การศึกษาความสามารถในการขับขี่รถยนต์และพุทธิปัญญาของผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่

นายทฤษฎี เงินสุขไพบูลย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A study on driving ability and cognitive function of older drivers by using driving simulator

Mr. Thitsadee Ngernsukphaiboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Mechanical Engineering
Department of Mechanical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความสามารถในการขับขี่รถยนต์และพุทธิปัญญาของผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่
โดย	นายทฤษฎี เงินสุขไพบูลย์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัณหพศ จันทรานุวัฒน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อังคีร์ ศรีภคากร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัณหพศ จันทรานุวัฒน์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นักสิทธ์ นุ่มวงษ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.ชินะ เพ็ญชาติ)

Chulalongkorn University

ทฤษฎี เงินสุขไพบูลย์ : การศึกษาความสามารถในการขับขี่รถยนต์และพุทธิปัญญาของผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ (A study on driving ability and cognitive function of older drivers by using driving simulator) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.สัณหพศ จันทรานุวัฒน์, 110 หน้า.

ประเทศไทยกำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ เช่นเดียวกับหลายประเทศทั่วโลก การพัฒนาทางด้านการแพทย์และเทคโนโลยีเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้สัดส่วนประชากรผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น และส่งผลให้สัดส่วนของผู้ขับขี่รถยนต์ที่เป็นผู้สูงอายุมีเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ในผู้สูงอายุความสามารถในการขับขี่รถยนต์อาจลดลงได้ โดยเป็นผลมาจากการเสื่อมถอยลงของพุทธิปัญญา ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุเพิ่มสูงขึ้น ในงานวิจัยนี้จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาและความสามารถในการขับขี่ของผู้สูงอายุ โดยจะทำการทดสอบผู้ขับขี่รถยนต์ทั้งวัยผู้ใหญ่ผู้สูงอายุ และผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย การทดสอบพุทธิปัญญาจะใช้แบบทดสอบ The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) ในการจำแนกผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย และแบบทดสอบ Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) ในการประเมินพุทธิปัญญาอย่างละเอียด และทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์โดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ในสถานการณ์จำลองที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นผ่านซอฟต์แวร์ CarnetSoft การทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์จะทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า การควบคุมรถให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า หลังจากนั้นจะนำผลที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่าทักษะต่าง ๆ ในการขับขี่รถยนต์มีความสัมพันธ์มากที่สุดกับพุทธิปัญญาในด้านความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านการบริหารจัดการ และการใส่ใจเชิงซ้อน ตามลำดับ ผลการทดสอบยังสามารถบอกได้อีกว่าในผู้สูงอายุ ผลจากการทดสอบ CANTAB มีความสัมพันธ์กับทุกทักษะในการขับขี่รถยนต์ โดยอายุมีความสัมพันธ์เพียงการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า และการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ในช่องทางเดินรถที่ความเร็วต่ำ ในขณะที่คะแนน MoCA พบความสัมพันธ์เพียงแค่การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าเท่านั้น จากที่กล่าวมาจึงสรุปได้ว่าอายุเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกถึงความสามารถในการขับขี่รถยนต์ได้ จำเป็นต้องใช้แบบทดสอบพุทธิปัญญาเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมที่ผู้สูงอายุจะสามารถขับขี่รถยนต์ได้อย่างปลอดภัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

5770181421 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING
KEYWORDS: COGNITION / DRIVING ABILITY / DRIVING SIMULATOR / OLDER PEOPLE

THITSADEE NGERNSUKPHAIBOON: A study on driving ability and cognitive function of older drivers by using driving simulator. ADVISOR: ASST. PROF. SUNHAPOS CHANTRANUWATHANA, Ph.D., 110 pp.

Thailand is turning into an aging society similar to a number of countries around the world. Because of medical and technological developments, the ratio of older people tends to rise. In general, older people are more susceptible to cognitive deterioration which may be linked to their lower driving ability. As a result, the risk of accidents by older people tend to increase. In this research, the correlation between cognition and the driving ability in adults, older adults and older adults with mild cognitive impairment are considered. The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) was used to screen older adult who has mild cognitive impairment and Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) is used to assess cognition thoroughly. Driving ability was tested by using CarnetSoft driving simulator in various simulated situations. Driving ability can be measured based on various skills: car following, lane keeping, merging, lane changing, and emergency braking. Then the results can be used to find the relationship between cognition and the driving ability in older drivers by using Pearson's correlation. It is found that driving ability has the most correlation with visuoconstructional-perceptual ability, following by executive function and complex attention. Furthermore, CANTAB results have correlation with all driving skills, while age has correlation with car following and lane keeping in low speed only. Moreover, MoCA score has correlation only with car following skill. We may conclude that age only is not a good indicator of driving ability for older drivers. Cognition test is required for analysis of driving ability of older drivers.

Department: Mechanical Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Mechanical Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ และสนับสนุนอย่างดียิ่งของท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัณหพศ จันทรานุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าของท่านเพื่อให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างสูง รวมทั้งคอยดูแล ติดตาม เอาใจใส่ และผลักดัน พร้อมทั้งจัดหาทุน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณท่านประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อังคีร์ ศรีภคากร ท่านกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นักสิทธิ์ นุ่มวงษ์ และท่านกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ดร.ชินะ เพ็ญชาติ ที่กรุณารับเป็นคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และคอยชี้แนะ ให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณแพทย์ นักจิตวิทยา และเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน ณ ศูนย์ฝึกสมอง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งแพทย์หญิงโสพพัทธ์ เหมรัญช์โรจน์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย และคอยสนับสนุน ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา รวมทั้งคอยอำนวยความสะดวก และช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลงานวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกท่านที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในทำการวิจัย และให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งตลอดการทำวิจัย

ขอขอบคุณพี่ น้อง และเพื่อนนิสิตในศูนย์วิจัยยานยนต์และระบบขนส่งอัจฉริยะ เพื่อนนิสิตมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเพื่อนนิสิตสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยสนับสนุน และให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้อง และผู้มีส่วนสนับสนุนอื่น ๆ ทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ คำปรึกษา คำแนะนำ และช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดมา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี และผู้วิจัยจะไม่สามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงลงได้หากปราศจากกำลังใจ และการสนับสนุนส่งเสริมจากบิดา มารดา ในทุก ๆ ด้าน ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ไว้ ณ โอกาสนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 16
1.1 ที่มา และความสำคัญ 16
1.2 วัตถุประสงค์ 19
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 19
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 20
1.5 แผนการดำเนินงาน 20
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 20
บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรม 21
2.1 พุทธิปัญญา 21
2.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาต่อการขับขี่รถยนต์ 22
2.3 การประเมินพุทธิปัญญา 24
2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ 24
2.5 สถานการณ์ที่นำมาใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ 25
2.6 ตัวแปรที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการขับขี่รถยนต์ 26
2.6.1 การควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ (Lane keeping) 26
2.6.2 การขับตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า (Car following) 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.6.3 การเข้าทางร่วมทางหลัก (Merging) 28
2.6.4 การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (Lane changing) 28
2.6.5 การหยุดรถกระทันหัน (Emergency braking) 30
2.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 30
บทที่ 3 การออกแบบการทดสอบ 33
3.1 การทดสอบพุทธิปัญญา 33
3.1.1 Reaction Time (RTI) 34
3.1.2 Rapid Visual Information Processing (RVP) 35
3.1.3 Delayed Matching to Sample (DMS) 35
3.1.4 Attention Switching Task (AST) 36
3.1.5 One Touch Stocking of Cambridge (OTS) 37
3.1.6 Spatial Working Memory (SWM) 37
3.2 การทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์โดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ 39
3.2.1 การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถให้อยู่ในช่องทางทางเดินรถ 39
3.2.2 การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า 42
3.3 กลุ่มตัวอย่าง 45
3.4 การจำแนกผู้ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 46
3.5 ขั้นตอนการทดสอบ 46
3.5.1 ทดลองขับขี่รถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับขี่ 46
3.5.2 ทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับขี่ 46
3.5.3 ทดสอบ MoCA (สำหรับผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป) 47
3.5.4 ทดสอบพุทธิปัญญา 47

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 48
4.1 ผลการทดสอบพุทธิปัญญา 49
4.2 ผลการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ 52
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ 57
4.4 อภิปรายผลการทดสอบ 88
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 93
5.1 สรุปผลการวิจัย 93
5.2 ข้อเสนอแนะ 94
รายการอ้างอิง 96
ภาคผนวก 103
ภาคผนวก ก รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ 104
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 ระดับขั้นสังคมผู้สูงอายุ [2] 16

ตารางที่ 1-2 สัดส่วนประชากรที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไปในประเทศไทย [3] 17

ตารางที่ 1-3 แผนการดำเนินงาน 20

ตารางที่ 2-1 ระดับความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ [51, 52] 30

ตารางที่ 2-2 ตาราง ANOVA 31

ตารางที่ 2-3 ระดับความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 31

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดตัวแปรผลจากชุดทดสอบ CANTAB 38

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดกลุ่มช่วงอายุของผู้ถูกทดสอบ 48

ตารางที่ 4-2 ผลการทดสอบพุทธิปัญญา แบ่งตามกลุ่มอายุ 50

ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ แบ่งตามกลุ่มอายุ 52

ตารางที่ 4-4 ผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า แบ่งตามกลุ่มอายุ 53

ตารางที่ 4-5 ผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก แบ่งตามกลุ่มอายุ 54

ตารางที่ 4-6 ผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ แบ่งตามกลุ่มอายุ 56

ตารางที่ 4-7 ผลการทดสอบการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า แบ่งตามกลุ่มอายุ 56

ตารางที่ 4-8 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ (SD Lateral position) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 58

ตารางที่ 4-9 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (Coherence) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 60

หน้า

ตารางที่ 4-10 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (Mean Time headway) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 61

ตารางที่ 4-11 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (SD Time headway) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย..... 62

ตารางที่ 4-12 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (ld) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย..... 64

ตารางที่ 4-13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (fd) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย..... 65

ตารางที่ 4-14 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก (Minimum Time headway, 1/Minimum Time to collision) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย..... 66

ตารางที่ 4-15 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถเดียวกัน (li) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย..... 68

ตารางที่ 4-16 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินด้านข้าง (ld) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย..... 69

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ตารางที่ 4-17 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินด้านข้าง (fd) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 70

ตารางที่ 4-18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (Minimum Time headway, 1/Minimum Time to collision) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 71

ตารางที่ 4-19 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า (Mean Time to max brake) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 72

ตารางที่ 4-20 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ (SD Lateral position) รวมทุกกลุ่มอายุ 73

ตารางที่ 4-21 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (Coherence) รวมทุกกลุ่มอายุ 75

ตารางที่ 4-22 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (Mean Time headway) รวมทุกกลุ่มอายุ 76

ตารางที่ 4-23 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (SD Time headway) รวมทุกกลุ่มอายุ 77

ตารางที่ 4-24 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (ld) รวมทุกกลุ่มอายุ 79

ตารางที่ 4-25 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (fd) รวมทุกกลุ่มอายุ 80

ตารางที่ 4-26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก (Minimum Time headway, 1/Minimum Time to collision) รวมทุกกลุ่มอายุ 81

หน้า

ตารางที่ 4-27 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถเดียวกัน (li) รวมทุกกลุ่มอายุ 83

ตารางที่ 4-28 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินด้านข้าง (ld) รวมทุกกลุ่มอายุ 84

ตารางที่ 4-29 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินด้านข้าง (fd) รวมทุกกลุ่มอายุ 85

ตารางที่ 4-30 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (Minimum Time headway, 1/Minimum Time to collision) รวมทุกกลุ่มอายุ 86

ตารางที่ 4-31 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า (Mean Time to max brake) รวมทุกกลุ่มอายุ 87

ตารางที่ 4-32 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบ MoCA 88

ตารางที่ 4-33 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างอายุ คะแนน MoCA ผล CANTAB และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 90

ตารางที่ 4-34 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างอายุ ผล CANTAB และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ รวมทุกกลุ่มอายุ 91

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดเครื่องเครื่องพิวเตอร์สำหรับประมวลผลเครื่องจำลองการขับขี่ 105

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2-1 รถยนต์รอบข้างในสถานการณ์การเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ... 29

รูปที่ 2-2 ตัวแปรที่ใช้คำนวณ Time headway และ Time to collision ของรถยนต์สองคันที่วิ่งตามกัน ... 29

รูปที่ 3-1 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ RTI (Simple) ... 34

รูปที่ 3-2 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ RTI (Choice) ... 34

รูปที่ 3-3 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ RVP ... 35

รูปที่ 3-4 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ DMS ... 35

รูปที่ 3-5 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ AST (Which DIRECTION?) ... 36

รูปที่ 3-6 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ AST (Which SIDE?) ... 36

รูปที่ 3-7 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ OTS ... 37

รูปที่ 3-8 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ SWM ... 37

รูปที่ 3-9 เส้นทางที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ ... 40

รูปที่ 3-10 หน้าจอแสดงผลกลางของเครื่องจำลองการขับขี่ในสถานการณ์การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถให้อยู่ในช่องทางเดินรถ ... 40

รูปที่ 3-11 รูปแบบความเร็วของรถยนต์คันด้านหน้าในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ ... 41

รูปที่ 3-12 เส้นทางที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์เข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า ... 43

รูปที่ 3-13 หน้าจอแสดงผลกลางของเครื่องจำลองการขับขี่ในขณะที่กำลังจะเข้าสู่ทางหลัก ... 43

รูปที่ 3-14 สภาพการจราจรในสถานการณ์การเข้าทางร่วมทางหลัก ... 43

รูปที่ 3-15 หน้าจอแสดงผลกลางของเครื่องจำลองการขับขี่ในขณะที่กำลังเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ... 44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

รูปที่ 3-16 สภาพการจราจร ในสถานการณ์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ 44

รูปที่ 3-17 หน้าจอแสดงผลกลางของเครื่องจำลองการขับขี่ในขณะที่มีรถยนต์ออกมาตัดหน้า 44

รูปที่ ก-1 เครื่องจำลองการขับขี่ 106

รูปที่ ก-2 หน้าจอแสดงผล เครื่องจำลองการขับขี่ 106

รูปที่ ก-3 หน้าจอสัมผัส และปุ่มกด สำหรับ CANTAB 108

รูปที่ ก-4 แบบทดสอบ MoCA 109

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญ

ในปัจจุบัน สัดส่วนประชากรผู้สูงอายุในหลาย ๆ ประเทศมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น และเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นผลมาจากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การพัฒนาทางด้านการแพทย์ และเทคโนโลยีต่าง ๆ มีการพัฒนาที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การสาธารณะสุขนั้นดีมากขึ้น ทำให้การรักษาโรคต่าง ๆ ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ส่งผลให้ประชากรมีอายุยืนมากขึ้น [1] โดยองค์การสหประชาชาติได้นิยามเกี่ยวกับระดับของสังคมผู้สูงอายุไว้ดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 ระดับขั้นสังคมผู้สูงอายุ [2]

	สัดส่วนประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ต่อประชากรทั้งหมด	**สัดส่วนประชากรที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ต่อประชากรทั้งหมด**
ระดับการก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society)	มากกว่าร้อยละ 10	มากกว่าร้อยละ 7
ระดับสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged Society)	มากกว่าร้อยละ 20	มากกว่าร้อยละ 14
ระดับสังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มที่ (Super-aged Society)	-	มากกว่าร้อยละ 20

ประเทศไทยจัดว่าเป็นหนึ่งในประเทศที่กำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเช่นกัน จากการคาดการณ์ประมาณจำนวนประชากรในอนาคตของประเทศไทย [3] พบว่าประเทศไทยมีแนวโน้มที่สัดส่วนประชากรผู้สูงอายุจะเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1-2 จะเห็นได้ว่าปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในระดับก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแล้ว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จะเข้าสู่ระดับสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ ในปี พ.ศ. 2565 และจะเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มที่ในปี พ.ศ. 2575 [2]

สัดส่วนของประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้สัดส่วนของผู้ขับขี่รถยนต์ที่เป็นผู้สูงอายุมีเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการดูแลความปลอดภัยของการเดินทางบนท้องถนนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรได้รับการศึกษา และได้รับการวางแผนรองรับอย่างเร่งด่วน เพราะในประเทศที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุนั้นพบว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทางถนนโดยมีสาเหตุจากผู้สูงอายุนั้นมีเพิ่มมากขึ้น ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นประเทศที่เข้าสู่ระดับสังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มที่เป็นประเทศแรกในโลก พบว่าอุบัติเหตุที่

เกิดขึ้นทางถนนโดยมีสาเหตุจากผู้สูงอายุนั้นมีมากกว่าร้อยละ 40 ของอุบัติเหตุทั้งหมดที่เกิดขึ้น ซึ่งนับว่าสูงมากเมื่อเทียบกับกลุ่มอายุอื่น ๆ [4]

ตารางที่ 1-2 สัดส่วนประชากรที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไปในประเทศไทย [3]

ปี	จำนวนประชากรทั้งหมด	จำนวนประชากรที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป	สัดส่วนประชากรที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไปต่อประชากรทั้งหมด
2548	62,418,000	4,370,000	7%
2559	65,323,000	7,204,000	11%
2565	66,210,000	9,325,000	14%
2575	65,923,000	13,512,000	20%

ในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลกได้มีการศึกษาวิธีการต่าง ๆ นอกเหนือจากการทดสอบขับขี่รถยนต์ เพื่อคัดกรองผู้สูงอายุที่มีความพร้อมในการขับขี่ไม่เพียงพอเมื่อต่ออายุใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ เช่น การบรรยาย อบรม และการทดสอบความถนัดในการขับขี่รถยนต์ [5] ทดสอบสายตาการมองเห็น [6] ตรวจสุขภาพร่างกายโดยแพทย์ [7, 8] เป็นต้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ดี เรายังไม่อาจบอกได้ว่าการคัดกรอง ๆ นี้มีผลทำให้จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นลดลง จึงอาจบอกได้ว่าวิธีการเหล่านี้ยังไม่เพียงพอในการคัดกรองผู้สูงอายุที่มีความสามารถในการขับขี่ไม่เพียงพอ [5]

จากการค้นคว้างานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการขับขี่รถยนต์ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลถึงความสามารถในการขับขี่นั้นได้แก่ ประสาทสัมผัส (Sensory) สมรรถภาพทางกาย (Physical ability) และพุทธิปัญญา (Cognition) [9, 10] ซึ่งพุทธิปัญญานั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้ขับขี่เข้าใจและรับรู้ถึงสมรรถนะที่จะขับขี่รถยนต์ได้อย่างปลอดภัยของตนเอง และจะส่งผลถึงพฤติกรรมในการขับขี่รถยนต์ [9]

พุทธิปัญญานั้นเป็นกระบวนการสำคัญที่คอยรับรู้ จัดการ และตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ โดยประกอบไปด้วยการทำงานหลัก 6 ส่วน ได้แก่ การใส่ใจเชิงซ้อน (Complex attention), ความสามารถด้านการบริหารจัดการ (Executive function), การเรียนรู้และความจำ (Learning and Memory), การใช้ภาษา (Language), ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ (Visuoconstructional-perceptual ability) และความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับสังคมรอบตัว (Social cognition) ซึ่งจะส่งผลต่อพฤติกรรมต่าง ๆ ของแต่ละบุคคล [11-13] และอาจรวมถึงความสามารถในการขับขี่รถยนต์ด้วย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาที่มีต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์จึงมีความสำคัญ เพราะโดยทั่วไปแล้ว ผู้สูงอายุมักจะมีพุทธิปัญญาที่เสื่อมถอยลง ซึ่งพบมากในผู้สูงอายุโดยมีสาเหตุมาจากสมองไม่ได้รับการกระตุ้น โดยการคิด หรือทำสิ่งใหม่ ๆ หรืออาจเกิดจากโรคต่าง ๆ เช่น โรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือดสมอง เป็นต้น [13, 14] การเสื่อมถอยของพุทธิปัญญาส่งผลให้ผู้สูงอายุนั้นมีความสามารถในการขับขี่รถยนต์ลดลง หรือมีความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดพลาดในการขับขี่รถยนต์มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ [4, 5, 9, 10, 15-23] นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ข้างต้นอาจทำให้ทราบถึงแนวทาง ที่จะฝึกฝนผู้ขับขี่ หรือพัฒนาระบบช่วยเหลือต่าง ๆ เพื่อมาช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ต่อไป

ในงานวิจัยต่าง ๆ ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาและความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในผู้สูงอายุ และผู้ที่มีความผิดปกติทางสมองนั้น สรุปผลออกมาในแนวทางคล้ายกัน คือ พุทธิปัญญามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการขับขี่รถยนต์ โดยมีแนวโน้มที่ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์นั้นมีจะผลต่อความสามารถในการขับขี่มากที่สุด ถัดมาคือการใส่ใจเชิงซ้อน โดยที่พุทธิปัญญาด้านอื่น ๆ จะมีผลบ้างเล็กน้อย [9, 10, 22-24] และถึงแม้ว่าผู้ที่ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ดี แต่ถ้าหากพุทธิปัญญาด้านอื่นไม่ดีพออาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ความสามารถในการขับขี่ไม่เพียงพอที่จะขับขี่รถยนต์ได้อย่างปลอดภัย [25]

จากที่กล่าวมา จะเห็นว่าพุทธิปัญญานั้นมีผลต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ แต่การทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ภายในงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับพุทธิปัญญานั้น มีความแตกต่างกับงานวิจัยที่ศึกษาเพียงความสามารถในการขับขี่รถยนต์เพียงอย่างเดียว การทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับพุทธิปัญญานั้น ศึกษาเพียงแค่การขับขี่รถยนต์ภายใต้สภาพการจราจรทั่วไป เช่น การขับขี่รถยนต์ภายในเมือง หรือชานเมือง เป็นต้น แต่ในการศึกษาความสามารถในการขับขี่รถยนต์อย่างละเอียดนั้นมักจะพบว่าจะศึกษาแยกลงไปในแต่ละทักษะในการขับขี่รถยนต์ต่าง ๆ เช่น การเข้าทางร่วมทางหลัก หรือการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ [26] การขับรถตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า [27-29] เป็นต้น

ทักษะในการขับขี่รถยนต์ที่แตกต่างกัน อาจใช้พุทธิปัญญาคนละส่วนกัน เช่น การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าอาจใช้การใส่ใจเชิงซ้อนเป็นหลัก หรือในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์อาจมีผลมาก เป็นต้น ดังนั้นการแยกย่อยพิจารณาในแต่ละทักษะน่าจะทำให้ศึกษาได้ลึกมากขึ้น และสามารถทำความเข้าใจต่อความสัมพันธ์ของพุทธิปัญญาที่มีต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ได้ดียิ่งขึ้น [30]

ในงานวิจัยนี้จะหาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาและความสามารถในการขับขี่รถยนต์ของผู้สูงอายุ โดยทำการทดสอบพุทธิปัญญาโดยใช้แบบทดสอบ Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) และใช้เครื่องจำลองการขับขี่บนซอฟต์แวร์ CarnetSoft ทดสอบ

ความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาการขับขี่รถยนต์ในแต่ละทักษะ จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์กันระหว่างพุทธิปัญญาและความสามารถในการขับขี่รถยนต์ โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

1.2 วัตถุประสงค์

1. ออกแบบ และพัฒนาสถานการณ์จำลองที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ภายในเครื่องจำลองการขับขี่
2. ทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ และพุทธิปัญญา ในกลุ่มช่วงอายุต่าง ๆ
3. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. เครื่องจำลองการขับขี่ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์จะใช้ซอฟต์แวร์ CarnetSoft
2. ออกแบบ และพัฒนาสถานการณ์จำลองภายใต้ทักษะ การควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า
3. ในการทดสอบพุทธิปัญญาจะใช้ซอฟต์แวร์ Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)
4. กลุ่มตัวอย่างจะแบ่งเป็น กลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปี, กลุ่มที่มีอายุระหว่าง 30 ถึง 45 ปี, กลุ่มที่มีอายุระหว่าง 45 ถึง 60 ปี, กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี, และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย
5. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างรวมทุกช่วงอายุทั้งหมดอย่างน้อย 50 คน
6. ในการจำแนกผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยออกจากกลุ่มผู้สูงอายุปกติ จะใช้แบบทดสอบ the Montreal Cognitive Assessment (MoCA)
7. หาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่ โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. รวบรวมข้อมูล และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบการทดสอบ และพัฒนาสถานการณ์ที่ใช้ในเครื่องจำลองการขับขี่
3. ทำการทดสอบเบื้องต้น
4. แก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องจำลองการขับขี่
5. ทำการทดสอบ
6. วิเคราะห์ผลการทดสอบ
7. สรุปผล และจัดทำเอกสาร

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1-3 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2557		2558												2559			
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. รวบรวมข้อมูล และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	■	■	■	■	■	■	■											
2. ออกแบบการทดสอบ และพัฒนาสถานการณ์ที่ใช้ในเครื่องจำลองการขับขี่	■	■	■	■	■	■												
3. ทำการทดสอบเบื้องต้น		■	■		■	■												
4. แก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องจำลองการขับขี่				■	■	■	■	■										
5. ทำการทดสอบ								■	■	■	■	■	■	■				
6. วิเคราะห์ผลการทดสอบ		■	■		■	■					■	■	■	■	■	■	■	
7. สรุปผล และจัดทำเอกสาร			■		■								■	■	■	■	■	■

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สถานการณ์จำลองที่ออกแบบ และพัฒนาขึ้น สามารถใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ภายในเครื่องจำลองการขับขี่ได้
2. ได้รับผลการทดสอบพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ และทราบถึงความแตกต่างในแต่ละช่วงอายุ
3. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในแต่ละสถานการณ์

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรม

ในงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของพุทธิปัญญาต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ โดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบโดยวิธีการทางสถิติกับผลที่ได้จากการประเมินพุทธิปัญญา ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึง พุทธิปัญญา, การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาต่อการขับขี่รถยนต์, การประเมินพุทธิปัญญา, เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์, สถานการณ์ที่นำมาใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์, ตัวแปรที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการขับขี่รถยนต์ และการหาความสัมพันธ์ทางสถิติ

2.1 พุทธิปัญญา

พุทธิปัญญา (Cognition) คือ กระบวนการรับรู้ และจัดการกับข้อมูล หรือสิ่งเร้าจากภายในและสิ่งเร้าจากภายนอก เพื่อตอบสนองอย่างเหมาะสม โดยพุทธิปัญญามีองค์ประกอบหลักซึ่งคอยทำงานร่วมกันดังนี้ [11-13]

1. การใส่ใจเชิงซ้อน (Complex attention)
2. ความสามารถด้านการบริหารจัดการ (Executive function)
3. การเรียนรู้และความจำ (Learning and Memory)
4. การใช้ภาษา (Language)
5. ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ (Visuoconstructional-perceptual ability)
6. ความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับสังคมรอบตัว (Social cognition)

พุทธิปัญญาอาจมีการเสื่อมถอยลง ซึ่งพบมากในผู้สูงอายุ โดยมีสาเหตุมาจากสมองไม่ได้รับการกระตุ้น โดยการคิด หรือทำสิ่งใหม่ ๆ หรืออาจมีสาเหตุจากโรคต่าง ๆ เช่น โรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือดสมอง เป็นต้น ผู้ที่มีพุทธิปัญญาเสื่อมถอยลงสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ [14]

1. ภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย (Mild Cognitive Impairment)

   ผู้ที่จัดอยู่ในภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย หรือ MCI คือ ผู้ที่มีพุทธิปัญญาเสื่อมถอยลงไม่ว่าด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งจะสามารถสังเกตุเห็นการเปลี่ยนแปลง หรือการเสื่อมถอยลงได้ชัดเจน แต่ยังไม่มากพอที่จะมีผลกระทบต่อการใช้ชีวิต เช่น หาสิ่งของที่ต้องการไม่เจอ มีสมาธิจดจ่อกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งลดลง แต่สามารถทำกิจวัตรประจำวัน และดูแลตนเองได้เป็นปกติ

2. ภาวะสมองเสื่อม (Dementia)

ผู้ที่เข้าข่ายเป็นภาวะสมองเสื่อม คือ ผู้ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย แต่มีความบกพร่องของพุทธิปัญญาเพิ่มมากขึ้น จนมีผลกระทบต่อความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน และต้องการความช่วยเหลือในการดูแลจากผู้อื่น

2.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาต่อการขับขี่รถยนต์

ในผู้สูงอายุอาจมีความสามารถในการขับขี่รถยนต์ลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการเสื่อมถอยลงของพุทธิปัญญา ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุเพิ่มสูงขึ้น [4, 5, 9, 10, 15-23] จึงได้มีการศึกษาวิจัยถึงความสัมพันธ์ของพุทธิปัญญาที่มีต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ โดยมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจถึงต้นเหตุของความสามารถในการขับขี่รถยนต์ที่ลดลงอันเป็นผลมาจากการทำงานของสมองที่เสื่อมถอยลง และศึกษาถึงความสามารถที่จะขับขี่ได้อย่างปลอดภัยในผู้สูงอายุรวมทั้งผู้ที่เป็นภาวะสมองเสื่อม หรือมีความผิดปกติทางสมองอื่น ๆ

จากการค้นคว้างานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพุทธิปัญญาต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์พบว่าขั้นตอนในการศึกษามีลักษณะคล้ายกันคือ ประเมินพุทธิปัญญาและประเมินความสามารถในการขับขี่รถยนต์ แล้วจึงนำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์กัน [9, 10, 15, 18-25, 31, 32] โดยในส่วนของการประเมินพุทธิปัญญานั้นจะทดสอบเกือบทุกด้านของพุทธิปัญญาเหมือนกัน โดยมีความแตกต่างกันในแต่ละงานวิจัยเล็กน้อย แต่การทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์นั้นค่อนข้างจะมีความแตกต่างกันในแต่ละงานวิจัยพอสมควร

การทดสอบ และประเมินความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในแต่ละงานวิจัยนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งการศึกษาจากรายงานอุบัติเหตุที่ผ่านมา [16] การใช้เครื่องจำลองการขับขี่ในการทดสอบและนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ และประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ หรืออาจให้คะแนนในระหว่างการทดสอบ [18, 19, 30-34] การทดสอบขับขี่รถยนต์บนถนนจริงโดยมีผู้เชี่ยวชาญคอยสังเกตการณ์ และให้คะแนนระหว่างการขับขี่ [20, 21, 23, 24] เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการรวบรวมงานวิจัยต่าง ๆ ที่ทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ และทดสอบพุทธิปัญญาในแต่ละด้าน และนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญากับความสามารถในการขับขี่รถยนต์ [9, 10, 22]

ผลการวิจัยที่ผ่านมานั้นมีลักษณะคล้ายกันคือ มีแนวโน้มที่ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์นั้นจะมีผลต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์มากที่สุด ถัดมาคือการใส่ใจเชิงซ้อน โดยที่พุทธิปัญญาด้านอื่น ๆ จะมีผลบ้างเล็กน้อย [9, 10, 22-24] และถึงแม้ว่าผู้ที่ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ดี แต่ถ้าหากพุทธิปัญญาด้านอื่นไม่ดีพออาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ความสามารถในการขับขี่ไม่เพียงพอที่จะขับขี่รถยนต์ได้อย่างปลอดภัย [25]

การทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ ในงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์นั้น ยังอาจไม่ละเอียดเพียงพอ เพราะศึกษาเพียงแค่การขับขี่รถยนต์ภายใต้สภาพการจราจรทั่วไป เช่น การขับขี่รถยนต์ภายในเมือง หรือชานเมือง เป็นต้น โดยที่ไม่ได้ทำการศึกษาแยกลงไปในทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการขับขี่รถยนต์ในชีวิตประจำวัน เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ศึกษาเฉพาะเพียงความสามารถในการขับขี่รถยนต์เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีพุทธิปัญญาเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งจะศึกษาความสามารถในการขับขี่รถยนต์อย่างละเอียด โดยศึกษาแยกในแต่ละทักษะในการขับขี่รถยนต์ เช่น การเข้าทางร่วมทางหลัก หรือการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ [26] การขับรถตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า [27-29] เป็นต้น

การขับขี่รถยนต์ในชีวิตประจำวันอาจมีสถานการณ์ต่าง ๆ ให้พบเจอ และการขับขี่รถยนต์ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน อาจใช้ทักษะในการขับขี่รถยนต์ และพุทธิปัญญาคนละส่วนกัน เช่น การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าต้องใช้การใส่ใจเชิงซ้อนเป็นหลัก หรือในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์จะมีผลมาก เป็นต้น ดังนั้นการแยกย่อยพิจารณาในแต่ละทักษะต่าง ๆ อาจทำให้ศึกษาได้ลึกมากขึ้น และสามารถทำความเข้าใจต่อความสัมพันธ์ของพุทธิปัญญาที่มีต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ได้ดียิ่งขึ้น [30]

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในกลุ่มอายุอื่น ๆ นอกเหนือจากผู้สูงอายุ อาจทำให้วิเคราะห์ผลได้ดียิ่งขึ้น เพราะงานวิจัยที่ศึกษาพุทธิปัญญาและความสามารถในการขับขี่รถยนต์โดยมากนั้นศึกษาเฉพาะเพียงผู้สูงอายุเท่านั้น มีเพียงส่วนน้อยที่ศึกษาในกลุ่มที่อายุน้อยกว่า 60 ปีด้วย แต่ในงานวิจัยที่ศึกษาเฉพาะพุทธิปัญญาบางส่วนนั้น มีการศึกษาเปรียบเทียบตั้งแต่ผู้ที่มีอายุ 20 ปี ไปจนถึงผู้สูงอายุ ซึ่งผลที่ได้นั้นมีความแตกต่างในแต่ละช่วงอายุ [35, 36] ด้วยเหตุนี้ ถ้าหากทำการทดสอบกลุ่มอายุอื่น ๆ นอกเหนือจากผู้สูงอายุ อาจทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนไปของความสามารถในการขับขี่ และพุทธิปัญญา ในช่วงอายุก่อนหน้าทั้งวัยรุ่น และวัยทำงาน ซึ่งอาจบอกได้ถึงช่วงอายุที่เริ่มมีการเสื่อมถอยลงของพุทธิปัญญา หรือความสามารถในการขับขี่รถยนต์ นอกเหนือจากกลุ่มผู้สูงอายุ และผู้ที่มีความผิดปกติทางสมอง

2.3 การประเมินพุทธิปัญญา

ในการประเมินพุทธิปัญญาเบื้องต้นนั้น นอกจากการวินิจฉัยโดยแพทย์แล้ว ยังมีการใช้แบบทดสอบเข้ามาช่วย เพื่อความสะดวก และแม่นยำยิ่งขึ้น ในการวินิจฉัยความผิดปกติของสมองหรือพุทธิปัญญา เช่น Montreal Cognitive Assessment (MoCA) หรือ Mini-Mental State Examination (MMSE) เป็นต้น ซึ่งใช้เวลาในการทดสอบน้อย และสามารถบอกถึงความผิดปกติของพุทธิปัญญาได้เบื้องต้น หรือคัดกรองผู้ที่มีความผิดปกติทางสมองได้ อย่างไรก็ตาม แบบทดสอบเบื้องต้นนี้ ยังไม่สามารถวิเคราะห์พุทธิปัญญาได้อย่างละเอียดมากนัก ซึ่งจำเป็นต้องใช้แบบทดสอบที่มีความซับซ้อนขึ้น

การประเมินพุทธิปัญญาอย่างละเอียดในแต่ละส่วนนั้น จะมีแบบทดสอบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งวิจัย และพัฒนาขึ้นมาโดยแตกต่างกัน ดังนั้นแบบทดสอบต่าง ๆ จะมีวิธีการ วัตถุประสงค์ และผลการประเมินที่แตกต่างกัน เพื่อประเมินพุทธิปัญญาเชิงลึกตามแต่จุดมุ่งหมายของแต่ละงานวิจัย หรือตามแต่เป้าหมายของการวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ ซึ่งมีแบบทดสอบต่าง ๆ มากมายให้เลือกใช้ เช่น Paper folding test [23], Trail Making test part A [15, 37] และ Trail Making test part B [15, 37] เป็นต้น [9, 22]

การประเมินพุทธิปัญญาในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขับขี่รถยนต์นั้น มักจะทำการทดสอบพุทธิปัญญาในเกือบทุก ๆ ด้าน โดยเน้นที่ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์, ความสามารถด้านการบริหารจัดการ, การใส่ใจเชิงซ้อน และการเรียนรู้และความจำเป็นหลัก แต่แบบทดสอบที่ใช้นั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละงานวิจัย ซึ่งเป็นผลมาจากแบบทดสอบที่มีให้เลือกใช้มากมาย และขึ้นอยู่กับแต่ละงานวิจัยว่าให้ความสำคัญกับพุทธิปัญญาในส่วนใด [9, 10, 15, 18-23, 25, 30-34]

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์

ในการประเมินความสามารถในการขับขี่รถยนต์นั้น มักจะมีการวิเคราะห์ และให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และประเมินนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลผ่านกล่องควบคุมของรถยนต์ หรือใช้สัญญาณดาวเทียมเก็บข้อมูลความเร็ว ความเร่งของรถยนต์ เป็นต้น แต่วิธีที่ได้รับความนิยมนั้นได้แก่ การทดสอบขับรถยนต์จริง โดยมีผู้เชี่ยวชาญนั่งสังเกตุการณ์พร้อมทั้งให้คะแนนไปด้วย [10, 20, 23, 24, 34] และการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญในภายหลัง [4, 18, 19, 31, 32, 34] ซึ่งต่างก็มีข้อดี ข้อเสียต่างกัน

การใช้เครื่องจำลองการขับขี่เป็นทางเลือกอันดับต้น ๆ ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ โดยข้อได้เปรียบของเครื่องจำลองการขับขี่มีดังนี้ การทดสอบการขับขี่ด้วยรถยนต์จริงบนถนนจริงนั้นมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุได้ ต่างจากการใช้เครื่องจำลองการขับขี่ ที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายใด ๆ ทั้งสิ้น เมื่อผู้ขับขี่ทำผิดพลาดหรือเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งจะทำให้ผู้ทดสอบไม่เกิดความเครียดขณะทดสอบมากนัก อีกทั้งยังใช้งบน้อยกว่าการทดลองบนถนนจริง ซึ่งสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทดลองได้อีกด้วย อีกเหตุผลหนึ่งที่สำคัญคือเครื่องจำลองการขับขี่สามารถควบคุมการทดลองให้เหมือนกันในทุก ๆ ครั้งได้ โดยคอมพิวเตอร์สามารถเก็บข้อมูลได้แน่นอน แม่นยำกว่าการใช้คนสังเกตุและให้คะแนน และในปัจจุบัน เทคโนโลยีในด้านการจำลองการขับขี่ด้วยโปรแกรมการจำลองการขับขี่ ร่วมกับชุดอุปกรณ์ต่างๆได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้มีความคล้ายคลึงกับการขับขี่ด้วยรถยนต์จริงบนถนนจริงมาก [34]

ผลที่ได้จากการประเมินความสามารถในการขับขี่รถยนต์โดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่ในการทดสอบนั้น สามารถอ้างอิงถึงผลที่ได้จากการทดสอบจริงบนถนนได้ โดยมีงานวิจัยที่ทำการทดสอบและศึกษาเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์โดยการใช้เครื่องจำลองการขับขี่ และการทดสอบบนถนนจริง ซึ่งทดสอบโดยการให้คะแนนในหัวข้อต่าง ๆ ขณะขับขี่รถยนต์ เช่น การขับรถยนต์เข้า-ออกทางแยก หรือวงเวียน เป็นต้น และนำมาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์กัน ซึ่งได้ค่า R^2 = 0.657 และสามารถสรุปได้ว่าผลที่ได้จากเครื่องจำลองการขับขี่นั้น มีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการทดสอบขับขี่บนถนนจริง และมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน สามารถนำผลที่ได้จากการใช้เครื่องจำลองการขับขี่ มาอ้างอิงถึงความสามารถในการขับขี่บนถนนจริงได้ [34]

2.5 สถานการณ์ที่นำมาใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์

การขับขี่รถยนต์ในชีวิตประจำวันจะต้องพบเจอกับสถานการณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ หรือมีรถยนต์ตัดหน้ากระทันหัน เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยก่อนหน้าที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์นั้น ศึกษาเพียงแค่การขับขี่รถยนต์ภายใต้สภาพการจราจรทั่วไป เช่น การขับขี่รถยนต์ภายในเมือง หรือชานเมือง เป็นต้น โดยที่ไม่ได้ทำการศึกษาแยกลงไปในทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ในการขับขี่รถยนต์ในชีวิตประจำวัน และทักษะในการขับขี่รถยนต์ที่แตกต่างกัน อาจใช้พุทธิปัญญาคนละส่วนกัน เช่น การขับขี่ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้าอาจต้องใช้พุทธิปัญญาด้านการใส่ใจเชิงซ้อนเป็นหลัก หรือการเปลี่ยนช่องทางเดินรถอาจต้องใช้พุทธิปัญญาในด้านความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์และความสามารถในการบริหารจัดการ เป็นต้น ดังนั้นการแยกย่อยพิจารณาในแต่ละทักษะอาจทำให้ศึกษาได้ลึกมากขึ้น และสามารถทำความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น [30]

ทักษะที่นำมาใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในงานวิจัยนี้จะถูกคัดเลือกมาจากสถานการณ์ที่พบการเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง จากสถิติคดีอุบัติเหตุการจราจรทางบก พ.ศ. 2549-2556 ทั้งในกรุงเทพมหานคร และทั่วราชอาณาจักรไทย [38, 39] และรายงานของ National Highway Traffic Safety Administration (USA) [40] พบว่าสาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุดคือ การขับรถตัดหน้ากระชั้นชิด การขับรถตามกระชั้นชิด และการขับขี่ออกนอกช่องทางเดินรถ

สถานการณ์การขับรถตัดหน้ากระชั้นชิด การขับรถตามกระชั้นชิด และการขับขี่ออกนอกช่องทางเดินรถ จะถูกนำมาใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลองสำหรับใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับขี่ในงานวิจัยนี้ โดยจะแยกย่อยลงไปเพื่อให้ศึกษาได้ลึกมากยิ่งขึ้นดังนี้

1. การขับรถตัดหน้ากระชั้นชิด
    - ทักษะการเข้าทางร่วมทางหลัก
    - ทักษะการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ
    - ทักษะการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า
2. การขับรถตามกระชั้นชิด
    - ทักษะการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า
3. การขับขี่ออกนอกช่องทางเดินรถ
    - ทักษะการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 ตัวแปรที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการขับขี่รถยนต์

การประเมินความสามารถในการขับขี่รถยนต์ มีเกณฑ์การให้คะแนน และประเมินผลต่างกันในแต่ละทักษะ [41] และในทักษะที่แตกต่างกัน จะต้องใช้ตัวแปรที่แตกต่างกันออกไป เพราะว่าในทักษะต่าง ๆ นั้นอาจมีความแตกต่างกัน ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ตัวแปรดังต่อไปนี้

2.6.1 การควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ (Lane keeping)

การควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ เป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการขับขี่รถยนต์ในชีวิตประจำวัน ถ้าหากผู้ขับขี่ไม่สามารถควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถของตัวเองได้ จะมีโอกาสสูงมากที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้จากการออกนอกช่องทางเดินรถ

ตำแหน่งของรถยนต์ในแนวขวาง (Lateral position) เป็นตัวแปรที่ถูกนำมาใช้ในการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ โดย Lateral position จะวัดจาก

กึ่งกลางของช่องทางเดินรถเทียบกับกึ่งกลางของรถยนต์ [33, 42] และเมื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยของ Lateral position จากการขับขี่ในช่วงเวลาหนึ่ง (Mean Lateral position) จะสามารถบอกได้ว่าผู้ขับขี่นั้นมีลักษณะในการขับขี่รถยนต์ค่อนไปทางด้านซ้าย หรือทางด้านขวาของช่องทางเดินรถมากน้อยเท่าใด และถ้าหากคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Lateral position จากการขับขี่ในช่วงเวลาหนึ่ง (SD Lateral position) จะสามารถบอกได้ว่าผู้ขับขี่นั้นมีลักษณะในการขับขี่รถยนต์ส่ายไปมาภายในช่องทางเดินรถมากเพียงใด [33]

2.6.2 การขับตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า (Car following)

การขับตามหลังรถยนต์คันด้านหน้าเป็นสถานการณ์ที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำในการขับขี่รถยนต์ ซึ่งมักจะมีรถยนต์อยู่ด้านหน้าเป็นส่วนมาก โดยอาจเป็นการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้าในสภาพการจราจรทั่วไปภายในเมือง หรืออาจเป็นการขับขี่รถยนต์บนทางหลวง ซึ่งค่อนข้างใช้ความเร็วสูง เป็นต้น [29, 30, 33]

ทักษะการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้านั้น นิยมใช้ความเร็ว และระยะห่างในการการประเมินความสามารถในการขับขี่ โดยรถยนต์ที่วิ่งตามหลังควรใช้ความเร็วที่มีความสอดคล้องกันกับความเร็วของรถยนต์คันด้านหน้า เพื่อเป็นการรักษาระยะห่างให้มีความคงที่ และระยะห่างที่ใช้นั้นไม่ควรมีระยะห่างมากหรือน้อยจนเกินไป [27-29, 43, 44]

ตัวแปรที่ใช้ในการวัดความสัมพันธ์ของความเร็วระหว่างรถยนต์คันด้านหน้า และรถยนต์ที่วิ่งตามหลังคือ Coherence ซึ่งสามารถหาได้จากการนำความเร็วของรถยนต์คันด้านหน้า (v_l) และความเร็วของรถยนต์คันด้านหลัง (v_f) มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แล้วยกกำลังสอง (r^2) [27, 28] โดย Coherence มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งถ้ามีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงความเร็วของรถทั้ง 2 คันเท่ากัน ไม่ว่ารถยนต์คันด้านหน้าจะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วอย่างอย่างไรรถยนต์ที่ตามหลังจะใช้ความเร็วเท่ากับรถยนต์คันด้านหน้าตลอดเวลา โดย Coherence มีค่ามากกว่า 0.8 จึงจะถือว่าขับตามกันได้ดี และจะถือว่าไม่เป็นการขับตามกันถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.3 [27, 28]

การวัดระยะห่างระหว่างรถสองคันนั้น นิยมใช้ตัวแปร Time headway ของรถยนต์คันที่วิ่งตามหลัง [30, 33, 42-44] ซึ่งคำนวณได้จากระยะห่างระหว่างรถยนต์ทั้งสองคัน โดยวัดจากกันชนหน้าของรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้า ถึงกันชนหน้าของรถยนต์ที่อยู่ด้านหลัง (s) และความเร็วของรถยนต์ที่ตามหลัง (v_f) ดังสมการที่ (2-1) และรูปที่ 2-2 โดย Time headway ที่เหมาะสม และปลอดภัยในการขับรถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้านั้น ได้ถูกวิจัยโดยหลาย ๆ ประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว ควรจะมากกว่า 2 วินาที [43, 44] และเมื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย

ของ Time headway จากการขับขี่ในช่วงเวลาหนึ่ง (Mean Time headway) จะสามารถบอกได้ว่าผู้ขับขี่นั้นมีลักษณะในการขับขี่รถยนต์ชิดรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้ามากน้อยเท่าใด และเมื่อคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Time headway จะสามารถบอกได้ว่าผู้ขับขี่นั้นรักษาระยะห่างจากรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าได้คงที่มากเพียงใด

$$Time\ headway = \frac{s}{v_f} \tag{2-1}$$

2.6.3 การเข้าทางร่วมทางหลัก (Merging)

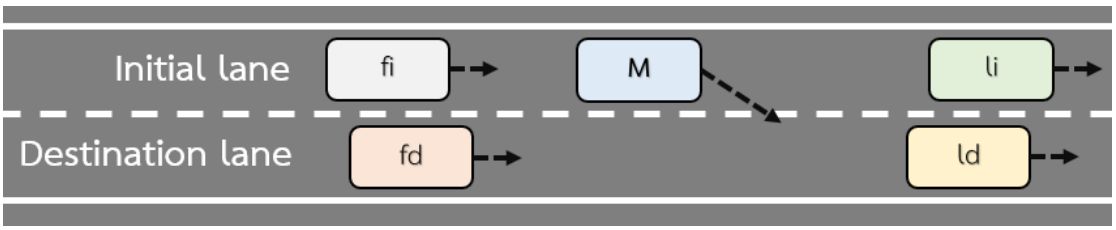
การเข้าทางร่วมทางหลักนั้นเป็นรูปแบบการขับขี่ที่พบได้มากในลักษณะของการขับขี่เข้าสู่เส้นทางจราจรหลัก เช่น การเข้าสู่ทางพิเศษ ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับการขับขี่ที่ใช้ความเร็วค่อนข้างสูง โดยจะเป็นการรอจังหวะที่เหมาะสมเพื่อเร่งความเร็วให้เข้ากับกระแสการจราจร และเปลี่ยนช่องทางเดินรถเข้าสู่เส้นทางหลัก

การเข้าทางร่วมทางหลักนั้น มีลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ซึ่งคือการย้ายจากช่องทางเดียวรถหนึ่ง ไปสู่อีกช่องทางเดินรถหนึ่งด้านข้าง ดังนั้นงานวิจัยต่าง ๆ จึงมักศึกษาทั้งสองกรณีไปพร้อม ๆ กัน เพราะตัวแปรที่ใช้วัดนั้นมีความคล้ายคลึงกันมาก

2.6.4 การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (Lane changing)

การเปลี่ยนช่องทางเดินรถเป็นอีกหนึ่งสถานการณ์ที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำในการขับขี่รถยนต์ในสภาพการจราจรทั่วไป โดยการย้ายจากช่องทางเดินรถหนึ่งไปสู่อีกช่องทางเดินรถหนึ่งด้านข้าง ซึ่งอาจมีจุดมุ่งหมายเพื่อแซง หรือเตรียมตัวที่จะเลี้ยวซ้าย หรือเลี้ยวขวา เป็นต้น จึงเป็นทักษะความสำคัญมากอีกทักษะหนึ่งที่จำเป็นจะต้องปฏิบัติได้เพื่อความปลอดภัยในการขับขี่

การเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถนั้น นอกจากรถยนต์เป้าหมายหรือรถยนต์ของผู้ขับขี่ (M) แล้วจะมีรถยนต์รอบข้างเข้ามาเกี่ยวข้องถึง 4 คัน ได้แก่ รถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายภายในช่องทางเดินรถเดียวกัน (li) รถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายภายในช่องทางเดินรถเดียวกัน (fi) รถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (ld) และรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (fd) ดังรูปที่ 2-1

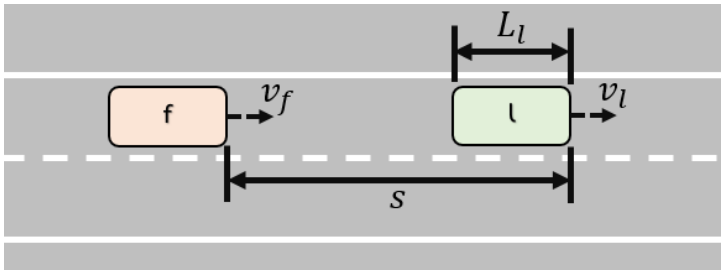


รูปที่ 2-1 รถยนต์รอบข้างในสถานการณ์การเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ

ตัวแปรที่สำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับการเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถนั้นคือ ระยะห่างที่ปลอดภัยระหว่างรถยนต์เป้าหมาย และรถยนต์รอบข้างทั้ง 4 คัน [26, 45, 46] ดังนั้น Time headway จะถูกใช้ในการวัดระยะห่างระหว่างรถยนต์เป้าหมาย และรถยนต์รอบข้าง เช่นเดียวกันกับการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า

การใช้ Time headway เพียงอย่างเดียวอาจยังไม่สามารถประเมินความสามารถในการเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถอย่างปลอดภัยได้ จำเป็นต้องใช้ Time to collision เข้ามาร่วมด้วย เนื่องจาก Time headway นั้นใช้ความเร็วของรถยนต์ที่ตามหลัง (v_f) มาคิด แต่ Time to collision นั้นใช้ทั้งความเร็วของรถยนต์ที่นำหน้า (v_l) และความเร็วของรถยนต์ที่ตามหลัง (v_f) มาคำนวณกับระยะห่างระหว่างรถยนต์ทั้งสองคันลบด้วยความยาวของรถยนต์คันด้านหน้า (L_l) ดังสมการที่ (2-2) และรูปที่ 2-1 ซึ่ง Time to collision นั้นเป็นตัวแปรที่ควรใช้สนับสนุน Time headway ในสภาพการจราจรที่ค่อนข้างอันตราย และมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุ [42, 43]

$$Time\ to\ collision = \frac{s - L_l}{v_f - v_l} \tag{2-2}$$



รูปที่ 2-2 ตัวแปรที่ใช้คำนวณ Time headway และ Time to collision ของรถยนต์สองคันที่วิ่งตามกัน

2.6.5 การหยุดรถกระทันหัน (Emergency braking)

การหยุดรถกระทันหันเป็นอีกหนึ่งทักษะที่มีความจำเป็นในการรับมือกับเหตุการณ์ฉุกเฉินในการขับขี่ ซึ่งเกิดขึ้นโดยที่ผู้ขับขี่ไม่คาดคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเหตุการณ์ที่เหนือความคาดหมายต่าง ๆ

เวลาตอบโต้ (Reaction time) เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในการประเมินความสามารถในการหยุดรถ [42] การทดสอบที่ในงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับเวลาตอบโต้ของผู้ขับขี่ในการรับมือกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่เกิดขึ้นมีหลายแนวทาง ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบเวลาตอบโต้ของผู้ขับขี่หลายค่า เช่น เวลาที่ผู้ขับขี่ยกเท้าออกจากแป้นคันเร่งหลังจากเห็นเหตุการณ์ เวลาที่ผู้ขับขี่เหยียบแป้นเบรคหลังจากเห็นเหตุการณ์ [47-49] หรือการทดสอบเวลาตอบโต้ของผู้ขับขี่เมื่อมีการเตือน และไม่มีการเตือนก่อนเกิดเหตุ [50] เป็นต้น แต่ไม่ว่าจะทดสอบอย่างไรก็ตาม ตัวแปรที่สำคัญที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดคือ Mean Time to max brake หรือเวลาที่ผู้ขับขี่เหยียบแป้นเบรคจนสุดหลังจากเห็นเหตุการณ์

2.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของชุดข้อมูลว่าข้อมูลที่มีนั้นยอมรับได้หรือไม่ จะถูกวิเคราะห์โดยการคำนวณหาค่า P-value ซึ่ง P-value คือค่าความน่าจะเป็นของโอกาสที่ชุดข้อมูลไม่แตกต่างกัน มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งในงานวิจัยนี้จะหาค่า P-value เพื่อบอกความความน่าเชื่อถือของข้อมูล [51, 52] และในการพิจารณาค่า P-value มีหลักการดังแสดงในตารางที่ 2-1 ซึ่งในงานวิจัยนี้จะสนใจที่ค่า P-value ≤ 0.05

ตารางที่ 2-1 ระดับความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ [51, 52]

P-value > 0.10	ความแตกต่างที่พบนั้น “ไม่มีนัยสำคัญ”
P-value ≤ 0.10	ความแตกต่างที่พบนั้น “ค่อนข้างมีนัยสำคัญ”
P-value ≤ 0.05	ความแตกต่างที่พบนั้น “มีนัยสำคัญ”
P-value ≤ 0.01	ความแตกต่างที่พบนั้น “มีนัยสำคัญอย่างมาก”

ค่า P-value สำหรับความแตกต่างระหว่างข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม จะวิเคราะห์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) หรือ ANOVA ซึ่งเป็นวิธีการสำหรับวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูล 2 ชุดขึ้นไป โดยมีสูตรการคำนวณดังตารางที่ 2-2 และนำค่า F ที่ได้มาหาค่า P-value โดยใช้ฟังก์ชัน FDIST() ในโปรแกรม Microsoft Excel

ตารางที่ 2-2 ตาราง ANOVA

Source of Variation	DF	SS	MS	F
Regression	1	$SSR = \sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$MSR = \frac{SSR}{1}$	$F = \frac{MSR}{MSE}$
Residual error	*n*-2	$SSR = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2$	$MSE = \frac{SSE}{n-2}$	
Total	*n*-1	$SSR = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2$		

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามาถในการขับขี่รถยนต์นั้น จะคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) ซึ่งเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์แบบ 1 ต่อ 1 ระหว่างตัวแปร 2 ชุด โดยใช้สูตรคำนวณดังสมการที่ (2-3) [51-54]

$$r = corr(x, y)$$

$$r = \frac{E[(x-\mu_x)(y-\mu_y)]}{\sigma_x \sigma_y}$$

$$r = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2][n(\sum y_i^2) - (\sum y_i)^2]}} \quad (2\text{-}3)$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) นั้น จะมีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 โดยที่ค่าบวกแสดงถึงความสัมพันธ์ทางบวก หรือความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน และค่าลบแสดงถึงความสัมพันธ์ทางลบ หรือความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม [51-55] โดยระดับความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลทั้งสองชุดจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ระดับความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$0.0 \leq r \leq 0.2$	Very weak correlation
$0.2 < r \leq 0.4$	Weak correlation
$0.4 < r \leq 0.6$	Moderate correlation
$0.6 < r \leq 0.8$	Strong correlation
$0.8 < r \leq 1.0$	Very strong correlation

ค่า P-value สำหรับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน หาได้โดยใช้การแจกแจงแบบที (t - Distribution) โดยการแปลงค่า r เป็นค่า t ผ่านสมการที่ (2-4) โดยที่ N คือจำนวนข้อมูล และ r คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และหาค่า P-value โดยใช้ฟังก์ชัน TDIST() ในโปรแกรม Microsoft Excel

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \qquad (2\text{-}4)$$

ฟังก์ชัน FDIST() และ TDIST() ในโปรแกรม Microsoft Excel เป็นฟังก์ชันทางสถิติที่มีหน้าที่ส่งกลับค่า F หรือ t ในรูปเปอร์เซ็นต์ของการแจกแจงแบบ F และการแจกแจงแบบ t ฟังก์ชันนี้ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับชุดข้อมูล เพื่อตรวจสอบว่าชุดข้อมูลมีระดับของความหลากหลายแตกต่างกันหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
การออกแบบการทดสอบ

3.1 การทดสอบพุทธิปัญญา

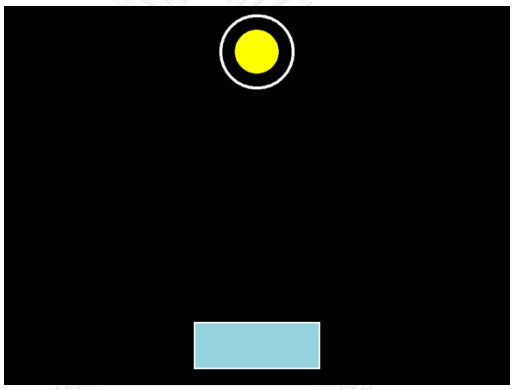
จากที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้ว่าพุทธิปัญญานั้นแบ่งหน้าที่หลักออกเป็น 6 ส่วน ดังนั้นในการทดสอบพุทธิปัญญาในแต่ละด้านจึงมีชุดทดสอบที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละชุดทดสอบนั้นอาจมีวิธีการให้คะแนน และแปรผลต่างกัน ทำให้ยากต่อการนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ร่วมกัน

งานวิจัยนี้เลือกใช้ Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) มาเป็นเครื่องมือในการประเมินพุทธิปัญญาของผู้ขับขี่ ซึ่ง CANTAB เป็นชุดเครื่องมือทดสอบที่มีประสิทธิภาพ และความเที่ยงตรงสูงในการประเมินพุทธิปัญญาในทุกด้าน โดยอุปกรณ์ในการทดสอบประกอบด้วยหน้าจอสัมผัส และปุ่มกด ซึ่งสามารถทำความเข้าใจ และทดสอบได้ง่าย สามารถใช้ทดสอบกับประชากรที่มีวัฒนธรรมแตกต่างกัน หรือระดับการศึกษาต่างกันโดยผลไม่คลาดเคลื่อนได้ สามารถทดลองซ้ำได้หลายครั้งโดยไม่กระทบต่อผลการทดลอง นอกจากนี้ยังมีระบบฐานข้อมูลคะแนนในช่วงอายุต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการทดสอบ หรือใช้ในการศึกษาทางสถิติ และ CANTAB นั้นถูกนำไปใช้ในงานวิจัยอย่างแพร่หลาย มีงานวิจัยที่ใช้ CANTAB ในการทดสอบนั้นตีพิมพ์ออกมามากมาย [56-59]

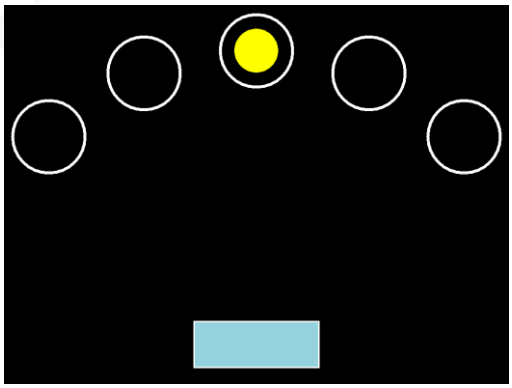
แบบทดสอบย่อยของ CANTAB ที่นำมาใช้ในการทดสอบพุทธิปัญญานั้น ถูกเลือกโดยการปรึกษาแพทย์ และนักจิตวิทยาที่มีความชำนาญ และเชี่ยวชาญการใช้ CANTAB ซึ่งเลือกแบบทดสอบที่อาจมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการขับขี่รถยนต์ และมาจากหลาย ๆ ด้านของพุทธิปัญญา โดยแบบทดสอบที่เลือกมานั้นมีดังนี้

3.1.1 Reaction Time (RTI)

RTI เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัด Processing speed และ Psychomotor speed โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน (Simple Reaction Time และ Choice Reaction Time) โดยในส่วนที่ 1 Simple Reaction Time จะให้ผู้ถูกทดสอบแตะกรอบสี่เหลี่ยมบนหน้าจอสัมผัส และมีวงกลมอีกหนึ่งวงบนหน้าจอ เมื่อมีจุดสีเหลืองกระพริบขึ้นภายในวงกลม ดังแสดงในรูปที่ 3-1 ให้ปล่อยนิ้วมือจากสี่เหลี่ยมไปแตะในวงกลม ต่อมาในส่วนที่ 2 Choice Reaction Time จะมีวงกลม 5 วง และจุดสีเหลืองจะโผล่ขึ้นมาภายในวงกลมแบบสุ่ม ดังรูปที่ 3-2 ให้ผู้ถูกทดสอบแตะกรอบสี่เหลี่ยมบนหน้าจอสัมผัส และเมื่อมีจุดสีเหลืองกระพริบขึ้นภายในวงกลมใด ให้ปล่อยนิ้วมือจากสี่เหลี่ยมไปแตะในวงกลมนั้น



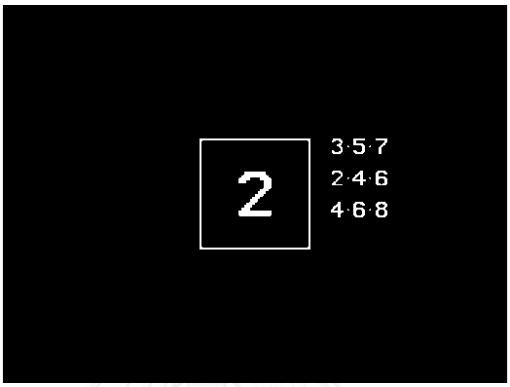
รูปที่ 3-1 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ RTI (Simple)



รูปที่ 3-2 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ RTI (Choice)

3.1.2 Rapid Visual Information Processing (RVP)

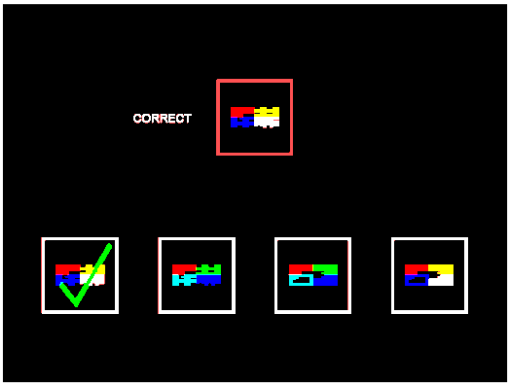
RVP เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัด Sustained attention ซึ่งแบบทดสอบนี้จะมีตัวเลข 2 ถึง 9 ปรากฏขึ้นมาบนหน้าจอแบบสุ่ม ด้วยความเร็ว 100 ตัว ต่อ 1 นาที และเมื่อปรากฏชุดลำดับของตัวเลข 3-5-7 หรือ 2-4-6 หรือ 4-6-8 ขึ้นมาตามลำดับ ชุดใดชุดหนึ่ง ให้ผู้ถูกทดสอบกดปุ่มบนปุ่มกด ตัวอย่างแบบทดสอบแสดงในรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ RVP

3.1.3 Delayed Matching to Sample (DMS)

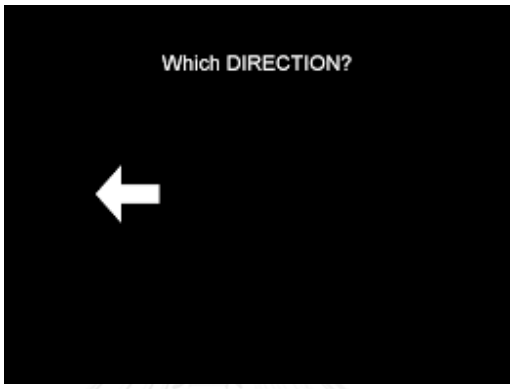
DMS เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัด Short term visual memory และ Attention โดยในแบบทดสอบนี้จะมีรูปตัวอย่างขึ้นมา ให้ผู้ถูกทดสอบจำแล้วรูปนั้นจะหายไป และจะมีตัวเลือกขึ้นมา 4 ตัวเลือก ให้ผู้ถูกทดสอบเลือกภาพที่เหมือนกับตัวอย่าง ดังรูปที่ 3-4 โดยตัวเลือกอาจปรากฏหลังจากภาพตัวอย่างหายไปทันที หรืออาจปรากฏขึ้นมาหลังจากภาพตัวอย่างหายไป 4 วินาที หรือ 12 วินาที



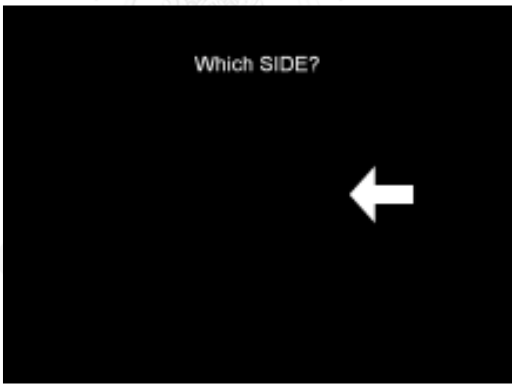
รูปที่ 3-4 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ DMS

3.1.4 Attention Switching Task (AST)

AST เป็นแบบทดสอบสำหรับวัด Executive function และ Attention switching โดยจะมีลูกศรซ้าย หรือลูกศรขวา ขึ้นมาแบบสุ่มทางฝั่งซ้าย หรือฝั่งขวา และจะให้ผู้ถูกทดสอบกดปุ่มซ้าย หรือขวาตามคำถามที่ขึ้นมาแบบสุ่มเช่นกันระหว่าง “Which Direction?” ดังรูปที่ 3-5 และ “Which Side?” ดังรูปที่ 3-6



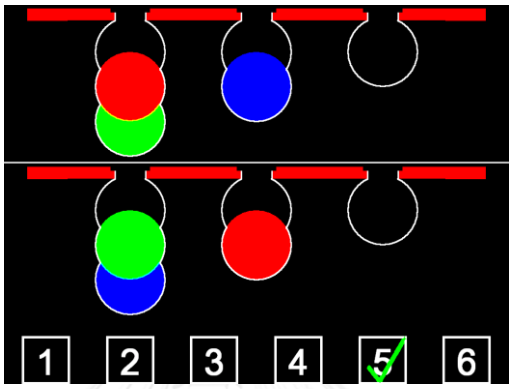
รูปที่ 3-5 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ AST (Which DIRECTION?)



รูปที่ 3-6 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ AST (Which SIDE?)

3.1.5 One Touch Stocking of Cambridge (OTS)

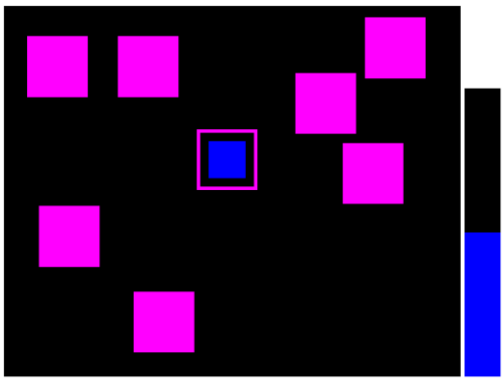
OTS เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัด Spatial planning, Executive function และ Working memory ซึ่งผู้ถูกทดสอบจะต้องคิดขั้นตอนที่ใช้ในการย้ายลูกบอล 3 สีให้ตรงกับตัวอย่างด้านบน โดยย้ายได้เฉพาะลูกบอลที่อยู่ด้านบนสุดของแต่ละแถว และตอบเป็นจำนวนครั้งที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้ในการย้ายลูกบอล 3 สีให้ตรงกับตัวอย่างด้านบน ดังตัวอย่างในรูปที่ 3-7



รูปที่ 3-7 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ OTS

3.1.6 Spatial Working Memory (SWM)

SWM เป็นแบบทดสอบสำหรับวัด Visuospatial, Working memory, Strategy และ Executive function โดยวิธีการทดสอบนั้นผู้ถูกทดสอบจะต้องเปิดกล่องทีละกล่อง เพื่อหา token (กล่องสี่เหลี่ยมจตุรัสสีน้ำเงิน) และนำไปเรียงในแถวทางขวามือ แล้วกลับมาเริ่มใหม่จนกว่าจะเจอ token ครบทุกกล่อง โดยผู้ถูกทดสอบทราบล่วงหน้าว่ากล่องที่เปิดเจอ token ไปแล้ว จะไม่ปรากฏออกมาที่กล่องนั้นอีก ตัวอย่างแบบทดสอบ SWM แสดงในรูปที่ 3-8



รูปที่ 3-8 หน้าจอแสดงผลแบบทดสอบ SWM

ผลจากการทดสอบพุทธิปัญญาด้วยชุดทดสอบ CANTAB นั้นมีตัวแปรมากมาย และแตกต่างกัน ในแต่ละแบบทดสอบย่อย [59] ในงานวิจัยนี้ได้เลือกตัวแปรที่มีความสำคัญสามารถใช้วัดพุทธิปัญญาได้ชัดเจน และครอบคลุม โดยการปรึกษานักจิตวิทยาที่มีความชำนาญ และเชี่ยวชาญการใช้ CANTAB ซึ่งตัวแปรที่เลือกมาใช้ในแต่ละการทดสอบมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดตัวแปรผลจากชุดทดสอบ CANTAB

	ชื่อตัวแปร	**รายละเอียด**
RTI	Mean simple reaction time	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ปล่อยนิ้วมือออกจากกล่องสี่เหลี่ยม เมื่อจุดสีเหลืองกระพริบขึ้นมาภายในวงกลม ในแบบทดสอบส่วน Simple Reaction Time มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
	Mean simple movement time	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ย้ายนิ้วมือไปแตะวงกลมที่มีจุดสีเหลืองกระพริบขึ้นมาหลังจากปล่อยนิ้วมือออกจากกล่องสี่เหลี่ยม ในแบบทดสอบส่วน Simple Reaction Time มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
	Mean choice reaction time	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ปล่อยนิ้วมือออกจากกล่องสี่เหลี่ยม เมื่อจุดสีเหลืองกระพริบขึ้นมาภายในวงกลม ในแบบทดสอบส่วน Choice Reaction Time มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
	Mean choice movement time	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ย้ายนิ้วมือไปแตะวงกลมที่มีจุดสีเหลืองกระพริบขึ้นมาหลังจากปล่อยนิ้วมือออกจากกล่องสี่เหลี่ยม ในแบบทดสอบส่วน Choice Reaction Time มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
RVP	Mean latency	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่ชุดตัวเลขที่ต้องการแสดงครบทั้งสามตัว จนกระทั่งกดปุ่มบนปุ่มกด มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
	Probability of hit	ความน่าจะเป็นที่ตอบถูก คำนวณจากจำนวนครั้งที่ตอบถูกหารด้วยผลรวมระหว่างจำนวนครั้งที่ตอบถูก และจำนวนครั้งที่ตอบพลาด
	Probability of false alarm	ความน่าจะเป็นที่ตอบผิด คำนวณจากจำนวนครั้งที่ตอบผิดหารด้วยผลรวมระหว่างจำนวนครั้งที่ตอบผิด และจำนวนครั้งที่ไม่ตอบเมื่อต้องตอบ
DMS	Percent correct	ร้อยละของจำนวนครั้งที่ตอบถูกในครั้งแรกต่อจำนวนคำถามทั้งหมด
	Mean correct latency	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแสดงตัวเลือก จนกระทั่งเลือกคำตอบที่ถูกต้อง มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
AST	Percent correct	ร้อยละของจำนวนครั้งที่ตอบถูกในครั้งแรกต่อจำนวนคำถามทั้งหมด
	Mean correct latency	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแสดงตัวเลือก จนกระทั่งเลือกคำตอบที่ถูกต้อง มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที

OTS	Problems solved on first choice	จำนวนครั้งที่ตอบถูกในคำตอบแรก
	Mean latency to first choice	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแสดงตัวเลือก จนกระทั่งเลือกคำตอบแรก มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
	Mean choices to correct	ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่เลือกคำตอบ จนกระทั่งเลือกคำตอบที่ถูกต้อง
	Mean latency to correct	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแสดงตัวเลือก จนกระทั่งเลือกคำตอบที่ถูกต้อง มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
SWM	Total errors	จำนวนครั้งที่เปิดกล่องที่เจอ token ไปแล้ว หรือเปิดกล่องซ้ำกล่องที่เปิดไปแล้ว
	Mean time to last response	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแสดงโจทย์ จนกระทั่งเจอ token ครับทุกอัน มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที
	Mean token-search preparation time	ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแสดงโจทย์ จนกระทั่งเริ่มเปิดกล่องแรก มีหน่วยเป็น มิลลิวินาที

3.2 การทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์โดยใช้เครื่องจำลองการขับขี่

เครื่องจำลองการขับขี่นั้นจะใช้ซอฟต์แวร์ CarnetSoft ในการพัฒนา ซึ่งซอฟต์แวร์ CarnetSoft นี้ สามารถกำหนดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ เช่น กลางวัน กลางคืน ฝนตก หรือ คนเดินข้ามถนน เป็นต้น และสามารถกำหนดรูปแบบความเร็ว และพฤติกรรมของรถยนต์คันอื่น ๆ รอบข้างได้ สามารถเก็บข้อมูลการขับขี่ต่าง ๆ ได้โดยอัตโนมัติที่ความถี่ 10 Hz

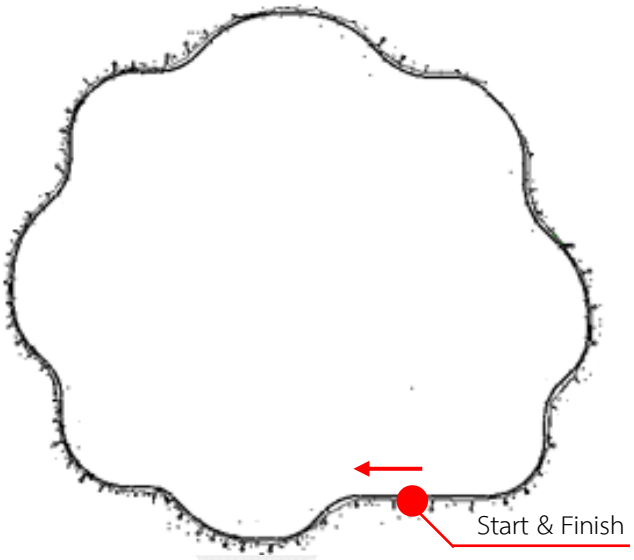
จากทักษะที่เลือกมาเพื่อทำการทดสอบทั้ง 5 ทักษะ จะแบ่งเป็นสองกลุ่มเพื่อเขียนโปรแกรมสถานการณ์จำลอง

3.2.1 การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถให้อยู่ในช่องทางเดินรถ

ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถให้อยู่ในช่องทางเดินรถ จะใช้เส้นทางถนน 2 ช่องทางเดินรถ ที่มีโค้งซ้าย 8 โค้ง และโค้งขวา 8 โค้งสลับกัน ไม่มีทางแยก โดยที่ไม่มีรถสวนทาง และไม่มีรถตามหลัง ดังรูปที่ 3-9 และรูปที่ 3-10

รถยนต์คันด้านหน้าจะถูกโปรแกรมความเร็วของรถให้ตรงตามรูปแบบการขับขี่ โดยที่รูปแบบการขับขี่ที่เลือกมาใช้นั้น จะดัดแปลงจาก New European Driving Cycle (NEDC) ซึ่งประกอบด้วย The Urban Driving Cycle (ECE-15) 4 รอบ และ The Extra-Urban Driving Cycle (EUDC) 1 รอบ โดยสาเหตุที่เลือกใช้ NEDC มาเป็นรูปแบบการขับขี่ของรถยนต์คันด้านหน้าในงานวิจัยนี้ เพราะ NEDC เป็นที่รู้จักแพร่หลาย ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ทดสอบ

รถยนต์ และถูกใช้เป็นมาตรฐานในวงการอุตสหากรรมยานยนต์ในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วยเช่นกัน ถึงแม้ว่า NEDC จะเป็นรูปแบบการขับขี่ที่ใช้ในการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และอัตราการปล่อยมลพิษ แต่เนื่องจากไม่มีรูปแบบการขับขี่ที่เป็นมาตรฐานในการใช้ทดสอบความสามารถในการขับขี่ หรือพฤติกรรมการขับขี่ ด้วยเหตุนี้จึงได้เลือก NEDC มาดัดแปลงใช้ในงานวิจัยนี้ [30, 33]

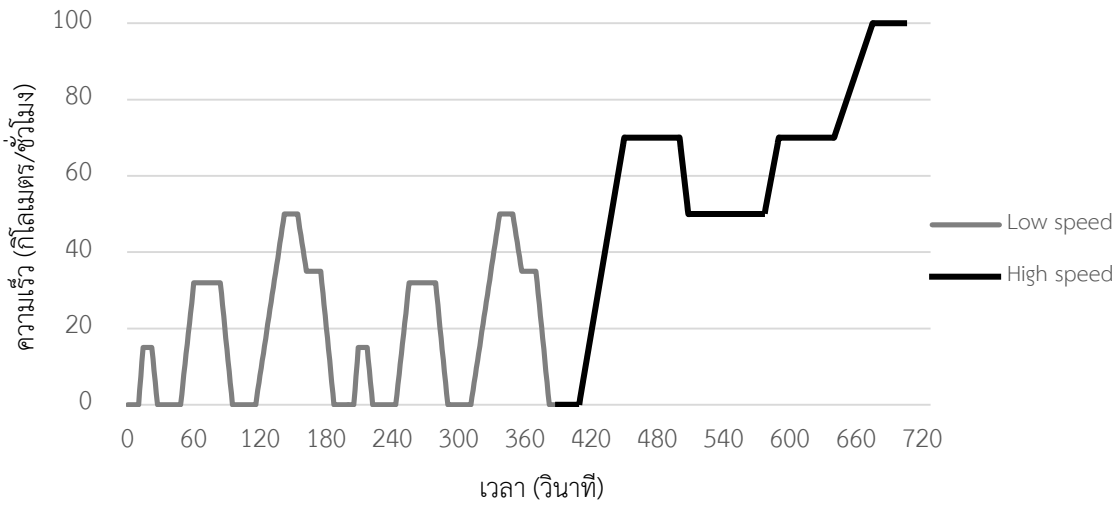


รูปที่ 3-9 เส้นทางที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้าและการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ

รูปที่ 3-10 หน้าจอแสดงผลกลางของเครื่องจำลองการขับขี่ในสถานการณ์การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถให้อยู่ในช่องทางเดินรถ

รูปแบบการขับขี่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ช่วงคือ Low speed และ High speed โดยช่วง Low speed จะลด ECE-15 เหลือเพียง 2 รอบ และช่วง High speed จะตัดช่วงที่เริ่มใช้ความเร็วมากกว่า 100 กม./ชม. จนถึงรถหยุดนิ่งของ EUDC ออกไป ดังรูปที่ 3-11 ทำให้การทดสอบนี้ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 12 นาที (ECE-15 รอบละ 3 นาที และ EUDC 6 นาที) และมีระยะทางรวมทั้งหมดประมาณ 6,000 เมตร (ECE-15 500 เมตร และ EUDC 5,500 เมตร)

รูปแบบการขับขี่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ช่วงคือ Low speed และ High speed โดยช่วง Low speed จะลด ECE-15 เหลือเพียง 2 รอบ และช่วง High speed จะตัดช่วงที่เริ่มใช้ความเร็วมากกว่า 100 กม./ชม. จนถึงรถหยุดนิ่งของ EUDC ออกไป ดังรูปที่ 3-10 ทำให้การทดสอบนี้ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 12 นาที (ECE-15 รอบละ 3 นาที และ EUDC 6 นาที) และมีระยะทางรวมทั้งหมดประมาณ 6,000 เมตร (ECE-15 500 เมตร และ EUDC 5,500 เมตร)



รูปที่ 3-11 รูปแบบความเร็วของรถยนต์คันด้านหน้าในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ

ผลการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ และการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า จะตัดข้อมูลที่รถยนต์เป้าหมายหยุดนิ่ง หรือมีความเร็ว 0 กิโลเมตรต่อชั่วโมงออกไป เพื่อใช้ข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่รถยนต์วิ่งเท่านั้น

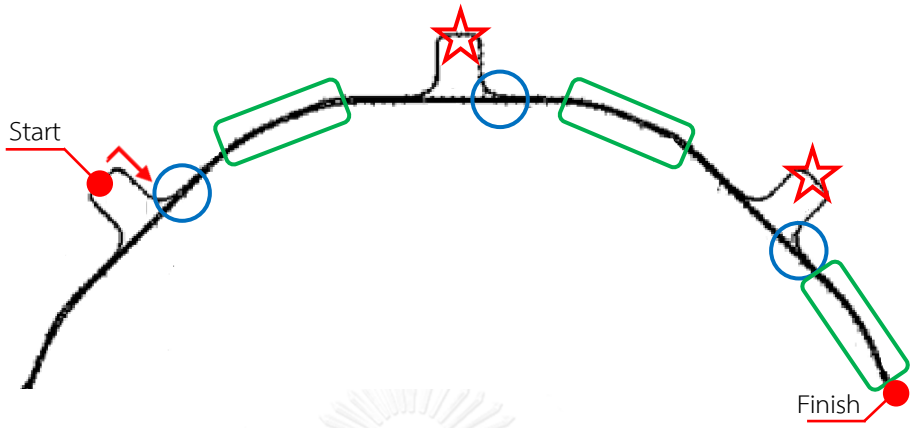
3.2.2 การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า

ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์เข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า จะใช้เส้นทางหลวง 2 ช่องทางเดินรถ และมีทางเข้า-ออก ทางหลวง ดังรูปที่ 3-12 โดยจะเริ่มจากบริเวณนอกทางหลวง แล้วขับเข้าทางร่วมทางหลักที่บริเวณวงกลม และเปลี่ยนช่องทางเดินรถเพื่อแซงรถยนต์คันด้านหน้าบริเวณกรอบสี่เหลี่ยม จากนั้นให้ขับออกจากทางหลัก และจะมีรถยนต์โผล่ออกมาตัดหน้าจากบริเวณไหล่ทางที่จุดดาว แล้วจึงขับเข้าทางหลักอีกครั้ง โดยจะต้องเข้าทางหลักทั้งหมด 3 ครั้ง เปลี่ยนช่องทางเดินรถ 3 ครั้ง และหยุดรถกระทันหัน 2 ครั้ง

เมื่อเริ่มต้นการทดสอบ ผู้ถูกทดสอบจะต้องขับรถยนต์ไปตามถนนเพื่อเข้าสู่เส้นทางหลัก ดังรูปที่ 3-13 ซึ่งสภาพการจราจรในสถานการณ์การเข้าทางร่วมทางหลักจะประกอบไปด้วยรถยนต์ของผู้ถูกทดสอบ หรือรถยนต์เป้าหมาย (Main Target) รถยนต์ที่ตามหลังมา 2 คัน และรถยนต์ที่อยู่บนเส้นทางหลัก 5 คัน ดังรูปที่ 3-14 โดยรถยนต์ที่อยู่บนเส้นทางหลักจะมีระยะห่างกัน 10 เมตร โดยรถยนต์คันด้านหน้าสุดจะวิ่งนำหน้ารถยนต์เป้าหมายอยู่ 20 เมตร และรถยนต์ที่อยู่บนเส้นทางหลักจะใช้ความเร็วเท่ากับรถยนต์เป้าหมาย เมื่อรถยนต์เป้าหมายเข้ามาถึงระยะ 100 เมตร ก่อนเข้าทางร่วมทางหลัก รถยนต์ที่อยู่บนเส้นทางหลักจะเปลี่ยนความเร็วเป็น 100, 85, 70, 55 และ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างรถยนต์ที่อยู่บนเส้นทางหลัก และให้ผู้ถูกทดสอบเลือกช่องว่างที่เหมาะสม และขับรถยนต์เข้าสู่เส้นทางหลัก

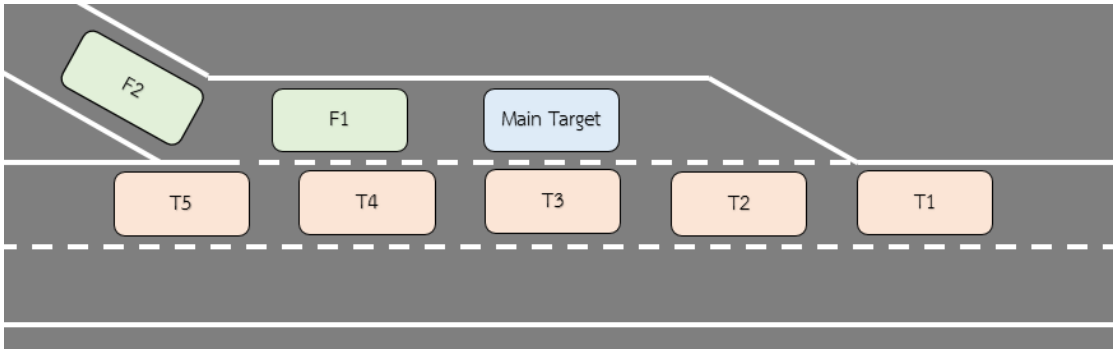
หลังจากผู้ถูกทดสอบขับรถยนต์เข้าสู่เส้นทางหลักแล้ว จะเข้าสู่สถานการณ์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ โดยที่รถยนต์ในช่องทางซ้ายที่วิ่งนำหน้ารถยนต์เป้าหมาย จะลดความเร็วลงมาเพื่อเป็นการบังคับให้ผู้ถูกทดสอบทำการแซงโดยการเปลี่ยนช่องทางเดินรถไปยังช่องทางด้านขวา ดังรูปที่ 3-15 โดยสภาพการจราจรในสถานการณ์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถจะประกอบด้วย รถยนต์เป้าหมาย รถยนต์ช้าด้านหน้า และรถยนต์ที่อยู่บนช่องทางด้านขวา 6 คัน ดังรูปที่ 3-16 โดยรถยนต์ที่อยู่บนช่องทางด้านขวาจะมีระยะห่างกัน 10 เมตร โดยรถยนต์คันด้านหน้าสุดจะวิ่งนำหน้ารถยนต์เป้าหมายอยู่ 20 เมตร และรถยนต์ที่อยู่บนเส้นทางหลักจะใช้ความเร็วเท่ากับรถยนต์เป้าหมาย เมื่อรถยนต์เป้าหมายเข้าใกล้รถยนต์ช้าด้านหน้าโดย Time Headway น้อยกว่า 4 วินาที รถยนต์ที่อยู่บนช่องทางด้านขวาจะเปลี่ยนความเร็วเป็น 120, 110, 95, 80, 65 และ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ เพื่อให้เกิดช่องว่างระหว่างรถยนต์ที่

อยู่บนช่องทางด้านขวา และให้ผู้ถูกทดสอบเลือกช่องว่างที่เหมาะสม และขับรถยนต์เปลี่ยนช่องทางเดินรถเข้าสู่ช่องทางด้านขวา



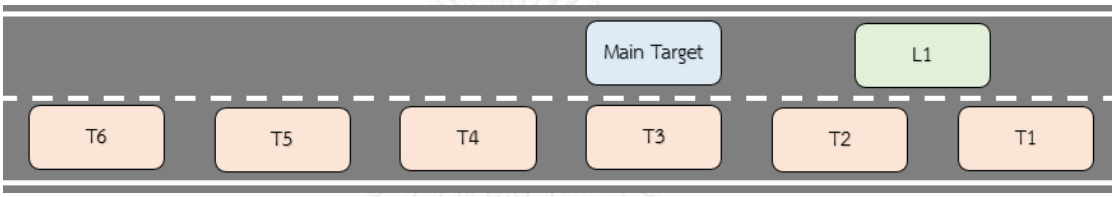
รูปที่ 3-12 เส้นทางที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์เข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า

รูปที่ 3-13 หน้าจอแสดงผลกลางของเครื่องจำลองการขับขี่ในขณะที่กำลังจะเข้าสู่ทางหลัก



รูปที่ 3-14 สภาพการจราจรในสถานการณ์การเข้าทางร่วมทางหลัก

รูปที่ 3-15 หน้าจอแสดงผลกลางของเครื่องจำลองการขับขี่ในขณะที่กำลังเปลี่ยนช่องทางเดินรถ



รูปที่ 3-16 สภาพการจราจร ในสถานการณ์การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ

รูปที่ 3-17 หน้าจอแสดงผลกลางของเครื่องจำลองการขับขี่ในขณะที่มีรถยนต์ออกมาตัดหน้า

หลังจากเปลี่ยนช่องทางเดินรถเข้าสู่ช่องทางด้านขวาเพื่อแซงรถยนต์ช้าด้านหน้าแล้ว ให้ผู้ถูกทดสอบเปลี่ยนช่องทางเดินรถกลับเข้าสู่ช่องทางด้านซ้าย และขับออกจากทางหลัก โดยถนนที่ออกจากทางหลักมานั้นจะเป็นถนนที่มีหนึ่งช่องทางเดินรถ และมีไหล่ทางซึ่งมีรถยนต์รถบรรทุก หรือรถพ่วงจอดอยู่ โดยในสถานการณ์การหยุดรถกระทันหันจะเป็นเหตุการณ์ที่รถยนต์จอดอยู่บริเวณไหล่ทางจะออกมาตัดหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางการจราจรอย่าง

กระทันหันเมื่อ Time Headway ระหว่างรถยนต์ที่กำลังจะออกมาตัดหน้า และรถยนต์เป้าหมายน้อยกว่า 3.5 วินาที รถยนต์คันที่ออกมาตัดหน้าผู้เข้าทดสอบจะพุ่งออกมาสู่ช่องทางการจราจรอย่างรวดเร็ว และหยุดขวางอยู่กลางช่องทางจราจร ดังรูปที่ 3-17 และจะหลบออกสู่ไหล่ทางอีกครั้งเมื่อผู้ถูกทดสอบหยุดรถลงจนนิ่งสนิทแล้ว หลังจากนั้นผู้ถูกทดสอบจึงขับรถยนต์เข้าสู่สถานการณ์การเข้าทางร่วมทางหลักอีกครั้งต่อไป

ผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถประกอบด้วยตัวแปร Time headway, 1/Time to collision, Minimum Time headway และ 1/Minimum Time to collision ซึ่ง Time headway และ Time to collision นั้นคำนวณจากค่าเฉลี่ยของ Time headway และ Time to collision ในขณะที่รถยนต์คร่อมอยู่ระหว่างทั้งสองช่องทางเดินรถเมื่อผู้ถูกทดสอบกำลังเข้าสู้ทางหลัก หรือกำลังเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ทั้งสามครั้งในสถานการณ์การเข้าทางร่วมทางหลัก หรือการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และสาเหตุที่ใช้ 1/Time to collision แทน Time to collision นั้น เพราะเมื่อ v_f น้อยกว่า v_l จะทำให้ Time to collision นั้นหาค่าไม่ได้ หรือไม่มีทางที่รถยนต์ที่วิ่งตามหลังจะชนกับรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า ด้วยเหตุนี้จึงแทนค่า Time to collision ในกรณีที่หาค่าไม่ได้เป็น 99999 แล้วใช้ 1/Time to collision ในการประเมินผลแทน และตัวแปร Minimum Time headway และ 1/Minimum Time to collision หาได้จากค่า Time headway และ Time to collision ที่น้อยที่สุดระหว่างรถยนต์รอบข้าง (li, ld, fd)

3.3 กลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในงานวิจัยนี้ต้องการจะศึกษาพุทธิปัญญาและความสามารถในการขับขี่รถยนต์ ซึ่งทั้งสองอย่างนี้อาจมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอายุ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงแบ่งกลุ่มช่วงอายุต่าง ๆ กัน ดังนี้

1. กลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปี (กลุ่ม A)
2. กลุ่มที่มีอายุระหว่าง 30 ถึง 45 ปี (กลุ่ม B)
3. กลุ่มที่มีอายุระหว่าง 45 ถึง 60 ปี (กลุ่ม C)
4. กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี (กลุ่ม D)
5. กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย (กลุ่ม E)

ผู้ถูกทดสอบจะต้องเป็นผู้ที่ถือใบอนุญาตขับขี่รถยนต์ซึ่งยังไม่หมดอายุ มีการขับรถยนต์อยู่เป็นประจำ และต้องมีสภาพร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์

กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย จะถูกจำแนกโดย MoCA

3.4 การจำแนกผู้ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

งานวิจัยนี้เลือกใช้ Montreal Cognitive Assessment หรือ MoCA ในการแยกกลุ่มผู้สูงอายุที่ปกติ และกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยออกจากกัน เพื่อศึกษาความแตกต่างของพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่ ระหว่างสองกลุ่มนี้ และกลุ่มอายุอื่น ๆ

MoCA เป็นเครื่องมือคัดกรองอย่างเร็วสำหรับภาวะสมองบกพร่องระยะเริ่มต้น โดยสามารถประเมินพุทธิปัญญาในด้านต่าง ๆ ได้ค่อนข้างแม่นยำ โดยใช้เวลาในการประเมินเพียง 15-20 นาที โดยมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ถ้าได้คะแนนตั้งแต่ 25 ขึ้นไปจึงจะถือว่าปกติ และ MoCA ยังเป็นแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน ถูกใช้ในทางการแพทย์ทั่วโลก และถูกใช้ในงานวิจัยต่าง ๆ ในระดับนานาชาติ และสามารถตรวจหาความผิดปกติของพุทธิปัญญาได้ดีกว่า แบบทดสอบอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายกัน [60]

3.5 ขั้นตอนการทดสอบ

3.5.1 ทดลองขับขี่รถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับขี่

ผู้ถูกทดสอบจะต้องทดลองขับขี่รถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับขี่ก่อนเป็นเวลาประมาณ 5 ถึง 10 นาที เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบทำความเคยชินกับเครื่องจำลองการขับขี่ จอภาพ น้ำหนักพวงมาลัย วงเลี้ยว สภาพแวดล้อมจำลองต่าง ๆ และสอนการใช้ปุ่มต่าง ๆ เช่น การเปิดไฟเลี้ยว เป็นต้น นอกจากนี้การทดลองขับยังถูกใช้เพื่อคัดกรองผู้ที่มีภาวะป่วยจากการเคลื่อนไหว (motion sickness) ซึ่งเกิดจากความไม่สอดคล้องกันของการเคลื่อนไหวที่ได้จากการมองเห็นและการรับรู้ผ่านระบบรับรู้การเคลื่อนไหว โดยจะมีอาการเวียนหัว หรือคลื่นไส้ จากการใช้เครื่องจำลองการขับขี่ [61, 62] ซึ่งผู้ที่มีอาการนี้จะไม่ถูกทดสอบต่อไป และสามารถพบผู้ที่มีภาวะป่วยจากการเคลื่อนไหวประมาณร้อยละ 20 ของผู้สูงอายุ และประมาณร้อยละ 5 ในกลุ่มอายุอื่น ๆ หลังจากการทดลองใช้เครื่องจำลองการขับขี่

3.5.2 ทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับขี่

ผู้ถูกทดสอบจะต้องขับรถยนต์ภายในเครื่องจำลองการขับขี่ในสถานการณ์จำลอง 2 สถานการณ์ที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยเริ่มจากสถานการณ์การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า และการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ แล้วจึงขับรถยนต์ในสถานการณ์การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า

ในระหว่างการทดสอบจะไม่อนุญาตให้หยุดพัก แต่ผู้ถูกทดสอบสามารถขอพักหลังจากจบการทดสอบในแต่ละสถานการณ์ได้

3.5.3 ทดสอบ MoCA (สำหรับผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป)

สำหรับผู้สูงอายุ ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ปกติ และกลุ่มที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย จะถูกจำแนกโดยใช้แบบทดสอบ MoCA ซึ่งจะทำการทดสอบโดยนักจิตวิทยา

3.5.4 ทดสอบพุทธิปัญญา

ผู้ถูกทดสอบจะต้องทดสอบพุทธิปัญญาด้วย CANTAB ซึ่งจะทำการทดสอบโดยนักจิตวิทยา โดยผู้ถูกทดสอบสามารถขอพักหลังจากจบการทดสอบในแต่ละแบบทดสอบย่อยได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ จากผู้ถูกทดสอบทั้งหมด 53 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มอายุ ดังตารางที่ 4-1 โดยในบทนี้จะประกอบด้วย ผลการทดสอบพุทธิปัญญา ผลการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาและความสามารถในการขับขี่รถยนต์ และอภิปรายผลการทดสอบ

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดกลุ่มช่วงอายุของผู้ถูกทดสอบ

Group	Condition	N	Mean	SD	Min	Max
A	น้อยกว่า 30 ปี	15	24.5	2.07	22	29
B	ระหว่าง 30 ถึง 45 ปี	11	36.0	5.16	30	43
C	ระหว่าง 45 ถึง 60 ปี	10	52.3	6.20	45	59
D	มากกว่า 60 ปี	9	65.2	3.99	61	72
E	มากกว่า 60 ปี และได้คะแนน MoCA น้อยกว่า 25 คะแนน	8	66.1	4.16	62	75
รวมทุกกลุ่ม (A-E)		53	45.3	17.49	22	75

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เนื่องจากผลการทดสอบทั้งหมด มีตัวแปรต่าง ๆ มากมาย ซึ่งแต่ละตัวแปรต่างมีความหมายและการตีความแตกต่างกัน เพื่อป้องกันการสับสน ในตารางแสดงผลการทดสอบต่าง ๆ จะใส่สัญลักษณ์ ↑ ต่อท้ายตัวแปรที่จะส่งผลดีเมื่อมีค่าเพิ่มขึ้น และจะไม่ใส่สัญลักษณ์ในตัวแปรที่ส่งผลดีเมื่อมีค่าน้อยลง

ผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ จะคำนวณค่า P-value ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. A-E เพื่อศึกษารวมทุกกลุ่มตั้งแต่กลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปี ไปจนถึงกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย
2. A-D เพื่อศึกษากลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปี ไปจนถึงกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี โดยยกเว้นกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

3. D-E เพื่อศึกษาเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

4.1 ผลการทดสอบพุทธิปัญญา

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการทดสอบพุทธิปัญญา แบ่งตามกลุ่มอายุ จากตารางพบว่าในกลุ่ม A-E ผลที่ได้นั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หรือค่า P-value น้อยกว่า 0.05 ในตัวแปร DMS - Percent correct, DMS - Mean correct latency, AST - Percent correct, SWM – Total errors, SWM – Mean time to last response และแบบทดสอบ OTS ทุกตัวแปร ในขณะที่ในกลุ่ม A-D ตัวแปรที่ค่า P-value น้อยกว่า 0.05 มีเพียง AST - Percent correct, OTS – Mean choices to correct, OTS – Mean latency to correct, SWM – Total errors และ SWM – Mean time to last response จะเห็นว่าในกลุ่ม A-E ผล CANTAB มีความแตกต่างค่อนข้างชัดเจน แต่ในกลุ่ม A-D ผล CANTAB แตกต่างกันน้อยลง จึงบอกได้ว่าอายุสามารถบ่งบอกถึงพุทธิปัญญาได้บ้างแต่ยังไม่ชัดเจน นอกจากนี้ในกลุ่ม D-E มีเพียง DMS - Percent correct เท่านั้นที่ค่า P-value น้อยกว่า 0.05 จึงอาจบอกได้ว่า ในกลุ่ม D-E ผล CANTAB นั้นไม่พบความแตกต่าง เพราะคะแนน MoCA บอกได้เพียงแค่พุทธิปัญญาเบื้องต้น จึงไม่ได้เห็นความแตกต่างในผล CANTAB ซึ่งใช้ประเมินพุทธิปัญญาอย่างละเอียดอย่างชัดเจน

ผลจากแบบทดสอบ RTI แสดงให้เห็นว่า Reaction time และ Movement time ไม่พบว่าแตกต่างกันอย่างชัดเจนในแต่ละกลุ่มอายุ โดยที่ Reaction time และ Movement time ของแบบทดสอบย่อย Choice มากกว่าแบบทดสอบย่อย Simple เพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจบอกได้ว่าเมื่อผู้ถูกทดสอบให้ความใส่ใจเพียงจุดจุดเดียว จะใช้ Reaction time และ Movement time น้อยกว่าการที่ต้องใส่ใจกับหลายตำแหน่ง

ผลจากแบบทดสอบ RVP ในแต่ละกลุ่มอายุนั้นไม่สามารถบอกได้ว่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน จึงอาจบอกได้ว่าแต่ละกลุ่มอายุนั้นมีการใส่ใจเชิงซ้อนไม่ต่างกัน

ผลจากแบบทดสอบ DMS แสดงให้เห็นว่า ผู้ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยจะมีคะแนนแย่กว่ากลุ่มอายุอื่น ๆ อย่างชัดเจน โดยเฉพาะ Percent correct ซึ่ง เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะผู้สูงอายุ (D-E) พบว่ามีค่า P-value < 0.5 จึงอาจบอกได้ว่ายิ่งอายุเพิ่มขึ้นความจำจะเสื่อมถอยลง และในผู้ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยจะเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

ผลจากแบบทดสอบ AST เฉพาะ AST Percent correct มีลักษณะคล้ายกันกับผลที่ได้จากแบบทดสอบ DMS นั่นคือกลุ่มที่อายุน้อยกว่าสามารถทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่อายุมากกว่า จึงอาจบอกได้ว่า attention switching และ executive function อาจเสื่อมถอยลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น และผู้

ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยมีแนวโน้มที่จะแย่กว่ากลุ่มอื่น โดยมีค่า P-value ของ Percent correct เฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ (D-E) < 1.0

ผลจากแบบทดสอบ OTS ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มอายุ แสดงให้เห็นว่าผู้สูงอายุจะใช้เวลาในการคิดเยอะกว่ากลุ่มอื่นมาก โดยสังเกตุได้จาก Mean latency to first choice และ Mean latency to correct ซึ่งผู้สูงอายุใช้เวลามากกว่ากลุ่มที่มีอายุระหว่าง 45 และ 60 ปี ถึง 1.5 เท่า และยิ่งมากขึ้นไปอีกในผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย นอกจากนี้จาก Problems solved on first choice แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มที่อายุน้อยกว่าจะสามารถตอบคำถามให้ถูกตั้งแต่การตอบครั้งแรกได้เยอะกว่ากลุ่มที่มีอายุมากกว่า และจาก Mean choices to correct ยังสามารถคาดการณ์ได้ว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยต้องตอบคำถามอย่างน้อย 2 ครั้งจึงจะตอบถูก

ผลจากแบบทดสอบ SWM พบว่าในผู้สูงอายุ และผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย ไม่พบว่าแตกต่างกันมากอย่างชัดเจนเท่าแบบทดสอบอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในทุกกลุ่มอายุจาก Mean time to last response แสดงให้เห็นว่าผู้สูงอายุยังคงใช้เวลาในการคิด และวางแผนมากกว่ากลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า และจาก Total errors พบว่าผู้สูงอายุยังทำผิดพลาดมากถึงเกือบ 50%

ตารางที่ 4-2 ผลการทดสอบพุทธิปัญญา แบ่งตามกลุ่มอายุ

CANTAB			Group					P-value		
			A	B	C	D	E	A-E	A-D	D-E
RTI	Mean simple reaction time	Avg	315.05	325.94	312.19	326.02	315.21	0.94115	0.87162	0.65389
		SD	60.377	43.828	24.897	51.561	44.466			
	Mean simple movement time	Avg	234.59	274.16	241.93	235.60	316.63	0.33925	0.65528	0.16440
		SD	80.521	83.223	115.81	45.031	157.65			
	Mean choice reaction time	Avg	318.43	331.23	314.20	326.11	347.63	0.62561	0.73232	0.50071
		SD	39.226	52.697	23.154	26.858	88.822			
	Mean choice movement time	Avg	254.10	289.25	249.37	258.01	319.65	0.27176	0.53714	0.17914
		SD	59.574	73.691	91.583	52.347	117.52			
RVP	Mean latency	Avg	424.19	444.21	416.68	507.09	476.78	0.34412	0.21941	0.66057
		SD	103.73	101.16	72.911	130.39	147.31			
	Probability of hit ↑	Avg	0.69877	0.68933	0.60370	0.63374	0.59722	0.71199	0.65751	0.74005
		SD	0.20520	0.22586	0.20588	0.18743	0.25464			
	Probability of false alarm	Avg	0.00263	0.00511	0.00819	0.01043	0.01084	0.26139	0.21282	0.95839
		SD	0.00413	0.00654	0.00630	0.01767	0.01425			

DMS	Percent correct ↑	Avg	90.333	91.136	87.000	87.222	78.125	**0.00565**	0.43540	**0.03572**
		SD	7.6687	5.1676	9.2646	5.6519	9.8878			
	Mean correct latency	Avg	2764.7	3632.7	3627.2	3859.9	4339.7	**0.03735**	0.05407	0.54749
		SD	586.62	1312.0	789.21	1461.8	1735.2			
AST	Percent correct ↑	Avg	95.875	87.500	83.500	91.458	77.422	**0.01678**	**0.04051**	0.08564
		SD	5.4322	13.874	13.842	8.4548	20.690			
	Mean correct latency	Avg	577.11	640.75	636.81	688.32	737.88	0.08790	0.22571	0.49092
		SD	114.87	126.03	154.20	118.34	167.78			
OTS	Problems solved on first choice ↑	Avg	11.267	9.8182	8.6000	8.8889	7.2500	**0.00000**	**0.04499**	0.25309
		SD	1.8696	2.1363	3.4705	2.4721	3.1510			
	Mean latency to first choice	Avg	15911	20474	19875	31660	40968	**0.01210**	0.07318	0.49713
		SD	5889.4	10221	10481	25684	29151			
	Mean choices to correct	Avg	1.3378	1.5576	1.8200	1.7111	2.1833	**0.00788**	**0.02915**	0.20103
		SD	0.16613	0.28948	0.64410	0.45826	0.93044			
	Mean latency to correct	Avg	19943	34140	29550	51464	57551	**0.00646**	**0.01325**	0.76845
		SD	10332	13761	9090.8	43458	39358			
SWM	Total errors	Avg	12.200	21.455	38.100	46.778	48.125	**0.00005**	**0.00010**	0.90247
		SD	9.6821	14.535	26.104	19.286	25.028			
	Mean time to last response	Avg	20291	27252	32572	36017	34563	**0.00456**	**0.00633**	0.83114
		SD	3473.9	9929.9	13073	16410	9795.4			
	Mean token-search preparation time	Avg	913.52	1456.8	1657.9	1713.3	1793.1	0.11455	0.11558	0.85091
		SD	331.43	972.84	1353.7	843.73	866.58			

4.2 ผลการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์

จากตารางที่ 4-3 ซึ่งแสดงผลการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ แบ่งตามกลุ่มอายุ พบว่าค่า P-value ของผลที่ได้จาก SD Lateral position นั้นน้อยกว่า 0.05 ในกลุ่ม A-E และ A-D ในขณะกลุ่ม D-E และผล Mean Lateral position ทุกกลุ่มนั้นมีค่า P-value มากกว่า 0.05 จึงอาจบอกได้ว่าผล SD Lateral position นั้นเปลี่ยนแปลงตามอายุโดยที่พุทธิปัญญาไม่มีผล

ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ แบ่งตามกลุ่มอายุ

Lane keeping			Group					P-value		
			A	B	C	D	E	A-E	A-D	D-E
Mean Lateral position	Overall	Avg	0.13293	0.25614	0.11100	0.28001	0.39632	0.15152	0.19569	0.53836
		SD	0.16666	0.24084	0.23093	0.24662	0.48631			
	Low speed	Avg	0.13867	0.20316	0.06901	0.25035	0.34755	0.345885	0.37814	0.62960
		SD	0.19177	0.29466	0.24751	0.23412	0.53608			
	High speed	Avg	0.12832	0.30447	0.15004	0.30907	0.43960	0.09743	0.12751	0.51342
		SD	0.16763	0.24152	0.23824	0.29586	0.49083			
SD Lateral position	Overall	Avg	0.34444	0.49068	0.55278	0.55998	0.54355	**0.00027**	**0.00043**	0.80541
		SD	0.10902	0.13284	0.13084	0.15857	0.09949			
	Low speed	Avg	0.18170	0.27582	0.28190	0.31454	0.30111	**0.00945**	**0.00750**	0.83640
		SD	0.05098	0.09973	0.07502	0.15176	0.10216			
	High speed	Avg	0.42541	0.59503	0.70088	0.68477	0.65058	**0.00165**	**0.00164**	0.72212
		SD	0.15352	0.17311	0.18689	0.22829	0.14298			

Chulalongkorn University

ผล Mean Lateral position ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 สามารถบอกได้ว่าผู้ถูกทดสอบมักจะขับขี่รถยนต์ค่อนไปทางด้านซ้ายของช่องทางเดินรถ และที่ High speed จะชิดซ้ายมากกว่า Low speed

ผล SD Lateral position แสดงให้เห็นว่าที่ High speed ผู้ถูกทดสอบจะขับขี่รถยนต์ส่ายไปมาภายในช่องทางเดินรถมากกว่า Low speed และกลุ่มที่อายุน้อยกว่า สามารถควบคุมรถให้อยู่นิ่งภายในช่องทางเดินรถได้ดีกว่ากลุ่มที่อายุมากกว่าในทุกช่วงความเร็ว

ผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้า ซึ่งแสดงในตารางที่ 4-4 พบว่าในกลุ่ม A-D ค่า P-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 ทุกตัวแปร แต่เมื่อพิจารณาทุกกลุ่มอายุ (A-E) พบว่า Coherence (Low speed), SD Time headway (Overall) และ SD Time headway (High speed) มีค่า P-value น้อยกว่า 0.10 จึงอาจบอกได้ว่าผลที่ได้ออกมาในแต่ละกลุ่มอายุนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และค่อนข้างมีนัยสำคัญในตัวแปร Coherence (Low speed), SD Time headway

(Overall) และ SD Time headway (High speed) ในขณะที่กลุ่มผู้สูงอายุ (D-E) ไม่พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4-4 ผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า แบ่งตามกลุ่มอายุ

Car following			Group					P-value		
			A	B	C	D	E	A-E	A-D	D-E
Coherence ←	Overall	Avg	0.98610	0.97785	0.95555	0.94261	0.90657	**0.02256**	**0.00039**	0.45805
		SD	0.01133	0.01301	0.02763	0.04127	0.13456			
	Low speed	Avg	0.96980	0.95225	0.93527	0.92367	0.88670	0.08203	**0.01509**	0.50724
		SD	0.01942	0.02966	0.04601	0.04541	0.15552			
	High speed	Avg	0.97071	0.95320	0.88714	0.85770	0.80742	**0.00410**	**0.00039**	0.55355
		SD	0.03365	0.03022	0.08085	0.10442	0.22203			
Mean Time headway ←	Overall	Avg	1.4852	2.3640	3.3879	3.8103	8.9509	**0.01390**	**0.00027**	0.22857
		SD	0.75302	1.2978	1.0176	1.9982	12.017			
	Low speed	Avg	1.4916	2.5289	3.0633	3.1214	3.9967	**0.00141**	**0.00101**	0.35395
		SD	0.48519	1.1921	1.4359	1.0487	2.4945			
	High speed	Avg	1.4825	2.2225	3.6628	4.4298	13.199	**0.02282**	**0.00116**	0.22788
		SD	1.1601	1.4786	1.3062	3.0219	20.536			
SD Time headway	Overall	Avg	1.0509	1.4343	2.5625	2.9978	8.2045	0.05256	**0.00039**	0.29048
		SD	0.58364	0.77210	0.98339	1.9892	14.024			
	Low speed	Avg	0.99673	1.5094	1.6464	2.1691	3.2888	**0.01053**	**0.00080**	0.35850
		SD	0.35791	0.65810	0.58050	0.93231	3.3893			
	High speed	Avg	0.81765	1.1881	2.8449	3.0601	8.1767	0.05209	**0.00100**	0.30957
		SD	0.77894	0.97094	1.3349	2.6641	14.246			

ผล Coherence ในทุกช่วงความเร็วของทุกกลุ่มมีค่ามากกว่า 0.8 ซึ่งสามารถบอกได้ว่า ผู้ถูกทดสอบทุกกลุ่มสามารถขับขี่ตามหลังรถยนต์คันหน้าได้ แต่ในกลุ่มที่อายุน้อยกว่าจะสามารถใช้ความเร็วใกล้เคียงรถยนต์คันหน้าได้ดีกว่ากลุ่มที่อายุมากกว่า และในช่วง High speed กลุ่มที่มีอายุมากกว่าจะใช้ความเร็วให้ใกล้เคียงรถยนต์คันด้านหน้าได้แย่กว่ากลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า

ผล Mean Time headway แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่มีอายุน้อยกว่าจะขับชิดรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้ามากกว่ากลุ่มที่มีอายุมากกว่าในทุกช่วงความเร็ว และในทุกกลุ่ม Mean Time headway ที่ High speed จะมีค่ามากกว่า Low speed แต่ในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยค่าที่ได้นั้นเพิ่มขึ้นมากกว่าถึง 3 เท่าตัว

ผล SD Time headway ในกลุ่มที่มีอายุน้อยจะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่มีอายุมากกว่าทุกช่วงความเร็ว นั่นคือกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่าจะสามารถควบคุมระยะห่างจากรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าได้คงที่กว่ากลุ่มที่มีอายุมากกว่า และเฉพาะในกลุ่มที่อายุ 45 ปีขึ้นไปค่า SD Time headway ในช่วง High speed มีค่ามากกว่า Low speed ซึ่งอาจบอกได้ว่าที่ความเร็วสูงกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 45 ปี จะควบคุมระยะห่างจากรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าให้คงที่ได้แย่กว่าที่ความเร็วต่ำ และในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยค่า SD Time headway ในช่วง High speed นั้นมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างชัดเจน

จากตารางที่ 4-5 ซึ่งแสดงผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก แบ่งตามกลุ่มอายุ พบว่าค่า P-value ของผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์เข้าทางร่วมทางหลัก มีเพียง Time headway (ld) และ 1/Time to collision (ld) ที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงสามารถบอกได้ว่าผล Time headway (ld) และ 1/Time to collision (ld) หรือการเว้นระยะห่างและการใช้ความเร็วโดยเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (ld) ในแต่ละกลุ่มอายุนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และไม่พบว่าตัวแปรอื่น ๆ นั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละกลุ่มอายุ

ตารางที่ 4-5 ผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก แบ่งตามกลุ่มอายุ

Merging			Group					P-value		
			A	B	C	D	E	A-E	A-D	D-E
ld	THW ↑	Avg	1.0905	2.4991	1.8800	1.9004	2.1556	**0.03317**	**0.01134**	0.67473
		SD	0.61087	1.5812	0.83739	0.86448	1.5301			
	1/TTC	Avg	0.05497	0.00517	0*	0*	0*	**0.00073**	**0.00180**	**0.00222**
		SD	0.06641	0.01710	0**	0**	0**			
fd	THW ↑	Avg	0.83653	1.1804	0.61990	0.50543	0.83917	0.36662	0.26997	0.14156
		SD	0.44628	1.5326	0.24093	0.26533	0.57251			
	1/TTC	Avg	0.00401	0*	0.03547	0.03604	0.02216	0.52638	0.37715	0.75370
		SD	0.01549	0**	0.08495	0.10679	0.06265			
Minimum Time headway ↑		Avg	0.63837	0.72809	0.54867	0.42927	0.53367	0.10113	0.07530	0.36642
		SD	0.30807	0.17939	0.25701	0.24145	0.21369			
1/Minimum Time to collision		Avg	0.06533	0*	0.10657	0.75494	0.02994	0.37722	0.33355	0.38504
		SD	0.06928	0**	0.26619	2.2648	0.08466			

Note: * Time to collision มีค่าเป็น ∞ เนื่องจากรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้ามีความเร็วมากกว่ารถยนต์คันที่อยู่ด้านหลัง เมื่อหาค่า 1/Time to collision จะได้ค่าเป็น 0

** ข้อมูลทุกค่าในกลุ่มนั้น มีค่าเท่ากันทุกตัว ทำให้ Standard Deviation เป็น 0

ผลการเข้าทางร่วมทางหลักเมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (ld) จะเห็นว่ากลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปีจะขับชิดรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้ามากกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างชัดเจน โดยสังเกตุได้จาก Time headway (ld) โดยที่ผล 1/Time to collision (ld) นั้นมีค่ามากกว่า 0 เฉพาะในกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปี และกลุ่มที่มีอายุระหว่าง 30 ถึง 45 ปี เท่านั้น ซึ่งสามารถบอกได้ว่าทั้งสองกลุ่มนี้ใช้ความเร็วมากกว่ารถยนต์ที่อยู่ด้านหน้าในช่องทางเดินรถด้านข้างที่กำลังเข้าไป แต่ค่า 1/Time to collision (ld) นั้นมีค่าน้อยมาก โดยคำนวณ 0.05497 ในกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปีกลับมาเป็น Time to collision (ld) แล้วมีค่าประมาณ 18 วินาที ซึ่งไม่ถือว่าอันตรายมาก

ผลการเข้าทางร่วมทางหลักเมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (fd) พบว่า Time headway (fd) และ 1/Time to collision (fd) ไม่สามารถบอกได้ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการเข้าทางร่วมทางหลักในตัวแปร Minimum Time headway และ 1/Minimum Time to collision ไม่สามารถบอกได้ว่าแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอายุ

ผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4-6 พบว่าไม่มีตัวแปรที่มีค่า P-value มีค่าน้อยกว่า 0.05 และมีเพียง Time headway (fd) และ Minimum Time headway เท่านั้นที่ค่า P-value มีค่าน้อยกว่า 0.10 จึงอาจบอกได้ว่า Time headway (fd) และ Minimum Time headway ในทุกกลุ่มอายุ (A-E) นั้นแตกต่างกันอย่างค่อนข้างมีนัยสำคัญ แต่ผลอื่น ๆ ที่เหลือนั้นไม่พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ สามารถบอกได้ว่าผู้ที่มีอายุมากกว่าเลือกที่จะเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ในช่องว่างระหว่างรถยนต์สองคันในช่องทางเดินรถด้านข้างที่กว้างกว่า โดยสังเกตุได้จากผล Time headway ทั้ง (li), (ld) และ (fd) มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามกลุ่มอายุ และผล 1/Time to collision (li) และ (fd) มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น เมื่อคำนวณกลับมาเป็น Time to collision จะมีค่าอยู่ระหว่าง 2.4 วินาที ถึง 8.7 วินาที ยกเว้นเพียง 1/Time to collision (ld) ที่มีค่าใกล้เคียง 0 ทุกกลุ่มอายุ

ตารางที่ 4-6 ผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ แบ่งตามกลุ่มอายุ

Lane changing			Group					P-value		
			A	B	C	D	E	A-E	A-D	D-E
li	THW ↑	Avg	0.92099	1.0044	1.3291	1.4005	1.5508	0.17518	0.26514	0.62237
		SD	0.81588	0.63877	0.61495	0.49469	0.72301			
	1/TTC	Avg	0.43168	0.43838	0.32318	0.28386	0.30737	0.39568	0.35974	0.77170
		SD	0.28149	0.28039	0.19393	0.14171	0.18438			
ld	THW ↑	Avg	1.0525	1.2297	1.4927	1.7718	2.1993	0.16605	0.26377	0.57994
		SD	0.74725	0.88704	0.90212	1.0955	1.9374			
	1/TTC	Avg	0.03276	0*	0*	0.01311	0*	0.11872	0.13666	0.36608
		SD	0.06174	0**	0**	0.03930	0**			
fd	THW ↑	Avg	1.0631	1.8472	1.5283	2.1762	2.5382	0.07943	0.11948	0.66389
		SD	1.0308	1.0196	1.0211	1.5119	1.8380			
	1/TTC	Avg	0.15521	0.12268	0.15014	1.7794	0.08728	0.31290	0.27941	0.35618
		SD	0.12720	0.19497	0.23122	4.9687	0.05938			
Minimum Time headway ↑		Avg	0.50908	0.74522	0.91669	0.86312	1.1274	0.06281	0.16015	0.34762
		SD	0.40056	0.41382	0.57910	0.54601	0.56799			
1/Minimum Time to collision		Avg	0.56852	0.66011	0.44140	0.40051	0.31856	0.54108	0.65804	0.53259
		SD	0.42374	0.81763	0.34534	0.32039	0.17403			

Note: * Time to collision มีค่าเป็น ∞ เนื่องจากรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้ามีความเร็วมากกว่ารถยนต์คันที่อยู่ด้านหลัง เมื่อหาค่า 1/Time to collision จะได้ค่าเป็น 0

** ข้อมูลทุกค่าในกลุ่มนั้น มีค่าเท่ากันทุกตัว ทำให้ Standard Deviation เป็น 0

ตารางที่ 4-7 ซึ่งแสดงผลการทดสอบการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า พบว่าในทุกกลุ่มอายุ (A-E) มีค่า P-value น้อยกว่า 0.10 สามารถบอกได้ว่าผลที่ได้นั้นแตกต่างกันอย่างค่อนข้างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ผลที่ได้ยังแสดงให้เห็นว่า Mean time to max brake ของแต่ละกลุ่มอายุมีค่าประมาน 2 วินาที ซึ่งแตกต่างกันเล็กน้อย โดยมีเพียงกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปี และกลุ่มที่มีอายุระหว่าง 30 ถึง 45 ปี เท่านั้น ที่มีค่าประมาณ 2.4 วินาที ซึ่งมากกว่ากลุ่มอื่นเล็กน้อย

ตารางที่ 4-7 ผลการทดสอบการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า แบ่งตามกลุ่มอายุ

Emergency braking		Group					P-value		
		A	B	C	D	E	A-E	A-D	D-E
Mean time to max brake	Avg	2.3718	2.4031	2.0603	2.1360	2.0703	0.09859	0.13023	0.64599
	SD	0.53023	0.37942	0.19297	0.31527	0.25141			

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์

การหาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ จะถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ ความสัมพันธ์รวมทุกกลุ่มอายุ และความสัมพันธ์เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย โดยผลจากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะถูกคำนวณหาค่า P-value และแสดงในตารางข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ * ในกรณีที่ค่า P-value น้อยกว่า 0.1 และแสดงในตารางข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ ** ในกรณีที่ค่า P-value น้อยกว่า 0.05

ในทักษะการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ ตัวแปรที่สำคัญคือ SD Lateral position ซึ่งบอกถึงความสามารถในการควบคุมรถยนต์ให้มีความคงที่ภายในช่องทางเดินรถ ไม่ส่ายไปทางซ้ายทางขวา ในขณะที่ Mean Lateral position นั้นบอกได้เพียงตำแหน่งของรถยนต์ภายในช่องทางเดินรถของผู้ขับขี่ว่าขับชิดไปทางด้านซ้ายหรือขวาอย่างไร ในงานวิจัยนี้จึงได้หาความสัมพันธ์เพียงแค่ SD Lateral position โดยความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และ SD Lateral position เฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4-8 จะพบความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation ใน RVP – Mean latency, AST - Mean correct latency, SWM – Mean time to last response และ SWM – Mean token-search preparation time กับ SD Lateral position ที่ Overall และ High speed ซึ่งทั้งหมดนี้ เป็นตัวแปรเวลาที่ผู้ถูกทดสอบใช้ในการทดแบบทดสอบ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่ใช้ในการคิดสิ่งต่าง ๆ หรือความสามารถด้านการบริหารจัดการจะมีผลมากที่สุด เมื่อใช้เวลาน้อยจะสามารถควบคุมรถยนต์ให้มีความคงที่ภายในช่องทางเดินรถ ไม่ส่ายไปทางซ้ายทางขวาได้ดีในช่วงความเร็วสูง แต่ในช่วงความเร็วต่ำ หรือ Low speed พบความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation กับอายุของผู้ถูกทดสอบ ซึ่งสามารถบอกได้ว่าผู้สูงอายุที่มีอายุน้อยกว่าจะสามารถควบคุมรถยนต์ให้มีความคงที่ภายในช่องทางเดินรถที่ความเร็วต่ำได้ดีกว่าผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4-8 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ (SD Lateral position) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		SD Lateral position (D-E)		
		Overall	Low speed	High speed
Age		0.05210	0.48100**	-0.14300
MoCA		-0.05098	-0.10943	0.02661
RTI	Mean simple reaction time	-0.10834	-0.00506	-0.08883
	Mean simple movement time	-0.10053	0.18843	-0.20823
	Mean choice reaction time	-0.04731	-0.07641	-0.02731
	Mean choice movement time	-0.17881	0.10361	-0.25939
RVP	Mean latency	-0.50285**	0.00010	-0.51666**
	Probability of hit ↑	0.07561	0.01478	0.10551
	Probability of false alarm	-0.13512	-0.18967	-0.06280
DMS	Percent correct ↑	0.02797	-0.11297	0.12849
	Mean correct latency	0.13904	0.30367	0.01635
AST	Percent correct ↑	-0.05611	-0.14122	0.03838
	Mean correct latency	0.42543*	0.01283	0.43434*
OTS	Problems solved on first choice ↑	0.11207	0.07374	0.12063
	Mean latency to first choice	0.10418	0.15884	0.05798
	Mean choices to correct	-0.03383	-0.06982	-0.04229
	Mean latency to correct	0.15269	0.12673	0.13336
SWM	Total errors	0.05215	0.34296	-0.07607
	Mean time to last response	0.52622**	0.11281	0.50191**
	Mean token-search preparation time	0.55650**	0.04327	0.54592**

ในการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า ความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผล Coherence ในกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4-9 พบความสัมพันธ์ในระดับ Strong correlation ที่ Movement time และอายุ โดยมี Moderate correlation ที่ RVP - Mean latency, RVP - Probability of hit, DMS - Percent correct, OTS - Mean latency to first choice, SWM - Total errors และ MoCA ซึ่งอาจบอกได้ว่าในผู้สูงอายุอายุ และ Movement time มีผลต่อการใช้ความเร็วให้ใกล้เคียงกับรถยนต์คันด้านหน้า โดยที่การใส่ใจเชิงซ้อนมีผลเล็กน้อย

จากตารางที่ 4-10 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และ Mean Time headway ในผู้สูงอายุ พบความสัมพันธ์ระดับ Very strong correlation ที่ RTI - Mean simple movement time ในช่วงความเร็วสูง โดยพบ Strong correlation ที่อายุ และ RTI - Mean choice movement time ในช่วงความเร็วสูงเช่นกัน และพบ Moderate correlation ที่ MoCA, RVP - Mean latency, RVP - Probability of hit, DMS - Percent correct และ OTS - Mean latency to first choice จึงอาจบอกได้ว่า ผู้สูงอายุที่มี Movement time และอายุน้อยจะทิ้งระยะห่างจากรถยนต์คันด้านหน้าในช่วงความเร็วสูงน้อยกว่าผู้สูงอายุที่มี Movement time และอายุมากกว่า โดยในช่วงความเร็วต่ำคะแนน MoCA และอายุจะมีผลมากกว่า

จากตารางที่ 4-11 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และ SD Time headway ในผู้สูงอายุ พบความสัมพันธ์ระดับ Very strong correlation ที่ RTI - Mean simple movement time ในช่วงความเร็วสูง และพบ Strong correlation ที่อายุ และ RTI - Mean choice movement time ในช่วงความเร็วสูงเช่นเดียวกับ Mean Time headway โดยมี RTI - Mean simple movement time ในช่วงความเร็วต่ำเพิ่มเข้ามาด้วย และยังพบ Moderate correlation ที่ MoCA, RVP - Mean latency, RVP - Probability of hit, OTS - Mean latency to first choice และ SWM – Total errors จึงอาจบอกได้ว่า ผู้สูงอายุที่มี Movement time น้อยกว่า อายุน้อยกว่า และคะแนน MoCA มากกว่า จะสามารถควบคุมระห่างจากรถยนต์คันด้านหน้าในช่วงความเร็วสูงให้คงที่ได้น้อยกว่าผู้สูงอายุที่มี Movement time มากกว่า อายุมากกว่า และคะแนน MoCA น้อยกว่า ทั้งในช่วงความเร็วต่ำ และความเร็วสูง

ตารางที่ 4-9 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (Coherence) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Coherence ↑ (D-E)		
		Overall	Low speed	High speed
Age		-0.74980**	-0.73220**	-0.74810**
MoCA		0.47156**	0.52303**	0.42858*
RTI	Mean simple reaction time	-0.10053	-0.17593	-0.04303
	Mean simple movement time	-0.78731**	-0.72943**	-0.71868**
	Mean choice reaction time	-0.16095	-0.21667	-0.18519
	Mean choice movement time	-0.67094**	-0.62683**	-0.60839**
RVP	Mean latency	-0.46812*	-0.47652**	-0.35464
	Probability of hit ↑	0.48122**	0.48432**	0.50013**
	Probability of false alarm	0.10623	0.12481	0.04229
DMS	Percent correct ↑	0.3868	0.4005*	0.4305*
	Mean correct latency	0.38685	0.40052	0.43053
AST	Percent correct ↑	-0.01881	-0.05569	-0.07148
	Mean correct latency	0.24307	0.28965	0.27917
OTS	Problems solved on first choice ↑	0.23805	0.24653	0.25846
	Mean latency to first choice	-0.49890**	-0.49834**	-0.41494*
	Mean choices to correct	-0.20732	-0.24206	-0.24417
	Mean latency to correct	-0.31690	-0.32365	-0.25804
SWM	Total errors	-0.44993*	-0.48661**	-0.42524*
	Mean time to last response	-0.21488	-0.22570	-0.26467
	Mean token-search preparation time	-0.07801	-0.09707	-0.17007

ตารางที่ 4-10 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (Mean Time headway) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Mean Time headway ↑ (D-E)		
		Overall	Low speed	High speed
Age		0.65320**	0.48200**	0.65430**
MoCA		-0.53419**	-0.44477*	-0.53139**
RTI	Mean simple reaction time	0.13948	0.06431	0.14413
	Mean simple movement time	0.81800**	0.45275*	0.83545**
	Mean choice reaction time	0.16116	0.13775	0.16143
	Mean choice movement time	0.68836**	0.31384	0.71047**
RVP	Mean latency	0.44939*	0.09745	0.47309**
	Probability of hit ↑	-0.43683*	-0.33400	-0.43728*
	Probability of false alarm	-0.12397	-0.12408	-0.11933
DMS	Percent correct ↑	-0.37997	-0.44031*	-0.36566
	Mean correct latency	-0.10079	-0.07193	-0.10046
AST	Percent correct ↑	-0.22003	-0.20631	-0.21819
	Mean correct latency	0.12166	0.32784	0.09829
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.23787	-0.10629	-0.24750
	Mean latency to first choice	0.49685**	0.26302	0.50733**
	Mean choices to correct	0.21578	0.20598	0.21345
	Mean latency to correct	0.29907	0.13434	0.30736
SWM	Total errors	0.36126	0.17448	0.37128
	Mean time to last response	0.17113	0.25834	0.15772
	Mean token-search preparation time	0.04284	0.22380	0.02424

ตารางที่ 4-11 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (SD Time headway) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		SD Time headway (D-E)		
		Overall	Low speed	High speed
Age		0.65140**	0.57600**	0.66040**
MoCA		-0.50919**	-0.43755*	-0.51277**
RTI	Mean simple reaction time	0.14223	0.06836	0.14394
	Mean simple movement time	0.83745**	0.63000**	0.83735**
	Mean choice reaction time	0.14842	0.00816	0.18028
	Mean choice movement time	0.70556**	0.44998*	0.71108**
RVP	Mean latency	0.50072**	0.34323	0.49635**
	Probability of hit ↑	-0.42989*	-0.32698	-0.44348*
	Probability of false alarm	-0.12404	-0.21638	-0.09997
DMS	Percent correct ↑	-0.33502	-0.33639	-0.34881
	Mean correct latency	-0.11427	-0.15140	-0.09397
AST	Percent correct ↑	-0.20463	-0.08725	-0.23234
	Mean correct latency	0.07525	0.16758	0.07746
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.24866	-0.04759	-0.27509
	Mean latency to first choice	0.50547**	0.43206*	0.49598**
	Mean choices to correct	0.20920	0.08560	0.23822
	Mean latency to correct	0.30984	0.25394	0.30766
SWM	Total errors	0.39018	0.23837	0.40739*
	Mean time to last response	0.14994	0.15290	0.16163
	Mean token-search preparation time	0.00349	0.02254	0.02406

จากตารางที่ 4-12 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลพุทธิปัญญา และผลทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (ld) เฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และ 1/Time to collision (ld) นั้นหาค่าไม่ได้ เป็นผลมาจากการที่ผู้สูงอายุใช้ความเร็วน้อยกว่ารถยนต์คันด้านหน้าทุกคน ทำให้ 1/Time to collision เป็น 0 ทุกคน จึงหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ได้ แต่สำหรับ Time headway (ld) นั้นพบความสัมพันธ์ระดับ Strong correlation กับ Movement time และความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation กับ OTS – Mean latency to first choice และ SWM – Total errors จึงอาจบอกได้ว่าการรักษาระยะห่างจากรถยนต์ด้านหน้าในช่องทางเดินรถที่กำลังเข้าไปของผู้สูงอายุ Movement time มีผลมากที่สุด โดยความสามารถด้านการบริหารจัดการมีผลเล็กน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างผลพุทธิปัญญา และผลทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (fd) เฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4-13 พบความสัมพันธ์ระดับ Weak correlation ระหว่าง Reaction time, DMS, OTS, SWM และ MoCA กับ Time headway (fd) และระหว่าง RVP, AST, OTS และ SWM กับ 1/Time to collision (fd) โดยทุกความสัมพันธ์มีค่า P-value > 0.05 จึงอาจบอกได้ว่าในผู้สูงอายุพุทธิปัญญาไม่พบว่ามีผลต่อการควบคุมความเร็ว และรักษาระยะห่างจากรถยนต์ด้านหลังในช่องทางเดินรถที่กำลังเข้าไป

จากตารางที่ 4-14 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลพุทธิปัญญา และผลทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก Minimum Time headway และ 1/Minimum Time to collision พบว่า Minimum Time headway มีความสัมพันธ์ในระดับ Strong correlation กับ SWM - Mean time to last response และความสัมพันธ์ในระดับ Moderate correlation กับ SWM - Mean token-search preparation time และ OTS - Mean latency to correct ในขณะที่ 1/Minimum Time to collision พบความสัมพันธ์กับ OTS - Problems solved on first choice เพียงค่าเดียวในระดับ Moderate correlation จึงอาจบอกได้ว่าในผู้สูงอายุพุทธิปัญญาในด้านความสามารถด้านการบริหารจัดการจะมีผลต่อความสามารถในการเข้าทางร่วมทางหลักได้อย่างปลอดภัยมากที่สุด

ตารางที่ 4-12 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (ld) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Merging (ld) (D-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		-0.32510	N/A
MoCA		-0.36172	N/A
RTI	Mean simple reaction time	0.25728	N/A
	Mean simple movement time	0.74724**	N/A
	Mean choice reaction time	0.30667	N/A
	Mean choice movement time	0.69429**	N/A
RVP	Mean latency	0.36254	N/A
	Probability of hit ↑	-0.32508	N/A
	Probability of false alarm	-0.03660	N/A
DMS	Percent correct ↑	-0.29793	N/A
	Mean correct latency	0.09972	N/A
AST	Percent correct ↑	-0.14594	N/A
	Mean correct latency	-0.05931	N/A
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.21212	N/A
	Mean latency to first choice	0.44668**	N/A
	Mean choices to correct	0.14489	N/A
	Mean latency to correct	0.30554	N/A
SWM	Total errors	0.48437**	N/A
	Mean time to last response	0.10971	N/A
	Mean token-search preparation time	-0.04604	N/A

ตารางที่ 4-13 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (fd) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Merging (fd) (D-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		-0.07627	-0.14549
MoCA		-0.26057	0.08123
RTI	Mean simple reaction time	-0.27427	-0.07147
	Mean simple movement time	0.08418	0.08614
	Mean choice reaction time	-0.31484	0.05330
	Mean choice movement time	-0.03914	0.13406
RVP	Mean latency	0.07437	-0.21352
	Probability of hit ↑	0.07235	0.24333
	Probability of false alarm	0.04815	-0.01982
DMS	Percent correct ↑	-0.00147	0.06751
	Mean correct latency	-0.24512	-0.01726
AST	Percent correct ↑	-0.13938	0.10913
	Mean correct latency	0.11077	-0.35598
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.05213	0.30406
	Mean latency to first choice	-0.14236	-0.22540
	Mean choices to correct	0.06305	-0.21869
	Mean latency to correct	-0.23113	-0.29326
SWM	Total errors	-0.19236	-0.28713
	Mean time to last response	-0.33496	-0.08709
	Mean token-search preparation time	-0.22861	0.03993

ตารางที่ 4-14 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก (Minimum Time headway, 1/Minimum Time to collision) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Merging (D-E)	
		Min THW ↑	1/Min TTC
Age		-0.33204	-0.11092
MoCA		0.00472	0.10052
RTI	Mean simple reaction time	-0.22701	-0.00567
	Mean simple movement time	-0.19783	-0.09170
	Mean choice reaction time	-0.30927	0.05108
	Mean choice movement time	-0.24529	-0.05575
RVP	Mean latency	-0.03944	-0.10892
	Probability of hit ↑	0.17926	0.23996
	Probability of false alarm	-0.08048	0.07043
DMS	Percent correct ↑	-0.07791	0.19483
	Mean correct latency	-0.14442	-0.09165
AST	Percent correct ↑	0.10985	0.20110
	Mean correct latency	-0.22011	-0.22572
OTS	Problems solved on first choice ↑	0.05713	0.43573*
	Mean latency to first choice	-0.38149	-0.17881
	Mean choices to correct	-0.06459	-0.27780
	Mean latency to correct	-0.43011*	-0.22926
SWM	Total errors	-0.34891	-0.29548
	Mean time to last response	-0.63675**	-0.08169
	Mean token-search preparation time	-0.54489**	0.03408

ความสัมพันธ์ระหว่างผลพุทธิปัญญา และ Time headway (li) และ 1/Time to collision (li) ในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4-15 พบความสัมพันธ์ระดับ Strong correlation ระหว่าง AST – Percent correct กับ 1/Time to collision (li) และระดับ Moderate correlation ระหว่าง Reaction time และ OTS กับ 1/Time to collision (li) โดยที่ Time headway (li) พบความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation เพียงแค่ Movement time เท่านั้น จึงอาจบอกได้ว่า Reaction time, Movement time, ความสามารถด้านการบริหารจัดการ และความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์จะส่งผลต่อการรักษาระยะห่าง และความเร็วจากรถยนต์ด้านหน้าในช่องทางเดินรถเดียวกันในขณะที่กำลังจะเปลี่ยนช่องทางเดินรถของผู้สูงอายุ

จากตารางที่ 4-16 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา กับ Time headway (ld) และ 1/Time to collision (ld) ในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ พบว่า 1/Time to collision (ld) มีความสัมพันธ์ระดับ Very strong correlation กับ SWM – Mean time to last response และยังมีความสัมพันธ์ระดับ Strong correlation กับ OTS - Mean latency to correct และ SWM - Mean token-search preparation time โดยที่ Time headway (ld) พบเพียงความสัมพันธ์ระดับ Strong correlation กับ RTI – Mean simple movement time และระดับ Moderate correlation กับ RTI – Mean simple reaction time, RTI – Mean choice movement time, OTS - Mean latency to first choice และ OTS - Mean latency to correct จึงอาจบอกได้ว่าความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ และความสามารถด้านการบริหารจัดการมีผลต่อการควบคุมความเร็ว และรักษาระยะห่างจากรถยนต์ด้านหน้าในช่องทางเดินรถที่กำลังจะเปลี่ยนเข้าไปของผู้สูงอายุ โดยที่ Movement time และ Reaction time มีผลต่อการรักษาระยะห่างด้วยเล็กน้อย

จากตารางที่ 4-17 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา กับ Time headway (fd) และ 1/Time to collision (fd) ในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ พบความสัมพันธ์ระดับ Strong correlation ระหว่าง 1/Time to collision (fd) กับ RVP – Mean latency และระดับ Moderate correlation และ Weak correlation กับ Movement time, RVP, DMS, AST, OTS, SWM และอายุ โดยที่ Time headway (fd) พบเพียงความสัมพันธ์ระดับ Weak correlation กับ Movement time, RVP, SWM และอายุ จึงอาจบอกได้ว่าการควบคุมความเร็ว และรักษาระยะห่างจากรถยนต์ด้านหลังในช่องทางเดินรถที่กำลังจะเปลี่ยนเข้าไปของผู้สูงอายุ การใส่ใจเชิงซ้อนมีจะผลมากที่สุด และความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านการบริหารจัดการ และอายุจะมีผลด้วยเล็กน้อย

จากตารางที่ 4-18 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลพุทธิปัญญา และผลทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ Minimum Time headway และ 1/Minimum Time to collision พบเพียง

ความสัมพันธ์ระหว่าง Minimum Time headway กับ SWM - Mean time to last response และ RVP - Probability of hit ในระดับ Moderate correlation

ตารางที่ 4-15 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถเดียวกัน (li) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Lane changing (li) (D-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		0.11980	-0.15690
MoCA		-0.08092	-0.26444
RTI	Mean simple reaction time	0.07044	0.41626*
	Mean simple movement time	0.52096**	-0.17442
	Mean choice reaction time	-0.25047	0.57443**
	Mean choice movement time	0.37441*	-0.04151
RVP	Mean latency	0.11998	-0.07218
	Probability of hit ↑	0.11975	-0.15693
	Probability of false alarm	-0.31699	0.28213
DMS	Percent correct ↑	0.23034	-0.36095
	Mean correct latency	-0.37850*	0.02328
AST	Percent correct ↑	0.35713	-0.62507**
	Mean correct latency	-0.13639	0.24245
OTS	Problems solved on first choice ↑	0.10179	-0.42736*
	Mean latency to first choice	0.36082	-0.44962**
	Mean choices to correct	-0.24093	0.58414**
	Mean latency to correct	0.21796	-0.38904*
SWM	Total errors	0.07952	0.00057
	Mean time to last response	-0.06284	-0.00082
	Mean token-search preparation time	-0.29407	0.24857

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-16 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินด้านข้าง (ld) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Lane changing (ld) (D-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		-0.11660	-0.16180
MoCA		-0.36522	0.10112
RTI	Mean simple reaction time	0.50975**	-0.06821
	Mean simple movement time	0.63279	-0.12909
	Mean choice reaction time	0.26546**	-0.15091
	Mean choice movement time	0.56306**	-0.19618
RVP	Mean latency	0.35082	0.11042
	Probability of hit ↑	-0.11656	-0.16179
	Probability of false alarm	-0.13815	-0.17492
DMS	Percent correct ↑	0.02858	0.20255
	Mean correct latency	-0.23832	-0.01312
AST	Percent correct ↑	-0.03075	0.15763
	Mean correct latency	-0.05225	0.31661
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.17356	0.26082
	Mean latency to first choice	0.51760**	0.52293**
	Mean choices to correct	0.13144	-0.13991
	Mean latency to correct	0.41779*	0.60376**
SWM	Total errors	0.37288*	0.19920
	Mean time to last response	0.17781	0.83235**
	Mean token-search preparation time	-0.01481	0.64533**

ตารางที่ 4-17 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินด้านข้าง (fd) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Lane changing (fd) (D-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		-0.29754	0.24157
MoCA		-0.07413	0.10476
RTI	Mean simple reaction time	-0.08236	0.09102
	Mean simple movement time	-0.21746	0.30846
	Mean choice reaction time	-0.13689	0.09603
	Mean choice movement time	-0.26753	0.42149*
RVP	Mean latency	-0.29539	0.64268**
	Probability of hit ↑	0.33611	-0.37774*
	Probability of false alarm	-0.01131	0.24034
DMS	Percent correct ↑	0.13755	-0.00469
	Mean correct latency	0.18558	-0.38518
AST	Percent correct ↑	-0.02475	-0.07474
	Mean correct latency	0.07093	-0.28095
OTS	Problems solved on first choice ↑	0.17086	-0.42629*
	Mean latency to first choice	-0.04068	-0.24246
	Mean choices to correct	-0.18507	0.31493
	Mean latency to correct	-0.00699	-0.33549
SWM	Total errors	-0.31515	0.31531
	Mean time to last response	-0.27810	-0.21563
	Mean token-search preparation time	-0.07776	-0.37830*

ตารางที่ 4-18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (Minimum Time headway, 1/Minimum Time to collision) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Lane changing (D-E)	
		Min THW ↑	1/Min TTC
Age		0.26951	-0.07909
MoCA		0.28078	0.08590
RTI	Mean simple reaction time	-0.23169	-0.25880
	Mean simple movement time	-0.11066	-0.03864
	Mean choice reaction time	-0.13271	-0.36002
	Mean choice movement time	-0.09999	-0.15758
RVP	Mean latency	0.32320	-0.13912
	Probability of hit ↑	-0.41421*	0.16397
	Probability of false alarm	0.27889	-0.25640
DMS	Percent correct ↑	0.14683	0.21688
	Mean correct latency	-0.13739	0.15409
AST	Percent correct ↑	0.09769	0.35182
	Mean correct latency	0.30818	-0.02666
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.00494	0.26494
	Mean latency to first choice	0.08348	0.29891
	Mean choices to correct	0.04481	-0.35191
	Mean latency to correct	0.13159	0.31052
SWM	Total errors	0.23321	-0.01062
	Mean time to last response	0.53245**	0.05078
	Mean token-search preparation time	0.37918	-0.05736

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และ Time to max brake ในผู้สูงอายุ ซึ่งแสดงในตารางที่ 4-19 พบความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation ที่ RVP – Mean latency และ Weak correlation ที่ RVP, DMS, AST, OTS และ SWM เล็กน้อย จึงอาจบอกได้ว่าการใส่ใจเชิงซ้อนมีผลต่อความสามารถในการหยุดรถกระทันหัน ในผู้สูงอายุ

ตารางที่ 4-19 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า (Mean Time to max brake) เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

		Emergency braking (D-E)
		Mean Time to max brake
Age		-0.04112
MoCA		0.15059
RTI	Mean simple reaction time	0.18151
	Mean simple movement time	0.13781
	Mean choice reaction time	0.03879
	Mean choice movement time	0.21487
RVP	Mean latency	0.44076**
	Probability of hit ↑	-0.07652
	Probability of false alarm	-0.24537
DMS	Percent correct ↑	0.04956
	Mean correct latency	-0.26350
AST	Percent correct ↑	-0.06506
	Mean correct latency	-0.37471*
OTS	Problems solved on first choice	-0.30316
	Mean latency to first choice ↑	-0.03398
	Mean choices to correct	0.20598
	Mean latency to correct	-0.02539
SWM	Total errors	0.31077
	Mean time to last response	-0.05526
	Mean token-search preparation time	-0.27916

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และ SD Lateral position ในทุกกลุ่มอายุ แสดงในตารางที่ 4-20 ซึ่งมีความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation ใน SWM - Mean time to last response, SWM - Mean token-search preparation time และอายุ โดยมี Weak correlation ในผลของ DMS, AST, OTS และ SWM บางตัว ซึ่งอาจบอกได้ว่าผู้ที่อายุน้อย และผู้ที่มีความสามารถด้านการบริหารจัดการ และความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ดี จะสามารถควบคุมรถยนต์ให้มีความคงที่ภายในช่องทางเดินรถ ไม่ส่ายไปทางซ้ายทางขวาได้ดีกว่า

ตารางที่ 4-20 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ (SD Lateral position) รวมทุกกลุ่มอายุ

		SD Lateral position (A-E)		
		Overall	Low speed	High speed
Age		0.50250**	0.46970**	0.43620**
RTI	Mean simple reaction time	0.50250	0.46970	0.43620
	Mean simple movement time	-0.03252	0.11865	-0.05896
	Mean choice reaction time	0.06418	0.14195	0.02562
	Mean choice movement time	0.04709	0.10958	0.02126
RVP	Mean latency	0.03468	0.16052	-0.01249
	Probability of hit ↑	-0.04085	0.10977	-0.07325
	Probability of false alarm	-0.17416	-0.13598	-0.14775
DMS	Percent correct ↑	-0.20789	-0.25178*	-0.15531
	Mean correct latency	0.17835	0.26466*	0.12563
AST	Percent correct ↑	-0.20434	-0.24444*	-0.15044
	Mean correct latency	0.22816*	0.21372	0.20436
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.37874**	-0.30145**	-0.33407**
	Mean latency to first choice	0.19575	0.22733*	0.15705
	Mean choices to correct	0.33755**	0.21607	0.30544**
	Mean latency to correct	0.25279*	0.25860*	0.21898
SWM	Total errors	0.37606**	0.35839**	0.31819**
	Mean time to last response	0.57371**	0.41999**	0.53202**
	Mean token-search preparation time	0.49895**	0.34505**	0.46802**

ความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และ Coherence ในทุกกลุ่มอายุ แสดงในตารางที่ 4-21 พบความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation ค่อนข้างมากทั้ง Movement time, RVP, DMS, OTS และ SWM อีกทั้งยังมี Weak correlation ในทุกแบบทดสอบ จึงอาจบอกได้ว่าพุทธิปัญญาในทุกด้าน รวมทั้งอายุ มีผลต่อค่า Coherence หรือการใช้ความเร็วใกล้เคียงรถยนต์คันหน้า

จากตารางที่ 4-22 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผล Mean Time headway ของทุกกลุ่มอายุ พบความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation ที่ Movement time, RVP- Mean latency, DMS – Percent correct, OTS - Mean latency to first choice, OTS - Mean choices to correct, SWM – Total errors และอายุ โดยมี Weak correlation ในทุกแบบทดสอบ จึงอาจบอกได้ว่า Mean Time headway หรือการทิ้งระยะห่างจากรถยนต์คันด้านหน้า มีความสัมพันธ์กับพุทธิปัญญาในทุกด้าน โดยเฉพาะการใส่ใจเชิงซ้อน และความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์

จากตารางที่ 4-23 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผล SD Time headway ในทุกกลุ่มอายุ พบความสัมพันธ์ระดับ Moderate correlation ที่ Movement time, RVP- Mean latency, DMS – Percent correct, OTS - Mean latency to first choice, SWM – Total errors และอายุ โดยมี Weak correlation ในทุกค่าของแบบทดสอบ OTS และบางค่าจากแบบทดสอบอื่น จึงอาจบอกได้ว่า SD Time headway มีความสัมพันธ์กับพุทธิปัญญาในทุกด้าน โดยเฉพาะความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ และความสามารถด้านการบริหารจัดการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-21 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (Coherence) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Coherence ↑ (A-E)		
		Overall	Low speed	High speed
Age		-0.48480**	-0.44490**	-0.55090**
RTI	Mean simple reaction time	-0.13186	-0.15342	-0.13146
	Mean simple movement time	-0.54441**	-0.51057**	-0.49851**
	Mean choice reaction time	-0.20861	-0.23508*	-0.23180*
	Mean choice movement time	-0.48051**	-0.45632**	-0.44462**
RVP	Mean latency	-0.42362**	-0.47224**	-0.35278**
	Probability of hit ↑	0.36839**	0.37050**	0.39141**
	Probability of false alarm	-0.05854	-0.03412	-0.14187
DMS	Percent correct ↑	0.39140**	0.44232**	0.41871**
	Mean correct latency	-0.14305	-0.10988	-0.20001
AST	Percent correct ↑	0.29693**	0.32482**	0.34536**
	Mean correct latency	-0.22008	-0.14235	-0.28489**
OTS	Problems solved on first choice ↑	0.34374**	0.34911**	0.40115**
	Mean latency to first choice	-0.50445**	-0.46774**	-0.43164**
	Mean choices to correct	-0.36021**	-0.37607**	-0.43194**
	Mean latency to correct	-0.40795**	-0.37705**	-0.37510**
SWM	Total errors	-0.48529**	-0.52122**	-0.50102**
	Mean time to last response	-0.33057**	-0.28435**	-0.40406**
	Mean token-search preparation time	-0.15861	-0.10674	-0.23422*

ตารางที่ 4-22 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (Mean Time headway) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Mean Time headway ↑ (A-E)		
		Overall	Low speed	High speed
Age		0.42880**	0.54690**	0.39170**
RTI	Mean simple reaction time	0.12818	0.10945	0.12525
	Mean simple movement time	0.55800**	0.35799**	0.55980**
	Mean choice reaction time	0.19166	0.18975	0.18466
	Mean choice movement time	0.47407**	0.26509*	0.48186**
RVP	Mean latency	0.41302**	0.27825**	0.41189**
	Probability of hit ↑	-0.33533**	-0.31452**	-0.32300**
	Probability of false alarm	0.02137	0.08484	0.01232
DMS	Percent correct ↑	-0.36894**	-0.44586**	-0.34086**
	Mean correct latency	0.06477	0.08872	0.05965
AST	Percent correct ↑	-0.24569*	-0.27343**	-0.23136*
	Mean correct latency	0.19761	0.18435**	0.19299**
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.31356**	-0.39371**	-0.28721**
	Mean latency to first choice	0.52431**	0.31234**	0.53064**
	Mean choices to correct	0.32983**	0.43100**	0.30006**
	Mean latency to correct	0.39644**	0.27820**	0.39491**
SWM	Total errors	0.41643**	0.47840**	0.38734**
	Mean time to last response	0.28373**	0.35017**	0.26124**
	Mean token-search preparation time	0.13982	0.19506	0.12664

ตารางที่ 4-23 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า (SD Time headway) รวมทุกกลุ่มอายุ

		SD Time headway (A-E)		
		Overall	Low speed	High speed
Age		0.37710**	0.48360**	0.38970**
RTI	Mean simple reaction time	0.12175	0.08757	0.12573
	Mean simple movement time	0.55468**	0.40776**	0.55347**
	Mean choice reaction time	0.16693	0.10718	0.18985
	Mean choice movement time	0.46654**	0.29901**	0.46787**
RVP	Mean latency	0.41269**	0.33534**	0.41217**
	Probability of hit ↑	-0.30939**	-0.24445*	-0.33241**
	Probability of false alarm	0.00205	-0.03614	0.02777
DMS	Percent correct ↑	-0.32440**	-0.37378**	-0.33055**
	Mean correct latency	0.03247	0.01558	0.05813
AST	Percent correct ↑	-0.22050	-0.16266	-0.24622*
	Mean correct latency	0.16093	0.19951	0.17787
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.28578**	-0.24883**	-0.30827**
	Mean latency to first choice	0.52017**	0.48394**	0.50747**
	Mean choices to correct	0.29104**	0.25234*	0.32117**
	Mean latency to correct	0.38662**	0.38172**	0.38143**
SWM	Total errors	0.39039**	0.41310**	0.40878**
	Mean time to last response	0.23935*	0.27587**	0.25139*
	Mean token-search preparation time	0.09668	0.12483	0.10724

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา กับ Time headway (ld) และ 1/Time to collision (ld) ในการเข้าทางร่วมทางหลักรวมทุกกลุ่มอายุ แสดงในตารางที่ 4-24 พบความสัมพันธ์ในระดับ Moderate correlation เพียง1/Time to collision (ld) กับอายุ นอกเหนือจากนั้นเป็นระดับ Weak correlation ซึ่งจะเห็นว่า Time headway (ld) พบความสัมพันธ์กับ Reaction time, Movement time, RVP และ OTS โดยที่ 1/Time to collision (ld) ความสัมพันธ์ส่วนใหญ่นั้นจะพบที่ AST, OTS และ SWM จึงอาจบอกได้ว่านอกจากอายุแล้ว Reaction time, Movement time, การใส่ใจเชิงซ้อน และความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ มีผลต่อการรักษาระยะห่างจากรถยนต์ด้านหน้าในช่องทางเดินรถที่กำลังเข้าไป โดยที่อายุ ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ และความสามารถด้านการบริหารจัดการ จะมีผลต่อการรักษาความเร็ว และระยะห่างจากรถยนต์ด้านหน้าในช่องทางเดินรถที่กำลังเข้าไป

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา กับ Time headway (fd) และ 1/Time to collision (fd) ในการเข้าทางร่วมทางหลักของทุกกลุ่มอายุ แสดงในตารางที่ 4-25 ไม่พบคู่ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ พบว่าความสัมพันธ์ทุกคู่มีค่า P-value > 0.10

จากตารางที่ 4-26 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลพุทธิปัญญา และผลทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก Minimum Time headway และ 1/Minimum Time to collision พบความสัมพันธ์ระหว่าง Minimum Time headway กับ SWM, OTS, RVP – Mean latency, RTI - Mean simple movement time และอายุ ในระดับ Weak correlation จึงอาจบอกได้ว่าอายุ ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ และความสามารถด้านการบริหารจัดการ จะมีผลต่อการรักษาความเร็ว และระยะห่างจากรถยนต์รอบข้างในช่องทางเดินรถที่กำลังเข้าไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-24 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (ld) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Merging (ld) (A-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		0.30290**	-0.45040**
RTI	Mean simple reaction time	0.27497**	-0.21410*
	Mean simple movement time	0.31627**	-0.04185
	Mean choice reaction time	0.25441**	-0.14202
	Mean choice movement time	0.35977**	-0.10634
RVP	Mean latency	0.27527**	-0.12862
	Probability of hit ↑	-0.34889**	0.32347**
	Probability of false alarm	0.09201	-0.19946
DMS	Percent correct ↑	-0.21569*	0.19587
	Mean correct latency	0.22108*	-0.26465**
AST	Percent correct ↑	-0.14270	0.25574**
	Mean correct latency	0.12767	-0.31646**
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.31610**	0.24248**
	Mean latency to first choice	0.21954*	-0.21812*
	Mean choices to correct	0.27642**	-0.21966*
	Mean latency to correct	0.23424*	-0.25818**
SWM	Total errors	0.32721**	-0.32459**
	Mean time to last response	0.17295	-0.29386**
	Mean token-search preparation time	0.09421	-0.27560**

ตารางที่ 4-25 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถด้านข้าง (fd) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Merging (fd) (A-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		-0.15142	0.21478
RTI	Mean simple reaction time	-0.10084	0.01409
	Mean simple movement time	0.00140	-0.00868
	Mean choice reaction time	-0.07576	0.06659
	Mean choice movement time	-0.00417	-0.03860
RVP	Mean latency	-0.03972	-0.13351
	Probability of hit ↑	0.09850	0.01238
	Probability of false alarm	-0.12221	0.03635
DMS	Percent correct ↑	0.14539	0.05171
	Mean correct latency	-0.07933	0.16534
AST	Percent correct ↑	0.08681	0.02243
	Mean correct latency	-0.03000	-0.01932
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.07812	0.04807
	Mean latency to first choice	-0.16057	-0.05887
	Mean choices to correct	0.00270	-0.01601
	Mean latency to correct	-0.18008	-0.11087
SWM	Total errors	-0.25380	0.07597
	Mean time to last response	-0.19311	0.00112
	Mean token-search preparation time	-0.12698	0.01510

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก (Minimum Time headway, 1/Minimum Time to collision) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Merging (A-E)	
		Min THW ↑	1/Min TTC
Age		-0.30091**	0.14327
RTI	Mean simple reaction time	-0.10908	-0.00131
	Mean simple movement time	-0.24797*	-0.05116
	Mean choice reaction time	-0.20271	0.06146
	Mean choice movement time	-0.17570	-0.03764
RVP	Mean latency	-0.24957*	-0.03643
	Probability of hit ↑	0.11742	0.10718
	Probability of false alarm	-0.15763	0.10248
DMS	Percent correct ↑	0.22175	0.06328
	Mean correct latency	-0.12637	0.01132
AST	Percent correct ↑	0.14239	0.11006
	Mean correct latency	-0.08820	-0.05968
OTS	Problems solved on first choice ↑	0.21111	0.17487
	Mean latency to first choice	-0.26020*	-0.06113
	Mean choices to correct	-0.23125*	-0.12762
	Mean latency to correct	-0.29026**	-0.10269
SWM	Total errors	-0.34098**	-0.03543
	Mean time to last response	-0.38042**	0.00804
	Mean token-search preparation time	-0.24253*	0.04158

จากตารางที่ 4-27 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา กับ Time headway (li) และ 1/Time to collision (li) ในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถรวมทุกกลุ่มอายุ พบความสัมพันธ์ระดับ Weak correlation ที่ RVP – Probability of hit, AST – Mean correct latency, OTS - Mean latency to first choice, OTS - Mean latency to correct, และอายุ กับทั้ง Time headway (li) และ 1/Time to collision (li) จึงอาจบอกได้ว่าอายุ และพุทธิปัญญาในด้านความสามารถด้านการบริหารจัดการ ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ และการใส่ใจเชิงซ้อน มีผลเล็กน้อยต่อการรักษาระยะห่าง และความเร็วจากรถยนต์ด้านหน้าในช่องทางเดินรถเดียวกันในขณะที่กำลังจะเปลี่ยนช่องทางเดินรถ

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา กับ Time headway (ld) และ 1/Time to collision (ld) ในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถของทุกกลุ่มอายุ แสดงในตารางที่ 4-28 พบว่า Time headway (ld) มีความสัมพันธ์ในระดับ Moderate correlation กับ Movement time, OTS - Mean latency to first choice และ OTS - Mean latency to correct และมี Weak correlation กับ Reaction time, RVP - Mean latency, DMS – Percent correct, OTS – Problem solved on first choice, OTS - Mean choices to correct, SWM - Total errors, SWM - Mean time to last response และอายุ โดยที่ 1/Time to collision (ld) พบความสัมพันธ์ระดับ Weak correlation เพียงแค่ DMS – Percent correct, OTS – Problem solved on first choice, OTS - Mean choices to correct และอายุเท่านั้น จึงอาจบอกได้ว่า Movement time ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ และความสามารถด้านการบริหารจัดการ มีผลต่อการควบคุมความเร็ว และรักษาระยะห่างจากรถยนต์ด้านหน้าในช่องทางเดินรถเดียวกันในขณะที่กำลังจะเปลี่ยนช่องทางเดินรถ โดยที่ Reaction time และอายุมีผลด้วยเล็กน้อย

จากตารางที่ 4-29 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา กับ Time headway (fd) และ 1/Time to collision (fd) ของทุกกลุ่มอายุในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ พบว่ามีความสัมพันธ์เพียงแค่ระดับ Weak correlation ระหว่าง Time headway (fd) กับ AST– Mean correct latency, SWM - Mean token-search preparation time และอายุ และระหว่าง 1/Time to collision (fd) กับ SWM – Mean time to last response เท่านั้น จึงอาจบอกได้ว่ามีเพียงความสามารถด้านการบริหารจัดการ และอายุที่มีผลต่อการรักษาระยะห่างจากรถยนต์ด้านหลังในช่องทางเดินรถที่กำลังเข้าไป

จากตารางที่ 4-30 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลพุทธิปัญญา และผลทดสอบการเข้าทางร่วมทางหลัก Minimum Time headway และ 1/Minimum Time to collision พบความสัมพันธ์ระหว่าง Minimum Time headway และ 1/Minimum Time to collision ในระดับ Weak correlation กับอายุ และทุกแบบทดสอบ ยกเว้น RVP จึงอาจบอกได้ว่าอายุ และพุทธิปัญญาในทุก ๆ

Chulalongkorn University

ด้าน อาจจะมีผลต่อการรักษาความเร็ว และระยะห่างจากรถยนต์รอบข้างในขณะที่กำลังเปลี่ยนช่องทางเดินรถ

ตารางที่ 4-27 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินรถเดียวกัน (li) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Lane changing (li) (A-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		0.30410**	-0.27290**
RTI	Mean simple reaction time	0.33718**	-0.19559
	Mean simple movement time	0.15120	-0.22442*
	Mean choice reaction time	0.15605	-0.09240
	Mean choice movement time	0.15851	-0.17121
RVP	Mean latency	0.14144	-0.18501
	Probability of hit ↑	-0.29038**	0.23460*
	Probability of false alarm	-0.04889	0.01917
DMS	Percent correct ↑	-0.17267	0.25729**
	Mean correct latency	-0.01964	0.08458
AST	Percent correct ↑	-0.20892*	0.04129
	Mean correct latency	0.37073**	-0.24911**
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.12321	0.22811*
	Mean latency to first choice	0.32457**	-0.23187*
	Mean choices to correct	0.07231	-0.07447
	Mean latency to correct	0.30959**	-0.27314**
SWM	Total errors	0.17167	-0.11831
	Mean time to last response	0.18253	-0.20239
	Mean token-search preparation time	0.12479	-0.13154

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4-28 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้ารถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินด้านข้าง (ld) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Lane changing (ld) (A-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		0.37740**	-0.20370*
RTI	Mean simple reaction time	0.36580**	-0.09875
	Mean simple movement time	0.46198**	-0.06533
	Mean choice reaction time	0.29590**	-0.13972
	Mean choice movement time	0.46367**	-0.02313
RVP	Mean latency	0.32839**	-0.03405
	Probability of hit ↑	-0.14836	0.16252
	Probability of false alarm	-0.00216	-0.07439
DMS	Percent correct ↑	-0.20877*	0.23378*
	Mean correct latency	-0.07359	-0.07247
AST	Percent correct ↑	-0.16610	0.18863
	Mean correct latency	0.07205	-0.07560
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.34658**	0.34136**
	Mean latency to first choice	0.41417**	0.09161
	Mean choices to correct	0.31511**	-0.22050*
	Mean latency to correct	0.40021**	0.10109
SWM	Total errors	0.31700**	-0.11387
	Mean time to last response	0.27369**	0.07825
	Mean token-search preparation time	0.13191	0.06178

ตารางที่ 4-29 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังรถยนต์เป้าหมายในช่องทางเดินด้านข้าง (fd) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Lane changing (fd) (A-E)	
		THW ↑	1/TTC
Age		0.28242**	0.17072
RTI	Mean simple reaction time	0.04666	0.18068
	Mean simple movement time	-0.02865	-0.07713
	Mean choice reaction time	0.10154	0.01311
	Mean choice movement time	-0.05327	-0.02965
RVP	Mean latency	-0.05724	0.12511
	Probability of hit ↑	0.01204	-0.02523
	Probability of false alarm	0.12789	-0.04821
DMS	Percent correct ↑	-0.05785	0.06799
	Mean correct latency	0.19237	-0.04919
AST	Percent correct ↑	-0.10700	-0.00837
	Mean correct latency	0.24690**	0.02759
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.06166	-0.05152
	Mean latency to first choice	0.13133	-0.11873
	Mean choices to correct	0.00832	-0.00441
	Mean latency to correct	0.18107	-0.14798
SWM	Total errors	0.05772	-0.06482
	Mean time to last response	0.18600	-0.20837*
	Mean token-search preparation time	0.26705**	-0.20094

ตารางที่ 4-30 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ (Minimum Time headway, 1/Minimum Time to collision) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Lane changing (A-E)	
		Min THW ↑	1/Min TTC
Age		-0.33740**	0.32694**
RTI	Mean simple reaction time	-0.32571**	0.04464
	Mean simple movement time	-0.07781	0.24508*
	Mean choice reaction time	-0.27400**	0.02438
	Mean choice movement time	-0.07631	0.17669
RVP	Mean latency	0.00086	0.14381
	Probability of hit ↑	0.22319	-0.13953
	Probability of false alarm	-0.05645	-0.02924
DMS	Percent correct ↑	0.31934**	-0.14861
	Mean correct latency	-0.06385	0.09511
AST	Percent correct ↑	0.29071**	0.08318
	Mean correct latency	-0.12729	0.09282
OTS	Problems solved on first choice ↑	0.30913**	-0.13957
	Mean latency to first choice	-0.10855	0.31393**
	Mean choices to correct	-0.20597	0.04786
	Mean latency to correct	-0.13114	0.35932**
SWM	Total errors	-0.21831	0.18365
	Mean time to last response	-0.16147	0.30724**
	Mean token-search preparation time	-0.19708	0.25138

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และ Time to max brake ในทุกช่วงอายุ ดังแสดงในตารางที่ 4-31 ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ใดที่ชัดเจน

ตารางที่ 4-31 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถตัดหน้า (Mean Time to max brake) รวมทุกกลุ่มอายุ

		Emergency braking (A-E)
		Mean Time to max brake
Age		-0.10870
RTI	Mean simple reaction time	-0.17045
	Mean simple movement time	-0.08818
	Mean choice reaction time	-0.01440
	Mean choice movement time	0.11805
RVP	Mean latency	0.08835
	Probability of hit ↑	-0.05725
	Probability of false alarm	-0.03069
DMS	Percent correct ↑	0.10054
	Mean correct latency	-0.14961
AST	Percent correct ↑	0.02051
	Mean correct latency	-0.11486
OTS	Problems solved on first choice ↑	-0.10794
	Mean latency to first choice	-0.05028
	Mean choices to correct	0.03314
	Mean latency to correct	-0.09307
SWM	Total errors	0.03838
	Mean time to last response	-0.03249
	Mean token-search preparation time	-0.08164

4.4 อภิปรายผลการทดสอบ

ผลการทดสอบพุทธิปัญญาพบว่าในกลุ่มอายุต่าง ๆ Reaction time, Movement time และการใส่ใจเชิงซ้อนนั้นไม่ได้แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่สำหรับพุทธิปัญญาด้านอื่นนั้น กลุ่มที่อายุน้อยกว่าจะสามารถทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่อายุมากกว่า และผู้ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยจะมีคะแนนแย่กว่ากลุ่มอายุอื่น ๆ อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับความสามารถในการบริหารจัดการและความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ นอกจากนี้ เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุ และคะแนน MoCA ซึ่งเป็นแบบทดสอบสำหรับคัดกรองผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย พบว่ามีความสัมพันธ์ปานปลาง โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า -0.42463 และ P-value = 0.03950 ทำให้สามารถบอกได้ว่าเมื่ออายุเพิ่มขึ้น พุทธิปัญญาจะเสื่อมถอยลง ตรงกับงานวิจัยก่อนหน้าซึ่งได้ผลเช่นเดียวกัน [11-14]

เมื่อนำผลคะแนน MoCA มาหาความสัมพันธ์กับผลจากแบบทดสอบ CANTAB ซึ่งแสดงในตารางที่ 4-32 พบว่าคะแนน MoCA มีความสัมพันธ์กับผลจากแบบทดสอบ CANTAB ในทุกด้าน ซึ่งสามารถบอกได้ว่าแบบทดสอบ MoCA สามารถใช้ประเมินพุทธิปัญญาในเบื้องต้นได้

ตารางที่ 4-32 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบ MoCA

CANTAB		MoCA ↑	CANTAB		MoCA ↑
RTI	Mean simple reaction time	-0.13719	DMS	Percent correct ↑	0.77682**
	Mean simple movement time	-0.41383		Mean correct latency	-0.44140**
	Mean choice reaction time	-0.54023**	OTS	Problems solved on first choice ↑	0.53408**
	Mean choice movement time	-0.42942**		Mean latency to first choice	-0.24446
RVP	Mean latency	-0.10371		Mean choices to correct	-0.69379**
	Probability of hit ↑	0.45842**		Mean latency to correct	-0.14577
	Probability of false alarm	-0.18530	SWM	Total errors	-0.45047**
AST	Percent correct ↑	0.64557**		Mean time to last response	-0.32225*
	Mean correct latency	-0.28325		Mean token-search preparation time	-0.43658**

ผลจากการทดสอบความสามารถในการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ พบว่าผู้ถูกทดสอบมักจะขับขี่รถยนต์ค่อนไปทางด้านซ้ายของช่องทางเดินรถ และที่ความเร็วสูงจะชิดซ้ายมากกว่าที่ความเร็วต่ำ นอกจากนี้ที่ความเร็วสูงผู้ถูกทดสอบจะขับขี่รถยนต์ส่ายไปมาภายในช่องทางเดินรถมากกว่าความเร็วต่ำ และกลุ่มที่อายุน้อยกว่าจะสามารถควบคุมรถให้อยู่นิ่งภายในช่องทางเดินรถได้ดีกว่ากลุ่มที่อายุมากกว่าในทุกช่วงความเร็ว

ผลจากการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า แสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่มีอายุน้อยกว่าจะขับชิดรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้ามากกว่ากลุ่มที่มีอายุมากกว่าในทุกช่วงความเร็ว และที่ความเร็วสูงผู้ถูกทดสอบทุกช่วงอายุจะทิ้งระยะห่างจากรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้ามากกว่าที่ความเร็วต่ำ นอกจากนี้กลุ่มที่อายุมากกว่าจะสามารถใช้ความเร็วใกล้เคียงรถยนต์คันหน้า และควบคุมระยะห่างจากรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าให้คงที่ได้แย่กว่ากลุ่มที่อายุน้อยกว่า และจะแย่ลงมากขึ้นที่ความเร็วสูง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ

การเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ถึงแม้ว่าจะมีลักษณะคล้ายกัน แต่ผลที่ออกมานั้นมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ในการเข้าทางร่วมทางหลัก ผู้ถูกทดสอบขับเข้าไปในช่องทางเดินรถหลักโดยที่ระยะห่างของรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังค่อนข้างใกล้ และอันตราย แต่ในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถนั้น ผู้ถูกทดสอบกลับเปลี่ยนช่องทางเดินรถค่อนข้างชิดกับรถยนต์ที่อยู่ด้านหน้าในช่องทางซ้าย โดยที่ระยะห่างจากรถยนต์ที่อยู่ด้านหลังนั้นไม่ได้อันตรายเท่าการเข้าทางร่วมทางหลัก แต่ในกลุ่มที่อายุน้อยกว่าจะเปลี่ยนช่องทางเดินรถในช่องว่างระหว่างรถยนต์สองคันในช่องทางเดินรถด้านขวาที่แคบกว่ากลุ่มที่อายุมากกว่า นอกจากนี้ ทั้งการเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ ผู้ถูกทดสอบจะใช้ความเร็วน้อยกว่ารถยนต์ที่อยู่ด้านหน้าในช่องทางเดินรถด้านข้างที่กำลังเข้าไป ยกเว้นกลุ่มที่อายุน้อยกว่า 30 ปี ที่ใช้ความเร็วมากกว่าเพียงเล็กน้อย

การหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้าของผู้ถูกทดสอบทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยระยะเวลาที่ใช้ในการยกเท้าออกจากคันเร่งมาเหยียบเบรคจะสุดหลังจากเห็นเหตุการณ์อยู่ที่ประมาณ 2 วินาที

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ ถูกวิเคราะห์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์แบบ 1 ต่อ 1 ระหว่างตัวแปร 2 ชุด โดยคำนวณแยกออกเป็นสองกลุ่มคือ ความสัมพันธ์ของทุกกลุ่มอายุ และความสัมพันธ์เฉพาะผู้สูงอายุหรือผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ของผู้สูงอายุ พบว่าอายุ และ Movement time เป็นปัจจัยอันดับต้น ๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ของผู้สูงอายุในการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า โดยที่ความสามารถด้านการบริหารจัดการ ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ การใส่ใจเชิงซ้อน และ Reaction time มีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการขับขี่เป็นลำดับถัดมา นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนน MoCA กับผลการทดสอบการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าทุกตัวแปร จึงอาจสรุปได้ว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย จะมี

ความสามารถในการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าแย่กว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีความผิดปกติของสมอง

ความสัมพันธ์ที่ระหว่างความสามารถในการขับขี่รถยนต์ กับอายุ MoCA และผล CANTAB ในผู้สูงอายุ สามารถสรุประดับความสัมพันธ์ได้ ดังตารางที่ 4-33 โดยพบว่าอายุมีผลต่อการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ในช่องทางเดินรถที่ความเร็วต่ำ ในขณะที่ผล CANTAB มีผลต่อการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ในช่องทางเดินรถที่ความเร็วสูง และพบว่าทั้งอายุ คะแนน MoCA และผล CANTAB มีผลต่อการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า โดยผล CANTAB พบความสัมพันธ์มากที่สุดในระดับ Very strong correlation ถัดมาเป็นอายุ และคะแนน MoCA ตามลำดับ นอกจากนี้ ทั้งการเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถพบความสัมพันธ์ในระดับ Strong correlation กับผล CANTAB ทั้งคู่ และในการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้ามีเพียงระดับ Moderate correlation กับผล CANTAB ซึ่งจากที่กล่าวมานี้ สามารถสรุปได้ว่าผลที่ได้จากการทดสอบ CANTAB มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในทุกสถานการณ์ โดยอายุมีความสัมพันธ์เพียงการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า และการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ในช่องทางเดินรถที่ความเร็วต่ำเท่านั้น และคะแนน MoCA พบความสัมพันธ์เพียงการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า

ตารางที่ 4-33 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างอายุ คะแนน MoCA ผล CANTAB และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ เฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย

Driving task		Age	MoCA	CANTAB
Lane keeping	Low speed	O	-	-
	High speed	-	-	O
Car following	Low speed	OO	O	OO
	High speed	OO	O	OOO
Merging		-	-	OO
Lane changing		-	-	OO
Emergency braking		-	-	O

Note: OOO Very strong correlation

OO Strong correlation

O Moderate correlation

- Weak, Very weak correlation

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ของทุกกลุ่มอายุ นั้นมีความแตกต่างจากความสัมพันธ์เฉพาะของผู้สูงอายุ โดยที่ความสัมพันธ์ที่พบนั้นจัดอยู่ในระดับ Weak correlation และ Very weak correlation เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งบอกได้ว่าความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านการบริหารจัดการ การใส่ใจเชิงซ้อน และอายุ มีผลเพียงเล็กน้อยต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ทั้งในการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า การเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ โดยที่ทักษะการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้านั้น ไม่พบความสัมพันธ์กับพุทธิปัญญาที่ชัดเจน

จากตารางที่ 4-34 ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ที่ระหว่างความสามารถในการขับขี่รถยนต์ กับอายุ และผล CANTAB ในทุกกลุ่มอายุ พบว่าทั้งอายุ และผล CANTAB มีผลต่อทักษะการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ในช่องทางเดินรถ การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า และการเข้าทางร่วมทางหลัก ในขณะที่ทักษะการเปลี่ยนช่องทางเดินรถพบความสัมพันธ์เพียงแค่ผล CANTAB เท่านั้น และไม่พบว่าผล CANTAB มีผลในทักษะการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า โดยความสัมพันธ์ที่พบมีระดับสูงที่สุดเพียงระดับ Moderate correlation เท่านั้น และเนื่องจากแบบทดสอบ MoCA ถูกใช้ในผู้สูงอายุเท่านั้น จึงไม่ถูกนำมาวิเคราะห์รวมกับทุกกลุ่มอายุในตารางนี้

ตารางที่ 4-34 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างอายุ ผล CANTAB และความสามารถในการขับขี่รถยนต์รวมทุกกลุ่มอายุ

Driving task		**Age**	**CANTAB**
Lane keeping	Low speed	O	O
	High speed	O	O
Car following	Low speed	O	O
	High speed	O	O
Merging		O	O
Lane changing		-	O
Emergency braking		-	-

Note: OOO Very strong correlation

OO Strong correlation

O Moderate correlation

- Weak, Very weak correlation

เมื่อแยกพิจารณาความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในทักษะต่าง ๆ พบว่าในแต่ละทักษะ มีความสัมพันธ์กับพุทธิปัญญาต่างกันดังนี้

1. การควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการบริหารจัดการมากที่สุด และถัดมาเป็นความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์
2. การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า ความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์มีผลมากที่สุด ตามมาด้วยการใส่ใจเชิงซ้อน
3. การเข้าทางร่วมทางหลัก มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์มากที่สุด และต่อมาเป็นความสามารถด้านการบริหารจัดการ
4. การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์มากที่สุด และถัดมาเป็นความสามารถด้านการบริหารจัดการ เช่นเดียวกับการเข้าทางร่วมทางหลัก
5. การหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า มีความสัมพันธ์กับการใส่ใจเชิงซ้อน เฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุเท่านั้น

ผลที่ได้จากงานวิจัยพบว่าความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านการบริหารจัดการ การใส่ใจเชิงซ้อน และอายุ มีผลต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในทักษะต่าง ๆ ซึ่งสนับสนุนผลจากงานวิจัยก่อนหน้าที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ ที่กล่าวว่าความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์นั้นมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์ โดยที่การใส่ใจเชิงซ้อนมีความสัมพันธ์เป็นลำดับถัดมา [9, 10, 22-24] และสนับสนุนงานวิจัยที่กล่าวว่าอายุที่เพิ่มขึ้นส่งผลถึงความสามารถในการขับขี่รถยนต์เช่นกัน [4, 5, 9, 10, 15-23]

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบ และพัฒนาสถานการณ์จำลองการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า เพื่อใช้ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ด้วยเครื่องจำลองการขับขี่บนซอฟต์แวร์ CarnetSoft

งานวิจัยนี้ได้ทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์จากสถานการณ์จำลองที่พัฒนาขึ้นร่วมกับทดสอบพุทธิปัญญาด้วยแบบทดสอบ Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) โดยทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 53 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 30 ปี 15 คน, กลุ่มที่มีอายุระหว่าง 30 ถึง 45 ปี 11 คน, กลุ่มที่มีอายุระหว่าง 45 ถึง 60 ปี 10 คน, กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปี 9 คน, และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย 8 คน โดยใช้แบบทดสอบ the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) ในการจำแนกผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยออกจากกลุ่มผู้สูงอายุปกติ

ผลการทดสอบพุทธิปัญญา และผลการทดสอบความสามารถในขับขี่รถยนต์ในทักษะต่าง ๆ ถูกนำมาหาความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) โดยพบว่ากลุ่มที่อายุน้อยกว่าจะสามารถทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่อายุมากกว่า และผู้ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยจะมีคะแนนแย่กว่ากลุ่มอายุอื่น ๆ อย่างชัดเจน และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญาและความสามารถในการขับขี่รถยนต์ พบว่าในการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า การเข้าทางร่วมทางหลัก และการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์มากที่สุด โดยรองลงมาเป็นความสามารถด้านการบริหารจัดการ และการใส่ใจเชิงซ้อน ตามลำดับ โดยที่การหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า พบความสัมพันธ์กับการใส่ใจเชิงซ้อน เฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุเท่านั้น และเมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีและกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 60 ปีที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย พบว่านอกจากความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านการบริหารจัดการ และการใส่ใจเชิงซ้อน ที่มีผลต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์แล้ว Reaction time และ Movement time มีผลต่อความสามารถในการขับขี่รถยนต์เช่นกัน นอกจากนี้ คะแนน MoCA ซึ่งใช้ในการจำแนกผู้สูงอายุ

ที่มีภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อยออกจากกลุ่มผู้สูงอายุปกติ ยังมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการขับขี่ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้าอีกด้วย

ถึงแม้ว่าผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะพบความสัมพันธ์ระหว่างอายุ คะแนน MoCA และผล CANTAB กับความสามารถในการขับขี่รถยนต์ แต่อย่างไรก็ตาม อายุเพียงอย่างเดียวไม่สามารถใช้เป็นเกณฑ์เพื่อบอกถึงความสามารถในการขับขี่ของผู้สูงอายุได้ จำเป็นต้องใช้แบบทดสอบพุทธิปัญญาเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมที่ผู้สูงอายุจะสามารถขับขี่รถยนต์ได้อย่างปลอดภัย เพราะอายุนั้นมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการขับขี่รถยนต์ของผู้สูงอายุน้อยกว่าพุทธิปัญญาเช่นเดียวกันกับกลุ่มอายุอื่น ๆ นอกจากผู้สูงอายุซึ่งพบความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับความสามารถในการขับขี่รถยนต์เช่นกัน แต่ผล CANTAB มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการขับขี่รถยนต์มากกว่าอายุ จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า พุทธิปัญญามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการขับขี่รถยนต์โดยเฉพาะความสามารถด้านการรับรู้ก่อมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านการบริหารจัดการ และการใส่ใจเชิงซ้อน โดยสามารถใช้ทำนายความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในทักษะการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า ได้ทุกกลุ่มอายุ และชัดเจนมากยิ่งขึ้นในกลุ่มผู้สูงอายุ

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องจำลองขับขี่ในการทดสอบความสามารถในการขับขี่รถยนต์ ซึ่งเครื่องจำลองการขับขี่ที่ใช้ยังมีจุดด้อยอยู่ นั่นคือไม่สามารถสร้างแรงมากระทำต่อผู้ขับขี่เมื่อผู้ขับขี่เหยียบคันเร่ง เบรค หรือเลี้ยวได้ ทำให้ง่ายต่อการเกิดภาวะป่วยจากการเคลื่อนไหว (motion sickness) และข้อมูลของรถยนต์คันอื่น ๆ ที่ถูกเก็บได้จากเครื่องจำลองการขับขี่มีการขาดหายบางช่วง เมื่ออยู่ห่างเกินกว่าระยะที่โปรแกรมตรวจจับได้ ซึ่งจะต้องแก้ไขโดยการคำนวณตัวแปรอื่น ๆ เช่น ระยะทางรวมที่รถวิ่งเปรียบเทียบกับข้อมูลความเร็วของรถยนต์คันด้านหน้าในการขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันด้านหน้าเป็นต้น

ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้พบว่าในกลุ่มผู้สูงอายุมีความแปรปรวนค่อนข้างมาก อาจเป็นผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่น้อยเกินไป ซึ่งถ้าหากมีจำนวนตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น อาจทำให้ได้ผลที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้การศึกษาในอนาคตจึงควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ อาจไม่ได้มีเพียงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยอาจมีทั้งความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อหนึ่ง หรือแม้กระทั่ง ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม ซึ่งในงานวิจัยนี้ศึกษา

เพียงความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในการพิจารณา ในงานวิจัยขั้นต่อไปอาจศึกษาเพิ่มในความสัมพันธ์รูปแบบอื่น ๆ ในเงื่อนไขที่แตกต่างออกไป เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ให้ละเอียด ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

การขับขี่รถยนต์ในชีวิตประจำวันยังมีทักษะที่จำเป็นอีกมากมาย เช่น การขับรถยนต์ผ่านทางแยกทั้งที่มีไฟสัญญาณจราจร และไม่มีไฟสัญญาณจราจร หรือการขับรถยนต์เข้าวงเวียน เป็นต้น ซึ่งการทดลองในงานวิจัยนี้ ศึกษาเพียงทักษะการควบคุมรถยนต์ให้อยู่ภายในช่องทางเดินรถ การขับขี่รถยนต์ตามหลังรถยนต์คันที่อยู่ด้านหน้า การเข้าทางร่วมทางหลัก การเปลี่ยนช่องทางเดินรถ และการหยุดรถกระทันหันเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้า ดังนั้นในงานวิจัยขั้นต่อไปอาจศึกษาในทักษะอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา และความสามารถในการขับขี่รถยนต์ในทุกสถานการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ และเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยอื่น ๆ ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

[1] K. Kawahara and M. Narikawa, "The unique achievements of Japanese industries in the super-aged society," *Applied Ergonomics,* vol. 46, Part B, pp. 258-266, 2015.

[2] C. Prompak, "Aging Society in Thailand," Bangkok, Thailand2013.

[3] Office of the National Economic and Social Development Board, "Population Projections for Thailand 2010-2040," Bangkok, Thailand2013.

[4] T. Nakano, M. Yamada, and S. Yamamoto, "A Method for Assessing the Driving Ability of the Elderly and Thoughts on its Systematization," *IATSS Research,* vol. 32, pp. 44-53, 2008.

[5] M. Ichikawa, S. Nakahara, and H. Inada, "Impact of mandating a driving lesson for older drivers at license renewal in Japan," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 75, pp. 55-60, 2015.

[6] D. C. Grabowski, C. M. Campbell, and M. A. Morrisey, "Elderly licensure laws and motor vehicle fatalities," *JAMA,* vol. 291, pp. 2840-2846, 2004.

[7] J. Langford, M. Fitzharris, S. Newstead, and S. Koppel, "Some consequences of different older driver licensing procedures in Australia," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 36, pp. 993-1001, 2004.

[8] J. Langford, M. Fitzharris, S. Koppel, and S. Newstead, "Effectiveness of Mandatory License Testing for Older Drivers in Reducing Crash Risk Among Urban Older Australian Drivers," *Traffic Injury Prevention,* vol. 5, pp. 326-335, 2004.

[9] K. J. Anstey, J. Wood, S. Lord, and J. G. Walker, "Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults," *Clinical Psychology Review,* vol. 25, pp. 45-65, 2005.

[10] C. R. H. Innes, R. D. Jones, J. C. Dalrymple-Alford, S. Hayes, S. Hollobon, J. Severinsen*, et al.*, "Sensory-motor and cognitive tests predict driving ability of persons with brain disorders," *Journal of the Neurological Sciences,* vol. 260, pp. 188-198, 2007.

[11] E. L. Glisky, "Changes in Cognitive Function in Human Aging," in *Brain Aging: Models, Methods, and Mechanisms*, ed, 2007, pp. 3-20.

[12] American Psychiatric Association, *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM*-5). United States, 2013.

[13] S. Panphunpho, "Effects of Thai wisdom sports training on cognitive function among the elderly," Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand2012.

[14] Cognitive Fitness Center, "Mild Cognitive Impairment," Bangkok, Thailand2015.

[15] J. C. Stutts, J. R. Stewart, and C. Martell, "Cognitive test performance and crash risk in an older driver population," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 30, pp. 337-346, 1998.

[16] R. Ray and R. Eggar, "Assessing fitness to drive in dementia: a day at a driving assessment centre," *Old Age Psychiatrist,* 2013.

[17] Y. Mori and M. Mizohata, "Characteristics of older road users and their effect on road safety," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 27, pp. 391-404, 1995.

[18] H. C. Lee, A. H. Lee, D. Cameron, and C. Li-Tsang, "Using a driving simulator to identify older drivers at inflated risk of motor vehicle crashes," *Journal of Safety Research,* vol. 34, pp. 453-459, 2003.

[19] V. Cantin, M. Lavallière, M. Simoneau, and N. Teasdale, "Mental workload when driving in a simulator: Effects of age and driving complexity," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 41, pp. 763-771, 2009.

[20] L. B. Brown, R. A. Stern, D. A. Cahn-Weiner, B. Rogers, M. A. Messer, M. C. Lannon*, et al.*, "Driving Scenes test of the Neuropsychological Assessment Battery (NAB) and on-road driving performance in aging and very mild dementia," *Archives of Clinical Neuropsychology,* vol. 20, pp. 209-215, 2005.

[21] F. K. Withaar, W. H. Brouwer, and A. H. van Zomeren, "Fitness to drive in older drivers with cognitive impairment," *Journal of the International Neuropsychological Society,* vol. 6, pp. 480-490, 2000.

[22] M. A. Reger, R. K. Welsh, G. S. Watson, B. Cholerton, L. D. Baker, and S. Craft, "The Relationship Between Neuropsychological Functioning and Driving Ability in Dementia: A Meta-Analysis," *Neuropsychology,* vol. 18, pp. 85-93, 2004.

[23] R. De Raedt and I. Ponjaert-Kristoffersen, "The Relationship Between Cognitive/Neuropsychological Factors and Car Driving Performance in Older Adults," *Journal of the American Geriatrics Society,* vol. 48, pp. 1664-1668, 2000.

[24] W. M. Whelihan, M. A. DiCarlo, and R. H. Paul, "The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline," *Archives of Clinical Neuropsychology,* vol. 20, pp. 217-228, 2005.

[25] J. Barrash, A. Stillman, S. W. Anderson, E. Y. Uc, J. D. Dawson, and M. Rizzo, "Prediction of driving ability with neuropsychological tests: Demographic adjustments diminish accuracy," *Journal of the International Neuropsychological Society,* vol. 16, pp. 679-686, 2010.

[26] H. Jula, E. B. Kosmatopoulos, and P. A. Ioannou, "Collision avoidance analysis for lane changing and merging," *IEEE Transactions on Vehicular Technology,* vol. 49, pp. 2295-2308, 2000.

[27] K. Brookhuis, D. de Waard, and B. Mulder, "Measuring driving performance by car-following in traffic," *Ergonomics,* vol. 37, pp. 427-434, 1994.

[28] N. J. Ward, M. P. Manser, D. d. Waard, N. Kuge, and E. Boer, "Quantifying Car following Performance as a Metric for Primary and Secondary (Distraction) Task Load: Part A — Modification of Task Parameters," in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 47th Annual Meeting*, 2003, pp. 1870-1874.

[29] T. A. Ranney, "Psychological factors that influence car-following and car-following model development," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour,* vol. 2, pp. 213-219, 1999.

[30] T. Ngernsukphaiboon, S. Chantranuwathana, N. Noomwongs, A. Sripakagorn, and S. Hemrungrojn, "A Study on Car Following and Cognitive Ability of Elderly Drivers by Using Driving Simulator," *SAE Technical Paper,* 2016.

[31] A. C. Stein and R. M. Dubinsky, "Driving Simulator Performance in Patients with Possible and Probable Alzheimer's Disease," *Annals of Advances in Automotive Medicine / Annual Scientific Conference,* vol. 55, pp. 325-334, 2011.

[32] W. T. Kyaw, N. Nishikawa, T. Moritoyo, T. Tsujii, H. Iwaki, and M. Nomoto, "Evaluating the Driving Ability in Patients with Parkinson's Disease Using a Driving Simulator," *Internal Medicine,* vol. 52, pp. 871-876, 2013.

[33] T. Ngernsukphaiboon, S. Chantranuwathana, N. Noomwongs, A. Sripakagorn, and S. Hemrungrojn, "Driving Ability Assessment for Elderly Driver Using Driving Simulator: Cognitive Ability and Car following Performance," presented at the the JSAE Kanto International Conference of Automotive Technology for Young Engineers, Chiba, Japan, 2015.

[34] H. C. Lee, D. Cameron, and A. H. Lee, "Assessing the driving performance of older adult drivers: on-road versus simulated driving," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 35, pp. 797-803, 2003.

[35] M. E. Speer and A. Soldan, "Cognitive reserve modulates ERPs associated with verbal working memory in healthy younger and older adults," *Neurobiology of Aging,* vol. 36, pp. 1424-1434, 2015.

[36] H. L. Ong, M. Subramaniam, E. Abdin, P. Wang, J. A. Vaingankar, S. P. Lee*, et al.*, "Performance of Mini-Mental State Examination (MMSE) in long-stay patients with schizophrenia or schizoaffective disorders in a psychiatric institute," *Psychiatry Research,* vol. 241, pp. 256-262, 7/30/ 2016.

[37] G. Daigneault, P. Joly, and J.-Y. Frigon, "Executive Functions in the Evaluation of Accident Risk of Older Drivers," *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology,* vol. 24, pp. 221-238, 2002.

[38] Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office, "The situation of traffic accident cause of the accident by a person and environment causes of the equipment used in driving, Bangkok metropolis (MPB): 2006 – 2013," Bangkok, Thailand2014.

[39] Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office, "The situation of traffic accident cause of the accident by a person and environment causes of the equipment used in driving, whole kingdom: 2006 – 2013," Bangkok, Thailand2014.

[40] National Highway Traffic Safety Administration, "Description of light-vehicle pre-crash scenarios for safety applications based on vehicle-to-vehicle communications," 2013.

[41] M. D. Justiss, "Development of a Behind-The-Wheel Driving Performance Assessment for Older Adults," Doctor of Philosophy, Rehabilitation Science, University of Florida, 2005.

[42] Society of Automotive Engineers, "Operational Definitions of Driving Performance Measures and Statistics (draft SAE Recommended Practice J2944)," 2013.

[43] K. Vogel, "A comparison of headway and time to collision as safety indicators," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 35, pp. 427-433, 2003.

[44] B. Lewis-Evans, D. De Waard, and K. A. Brookhuis, "That's close enough—A threshold effect of time headway on the experience of risk, task difficulty, effort, and comfort," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 42, pp. 1926-1933, 2010.

[45] J. Peng, Y. Guo, R. Fu, W. Yuan, and C. Wang, "Multi-parameter prediction of drivers' lane-changing behaviour with neural network model," *Applied Ergonomics,* vol. 50, pp. 207-217, 2015.

[46] P. Hidas, "Modelling vehicle interactions in microscopic simulation of merging and weaving," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies,* vol. 13, pp. 37-62, 2005.

[47] D. V. McGehee, E. N. Mazzae, and G. H. S. Baldwin, "Driver Reaction Time in Crash Avoidance Research: Validation of a Driving Simulator Study on a Test Track," *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting,* vol. 44, pp. 3-320-3-323, 2000.

[48] M. Green, ""How Long Does It Take to Stop?" Methodological Analysis of Driver Perception-Brake Times," *Transportation Human Factors,* vol. 2, pp. 195-216, 2000.

[49] D. L. Strayer, F. A. Drews, and D. J. Crouch, "A comparison of the cell phone driver and the drunk driver," *Human factors: The journal of the human factors and ergonomics society,* vol. 48, pp. 381-391, 2006.

[50] D. Ruscio, M. R. Ciceri, and F. Biassoni, "How does a collision warning system shape driver's brake response time? The influence of expectancy and automation complacency on real-life emergency braking," *Accident Analysis & Prevention,* vol. 77, pp. 72-81, 2015.

[51] T. H. Wonnacott and R. J. Wonnacott, *Introductory statistics* vol. 19690: Wiley New York, 1972.

[52] T. Hill, P. Lewicki, and P. Lewicki, *Statistics: methods and applications: a comprehensive reference for science, industry, and data mining*: StatSoft, Inc., 2006.

[53] I. K. L. Lawrence, "A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility," *Biometrics,* vol. 45, pp. 255-268, 1989.

[54] J. Benesty, J. Chen, Y. Huang, and I. Cohen, "Pearson correlation coefficient," in *Noise reduction in speech processing*, ed: Springer, 2009, pp. 1-4.

[55] R. J. Hunt, "Percent agreement, Pearson's correlation, and kappa as measures of inter-examiner reliability," *Journal of Dental Research,* vol. 65, pp. 128-130, 1986.

[56] E. van Wijngaarden, J. R. Campbell, and D. A. Cory-Slechta, "Bone lead levels are associated with measures of memory impairment in older adults," *NeuroToxicology,* vol. 30, pp. 572-580, 2009.

[57] R. E. Mercadillo, V. Galvez, R. Díaz, C. R. Hernández-Castillo, A. Campos-Romo, M.-C. Boll*, et al.*, "Parahippocampal gray matter alterations in Spinocerebellar Ataxia Type 2 identified by voxel based morphometry," *Journal of the Neurological Sciences,* vol. 347, pp. 50-58, 2014.

[58] S. Jirayucharoensak, P. Israsena, S. Pan-Ngum, and S. Hemrungrojn, "A game-based neurofeedback training system for cognitive rehabilitation in the elderly," presented at the Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, Oldenburg, Germany, 2014.

[59] Cambridge Cognition Limited, *CANTABeclipse™ Test Administration Guide*, 2012.

[60] A. Palanisamy, N. N. Rajendran, M. P. Narmadha, and R. A. Ganesvaran, "Comparative assessment of Montreal Cognitive Assessment (MOCA) and

Minimental State Examination (MMSE) in apolipoprotein E (APOE) **ε**4 allele carriers in epilepsy," *International Journal of Epilepsy*.

[61] K. M. Stanney and R. S. Kennedy, "Simulation Sickness," in *Human factors in simulation and training*, ed, 2008, pp. 117-124.

[62] K. E. Money, "Motion Sickness," *Physiological Reviews,* vol. 50, pp. 1-39, 1970.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการงานวิจัยนี้ประกอบด้วย เครื่องจำลองการขับขี่ ชุดทดสอบพุทธิปัญญา Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery และแบบประเมินพุทธิปัญญา MoCA ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชิ้นมีรายละเอียดดังนี้

ก.1 เครื่องจำลองการขับขี่

เครื่องจำลองการขับขี่ที่ใช้ในการวิจัยนี้ ใช้ซอฟต์แวร์ CarnetSoft ซึ่งสามารถกำหนดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และพฤติกรรมของของรถยนต์คันอื่นได้ และซอฟต์แวร์สามารถเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติด้วยความถี่ 10Hz โดยเครื่องจำลองการขับขี่นั้น ถูกติดตั้งตามรูปที่ ก-1 และแสดงผลดังรูปที่ ก-2 และเครื่องจำลองการขับขี่ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ดังนี้

1. โทรทัศน์ขนาด 40 นิ้ว 3 เครื่อง สำหรับแสดงผลภาพจำลองการขับขี่
2. จอมอนิเตอร์ขนาด 20 นิ้ว 1 เครื่อง สำหรับแสดงผลหน้าจอควบคุมการทำงาน
3. ชุดพวงมาลัย Logitech g27 racing wheel 1 ชุด
4. คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง สำหรับประมวลผล โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ ก-1
5. ชุดเบาะนั่ง และขาตั้งโทรทัศน์

ตารางที่ ก-1 รายละเอียดเครื่องเครื่องพิวเตอร์สำหรับประมวลผลเครื่องจำลองการขับขี่

CPU	Intel® Core™ i7-4770 @ 3.40 GHz
Mainboard	msi Z87-GD65 GAMING
VGA	NVIDIA GeForce GTX 770
RAM	16.0 GB DDR3
Hard Disk Drive	SSD 128 GB
Power Supply	COUGAR Power X 700

รูปที่ ก-1 เครื่องจำลองการขับขี่

รูปที่ ก-2 หน้าจอแสดงผล เครื่องจำลองการขับขี่

ก.2 ชุดทดสอบพุทธิปัญญา Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery

Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery หรือ CANTAB นั้นประกอบไปด้วยแบบทดสอบย่อย 25 แบบทดสอบ ซึ่งมีการทดสอบที่แตกต่างกันออกไป เพื่อให้ผู้ทดสอบเลือกแบบทดสอบให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของแต่ละงานวิจัย โดยแบบทดสอบย่อยของ CANTAB นั้นมีดังนี้

1. Affective Go/No-go (AGN)
2. Attention Switching Task (AST)
3. Big/Little Circle (BLC)
4. Cambridge Gambling Task (CGT)
5. Choice Reaction Time (CRT)
6. Delayed Matching to Sample (DMS)
7. Emotion Recognition Task (ERT)
8. Graded Naming Test (GNT)
9. Intra-Extra Dimensional Set Shift (IED)
10. Information Sampling Task (IST)
11. Motor Screening Task (MOT)
12. Match to Sample Visual Search (MTS)
13. One Touch Stockings of Cambridge (OTS)
14. Paired Associates Learning (PAL)
15. Pattern Recognition Memory (PRM)
16. Questionnaire (QUE)
17. Reaction Time (RTI)
18. Rapid Visual Information Processing (RVP)
19. Stockings of Cambridge (SOC)
20. Spatial Recognition Memory (SRM)
21. Simple Reaction Time (SRT)
22. Spatial Span (SSP)
23. Stop Signal Task (SST)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

24.Spatial Working Memory (SWM)

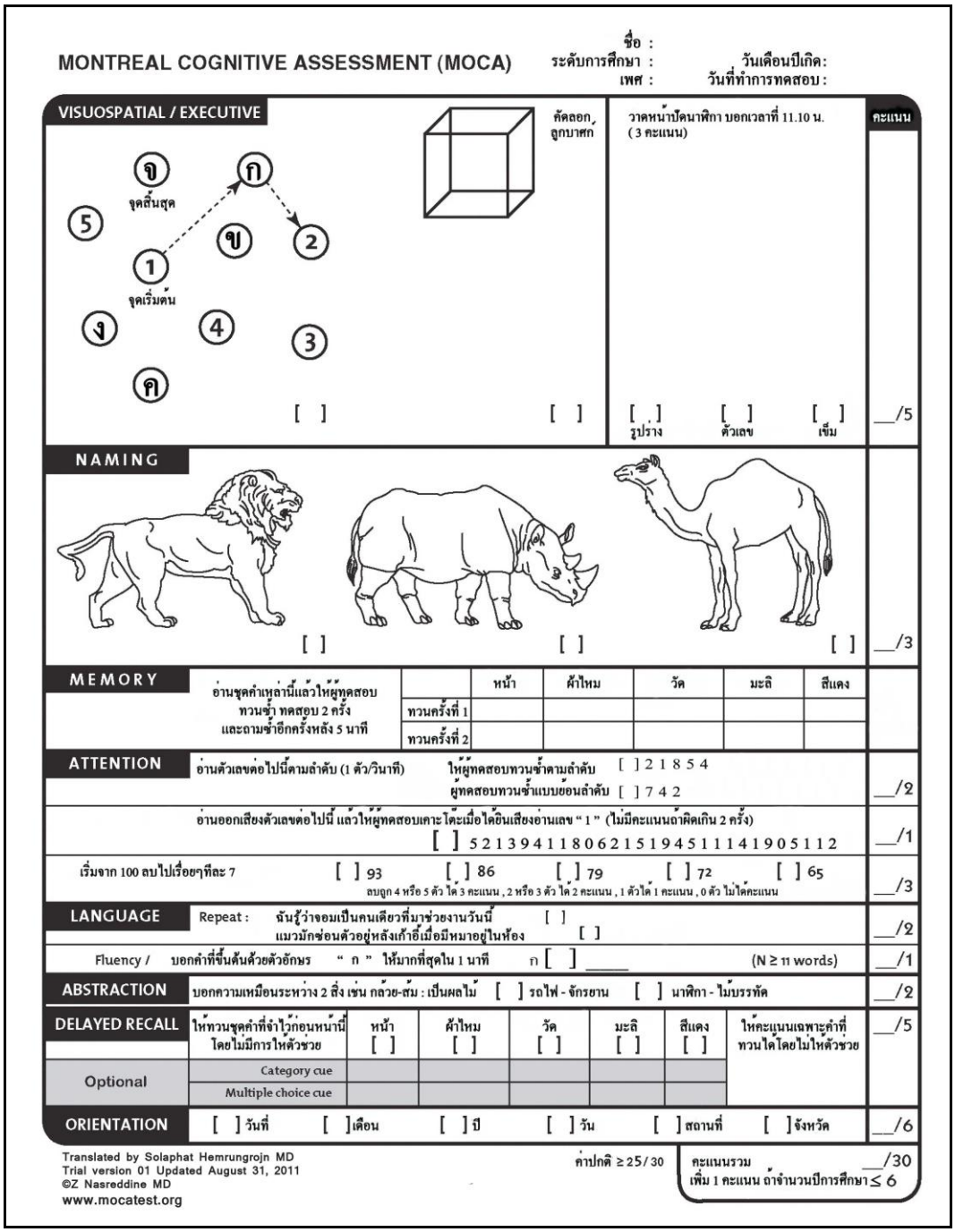
25.Verbal Recognition Memory (VRM)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ CANTAB ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล หน้าจอสัมผัส และปุ่มกด ดังรูปที่ ก-3

รูปที่ ก-3 หน้าจอสัมผัส และปุ่มกด สำหรับ CANTAB

ก.3 แบบประเมินพุทธิปัญญา MoCA

Montreal Cognitive Assessment หรือ MoCA เป็นเครื่องมือคัดกรองอย่างเร็วสำหรับภาวะสมองบกพร่องระยะเริ่มต้น โดยสามารถประเมินพุทธิปัญญาในด้านต่าง ๆ ได้ครบทุกด้าน และใช้เวลาในการประเมินเพียง 15-20 นาที ซึ่งแบบทดสอบนี้มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ถ้าหากได้คะแนนน้อยกว่า 25 คะแนน จะถูกจัดว่าอยู่ในภาวะสมองบกพร่องเล็กน้อย



MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA)

ชื่อ :
ระดับการศึกษา :
เพศ :
วันเดือนปีเกิด:
วันที่ทำการทดสอบ :

VISUOSPATIAL / EXECUTIVE — คัดลอก, ถูกบาศก — วาดหน้าปัดนาฬิกา บอกเวลาที่ 11.10 น. (3 คะแนน) — คะแนน

จุดสิ้นสุด จุดเริ่มต้น ก ข ค ง 1 2 3 4 5 — [ ] [ ] — [ ] รูปร่าง [ ] ตัวเลข [ ] เข็ม — __/5

NAMING — [ ] [ ] [ ] — __/3

MEMORY — อ่านชุดคำเหล่านี้แล้วให้ผู้ทดสอบทวนซ้ำ ทดสอบ 2 ครั้ง และถามซ้ำอีกครั้งหลัง 5 นาที

	หน้า	ผ้าไหม	วัด	มะลิ	สีแดง
ทวนครั้งที่ 1					
ทวนครั้งที่ 2					

ATTENTION — อ่านตัวเลขต่อไปนี้ตามลำดับ (1 ตัว/วินาที) ให้ผู้ทดสอบทวนซ้ำตามลำดับ [ ] 2 1 8 5 4 ; ผู้ทดสอบทวนซ้ำแบบย้อนลำดับ [ ] 7 4 2 — __/2

อ่านออกเสียงตัวเลขต่อไปนี้ แล้วให้ผู้ทดสอบเคาะโต๊ะเมื่อได้ยินเสียงอ่านเลข " 1 " (ไม่มีคะแนนถ้าผิดเกิน 2 ครั้ง)
[ ] 5 2 1 3 9 4 1 1 8 0 6 2 1 5 1 9 4 5 1 1 1 4 1 9 0 5 1 1 2 — __/1

เริ่มจาก 100 ลบไปเรื่อยๆทีละ 7 [ ] 93 [ ] 86 [ ] 79 [ ] 72 [ ] 65
ลบถูก 4 หรือ 5 ตัว ได้ 3 คะแนน , 2 หรือ 3 ตัว ได้ 2 คะแนน , 1 ตัวได้ 1 คะแนน , 0 ตัว ไม่ได้คะแนน — __/3

LANGUAGE — Repeat : ฉันรู้ว่าจอมเป็นคนเดียวที่มาช่วยงานวันนี้ [ ] ; แมวมักซ่อนตัวอยู่หลังเก้าอี้เมื่อมีหมาอยู่ในห้อง [ ] — __/2

Fluency / บอกคำที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร " ก " ให้มากที่สุดใน 1 นาที ก [ ] _____ (N ≥ ๑๑ words) — __/1

ABSTRACTION — บอกความเหมือนระหว่าง 2 สิ่ง เช่น กล้วย-ส้ม : เป็นผลไม้ [ ] รถไฟ - จักรยาน [ ] นาฬิกา - ไม้บรรทัด — __/2

DELAYED RECALL — ให้ทวนชุดคำที่จำไว้ก่อนหน้านี้ โดยไม่มีการให้ตัวช่วย

	หน้า [ ]	ผ้าไหม [ ]	วัด [ ]	มะลิ [ ]	สีแดง [ ]	ให้คะแนนเฉพาะคำที่ทวนได้โดยไม่ให้ตัวช่วย
Optional — Category cue						
Optional — Multiple choice cue						

__/5

ORIENTATION — [ ] วันที่ [ ] เดือน [ ] ปี [ ] วัน [ ] สถานที่ [ ] จังหวัด — __/6

Translated by Solaphat Hemrungrojn MD
Trial version 01 Updated August 31, 2011
©Z Nasreddine MD
www.mocatest.org

ค่าปกติ ≥ 25/30

คะแนนรวม __/30
เพิ่ม 1 คะแนน ถ้าจำนวนปีการศึกษา ≤ 6

รูปที่ ก-4 แบบทดสอบ MoCA

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายทฤษฎี เงินสุขไพบูลย์ เกิดเมื่อวันที่ 14 เมษายน พุทธศักราช 2535 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อเดือนมีนาคม พุทธศักราช 2557 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557 และมีผลงานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่ดังต่อไปนี้

1. “Driving Ability Assessment for Elderly Driver using Driving Simulator: Cognitive Ability and Car following Performance” in The 2014-2015 JSAE KANTO International Conference of Automotive Technology for Young Engineer (ICATYE). 2015: Chiba University, Japan.

2. “A Study on Car Following and Cognitive Ability of Elderly Drivers by Using Driving Simulator” in The 12th International Conference on Automotive Engineering (ICAE-12). 2016: Bangkok, Thailand.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University