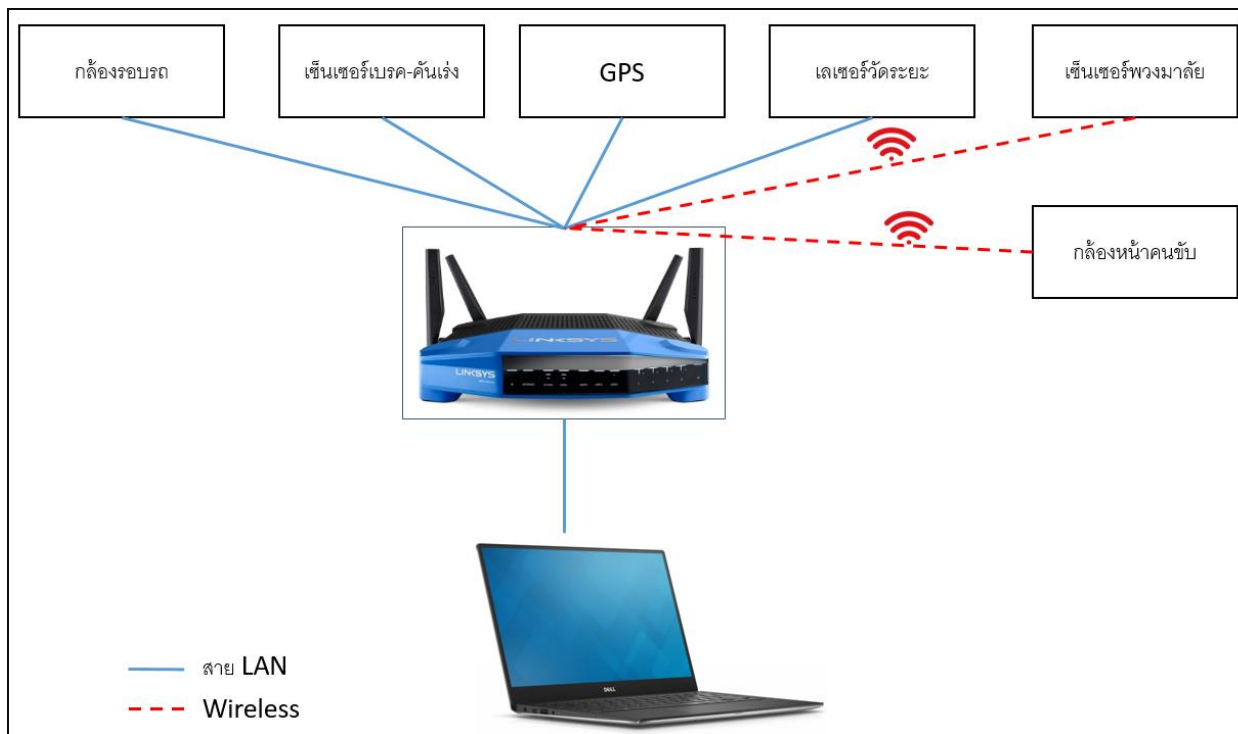
การจัดเก็บข้อมูลด้วยไฟล์ CSV จะแบ่งข้อมูลออกเป็น คอลัมน์ ด้วยเครื่องหมาย , โดยรายละเอียดมีดังนี้

ลำดับที่	รายการ	ตัวอย่างข้อมูล	หน่วยข้อมูล
1	ID แสดงลำดับที่ของข้อมูล	285	-
2	ชื่อของไฟล์วิดีโอที่บันทึกข้อมูล	111111111111- 2017-03- 25_15.37.00.avi	-
3	เลขที่ผู้เข้าทดสอบ	111111111111	-
4	วันที่ และ เวลา	2017-03-25 15:37:01.767000	-
5	ละติจูด	13.863373	องศาทศนิยม
6	ลองจิจูด	100.54551	องศาทศนิยม
7	ความเร็วรถ	14	กิโลเมตร/ชม.
8	พวงมาลัยหมุน รอบแกน X (Roll)	-100.19	องศา
9	หมุนรอบแกน Y (Pitch)	112.86	องศา
10	หมุนรอบแกน Z (Yaw)	155.42	องศา
11	ความเร่งตามแกน X	38	เมตร/วินาที <sup>2</sup>
12	ความเร่งตามแกน Y	51	เมตร/วินาที <sup>2</sup>
13	ความเร่งตามแกน Z	-76	เมตร/วินาที <sup>2</sup>
14	การเหยียบเบรค	3.64	กิโลกรัม
15	การเหยียบคันเร่ง	0	กิโลกรัม
16-19	การวัดระยะด้านซ้าย	340	เซ็นติเมตร
20-23	การวัดระยะด้านขวา	400	เซ็นติเมตร
24-27	การวัดระยะด้านหลัง	300	เซ็นติเมตร
28-43	การวัดระยะหน้ารถ	1300	เซ็นติเมตร
44	สถานะข้อมูล	1	

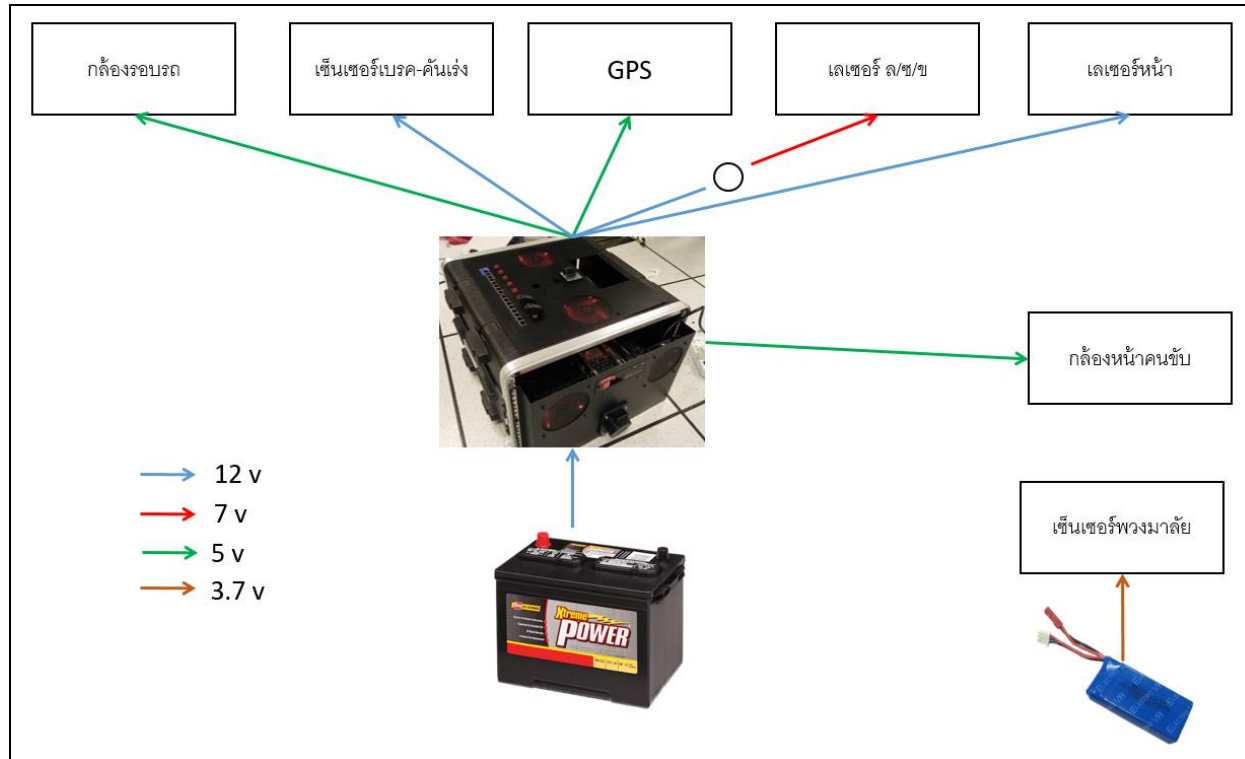
ภาพที่ 20 ภาพจำลองแนวแกนในการติดตั้งเซ็นเซอร์พวงมาลัย



ภาพที่ 21 ภาพจำลองแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 22 ภาพจำลองแนวแกนในการติดตั้งเซ็นเซอร์พวงมาลัยแผนผังการเชื่อมต่อสายไฟเข้าสู่อุปกรณ์




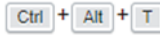
สรุปผลการทดสอบขั้บรถยนต์ผู้ป่วยพาร์กินสันนอกสถานที่

วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2560  
สถานที่ทดสอบ KMUTNB

ตัวชี้วัด	ผลการทดสอบ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
1.บันทึกภาพวิดีโอ จากกล้องทั้ง 5 ตัว ในด้านหน้า ขวา หลัง ซ้าย และ คนขับ	การบันทึกภาพจากกล้องวิดีโอด้านทำงานได้อย่างสมบูรณ์	-	-
2. ตรวจวัดระยะด้วยอัลตราโซนิก ทั้ง 3 ชุด ในด้านขวา หลัง ซ้าย	การทำงานของอุปกรณ์วัดระยะ สามารถใช้งานได้ดีในกรณีที่พบวัตถุที่มีขนาดใหญ่ และ มีการสะท้อนตรงกับบริเวณที่ติดเซ็นเซอร์	1. ในกรณีที่ไม่พบวัตถุสะท้อน หรือ วัตถุทำมุมสะท้อนไม่ตรงกับเซ็นเซอร์ ทำให้การวัดระยะมีการแกว่งไปมา ไม่หยุดนิ่ง เกิดเป็น Noise ในการอ่านค่า 2. การตรวจจับของเซ็นเซอร์บางตัวไม่รวดเร็วพอ ในขณะที่มีรถคันอื่นขับแซง หรือ สวนทาง ที่มีความเร็วเกินกว่าความถี่ในการวัดระยะจากเซ็นเซอร์	1. ลดระยะการตรวจจับของอัลตราโซนิกให้สั้นลง จากเดิมการวัดระยะสูงสุดอยู่ที่ 4 เมตร ให้เหลือ 2 เมตร 2. เพิ่มความถี่ในการวัดระยะให้มากยิ่งขึ้น จากเดิมการวัดระยะใช้การยิงคลื่นเสียง จำนวน 3 รอบ/4 ตัว แล้วจึงนำค่ามาหา Median ทำให้การอ่านค่าอยู่ที่ประมาณ 3 ครั้ง/sec ซึ่งไม่เพียงพอต่อการตรวจจับรถที่ขับสวนทาง
3. ตรวจวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์ ด้านหน้า	การทำงานของอุปกรณ์วัดระยะด้านหน้า สามารถใช้งานได้ดี และ มีความถูกต้องสูง เมื่อพบวัตถุที่อยู่ในบริเวณด้านหน้า	1. ระยะในการวัดสูงสุดอยู่ที่ 30 เมตร โดยมีมุมอยู่ที่ 45 องศา ทำให้ขณะขับรถ ที่มีการผ่านเสาไฟฟ้า ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้าง รวมถึงรถที่อยู่บริเวณด้านข้างของเลนถนน กลายเป็น noise ในการอ่านค่า	1. ลดระยะในการตรวจจับของเลเซอร์ ให้เหลือเพียง 15 เมตร จะทำให้มุมการวัดอยู่ในบริเวณพื้นที่ด้านหน้าเท่านั้น

ตัวชี้วัด	ผลการทดสอบ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
4. ตรวจสอบการหมุน และการ สั่นของพวงมาลัย	การทำงานของเซ็นเซอร์ Gyro และ Accelerometer ทำงานได้ อย่างสมบูรณ์	1. การแสดงผลกราฟฟิก พวงมาลัย มีการ ดีเลย์ จากภาพในกล้องประมาณ 0.5 วินาที	-
5. ตรวจสอบการเหยียบเบรค คันเร่ง	การทำงานของเซ็นเซอร์วัด ระยะในการเหยียบสามารถ แสดงการตรวจจับการ เหยียบเบรค และ คันเร่งได้	1. เซ็นเซอร์วัดระยะในฝั่งคันเร่ง เมื่อเหยียบ พบว่าระยะที่ได้เพิ่มมากขึ้น เช่น ระยะที่ไม่มี การเหยียบ คือ 3 cm แต่พอเหยียบคันเร่ง กลับเพิ่มขึ้นเป็น 4, 5, 6 ตามลำดับ	1. อาจมีการผิดพลาดในการติดตั้งเซ็นเซอร์ หรือ ซอฟแวร์
6. ตรวจสอบตำแหน่ง ความเร็ว ของรถยนต์ ด้วย GPS	การตรวจจับไม่สามารถบอก ตำแหน่งและความเร็วได้	1. การตรวจจับด้วย GPS เซ็นเซอร์มีการแจ้ง ตำแหน่งในครั้งแรกของการเริ่มต้นระบบ เท่านั้น ไม่สามารถติดตามในขณะที่เคลื่อนย้าย ได้	1. คาดว่าสาเหตุเกิดมาจากแบตเตอรี่ที่เลี้ยง วงจร GPS อ่อน

## ขั้นตอนการเปิดใช้ระบบ

1. นำวงจรที่ต้องติดตั้งอยู่ภายนอกรถ เข้าไปติดตั้งประจำตำแหน่ง เช่น เซอร์วอตระยะหน้า หลัง ซ้าย ขวา นำเสา GPS ติดบนหลังคารถ
2. นำสายไฟ และ สาย Lan ที่ถูกเก็บอยู่ในฝาครอบกันน้ำในแต่ละด้านเสียบเข้าวงจรให้ครบ
3. เสียบสายแบตเตอรี่เข้าสู่กล่องเมนหลัก แล้วเปิดสวิตช์กล่องเมนหลัก หากมีเสียงรบกวน ตืด ยาวๆ อาจเป็นเพราะอุณหภูมิภายในกล่องหลักเกิน 50 องศา ถ้าปกติ กล่องจะเริ่มทำงาน
4. เปิดสวิตช์วงจรที่อยู่รอบตัวรถ เช่น เซอร์วอตระยะหลัง ซ้าย ขวา สวิตช์พวงมาลัย
5. เมื่อเปิดสวิตช์เซ็นเซอร์วอตระยะด้านหน้า เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ตัววงจรจะเปิดขึ้นมา
  - 5.1 เปิดสวิตช์ที่อยู่ด้านหลังคีย์บอร์ดไร้สาย
  - 5.2 เมื่อคอมพิวเตอร์เปิดขึ้น ให้กด  เพื่อเข้าโปรแกรม Terminal
  - 5.3 พิมพ์คำสั่ง `cd Documents/` กดปุ่ม Enter
  - 5.4 พิมพ์คำสั่ง `ls` กดปุ่ม Enter จะมีการแสดงชื่อโฟลเดอร์ ให้หาชื่อว่า `build-Leddar-USB-Desktop-Debug`
  - 5.5 หากเจอชื่อโฟลเดอร์นั้นแล้ว ให้พิมพ์คำสั่ง `cd build-Leddar-USB-Desktop-Debug` กดปุ่ม Enter
  - 5.6 พิมพ์คำสั่ง `ls` กดปุ่ม Enter อีกรอบจะเจอชื่อโปรแกรม `Leddar-USB`
  - 5.7 พิมพ์คำสั่ง `sudo ./Leddar-USB` กดปุ่ม Enter เพื่อเริ่มโปรแกรม โปรแกรมอาจถามรหัสผ่านให้พิมพ์ `123456` หรือ `12345678` จะมองไม่เห็นการพิมพ์ กดปุ่ม Enter ผมจำไม่ได้ว่าอันไหน
  - 5.8 พิมพ์ `2` กดปุ่ม Enter พิมพ์ `0` กดปุ่ม Enter โปรแกรมจะเริ่มทำงานเลเซอร์หน้ารถหากต้องการหยุดโปรแกรม ให้กดปุ่ม คีย์บอร์ดอะไรก็ได้ 1 ครั้ง โปรแกรมจะหยุดทำงานแล้วทำตามขั้นตอนที่หน้าจอแสดง
6. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เน็ตบุ๊ก ให้เลือกการเข้าสู่ระบบปฏิบัติการ Ubuntu
  - 6.1 รหัสในการเข้าสู่ระบบคือ `123456`
  - 6.2 เมื่อคอมพิวเตอร์เปิดขึ้น ให้กด  เพื่อเข้าโปรแกรม Terminal
  - 6.3 พิมพ์คำสั่ง `cd /opt/lamp` กดปุ่ม Enter
  - 6.4 พิมพ์คำสั่ง `sudo ./lamp start` กดปุ่ม Enter โปรแกรมฐานข้อมูลจะเริ่มทำงาน อาจจะมีการถามรหัส ให้ใส่ `123456` กดปุ่ม Enter
  - 6.5 พิมพ์คำสั่ง `sudo qtcreator` กดปุ่ม Enter โปรแกรมเขียนโค้ดจะเปิดขึ้นมา เลือก recent Projects -> MyGuiThread กดปุ่ม Play สีเขียวด้านซ้ายล่าง โปรแกรมจะเริ่มทำงาน
  - 6.6 กรอกรหัสผู้ป่วยที่ต้องการ เลือกตำแหน่งที่เก็บไฟล์เป็น `/home/parkinsondrive-nb/Videos`
  - 6.7 กดปุ่ม Recording เพื่อเริ่มการบันทึกผู้ขับรถ หากต้องการหยุดให้กดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการทำงานของโปรแกรม
  - 6.8 ไฟล์วิดีโอ จะถูกเก็บอยู่ที่ โฟลเดอร์ Videos

## 7. การปิดระบบให้ทำย้อนกลับ

7.1 หยุดโปรแกรมที่โน้ตบุ๊ก

7.2 หยุดโปรแกรมที่เลเซอร์หน้ารถ สั่ง shut down เครื่อง รอจนเครื่องดับปิดสวิทช์ที่เลเซอร์หน้ารถ

7.3 ปิด สวิตช์วงจรที่อยู่รอบตัวรถ เช่นเซอร์วีดระยะหลัง ซ้าย ขวา สวิตช์พวงมาลัย

7.4 ปิดสวิตช์กล่องเมนหลัก ถอดสายแบตเตอรี่เข้าสู่กล่องเมนหลัก

7.5 เก็บของทุกอย่างเข้าตัวรถยนต์ให้ครบทุกชิ้น สายไฟให้ใส่กลับเข้าฝาครอบกันน้ำ

## 3. ระเบียบวิธีวิจัยของการศึกษาระยะที่ 1

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ผู้ป่วยที่สมัครใจเข้าร่วมการศึกษาระยะที่ 1 จะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของการวิจัย และปฏิบัติตามข้อกำหนดของโครงการวิจัย ดังต่อไปนี้

- ผู้ป่วยจะได้อ่านเอกสารชี้แจงการวิจัยและได้รับการอธิบายถึงโครงการวิจัยโดยละเอียด ได้แก่ วัตถุประสงค์การทำวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ประโยชน์ของการวิจัย การปฏิบัติของโครงการวิจัย การถอนตัวออกจากการศึกษา และการเก็บข้อมูลผู้ป่วยเป็นความลับ เป็นต้น โดยผู้ป่วยสามารถซักถามข้อข้องใจเกี่ยวกับการวิจัยและมีเวลาเพียงพอในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นจึงแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร โดยเซ็นยินยอมในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย
- ผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มที่เข้าร่วมวิจัยได้รับการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา โรคประจำตัวที่มีอยู่เดิม ระยะเวลาที่เป็นโรค ยาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มสุรา สูบบุหรี่ การใช้สารเสพติด และประวัติครอบครัว
- ผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มที่เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการซักประวัติ ตรวจสอบสัญญาณชีพ ตรวจร่างกายทางระบบประสาทอย่างละเอียดและผู้ป่วยที่เป็นโรคพาร์กินสันจะได้รับการตรวจวินิจฉัยตามเกณฑ์ของ United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank's clinical criteria for the diagnosis of probable Parkinson's disease (UKPDSBB)
- ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องหยุดยาหรือสารที่อาจส่งผลต่อการขับซึ่เป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ โดยยาดังกล่าวประกอบด้วย ยานอนหลับ (เช่น ยากลุ่ม benzodiazepine) สุรา ยาเสพติด หรือสารกระตุ้น ในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยผู้ป่วยจะได้รับการอธิบายความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในช่วงที่หยุดยาดังกล่าวได้ เช่น อาการนอนไม่หลับ หรืออาการกระวนกระวาย แต่อย่างไรก็ตามเพื่อลดอาการดังกล่าว ผู้ป่วยจะได้รับคำแนะนำในการดูแลตนเองเช่นการปรับสุขลักษณะการนอน การลดอาการนอนไม่หลับด้วยการไม่ใช้ยา เป็นต้น และในวันที่เข้ารับการตรวจผู้ป่วยต้องไม่อยู่ในภาวะอดนอน และไม่ทานเครื่องดื่มที่มีกาเฟอีนก่อนเข้ารับการตรวจ
- ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะถูกประเมินด้วยแบบทดสอบภาวะความจำเสื่อมฉบับภาษาไทย (Thai Mini Mental Status Examination) และทำการตรวจวัดสายตา และตรวจตาบอดสี

- ผู้ป่วยกลุ่มที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคพาร์กินสันจะได้รับการ ประเมินอาการโดยใช้ Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) ในขณะที่ยาหมดฤทธิ์โดยผู้ป่วยต้องหยุดยา รักษาโรคพาร์กินสันทั้งหมดอย่างน้อย 12 ชั่วโมงก่อนการตรวจ ซึ่งถือเป็นมาตรฐานของการ ประเมินอาการผู้ป่วยพาร์กินสันที่อยู่ระหว่างการรักษาที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและ เป็นวิธีการตรวจที่มีความเสี่ยงต่ำ ซึ่งจะทำโดยแพทย์เฉพาะทางสาขาการเคลื่อนไหวผิดปกติ 2 คนซึ่งปกปิดข้อมูลซึ่งกันและกัน และ ผู้ป่วยพาร์กินสันจะได้รับการอนุญาตให้เข้ารับการ ทดสอบและการขับขี่ในช่วงที่ยาออกฤทธิ์ดีเท่านั้น
- ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งหมดจะเข้ารับการทดสอบด้วยเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ และระหว่างการตรวจผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งหมดจะได้รับการบันทึกวิดีโอเพื่อประเมิน การตอบสนองต่อการขับขี่
- ผู้เข้าร่วมโครงการจะได้รับการทดสอบการขับขี่จริงในสนามการทดสอบขับรถที่เป็นมาตรฐาน เพื่อประเมินความปลอดภัยในการขับขี่ด้วยรถที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะดังกล่าวก่อนที่จะ ได้ใช้อุปกรณ์ดังกล่าวร่วมกับการขับขี่จริงกับรถยนต์ของผู้ป่วยเอง โดยการทดสอบการขับขี่ จะใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 1 ชั่วโมง ต่อผู้ป่วยหนึ่งราย ผู้เข้าร่วมโครงการที่มีความ พร้อมในการขับขี่และก็สามารถกลับบ้านได้
- และจะได้รับอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์ จำนวน 1 ชุด เพื่อติดตามคุณภาพการขับ รถเป็นระยะเวลา 7 วัน แต่ผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีความเสี่ยงที่จะมีการขับขี่ที่ไม่ปลอดภัย เช่น ขับ รถเบี่ยงออกจากเลนถนนทดสอบ หรือ ตรวจพบว่ามีการตัดสินใจเบรกช้า จะได้รับ คำแนะนำให้หยุดขับรถแทนเพื่อความปลอดภัยของผู้ร่วมวิจัยเอง และจะไม่ได้รับอุปกรณ์ อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์ดังกล่าว

### ขั้นตอนการทำวิจัยนอกสถานที่

สรุปผลงานรถยนต์พาร์กินสัน  
วันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2560

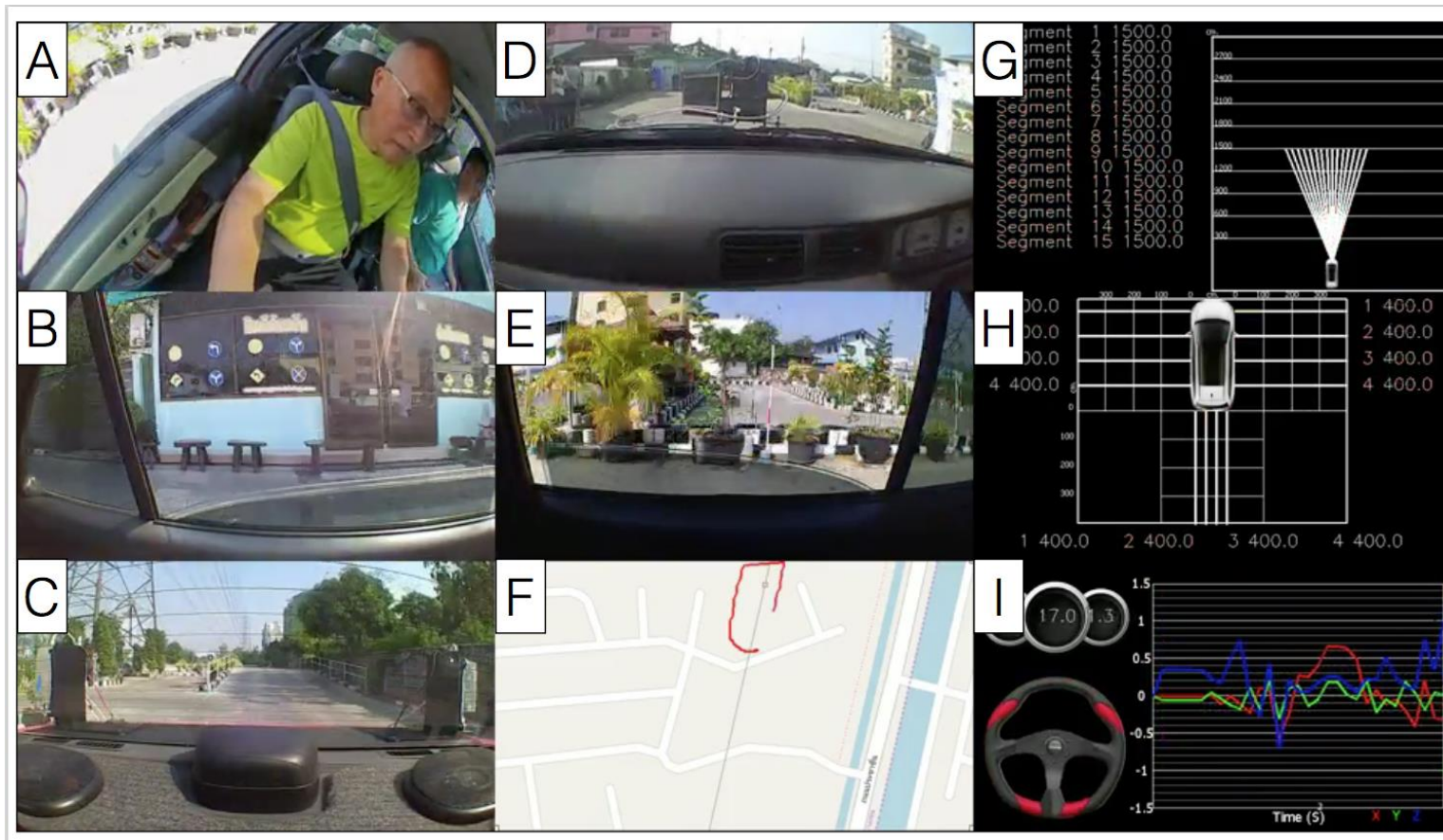
ภาพรวมของการเก็บข้อมูลการขับรถยนต์ในวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ณ สนามทดสอบ ขับขี่ของโรงเรียนพงษ์เพชร โดยมีตัวแทนในการขับรถทั้งสิ้น 20 คน โดยแบ่งเป็น กลุ่มที่เป็นผู้ป่วยโรค พาร์กินสันจำนวน 10 คน และ กลุ่มคนปกติที่สามารถขับรถได้ จำนวน 10 คน การขับเริ่มตั้งแต่เวลา ประมาณ 9.00น. ไปจนถึง 15.00น. โดยภาพรวมตัวรถ และระบบสามารถทำงานได้ดี แต่มีระบบ บางส่วนที่อาจมีการทำงานที่ผิดพลาด รวมทั้งสภาพอากาศในวันที่ขับทดสอบค่อนข้างร้อน และตัว รถยนต์ไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในรถ ส่งผลให้อุณหภูมิของวงจรในระบบสูงเกิน ขีดจำกัดของอุปกรณ์ จึงทำให้ต้องมีการจอดพักเครื่องเป็นระยะๆ สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ ดังต่อไปนี้

1. ระบบสัญญาณภาพรอบรถยนต์  
การทำงานของกล้องส่งภาพ รอบตัวรถ และ กล้องที่ถ่ายผู้ขับขี่ทดสอบ รวมทั้งสิ้น 6 กล้อง ความละเอียดในการส่งภาพของแต่ละกล้องอยู่ที่ 640 x 360 พิกเซล ทำงานได้อย่างสมบูรณ์
2. ระบบตรวจจับระยะสิ่งกีดขวาง  
ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางด้วยแสง (Lidar) ในการวัดระยะห่างสิ่งกีดขวาง แบ่งเป็นอุปกรณ์ที่ตรวจวัดระยะด้านหน้า และด้านอื่นๆของตัวรถ สามารถทำงานได้สมบูรณ์
  - 2.1 อุปกรณ์ที่ตรวจวัดระยะด้านหน้า  
การวัดระยะด้านหน้าด้วยแสง ตัวอุปกรณ์สามารถยิงแสงออกไปได้ ทั้งหมด 16 เส้น ในระยะการตรวจวัดสิ่งกีดขวางที่ 15 เมตร
  - 2.2 อุปกรณ์ตรวจวัดระยะด้านอื่นๆ  
การวัดระยะด้านอื่นๆของตัวรถด้วยแสงในแต่ละด้าน ตัวอุปกรณ์จะยิงแสงออกไปเพียง 1 เส้น แต่การแสดงผลบนหน้าจอ จะแสดงเป็น 4 เส้น ต่อด้าน (ใช้การแสดงผลเดิมของอัลตราโซนิก) โดยตรวจวัดสิ่งกีดขวางที่ 4 เมตร
3. ระบบตรวจจับการเหยียบเบรก คันเร่ง  
การตรวจจับ คันเร่ง สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ แต่การตรวจจับการเบรก มีความผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อมีการเหยียบเบรกค่าที่แสดงออกมามีการกลับค่ากัน เช่น ไม่เหยียบเบรกอ่านค่าได้ 3.7 กิโลกรัม แต่เมื่อเหยียบเบรกค่าที่อ่านได้กลับลดลง แทนการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก
4. ระบบตรวจจับการส่ายของตัวรถ  
การตรวจจับพวงมาลัยด้วยอุปกรณ์วัดความเอียง และ ความเร่ง สามารถทำงานได้สมบูรณ์
5. ระบบระบุตำแหน่ง  
การระบุตำแหน่งการขับขี่ และ คำนวณความเร็วของรถ สามารถทำงานได้สมบูรณ์
6. ระบบบันทึกข้อมูล  
ข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกเป็นไฟล์ วิดีโอนามสกุล .AVI ขนาดของภาพอยู่ที่ FullHD 1920 x 1080พิกเซล โปรแกรมในการเล่นวิดีโอที่แนะนำคือ โปรแกรม vlc media player โดยข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ จะถูกบันทึกอยู่ในไฟล์ .CSV Comma-separated values สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ด้วยโปรแกรม Excel
7. ค่าที่เกิดความผิดพลาด  
ในการแสดงผลข้อมูลจะสังเกตเห็นความผิดพลาดของข้อมูลที่แสดงให้เห็นเป็นครั้งคราว ในหลายๆส่วนของเซ็นเซอร์ ซึ่งสามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย อาทิเช่น การอ่านค่าที่ผิดพลาดของตัวเซ็นเซอร์ หรือ อาจเป็นการส่งข้อมูลที่ผิดปกติ ซึ่งข้อมูลที่เกิดความผิดพลาดนี้สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย หากนำข้อมูลมาทำการแสดงผลเป็นกราฟเส้น จะทราบได้ทันทีว่าข้อมูลไหนเป็นข้อมูลที่ผิดพลาด เนื่องจากค่าที่ได้จะมีความผิดปกติจากกลุ่มไปอย่างมาก เช่น ความเร็วของรถที่ขับในสนามทดสอบไม่สามารถทำความเร็วได้เกิน 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่ค่าที่เกิดความผิดพลาดแสดงความเร็วเป็น 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ภาพที่ 23 ภาพรถยนต์พาร์กินสัน



ภาพที่ 24 ภาพแสดงการทำงานของรถยนต์พาร์กินสัน ที่มีการรายงานผลดังนี้ A: ภาพถ่ายจากกล้องในตัวรถ, B: ภาพถ่ายจากกล้องนอกตัวรถด้านซ้าย, C: ภาพถ่ายจากกล้องนอกตัวรถด้านหลัง, D: ภาพถ่ายจากกล้องนอกตัวรถด้านหน้า, E: ภาพถ่ายจากกล้องนอกตัวรถด้านขวา, F: การระบุตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยระบบ GPS, G: สัญญาณ Lidar, H: สัญญาณ Laser, I: หน้าจอแสดงความเร็วของรถและตำแหน่งของพวงมาลัย



ภาพที่ 25 ภาพแสดงวิธีการทดสอบขับขึ้นตามข้อกำหนดของการขอทดสอบเพื่อรับใบอนุญาตขับรถยนต์ โดยลูกศรสีเหลืองแสดงทิศทางการขับรถ, A: ลักษณะสนามที่ทดสอบขับขึ้น, B: การขับรถเดินหน้าและถอยหลัง, C: การจอดถอยหลังเข้าช่อง, D: การจอดแนวฟุตบาท



## การรวบรวมข้อมูลในการศึกษาระยะที่ 2

### วิธีการเก็บข้อมูล

- ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา โรคประจำตัวที่มีอยู่เดิม ระยะเวลาที่เป็นโรค ยาที่ใช้ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มสุรา สูบบุหรี่ การใช้สารเสพติด และประวัติครอบครัว
- ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกจำแนกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสันโดยใช้เกณฑ์การวินิจฉัย United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank's clinical criteria for the diagnosis of probable Parkinson's disease และ กลุ่มอาสาสมัคร
- ผู้เข้าร่วมวิจัยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคพาร์กินสัน จะได้รับการประเมินอาการทางคลินิกในขณะที่ยาออกฤทธิ์ ด้วยแบบประเมิน Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) และ Hoehn and Yahr score
- ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องหยุดยาที่อาจส่งผลต่อความสามารถในการขับชี่อย่างน้อย 2 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะต้องตรวจคัดกรองภาวะความจำเสื่อมด้วยแบบประเมินความจำเสื่อมฉบับภาษาไทย (Thai Mini Mental Status Examination) ตรวจวัดสายตา และตรวจตาบอดสี ก่อนเข้ารับการทดสอบด้วยเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ
- การเก็บข้อมูลของเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบ 3 มิติ ประกอบด้วย อัตราการตอบสนอง 1, อัตราการตอบสนอง 2, และการกระชกห่างแบบ 3 มิติ
- การเก็บข้อมูลของอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามรถยนต์ ประกอบด้วย อัตราการตอบสนอง, ความเร็วรถเฉลี่ย, การกระชกห่าง, และ จำนวนครั้งในการเบรก

### การวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษาระยะที่ 2

- การเก็บข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยและอาสาสมัครปกติ เช่น อายุ เพศ ความสามารถในการขับชี่รถยนต์ และระยะเวลาในการขับชี่รถยนต์ เป็นต้น
- การเก็บข้อมูลของอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดตามรถยนต์ประกอบด้วย อัตราการตอบสนอง, ความเร็วรถเฉลี่ย, การกระชกห่าง, และ จำนวนครั้งในการเบรก
- โดยข้อมูลจะใช้สถิติแบบไร้พารามิเตอร์ เช่น Chi-square test หรือ Mann-Whitney U-test

## ผลการศึกษาระยะที่ 1

การประเมินอัตราการตอบสนองต่อการขับชี่ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับชี่รถยนต์ด้วยตนเองโดยใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ

### ข้อมูลพื้นฐานประชากร

จากประชากรทั้งหมดที่เข้าร่วมการศึกษามีข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมการศึกษาดังนี้ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจำนวน 41 ราย และอาสาสมัครปกติจำนวน 41 ราย โดยทั้งสองกลุ่มเป็นผู้ที่มีเพศชายจำนวนเท่ากันทั้งสองกลุ่ม คือ 21 ราย โดยคิดเป็นร้อยละ 51.2 ของผู้เข้าร่วมการศึกษาในแต่ละกลุ่ม โดยจากการศึกษาไม่พบความแตกต่างของข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ประกอบด้วย อายุ เพศ ความสามารถในการขับชี่รถยนต์ ประวัติเรื่องการสูบบุหรี่ ประวัติเรื่องการมีอุบัติเหตุทางรถยนต์ในระยะเวลาหนึ่งปีและประวัติของการมีปัญหาหกล้มในระยะเวลาหนึ่งเดือน อย่างไรก็ตามกลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน เพราะมีการล้มสุรน้อยกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) และมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบสมองน้อยกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) มีจำนวนผู้ที่ยังขับชี่รถยนต์อยู่ในปัจจุบันน้อยกว่าอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) และมีจำนวนครั้งในการหกล้มในช่วงหนึ่งเดือนที่ผ่านมามากกว่าอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ )

### การเปรียบเทียบความสามารถในการขับชี่รถยนต์ด้วยการประเมินจากเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ

จากตารางที่สองเป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลการขับชี่ระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติโดยพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีอัตราการตอบสนองที่วัดด้วยเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติที่แตกต่างกับอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจน อาทิเช่นผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการที่จะเหยียบคันเร่งรถยนต์นานกว่าอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) และระยะห่างระหว่างตัวรถกับวัตถุที่ขวางข้างหน้าระยะเบรกในรถที่ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันขับชี่ก็มีระยะเบรกสั้นที่กว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) นอกจากนี้จากการประเมินความผิดพลาดระหว่างการขับชี่ระหว่างประชากรทั้งสองกลุ่มพบว่าผู้ป่วยนอกพาร์กินสันมีโอกาสเกิดการผิดพลาดระหว่างการขับชี่มากกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ( $p<0.05$ )

### การทำตัวแปรที่พยากรณ์ผลการขับชี่โดยสมการพยากรณ์เชิงเส้น

จากการทำสมการพยากรณ์เชิงเส้นเพื่อหาตัวแปรที่พยากรณ์ผลของการขับชี่ด้วยเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติในผู้ที่เข้าร่วมโครงการวิจัยรวมทั้งสิ้น 82 ราย พบว่าการเป็นผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและการมีอายุมากกว่า 60 ปีจะถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้หยุดการขับชี่รถยนต์โดยมีค่า odd ratio อยู่ที่ 8.971 และ 5.625 ตามลำดับ นอกจากนี้จากการศึกษาเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน

พบว่าผู้ป่วยหากมีปัญหาเรื่องการทรงตัวไม่ดีจะเพิ่มโอกาสในการเกิด ความผิดพลาดระหว่างการขับขี่ โดยมีค่า odd ratio อยู่ที่ 15.477

## การอภิปรายผลการวิจัยระยะที่ 1

การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติโดยการใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติโดยผลที่ได้รับจากการศึกษานี้พบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีอัตราการตอบสนองช้ากว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญและกลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีส่วนของการเกิดความผิดพลาดระหว่างการขับขี่มากกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ซึ่งผลจากการศึกษานี้และผลการศึกษาก่อนหน้านี้ก็บ่งชี้ว่าโอกาสที่ผู้ป่วยจากเกิดความผิดพลาดระหว่างการขับขี่รถยนต์บนท้องถนนจริงหรืออาจจะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุระหว่างการขับขี่ได้มากขึ้นอย่างไรก็ตามจากประวัติของผู้ที่เข้าร่วมการศึกษาทางกลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสันไม่พบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ในช่วงหนึ่งปีที่ผ่านมา มากกว่าอาสาสมัครปกติซึ่งผลดังกล่าวอาจจะสามารถแปลได้ว่าภายหลังจากการวินิจฉัยโรคพาร์กินสันผู้ป่วยโรคพาร์กินสันอาจจะมีความระมัดระวังในการขับขี่รถยนต์เพิ่มขึ้นซึ่งก็จะสอดคล้องกับผลการศึกษาในอดีตที่กล่าวถึงการที่ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันปรับวิธีในการขับขี่รถยนต์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น อาทิเช่น การหลีกเลี่ยงการขับระยะทางไกลๆหลีกเลี่ยงการขับรถยนต์เป็นระยะเวลานาน การหลีกเลี่ยงการขับด้วยความเร็วสูงและหลีกเลี่ยงการขับรถเพียงลำพัง เป็นต้น (17-19)

นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันส่วนใหญ่ตัดสินใจการขับขี่รถยนต์ภายหลังจากการถูกวินิจฉัยโรคพาร์กินสันซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ในการที่ขับขึ้นนั้นมี อาทิเช่นผู้ป่วยตัดสินใจที่จะหยุดค้ะพีเองเนื่องจากกังวลถึงสุขภาพที่อาจจะส่งผลต่อความสามารถในการขับขี่หรืออาจจะเป็นผลจากการเป็นห่วงสุขภาพจากทางครอบครัวหรืออาจจะได้รับคำแนะนำจากแพทย์หรือบุคลากรทางการแพทย์ให้ยุติการขับขี่ เป็นต้น(20) โดยจากการศึกษานี้ได้มีการประเมินถึงปัจจัยที่สามารถพยากรณ์โอกาสในการหยุดการ ขับขี่รถยนต์คล้ายคลึงกับการศึกษาก่อนหน้าโดยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการหยุดการขับขี่รถยนต์ประกอบด้วยการที่เป็นโรคพาร์กินสันและการที่มีอายุมากกว่า 60 ปีซึ่งในผลการศึกษาดังกล่าวก็สอดคล้องไปกับข้อเท็จจริงว่าความสามารถในการขับขี่รถยนต์นั้นจะลดลงได้ใน ผู้สูงอายุและผู้ที่มีโรคทางกายเป็นต้นนอกจากนี้ในกลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสันยังพบว่าหากผู้ป่วยมีปัญหาในเรื่องการทรงตัวที่ไม่ดีจะพบว่ามีโอกาสสูงที่จะหยุดการขับขี่รถยนต์มากกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีปัญหาเรื่องการทรงตัวถึง 15 เท่าโดยผลการศึกษาดังกล่าวก็สนับสนุนว่าการเคลื่อนไหวในแนวตั้งนั้นมีความสำคัญในการขับขี่รถยนต์อาทิเช่นการขึ้นลงรถเป็นต้นและหากผู้ป่วยมีปัญหาการทรงตัวที่ไม่ดีก็จะส่งผลต่อการขับขี่ที่ลำบากเพิ่มขึ้นหรืออาจจะมีปัญหาในการขึ้นรถและลงจากรถเป็นต้น

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ก็มีข้อจำกัดของการศึกษาอาทิเช่นผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่ได้รับการคัดเลือกมาจากศูนย์การแพทย์เพียงแห่งเดียวจึงไม่สามารถที่จะแสดงผลของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันโดยรวมได้อย่างไรก็ตามศูนย์พาร์กินสันสุขภาพเป็นศูนย์ที่รับส่งต่อผู้ป่วยจากหลายหลายภูมิภาคของประเทศไทยที่มีปัญหาของโรคพาร์กินสันที่รุนแรงหรือไม่ตอบสนองต่อทำให้ผู้ป่วยในกลุ่มนี้อาจมีอาการของโรคที่รุนแรงได้บ่อยนอกจากนี้ข้อจำกัดของการคัดเลือกผู้ป่วยคือความสามารถในการขับขี่รถยนต์เนื่องจากผู้ป่วยสูงอายุชาวไทยส่วนใหญ่ไม่สามารถขับขี่รถยนต์ได้หากแต่สามารถขับซีรอมอเตอร์ไซด์ได้จึงทำให้มีผู้ปฏิเสธเข้าร่วมการศึกษาดังกล่าวมากถึงกว่าร้อยละ 50

## สรุปผลการวิจัยระยะที่ 1

ปัญหาด้านการขับชี่รถยนต์ถือว่ามีความสำคัญและมีโอกาสที่จะเกิดได้บ่อยในผู้ป่วยที่มีปัญหาความเสื่อมถ้าโรคประสาทและมีปัญหาด้านการเคลื่อนไหวดังเช่นผู้ป่วยโรคพาร์กินสันส์เป็นต้นอย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีกฎหมายในประเทศไทยหรือมีการทดสอบที่จะใช้ในการประเมินความสามารถในการขับชี่ของผู้ที่มีข้อจำกัดทางด้านสุขภาพดังกล่าวโดยจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการใช้อุปกรณ์เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติในการประเมินคุณภาพของการขับชี่ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันส์ได้ซึ่งได้นำมาเปรียบเทียบผลการศึกษาดังกล่าวระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันส์และอาสาสมัครปกติโดยผลจากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันส์มีอัตราการตอบสนองต่อการขับชี่ที่น้อยกว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญจึงสามารถที่จะอนุมานได้ว่าการขับชี่รถยนต์ในสภาวะจริงผู้ป่วยโรคพาร์กินสันส์ก็อาจจะมีโอกาสเกิดความเสี่ยงต่อการขับชี่ได้เพิ่มขึ้นดังนั้นการศึกษาต่อเนื่องเพื่อประเมินถึงความสามารถในการขับชี่รถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันส์ที่เป็นการขับชี่จริงจึงควรมีการทำขึ้นเพื่อจะสามารถประเมินความสามารถและความปลอดภัยของผู้ขับชี่

ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลพื้นฐานเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและกลุ่มอาสาสมัครปกติ

	PD group (n= 41)	Control group (n= 41)	A
Age (year)	60.71 ± 11.67	55.90 ± 14.51	0.103 <sup>β</sup>
Male gender	21 (51.2)	21 (51.2)	1.000 <sup>φ</sup>
Current alcohol consumption	1 (2.4)	15 (36.6)	<0.001 <sup>φ*</sup>
Current smoking habit	2 (4.9)	8 (19.5)	0.101 <sup>φ</sup>
Prerequisite driving ability	41 (100)	41 (100)	1.000 <sup>φ</sup>
Current drivers	15 (36.6)	35 (85.4)	<0.001 <sup>φ*</sup>
TMSE	27.63 ± 1.77	28.93 ± 1.35	<0.001 <sup>β*</sup>
History of car accident	13 (31.7)	12 (29.3)	0.388 <sup>φ</sup>
Numbers of car accident	0.32 ± 0.65	0.29 ± 0.60	0.860 <sup>β</sup>
History of falling in the past 1 month	17 (41.5)	8 (23.5)	0.147 <sup>φ</sup>
Numbers of fall in past 1 month	1.54 ± 3.00	0.05 ± 0.22	0.003 <sup>β*</sup>
<sup>φ</sup> ; Chi-square test, <sup>β</sup> ; Unpaired T test, <sup>∫</sup> ; Mann-Whitney U test. TMSE; Thai-mental status examination Value in parentheses are shown as percentage			

ตารางที่ 2 ตารางแสดงข้อมูลการขับขี่เปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและกลุ่มอาสาสมัครปกติ

Driving parameter	PD group (n= 41)	Control group (n= 41)	P-value
Time to start	1.47 ± 1.23	0.85 ± 0.37	0.004 <sup>β*</sup>
Time to stop	1.15 ± 0.72	0.94 ± 0.45	0.100 <sup>β</sup>
Distance from static obstacle	30.70 ± 7.67	33.93 ± 4.44	0.023 <sup>β*</sup>
Time to stop (falling object)	0.90 ± 0.33	0.80 ± 0.29	0.148 <sup>β</sup>
Mistake during driving	20 (48.8)	5 (12.2)	<0.001 <sup>φ*</sup>
φ; Chi-square test, β; Unpaired T test, TMSE; Thai-mental status examination. Value in parentheses are shown as percentage			

ตารางที่ 3 ตารางแสดงข้อมูลพยากรณ์การขับขี่เปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและกลุ่มอาสาสมัครปกติ

Predictors	Model 1 Odd ratios/Exp(B)	Model 2 Odd ratios/Exp(B)
Age > 60 years	5.625*	-
Diagnosed PD	8.971*	-
Female gender	-	-
Presence of postural instability (H&Y $\geq$ 3)	-	15.477*
Hx of falling in past 1 month	-	-
Disease duration more than 6 years	-	-
TMSE < 24	-	-
Model summary		
Hosmer and Lemeshow test	0.405	0.699
Nagelkerke R square	0.344	0.383
<p>*; statistically significant</p> <p>Model 1; The binary logistic model conduct in 82 participants with prerequisite driving abilities (41 PD and 41 HC) with Enter method. Included variables for model 1; Aging (age &gt;60), diagnosis of PD, female gender, hx of falling in past 1 month, and TMSE less than 24.</p> <p>Model 2; The binary logistic model conduct in 41 PD patients with prerequisite driving abilities (15 current PD drivers and 26 ex-PD drivers) with Enter method. Included variables for model 2; Aging (age &gt;60), female gender, hx of falling in past 1 month, presence of postural instability (H&amp;Y <math>\geq</math> 3), disease duration more than 6 years, and TMSE less than 24.</p>		

## ผลการศึกษาระยะที่ 2

การประเมินความสามารถการขับซีรดยนต์บนท้องถนนจริงของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่ยังขับซีรดยนต์ด้วยตนเองเทียบกับอาสาสมัครปกติที่ยังขับซีรดยนต์ด้วยตนเองโดยใช้รดยนต์ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับประเมินการขับซี

### ข้อมูลพื้นฐานประชากร

จากประชากรทั้งหมดที่เข้าร่วมการศึกษาระยะที่ 2 มีข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมการศึกษา ดังนี้ ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันจำนวน 10 รายและผู้อาสาสมัครปกติจำนวน 10 ราย ซึ่งทุกรายได้เข้ารับการประเมินด้วยเครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ และเป็นผู้ที่ยังขับรดยนต์ด้วยตนเองในปัจจุบัน โดยทั้งสองกลุ่มเป็นผู้ที่มีเพศชายจำนวนเท่ากันคือ 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 60% ของผู้เข้าร่วมการศึกษาในแต่ละกลุ่ม โดยไม่พบความแตกต่างของข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ดังนี้ อายุ เพศ คะแนนจากแบบประเมินความสามารถสมอง (TMSE) การความสามารถในการขับซีรดยนต์ ระยะเวลาในการขับซีรดยนต์ ประวัติเรื่องการมีอุบัติเหตุทางรดยนต์ในระยะเวลาหนึ่งปี และประวัติของการมีปัญหาหกล้มในระยะเวลาหนึ่งเดือน

### การเปรียบเทียบความสามารถในการขับซีรดยนต์ด้วยการประเมินจากรดยนต์พาร์กินสัน

จากตารางที่สองเป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลการขับซีว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติโดยเป็นการขับซีที่สนามทดสอบขับซีที่ได้รับมาตรฐานของกรมขนส่งทางบกโดยสระน้ำมีระยะทางรวมประมาณ 1 กิโลเมตรและผู้กับทดสอบขับซีจะได้รับคำแนะนำให้ปฏิบัติตามท่าทางในการขับซีจำนวน 3 วิธี ตามเกณฑ์หลักในการสอบขอรับใบอนุญาตขับซีรดยนต์ดังนี้

1. การขับซีรดยนต์เดินหน้าและถอยหลัง
2. การถอยหลังเข้าช่อง
3. การจอดรถเทียบฟุตบาท

โดยจากการศึกษาระยะที่สองพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันใช้ระยะเวลาในการขับซีอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีระยะเวลาในการเหยียบเบรคที่มากกว่าอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน การประเมินแรงกดเท้าขณะเหยียบเบรคก็พบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน มีแรงกดเท้าเบากว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญอย่างไรก็ตามการประเมินแรงกดเท้าขณะเหยียบคันเร่งพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีแรงกดเท้าไม่ต่างกับอาสาสมัครปกติจากการประเมินการขับซีในท่าทางการขับซีตามระเบียบการขอรับใบขับซีพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีจำนวนครั้งของความพยายามในการถอยหลังเข้าช่องที่มากกว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญและการประเมินความสามารถในการจอดรถเทียบฟุตบาทให้ระยะห่างไม่เกิน 25 เซนติเมตรพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันไม่สามารถทำการขับซีดังกล่าวมากถึงร้อยละ 60

ของจำนวนผู้ป่วยและพบว่ามากกว่าอาสาสมัครปกติชัดเจนมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

การประเมินมุมขณะหมุนพวงมาลัย จะเป็นการประเมินโดยอาศัยอุปกรณ์เครื่องวัดมุมหรือ sensors ที่จะมีการติดตั้งบริเวณพวงมาลัยรถยนต์โดยจากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีการหมุนพวงมาลัยในแกน Z ที่มากกว่าอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญอย่างไรก็ตามการประเมินมุมในแกนอื่นๆ เพราะความแตกต่างกันระหว่างทั้งสองกลุ่มและพบว่าความสามารถในการประคองตัวรถซึ่งพิจารณาจาก ละติจูด และลองจิจูดไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 4 ตารางแสดงข้อมูลพื้นฐานเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและกลุ่มอาสาสมัครปกติ

	PD group (n= 10)	Control group (n= 10)	P-value
Age (year)	55.60 ± 7.54	50.20 ± 4.72	0.436 <sup>β</sup>
Male gender	6 (60)	6 (60)	1.000 <sup>φ</sup>
Driving license	10 (100)	10 (100)	na
Current drivers	10 (100)	10 (100)	na
TMSE score (point)	27.90 ± 1.85	29.00 ± 1.05	0.218 <sup>β</sup>
Driving duration (year)	34.20 ± 7.64	31.40 ± 13.49	0.853 <sup>β</sup>
Hoehn and Yahr score	2.30 ± 0.53	-	-
UPDRS motor score	2.30 ± 0.53	-	-
History of falling in a past 1 month			
History of a car accident in a past 1 year			
φ: Chi-square test; β: Mann-Whitney U test; Value in parentheses are shown as percentage; TMSE: Thai Mental State examination.			

ตารางที่ 5 ตารางแสดงข้อมูลการขับที่เปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและกลุ่มอาสาสมัครปกติ

	PD group (n= 10)	Control group (n= 10)	P-value
Total driving time (second)	862.40 ± 193.70	491.20 ± 240.79	0.002 <sup>β*</sup>
Total brake time (second)	679.05 ± 142.24	414.96 ± 204.47	0.007 <sup>β*</sup>
Percentage of brake time	80.22 ± 13.44	85.01 ± 17.95	0.218 <sup>β</sup>
Brake pressure (nm/m <sup>2</sup> )	0.02 ± 0.03	0.10 ± 0.07	0.009 <sup>β*</sup>
Gas pedal pressure (nm/m <sup>2</sup> )	7.01 ± 0.79	7.22 ± 1.99	0.353 <sup>β</sup>
Number of attempt to reverse a car into a parking space	7.70 ± 3.26	3.30 ± 1.16	<0.001 <sup>β*</sup>
Unable to park a car near footpath less than 25 cm.	6 (60%)	1 (10%)	0.019 <sup>X*</sup>
Car speed (km/hr)	6.73 ± 0.42	8.74 ± 2.38	0.002 <sup>β*</sup>
Steering wheel motion in x-axis (degree)	0.95 ± 0.39	0.79 ± 0.28	0.280 <sup>β</sup>
Steering wheel motion in y-axis (degree)	0.95 ± 0.39	0.79 ± 0.28	0.579 <sup>β</sup>
Steering wheel motion in z-axis (degree)	0.95 ± 0.39	0.79 ± 0.28	0.007 <sup>β*</sup>
Latitude (degree)	13.86 ± 0.01	13.86 ± 0.01	0.353 <sup>β</sup>
Longitude (degree)	102.19 ± 0.57	102.12 ± 0.73	0.684 <sup>β</sup>
<sup>X</sup> : Chi-square test; <sup>β</sup> : Mann-Whitney U test; Value in parentheses are shown as percentage; TMSE: Thai Mental State examination.			

## การอภิปรายผลการวิจัยระยะที่ 2

การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการขับที่รถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติโดยการใช้เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติ โดยผลที่ได้รับจากการศึกษา ระยะที่ 1 นี้พบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีอัตราการตอบสนองช้ากว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจน อย่างมีนัยสำคัญและกลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีส่วนของการเกิดความผิดพลาดระหว่างการขับที่มากกว่ากลุ่มอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญเช่นกันซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลให้ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีโอกาสเกิดความผิดพลาดระหว่างการขับที่จริงได้เพิ่มขึ้นดังนั้นการเฝ้าระวังและประเมินความสามารถในการขับของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันโดยเฉพาะผู้ป่วยที่เป็นกลุ่มเสี่ยง อาทิเช่นผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า 60 ปีและผู้ป่วยที่มีปัญหาการทรงตัวผิดปกติ เป็นต้น โดยจากผล

การศึกษาในระยะที่สองพบว่าผู้ป่วยโรค พาร์กินสันมีการขับซีทีที่ช้ามากกว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจน และผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีระยะเวลา ในการเหยียบเบรคมากกว่าอาสาสมัครปกติอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีโอกาสที่จะปรับวิธีการขับซีทีรถยนต์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น อาทิเช่น การขับซีทีให้ช้าลงและการเพิ่มความระมัดระวังในการขับซีทีเช่นการเหยียบเบรคบ่อยครั้งขึ้น เป็นต้นซึ่งผลจากการศึกษานี้และผลการศึกษาอื่นๆก่อนหน้านี้ก็บ่งชี้ว่าโอกาสที่ผู้ป่วยจากเกิดความผิดพลาดระหว่างการขับซีทีรถยนต์บนท้องถนนจริงหรืออาจจะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุระหว่างการขับซีทีได้มากขึ้นอย่างไรก็ตามจากประวัติของผู้ที่เข้าร่วมการศึกษาทางกลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสันไม่พบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ในช่วงหนึ่งปีที่ผ่านมา มากกว่าอาสาปกติ ซึ่งผลดังกล่าวอาจจะสามารถแปลได้ว่าภายหลังจากการวินิจฉัยโรคพาร์กินสันผู้ป่วยโรคพาร์กินสันอาจจะมีความระมัดระวังในการขับซีทีรถยนต์เพิ่มขึ้นซึ่งก็จะสอดคล้องกับผลการศึกษาอื่นๆ ที่ กล่าวถึงการที่ผู้ป่วยโรคพาร์กินสันปรับวิธีในการขับซีทีรถยนต์เพื่อให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น อาทิเช่น การหลีกเลี่ยงการขับระยะทางไกลๆ การหลีกเลี่ยงการขับรถยนต์เป็นระยะเวลานาน การหลีกเลี่ยงการขับด้วยความเร็วสูงและ การหลีกเลี่ยงการขับเพียงลำพัง เป็นต้น (17-19)

นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันส่วนใหญ่ตัดสินใจยุติการขับซีทีรถยนต์ภายหลังจากการถูกวินิจฉัยโรคพาร์กินสันซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ในการที่ขับซีทีนั้นมามีอาทิเช่นผู้ป่วยตัดสินใจที่จะหยุดเองเนื่องจากกังวลถึงสุขภาพที่อาจจะส่งผลต่อความสามารถในการขับซีทีหรืออาจจะเป็นผลจากการเป็นห่วงสุขภาพจากทางครอบครัวหรืออาจจะได้รับคำแนะนำจากแพทย์หรือบุคลากรทางการแพทย์ใหยุดการขับซีที เป็นต้น(20) โดยจากการศึกษานี้ได้มีการประเมินถึงปัจจัยที่สามารถพยากรณ์โอกาสในการหยุดการขับซีทีรถยนต์คล้ายคลึงกับการศึกษาก่อนหน้านี้โดยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลการหยุดการขับซีทีรถยนต์ประกอบด้วยการที่เป็นโรคพาร์กินสันและการที่มีอายุมากกว่า 60 ปี ซึ่งผลการศึกษา ดังกล่าวก็สอดคล้องไปกับข้อเท็จจริงว่าความสามารถในการขับซีทีรถยนต์นั้นจะลดลงได้ในผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคทางกายเป็นต้นนอกจากนี้ในกลุ่มผู้ป่วยโรคพาร์กินสันยังพบว่าหากผู้ป่วยมีปัญหาในเรื่องการส่งตัวที่ไม่ดีจะพบว่ามีโอกาสสูงที่จะหยุดการขับซีทีรถยนต์มากกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีปัญหาเรื่องการส่งตัวถึง 15 เท่า โดยผลการศึกษาดังกล่าวก็สนับสนุนว่าการเคลื่อนไหวในแนวตั้งนั้นมีความสำคัญในการขับซีทีรถยนต์อาทิเช่นการขึ้นลงรถเป็นต้นและหากผู้ป่วยมีปัญหาการทรงตัวที่ไม่ดีก็จะส่งผลการขับซีทีที่ลำบากเพิ่มขึ้นหรืออาจจะมีปัญหาในการขึ้นรถและลงจากรถ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ก็มีข้อจำกัดของการศึกษาอาทิเช่นผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่ได้รับการคัดเลือกมาจากศูนย์การแพทย์แห่งเดียวจึงไม่สามารถที่จะแสดงผลของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันโดยรวมได้อย่างไรก็ตามศูนย์พาร์กินสันสุขภาพเป็นศูนย์ที่รับส่งต่อผู้ป่วยจากหลายหลายภูมิภาคของประเทศที่มีปัญหาของโรคพาร์กินสันที่รุนแรงหรือไม่ตอบสนองต่อทำให้ผู้ป่วยในกลุ่มนี้อาจมีอาการของโรคที่รุนแรงได้บ่อยนอกจากนี้ข้อจำกัดของการคัดเลือกผู้ป่วยคือความสามารถในการขับซีทีรถยนต์เนื่องจากผู้ป่วยสูงอายุชาวไทยส่วนใหญ่ไม่สามารถขับซีทีรถยนต์ได้หากแต่สามารถขับซีทีรถมอเตอร์ไซด์ได้จึงทำให้มีผู้ปฏิเสธเข้าร่วมการศึกษาดังกล่าวมากถึงกว่าร้อยละ 50

## สรุปผลการวิจัยระยะที่ 2

ปัญหาด้านการขับซีทีรถยนต์ถือว่ามีสำคัญและมีโอกาสที่จะเกิดได้บ่อยในผู้ป่วยที่มีปัญหา ความเสื่อมถ้าโรคประสาทและมีปัญหาด้านการเคลื่อนไหวดังเช่นผู้ป่วยโรคพาร์กินสันเป็นต้นอย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่มีกฎหมายในประเทศไทยหรือมีการทดสอบที่จะใช้ในการประเมินความสามารถ

ในการขับขีของผู้ที่มีข้อจำกัดทางด้านสุขภาพดังกล่าวโดยจากการศึกษานี้ เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ เครื่องวัดอัตราการตอบสนองแบบสามมิติซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของการขับขีได้อย่างแม่นยำซึ่งได้นำมาเปรียบเทียบผลการศึกษาดังกล่าวระหว่างผู้ป่วยโรคพาร์กินสันและอาสาสมัครปกติ โดยผลจากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยโรคพาร์กินสันมีอัตราการตอบสนองต่อการขับขีที่น้อยกว่าอาสาสมัครปกติอย่างชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญจึงสามารถที่จะอนุมานได้ว่าในการขับขีรถยนต์ในสภาวะจริงผู้ป่วยโรคพาร์กินสันก็อาจจะมีโอกาสเกิดความเสี่ยงต่อการขับขีได้เพิ่มขึ้นดังนั้นการศึกษาต่อเนื่องเพื่อประเมินถึงความสามารถในการขับขีรถยนต์ของผู้ป่วยโรคพาร์กินสันที่เป็นการขับขีจริงจึงควรมีการทำให้ขึ้นเพื่อจะสามารถประเมินความสามารถและความปลอดภัยของผู้ขับขี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้

- 1) สามารถนำอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์ ไปใช้สำหรับการประเมินความคุณภาพและความพร้อมในการขับขีของผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน
- 2) สามารถนำอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์ ไปใช้สำหรับการติดตามผลการรักษาหรือการดูแลสุขภาพทางการเคลื่อนไหวในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน
- 3) สามารถนำอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับติดในรถยนต์ ไปร่วมประเมินความพร้อมต่อการขับขีของกลุ่มประชากรอื่นที่อาจมีความสามารถในการขับขีลดลง เช่น กลุ่มผู้สูงอายุ หรืออาจใช้ปีนมาตรฐานของกรมขนส่งทางบกในการพิจารณาการต่ออายุใบอนุญาตขับขีในกลุ่มผู้ขับขีสาธารณะเป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง (Reference)

## References

1. Heikkila VM, Turkka J, Korpelainen J, Kallanranta T, Summala H. Decreased driving ability in people with Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1998;64(3):325-30.
2. Duncan J, Williams P, Brown I. Components of driving skill : experience does not mean expertise. *Ergonomics*. 1991;34(7):919-37.
3. McGehee D, Mazzae E, Baldwin G. Driver reaction time in crash avoidance research : Validation of a driving simulator study on a test track. *Proceedings of the 44th Annual Human Factors and Ergonomics Association/14th Triennial Congress of the International Ergonomics Association*. 2000.
4. Global Status Report On Road Safety 2013 : supporting a decade of action. *World Health Organization* 2013.
5. Jatanthi D, Bommy M. Vision-based Real-time Driver Fatigue Detection System for Efficient Vehicle Control. *International Journal of Engineering and Advanced Technology* 2012;2(1):238-42.
6. Madeley P, Hulley JL, Wildgust H, Mindham RH. Parkinson's disease and driving ability. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1990;53(7):580-2.
7. De Lau LM, Breteler MM. Epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet Neurol*. 2006;5(6):525-35.
8. Chaudhuri KR, Schapira AH. Non-motor symptoms of Parkinson's disease: dopaminergic pathophysiology and treatment *Lancet Neurol*. 2009;8(5):464-74.
9. Chaudhuri KR, Healy DG, Schapira AH. Non-motor symptoms of parkinson's disease: diagnosis and management. *lancet Neurol*. 2006;5:235-45.
10. Tabassi SA, Sepanlou SG, Lofti J. Acquired Color Vision Deficiency in Parkinson's Disease *Acta Medica Iranica*. 2003;41(3):143-6.
11. Birch J, Kolle RU, Munkel M, Paulus W, Upadhyay P. Acquired colour deficiency in patients with Parkinson's disease *Vision Research* 1997;38:3421-6.
12. Pieri V, Diederich NJ, Raman R, Goetz CG. Decreased color discrimination and contrast sensitivity in Parkinson's disease. *Journal of The Neurological Science*. 2000;172:7-11.
13. Matsumoto H, Terao Y, Furubayashi T, Yigeta A, Fukuda H, Emoto M, et al. Small Saccades Restrict Visual Scanning Area in Parkinson's Disease. *Movement Disorders*. 2011;26:1619-26.
14. Bloxham CA, Dick DJ, Moore M. Reaction times and attention in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1987;50(9):1178-83.

15. Berry EL, Nicolson RI, Foster JK, Behrmann M, Sagar HJ. Slowing of reaction time in Parkinson's disease: the involvement of the frontal lobes. *Neuropsychologia*. 1999;37(7):787-95.
16. Crizzle AM, Myers AM. Examination of naturalistic driving practices in drivers with Parkinson's disease compared to age and gender-matched controls. *Accid Anal Prev*. 2013;50:724-31.
17. McLay P. The parkinsonian and driving. *Int Disabil Stud*. 1989;11(1):50-1.
18. Adler G, Rottunda S, Dysken M. The older driver with dementia: an updated literature review. *Journal of safety research*. 2005;36(4):399-407.
19. Wood JM, Worringham C, Kerr G, Mallon K, Silburn P. Quantitative assessment of driving performance in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005;76(2):176-80.
20. Borromei A, Caramelli R, Chierigatti G, d'Orsi U, Guerra L, Lozito A, et al. Ability and fitness to drive of Parkinson's disease patients. *Funct Neurol*. 1999;14(4):227-34.

Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ (ระบุชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง ชื่อวารสาร ปี เล่มที่ เลขที่ และหน้า) หรือผลงานตามที่คาดไว้ในสัญญาโครงการ

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ

- Jitkrisadakul O, Bhidayasiri R. Physicians' role in the determination of fitness to drive in patients with Parkinson's disease: systematic review of the assessment tools and a call for national guidelines. J Clin Mov Disord 2016;3: 14.
- Determining of naturalistic driving ability of Parkinson's disease compared to age-matched controls. (In preparation)
- Postural instability is a predictors for driving cessation among Parkinson's disease drivers: a study of a computer-based 3D driving simulator. (In preparation)

2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1) เชิงพาณิชย์ – อุปกรณ์ต้นแบบที่สามารถต่อยอดในการดำเนินธุรกิจได้ หรือสามารถนำไปใช้ในการทดสอบการขับขี่ของผู้ป่วยโรคอื่นและผู้สูงอายุได้
- 2) เชิงนโยบาย – อุปกรณ์ช่วยส่งเสริมงานวิจัยด้านการขับขี่รถยนต์ให้มีความปลอดภัยที่เป็นรูปธรรม
- 3) เชิงสาธารณะ – อุปกรณ์นำมาร่วมทดสอบด้านการขับขี่รถยนต์ เช่น การร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนในอนาคต
- 4) เชิงวิชาการ – การพัฒนาอุปกรณ์สามารถนำมาใช้ประเมินความพร้อมในการขับขี่รถยนต์และความปลอดภัย ที่สามารถทำเป็นผลงานวิจัยได้

3. อื่นๆ (เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศ การเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ หนังสือ การจดสิทธิบัตร)

- 1) การเสนอวิทยานิพนธ์แบบโปสเตอร์ในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ
  - Determining the driving ability of Parkinson's disease patients and controls by using a computer-based 3D driving simulator. Asean-Oceanian Parkinson and Movement Disorders Conference 2016, Manila, Philippines.
  - Determining of naturalistic driving ability of Parkinson's disease compared to age-matched controls. 22th International Congress of Parkinson's disease and Movement Disorders. MDS congress 2018 (accepted poster)