รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาระบบการฝึกปฏิบัติเสมือนจริงสำหรับงานอัตโนมัติในพื้นที่ EEC กรณีศึกษาการฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า

นายประจักษ์ จิตเงินมะดัน หัวหน้าโครงการวิจัย

นายประวิทย์ บุญมี ผู้ร่วมวิจัย

โครงการวิจัยประเภทเงินรายได้

คณะวิทยาการสารสนเทศ

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

มหาวิทยาลัยบูรพา

สัญญาเลขที่ 003/2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาระบบการฝึกปฏิบัติเสมือนจริงสำหรับงานอัตโนมัติในพื้นที่ EEC กรณีศึกษาการฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า

นายประจักษ์ จิตเงินมะดัน หัวหน้าโครงการวิจัย
นายประวิทย์ บุญมี ผู้ร่วมวิจัย

คณะวิทยาการสารสนเทศ

สิงหาคม 2563

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 เลขที่สัญญา 003/2563

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาการสารสนเทศ และห้องปฏิบัติการวิจัยสื่อดิจิทัลและปฏิสัมพันธ์ (Digital Media and Interaction Laboratory) ที่เอื้อเฟื้องบประมาณในการดำเนินการ และสถานที่ในการวางแผนปฏิบัติ และทดสอบชิ้นงานให้มีความสมบูรณ์ รวมถึงการให้บริการด้านสาธารณูปโภคต่าง ๆ ด้วย

และในท้ายที่สุด คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ร่วมทดสอบการใช้งานได้และประสิทธิภาพของระบบการฝึกปฏิบัติเสมือนจริงสำหรับงานอัตโนมัติในพื้นที่ EEC กรณีศึกษาการฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า และทีมงานสนับสนุนทุกคนที่ทุ่มเทแรงกายแรงใจในการดำเนินการจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สิงหาคม 2563

บทคัดย่อ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดและกระแสรักษาสิ่งแวดล้อมส่งผลให้ความต้องการด้านการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้ามีเพิ่มสูงขึ้นมาก และคาดการณ์ว่าในอนาคตอันใกล้นี้ จะมาทดแทนรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปในปัจจุบัน ดังนั้น ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยานยนต์จำเป็นจะต้องมีการฝึกทักษะ (Training) ให้แก่พนักงานใหม่ และในแต่ละครั้ง ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝึกทักษะเป็นอย่างมาก รวมถึงบางบริษัทที่ทำการผลิตอะไหล่ต่าง ๆ ต้องหยุดขั้นตอนการผลิตลงเพื่อฝึกทักษะพนักงานใหม่เหล่านั้น ซึ่งนอกจากจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายแล้ว ยังทำให้เสียเวลาในการผลิตอะไหล่รถยนต์ต่าง ๆ อีกด้วย งานวิจัยนี้จึงมีการออกแบบและพัฒนาระบบ Virtual Reality (VR) Training ที่ช่วยการฝึกทักษะของพนักงานในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดย Virtual Reality (VR) Training นี้ มีการประยุต์ใช้เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) ในการฝึกทักษะ ซึ่งเป็นการจำลองการประกอบแผงวงจรรถยนต์ไฟฟ้า Electronic Vehicle (EV) แบบเสมือนจริง โดยมีการออกแบบบทเรียนตามหลักทฤษฎีทางการศึกษาแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีการใช้โปรแกรม Blender และ Maya ในการพัฒนาวัตถุ 3 มิติ และมีการใช้โปรแกรม Unreal Engine 4 ในการพัฒนาการปฏิสัมพันธ์และ Virtual Reality ซึ่งระบบนี้ส่งเสริมให้ผู้ฝึกปฏิบัติได้รับประสบการณ์ในการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงและมีผลการทดสอบการเรียนรู้จากการปฏิบัติเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง และระบบการฝึกเสมือนจริงนี้ ยังช่วยลดปัญหาเรื่องเวลาและค่าใช้จ่ายของการฝึกพนักงานลงได้

Abstract

In the near future, the use of Electrical Vehicles (EV) will replace the fuel-driven traditional automotives. For the automotive industry, this will be a big change in terms of reskilling and upskilling of the employees. The most efficient training is to learn from the real environment. However, this kind of learning needs high cost and it is time consuming. In this work, we aimed to help the automotive industry to train its employees as many as possible with the lowest cost. Therefore, the Virtual Reality Technology (VR) takes place.

We demonstrated that the use of Virtual Reality helps the automotive industry to train its employees efficiently. The system can reduce the training time and it costs less than using the real environment. The quality of training is high and effective for the real use in the training phase for the industry. By using our VR system, a trainee does not have to worry about damaging work or travel to a training center. The whole training can be done at home or anyplace that is equipped with VR equipment and high performance PC.

สารบัญ

1 บทนำ....1
1.1 ที่มาและความสำคัญ....1
1.2 วัตถุประสงค์....2
1.3 เครื่องมือที่ใช้การพัฒนา....2
1.3.1 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)....2
1.3.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา (Software)....2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน....3
1.4.1 วางแผนการดำเนินงาน....3
1.4.2 ศึกษาความเป็นไปได้....3
1.4.3 วิเคราะห์และออกแบบ....3
1.4.4 พัฒนาระบบ....3
1.4.5 ทดสอบแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไข....3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ....3
2 ทฤษฎีและโครงการที่เกี่ยวข้อง....4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง....4
2.1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้....4
2.1.2 รถพลังงานไฟฟ้า (Electric Car)....7
2.1.3 ระบบเสมือนจริงหรือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality)....11
2.1.4 โปรแกรมมายา (Autodesk Maya)....12
2.1.5 โปรแกรมอันเรียลเอนจิน (Unreal Engine 4)....12
2.1.6 โปรแกรมออกแบบ Prototype (Adobe XD)....13

2.2 งานที่เกี่ยวข้อง (Related Works)....13
3 วิธีการดำเนินงานโครงการ....16
3.1 ภาพรวมของระบบ....16
3.2 การพัฒนาเนื้อหาของการฝึกปฏิบัติ....17
3.2.1 วิเคราะห์และออกแบบแบบจำลอง....17
3.2.2 ออกแบบเนื้อเรื่องย่อ (Story Board)....17
3.2.3 ออกแบบห้องฝึกปฏิบัติ....18
3.2.4 กระบวนการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติแต่ละขั้นเมื่อเข้าสู่โปรแกรมฝึกปฏิบัติ....20
3.3 การออกแบบและพัฒนาวัตถุ 3 มิติ....22
3.3.1 วัตถุสำหรับการฝึกปฏิบัติ....22
3.3.2 การสร้างวัตถุ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Maya....24
3.4 การออกแบบระบบควบคุมการฝึกปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน....35
3.4.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)....35
3.4.2 Use Case Description....37
3.4.3 แอคทิวิตี้ไดอะแกรม (Activity Diagram)....46
3.4.4 ศึกษาการทำงานและวิธีการใช้งานของการสื่อสารระหว่างกันของ Blueprint ภายใน Unreal Engine 4....49
3.4.5 การทำลายและสร้างวัตถุใหม่ภายใน Level....52
3.4.6 การออกแบบคู่มือการฝึกสอน....53
3.4.7 การแสดงการตรวจสอบการดำเนินการ....57
3.4.8 การกำหนดคะแนน....59
4 ผลการดำเนินการ....61
4.1 ผลออกแบบวัตถุ....61

4.1.1 ภาพอุปกรณ์และหน้าที่ของ Model....61
4.2 การออกแบบห้องฝึกปฏิบัติ....65
4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม....66
4.3.1 การเรียนรู้ (Learning)....66
4.3.2 การฝึกปฏิบัติ (Training)....67
4.4 ผลการทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ก่อนการใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง 68
4.5 ผลการทดสอบความรู้ ความเข้าใจ หลังการใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง 69
4.6 ผลการใช้งานโปรแกรม....70
5 สรุปผล....72
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน....72
5.2 ปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัด....72
5.3 ข้อเสนอแนะ....72
5.4 แนวทางในการพัฒนาในอนาคต....73
6 รายงานการเงิน....74
7 บรรณานุกรม....75
References....75
8 ภาคผนวก....78
8.1 แบบสอบถาม....78
8.2 อธิบาย Event เบื้องต้น....80
8.3 การหยิบจับ/ปล่อยวัตถุ....81
8.4 หลักการสร้างกรอบของวัตถุเพื่อการออกแบบเงื่อนไข....83
8.5 การประกอบวัตถุ....86

8.6 การเรียกวัตถุ (Object) 87
8.7 การสร้างตัวแปร 88
8.8 การตรวจสอบเงื่อนไขในทางตรรกศาสตร์ 90
8.9 การสร้าง Pointer สำหรับการคลิก 91
8.10 การสร้างปุ่มกดใน Level 94
8.11 คู่มือการใช้งาน 96
9 ประวัตินักวิจัยและคณะ 99
9.1 หัวหน้าโครงการวิจัย 99
9.2 ผู้ร่วมวิจัยคนที่ 1 100

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 Use Case Description เข้าสู่ระบบ Learning....37
ตารางที่ 2 Use Case Description หยิบชิ้นส่วนอะไหล่....38
ตารางที่ 3 Use Case Description ดูวิดีโอรายละเอียด....39
ตารางที่ 4 Use Case Description เข้าสู่ระบบ Training....40
ตารางที่ 5 Use Case Description หยิบชิ้นส่วนอะไหล่....41
ตารางที่ 6 Use Case Description ประกอบชิ้นส่วนอะไหล่....42
ตารางที่ 7 Use Case Description เข้าสู่ระบบ Exam....43
ตารางที่ 8 Use Case Description ประกอบชิ้นส่วนอะไหล่....44
ตารางที่ 9 Use Case Description ตรวจสอบความถูกต้อง....45
ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความรู้ ก่อนการใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง 68
ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความรู้ หลังการใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง....69

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา....7
ภาพที่ 2 Hybrid EV....8
ภาพที่ 3 Plug-in Hybrid EV....8
ภาพที่ 4 Battery EV....9
ภาพที่ 5 Fuel Cell EV....9
ภาพที่ 6 Battery pack....10
ภาพที่ 7 Inverter....10
ภาพที่ 8 Motor....11
ภาพที่ 9 Gearbox....11
ภาพที่ 10 ระบบเสมือนจริง (Virtual Reality)....12
ภาพที่ 11 Autodesk MAYA....12
ภาพที่ 12 Unreal Engine....13
ภาพที่ 13 Adobe XD....13
ภาพที่ 14 โครงสร้างซอฟต์แวร์....16
ภาพที่ 15 กระบวนการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์....16
ภาพที่ 16 กระบวนการทำงานของโปรแกรมแบบย่อ....18
ภาพที่ 17 ออกแบบห้องฝึกปฏิบัติ....19
ภาพที่ 18 ผลลัพธ์ออกแบบห้องฝึกปฏิบัติจากโปรแกรมความเป็นจริงเสมือน....19
ภาพที่ 19 กระบวนการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติแต่ละขั้นเมื่อเข้าสู่โปรแกรมฝึกปฏิบัติ....21
ภาพที่ 20 ภาพร่างของตัวเครื่อง (1)....22
ภาพที่ 21 ภาพร่างของตัวเครื่อง (2)....22
ภาพที่ 22 ภาพร่างส่วนของหัว (1)....23
ภาพที่ 23 ภาพร่างส่วนของหัว (2)....23
ภาพที่ 24 ภาพร่างของชิ้นส่วนโดยรวม....23
ภาพที่ 25 หน้าต่างโปรแกรม Maya....24
ภาพที่ 26 การเริ่มต้นสร้างไฟล์งานใหม่....24

ภาพที่ 27 ตั้งค่าก่อนสร้างวัตถุ 25
ภาพที่ 28 สร้างวัตถุ 25
ภาพที่ 29 ปรับขนาดวัตถุ 26
ภาพที่ 30 ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดวัตถุ 26
ภาพที่ 31 Copy เลือกสถานะ Face 27
ภาพที่ 32 Copy เลือกสถานะ Face 27
ภาพที่ 33 เลือกรูปทรงสี กระบอก 28
ภาพที่ 34 Copy ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดวัตถุ 28
ภาพที่ 35 Copy ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดวัตถุ 29
ภาพที่ 36 รวมวัตถุ 30
ภาพที่ 37 เจาะรูวัตถุ 30
ภาพที่ 38 เจาะรูรอบวัตถุ 31
ภาพที่ 39 สร้างวัตถุเสร็จ 31
ภาพที่ 40 ทำการแสดงเครื่องมือสี 32
ภาพที่ 41 การปรับสี 32
ภาพที่ 42 เลือกสี 33
ภาพที่ 43 ลงสีสำเร็จ 33
ภาพที่ 44 ขั้นตอนการบันทึกไฟล์งาน 34
ภาพที่ 45 บันทึกไฟล์งาน 34
ภาพที่ 46 ยูสเคสไดอะแกรม (Learning) 35
ภาพที่ 47 ยูสเคสไดอะแกรม (Training) 36
ภาพที่ 48 ยูสเคสไดอะแกรม (Exam) 36
ภาพที่ 49 แผนภาพแสดง Activity Diagram ในด่าน Learning 46
ภาพที่ 50 แผนภาพแสดง Activity Diagram ในด่าน Training 47
ภาพที่ 51 แผนภาพแสดง Activity Diagram ในด่าน Exam 48
ภาพที่ 52 ฟังก์ชันการประกอบวัตถุ 49
ภาพที่ 53 การประกอบวัตถุ 49
ภาพที่ 54 ตัวอย่างการเก็บตัวแปร 50
ภาพที่ 55 การเรียกวัตถุ 50

ภาพที่ 56 การเรียกตัวแปร 50
ภาพที่ 57 AND Blueprint.....51
ภาพที่ 58 ตรวจสอบเงื่อนไขเป็นจริงหรือไม่.....51
ภาพที่ 59 ตัวอย่างตรวจสอบเงื่อนไข 51
ภาพที่ 60 การทำลายวัตถุ.....52
ภาพที่ 61 Spawn Actor from class Blueprint.....52
ภาพที่ 62 ตัวอย่างการทำลายและสร้างวัตถุ 53
ภาพที่ 63 การสร้าง Widget.....53
ภาพที่ 64 ใส่ข้อความสำหรับคำแนะนำ 54
ภาพที่ 65 การเปลี่ยนไปที่ Graph.....54
ภาพที่ 66 เปลี่ยน Variable Type ให้เป็น Text 55
ภาพที่ 67 การผูกตัวแปร 55
ภาพที่ 68 การเปลี่ยนข้อความ.....56
ภาพที่ 69 ใส่ Widget ภายใน Camera.....56
ภาพที่ 70 การเลือก Widget 56
ภาพที่ 71 การหยิบจับวัตถุเพื่อแสดงข้อความ.....57
ภาพที่ 72 การสร้าง check box 57
ภาพที่ 73 การสร้าง On Check State Change.....58
ภาพที่ 74 การส่งค่าตัวแปร.....58
ภาพที่ 75 การเปลี่ยนสถานะ check box.....58
ภาพที่ 76 การสร้างตัวแปร Integer 59
ภาพที่ 77 การผูก Function 60
ภาพที่ 78 การกำหนด function เพื่อแสดงคะแนน.....60
ภาพที่ 79 การกำหนดคะแนน.....60
ภาพที่ 80 ตัวฐานรถยนต์ Tesla Model สัดส่วน : 1/1.....61
ภาพที่ 81 ตัวอย่าง gear box สัดส่วน : 1/1 61
ภาพที่ 82 ตัวอย่าง Inverter (320V 60kw AC Traction Inverter for EV) สัดส่วน : 1/1 62
ภาพที่ 83 ตัวอย่าง Inverter (72V 6kw Traction Inverter for EV) สัดส่วน : 1/1.....62

ภาพที่ 84 ตัวอย่าง Motor (NetGain HyPer9 HV AC Motor X144 Controller Kit 144 Volt) สัดส่วน : 1/1 63
ภาพที่ 85 ตัวอย่าง Motor (Curtis 1238-6501 HPEVS AC-34 Brushless AC Motor Kit - 72 Volt) สัดส่วน : 1/1 64
ภาพที่ 86 ตัวอย่างการประกอบของส่วนต่าง ๆ (1) สัดส่วน : 1/1 64
ภาพที่ 87 ตัวอย่างการประกอบของส่วนต่าง ๆ (2) สัดส่วน : 1/1 65
ภาพที่ 88 ภาพจุดเริ่มต้นเมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง 66
ภาพที่ 89 ผลของการทดสอบโปรแกรมในส่วนของการเรียนรู้.....66
ภาพที่ 90 ผลของการทดสอบโปรแกรมในส่วนของการฝึกปฏิบัติ.....67
ภาพที่ 91 ผลของการทดสอบโปรแกรมในส่วนของการทดสอบ 67
ภาพที่ 92 ผู้ใช้งานกำลังใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง 70
ภาพที่ 93 ผู้ใช้งานกำลังใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง (ต่อ).....70
ภาพที่ 94 เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะสวมเครื่องแสดงผลสวมศีรษะ 71
ภาพที่ 95 Event Begin Play 80
ภาพที่ 96 Event ActorBeginOverlap 80
ภาพที่ 97 Event ActorEndOverlap 80
ภาพที่ 98 Event Tick.....80
ภาพที่ 99 Event Pickup.....81
ภาพที่ 100 Event Drop.....81
ภาพที่ 101 การ Implement Interface ในการหยิบวัตถุ.....81
ภาพที่ 102 การ Add PickupActorInterface สู่วัตถุ.....82
ภาพที่ 103 การกำหนดวัตถุให้มีสถานะเป็น Movable 82
ภาพที่ 104 ตัวอย่าง Blueprint การหยิบวัตถุ.....82
ภาพที่ 105 ตัวอย่าง Blueprint การปล่อยวัตถุ.....83
ภาพที่ 106 สร้างกรอบของวัตถุ.....83
ภาพที่ 107 กำหนดขอบของวัตถุ 84
ภาพที่ 108 การตั้งค่ากรอบของวัตถุ 85
ภาพที่ 109 Add Blueprint การประกอบวัตถุ.....86
ภาพที่ 110 Blueprint การประกอบวัตถุ.....86

ภาพที่ 111 ตัวอย่าง Blueprint การเรียกวัตถุ....87
ภาพที่ 112 การเรียกวัตถุทั้งหมดใน Class ที่ต้องการ....87
ภาพที่ 113 การเรียกวัตถุเฉพาะชิ้น....88
ภาพที่ 114 การสร้างตัวแปร....88
ภาพที่ 115 ตั้งชื่อตัวแปร....89
ภาพที่ 116 เลือกชนิดของตัวแปร....90
ภาพที่ 117 Branch Blueprint....90
ภาพที่ 118 เลือกชนิดของตัวแปร....91
ภาพที่ 119 การสร้าง Widget Interaction....92
ภาพที่ 120 การสร้าง Input....93
ภาพที่ 121 การกำหนดให้ Input เป็นการคลิกซ้าย....93
ภาพที่ 122 การสร้างปุ่ม....94
ภาพที่ 123 การสร้าง Event On Clicked....94
ภาพที่ 124 สร้าง Widget ใน Blueprint....95
ภาพที่ 125 กำหนด Widget Class....96
ภาพที่ 126 room set up....96
ภาพที่ 127 หน้า Main Manu เมื่อผู้ใช้งานเรียกจาก Controller....97
ภาพที่ 128 บทฝึกปฏิบัติใน Manu Learning....97
ภาพที่ 129 หน้าฝึกปฏิบัติในส่วนของ Manu Training....98
ภาพที่ 130 หน้าฝึกปฏิบัติในส่วน Manu Exam....98

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

คำศัพท์	คำอธิบาย
Virtual Reality (VR)	Virtual Reality (VR) คือ การสร้างระบบหรือสิ่งแวดล้อมจำลองในรูปแบบของภาพสามมิติ โดยผู้ใช้งานจะต้องใช้แว่นพิเศษที่เรียกว่า แว่น VR ในการรับความรู้สึกเสมือนจริงเมื่อใช้งานระบบ โดยจะมีการจำจองของจริงและผู้ใช้งานสามารถปฏิสัมพันธ์กับวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมจำลองนั้นได้
Electrical Vehicle (EV)	Electrical Vehicle (EV) คือ รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตร์ไฟฟ้าและใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับคลื่อน โดยปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบ ทั้งที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวและมีการใช้น้ำมันเชื่อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมด้วย ข้อดีคือ ช่วยลดมลพิษทางอากาศ และบำรุงรักษาง่าย แต่มีข้อเสียคือ การผลิตแบตเตอรี่และการผลิตพลังงานไฟฟ้า
HTC Vive	HTC Vive เป็นชุดอุปกรณ์พิเศษที่ใช้สำหรับการรับชมและรับความรู้สึกเสมือนจริงในระบบ VR โดยตัวอุปกรณ์นั้นประกอบด้วย แว่น VR ชุดควบคุมโดยใช้มือ (Controllers) และชุดรับสัญญาณ (Base Station) ซึ่งปัจจุบันมีราคาที่ถูกลงมามากและนิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น
Autodesk Maya	Autodesk Maya เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างวัตถุสามมิติที่ได้รับความนิยมในตลาดเป็นอย่างมาก เนื่องด้วยความสามารถที่หลากหลายและการเรียนรู้ที่ค่อนข้างง่าย ผู้ใช้งานสามารถสร้างวัตถุสามมิติเพื่อประกอบกันเป็นสิ่งแวดล้อมสมามิติที่ใช้ในการทำสิ่งแวดล้อมเสมือนจริงในระบบ VR ได้
Unreal Engine 4	Unreal Engine 4 คือ Game Engine ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมหรือเขียนโค้ดสำหรับการกำหนดพฤติกรรมของวัตถุสามมิติหรือสิ่งแวดล้อมเสมือน เพื่อสร้างระบบ VR ขึ้นมา
Blender	Blender คือโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างวัตถุสามมิติเช่นเดียวกันกับโปรแกรม Autodesk Maya แต่มีข้อแตกต่างคือโปรแกรมนี้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เพราะเป็นโปรแกรมประเภท Open Source แต่มีข้อเสียคือการเรียนรู้ต้องใช้ระยะเวลามาก

คำศัพท์	คำอธิบาย
SteamVR	SteamVR เป็นแพลตฟอร์มให้บริการเนื้อหาและสิ่งแวดล้อมประเภท VR โดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความบันเทิง เช่น เกม โดยในการพัฒนาระบบ VR นั้น จำเป็นจะต้องใช้แพลตฟอร์มนี้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาด้วย

1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

แนวโน้มในการพัฒนากำลังคนในอนาคตเป็นไปในทิศทางที่จะเน้นการศึกษาในกลุ่มของคนวัยทำงาน การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีส่งผลให้กระบวนการและวิธีการผลิตเปลี่ยนไป ซึ่งในบางธุรกิจนั้น อาจจะเปลี่ยนแบบพลิกโฉมฉับพลันด้วยเทคโนโลยี เช่น การใช้งานระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เพื่อการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้งานข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อการวิเคราะห์และแสดงผลเป็นภาพหรือกราฟิก การจัดการกับส่วนติดต่อผู้ใช้งานในเชิงการวิเคราะห์และออกแบบ การพัฒนาด้านระบบเสมือนจริงและประยุกต์ใช้งานในด้านการศึกษาและเชิงพาณิชย์ เป็นต้น โดยการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกโฉมฉับพลันนี้ ต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงานที่มีความสามารถเฉพาะด้านที่แตกต่างออกไปจากความสามารถปัจจุบันที่ผู้ปฏิบัติงานมีอยู่ ดังนั้น การพัฒนาตนเองของผู้ปฏิบัติงานให้เกิดความเชี่ยวชาญในด้านใหม่นั้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง มีการคาดการว่า ผู้ปฏิบัติงานไม่ต่ำกว่าร้อยละ 44 ของคนวัยทำงานประมาณ 36 ล้านคนในประเทศไทย (ประมาณ 15.84 ล้านคน) มีความต้องการในการปรับและเพิ่มทักษะใหม่ (reskill, upskill) เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานในโลกที่ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจเช่นนี้ได้

ปัจจัยหลักในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยให้ยั่งยืนคือทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพสูงและมีประสิทธิภาพในการทำงาน โดยเฉพาะการทำงานที่มีเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องในการผลิตและดำเนินการ ซึ่งการพัฒนาประเทศตามยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 และโครงการระเบียงเขตเศรษฐกิจภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) นั้น (EEC, 2020) รัฐบาลได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาอุตสาหกรรมออกเป็น 10 กลุ่มอุตสาหกรรม แบ่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมเดิม 5 กลุ่ม (First S-Curve) และกลุ่มอุตสาหกรรมใหม่ 5 กลุ่ม (New S-Curve) โดยกลุ่มอุตสาหกรรมดิจิทัลจัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมใหม่ที่จะเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ รวมไปถึงการเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินการทางธุรกิจ (Business Model Transformation) จากโลกอนาล็อกสู่โลกดิจิทัล เพื่อความทันสมัยขององค์กรและพร้อมรับต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกในปัจจุบัน ซึ่งระยะเวลาของการเปลี่ยนถ่ายของเทคโนโลยีจากรุ่นสู่รุ่นนั้นสั้นลง ดังนั้น การพัฒนากำลังคนที่มีสมรรถนะสูงในพหุสาขาวิชาเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพและพลิกโฉมการดำเนินการทางธุรกิจของภาคอุตสาหกรรม (Thienkaew et al., 2019)

หนึ่งในเทคโนโลยีที่ก้าวเข้ามามีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์คือการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality) (Wikipedia, 2020d) ซึ่งโดยพื้นฐานแล้ว เทคโนโลยีนี้จะเป็นการจำลองสภาพแวดล้อมจริง โดยที่ผู้ใช้งานสามารถปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่จำลองขึ้นมานั้นได้ ส่งผลให้ผู้ใช้งานได้รับประสบการณ์จริงจากการใช้งานเทคโนโลยีความจริงเสมือนนี้ ซึ่งข้อดีนี้ จะช่วยลดระยะเวลาของการเรียนรู้ให้กับ

ผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก (Pantelidis, 2010) (Kamiński et al., 2019) ซึ่งในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีนี้ในระบบการศึกษาเป็นส่วนใหญ่ และมีบางส่วนที่มีการประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้น เพื่อเป็นการทดสอบและเป็นการปูทางไปสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 อย่างแท้จริง คณะผู้วิจัยจึงจัดทำโครงการนี้เพื่อศึกษาวิจัยความเป็นไปได้ ข้อดี ข้อเสีย และเสนอข้อแนะนำในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ในภาคอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการฝึกปฏิบัติเสมือนจริงสำหรับการฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า
2) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบฝึกปฏิบัติเสมือนจริงในเชิงศึกษาศาสตร์
3) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานกับระบบฝึกปฏิบัติเสมือนจริง

1.3 เครื่องมือที่ใช้การพัฒนา

1.3.1 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ลักษณะและส่วนประกอบคอมพิวเตอร์ที่แนะนำ

1) กราฟฟิก (Graphic) : NVIDIA GTX 970 / AMD 290 equivalent or greater
2) หน่วยประมวลผล (Processer) : Intel i5-4590 equivalent or greater หรือดีกว่า
3) หน่วยความจำ (Memory) : RAM 4 GB หรือมากกว่า
4) การแสดงผลวิดีโอ (Output) : HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 หรือใหม่กว่า
5) พอร์ต USB (Port USB) : 1x USB 2.0 หรือดีกว่า
6) ระบบปฏิบัติการ (Operator System) : Windows 7 SP1 หรือใหม่กว่า

อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์อื่น ๆ

1) HTC Vive
2) Monitor

1.3.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา (Software)

1) Autodesk MAYA 2018
2) Unreal Engine 4
3) Steam VR

4) Adobe XD

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 วางแผนการดำเนินงาน

1) วางแผนการดำเนินงานและศึกษาความเป็นไปได้
2) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและเครื่องมือที่ใช้

1.4.2 ศึกษาความเป็นไปได้

1) ทดลองการทำงานและการแสดงข้อมูลของอุปกรณ์
2) วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานและความต้องการของระบบ

1.4.3 วิเคราะห์และออกแบบ

1) การออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้
2) นำวัตถุ (Object) ส่วนต่าง ๆ ประกอบเข้าด้วยกัน ตามเนื้อหาการเรียนรู้
3) การออกแบบคู่มือ การใช้งานโปรแกรม
4) เขียนเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรมในแต่ละส่วนการทำงาน
5) ออกแบบวัตถุที่เกี่ยวกับโปรแกรมฝึกทักษะ (Object)

1.4.4 พัฒนาระบบ

1) สร้างวัตถุที่เกี่ยวกับโปรแกรมการทดลอง ด้วยโปรแกรม MAYA
2) เขียนโปรแกรมในแต่ละส่วนของการทำงานด้วย Unreal Engine 4

1.4.5 ทดสอบแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไข

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง
2) ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง
3) เพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนและบุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ การประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง
4) เป็นต้นแบบของการพัฒนาการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง

2 ทฤษฎีและโครงการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้

การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม หรือจากการฝึกหัดรวมทั้งการเปลี่ยนปริมาณความรู้ของผู้เรียน (สุทธิพร แท่นทอง, 2020) งานที่สำคัญของครูก็คือช่วยนักเรียนแต่ละคนให้เกิดการเรียนรู้ หรือมีความรู้และทักษะตามที่หลักสูตรได้วางไว้ ครูมีหน้าที่จัดประการณ์ในห้องเรียน เพื่อจะช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ของแต่ละบทเรียน นักจิตวิทยาได้พยายามทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของทั้งสัตว์และมนุษย์ และได้ค้นพบหลักการที่ใช้ประยุกต์ เพื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษาได้ ทฤษฎีของการเรียนรู้มีหลายทฤษฎีแต่จะขอนำมากล่าวเพียง 3 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีการเรียนรู้พฤติกรรมนิยม

ความคิดพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้พฤติกรรมนิยม

1. พฤติกรรมทุกอย่างเกิดขึ้นโดยการเรียนรู้และสามารถจะสังเกตได้
2. พฤติกรรมแต่ละชนิดเป็นผลรวมของการเรียนที่เป็นอิสระหลายอย่าง
3. แรงเสริม (Reinforcement) ช่วยทำให้พฤติกรรมเกิดขึ้นได้

นักจิตวิทยาได้แบ่งพฤติกรรมของมนุษย์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. พฤติกรรมเรสปอนเดนต์ (Respondent Behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยสิ่งเร้าเมื่อมีสิ่งเร้าพฤติกรรมตอบสนองก็จะเกิดขึ้น ซึ่งสามารถจะสังเกตได้ ทฤษฎีที่อธิบายกระบวนการเรียนรู้ประเภทนี้ คือ ทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก (Classical Conditioning Theory)

2. พฤติกรรมโอเปอแรนต์ (Operant Behavior) เป็นพฤติกรรมที่บุคคลหรือสัตว์แสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา โดยปราศจากสิ่งเร้าที่แน่นอน และพฤติกรรมนี้มีผลต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้อธิบาย Operant Behavior เรียกว่า ทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบการกระทำ (Operant Conditioning Theory) ซึ่งทฤษฎีนี้เน้นว่าต้องการให้ Operant Behavior คงอยู่ตลอดไป

ตัวอย่างทฤษฎีในกลุ่มพฤติกรรมนิยม

1. ทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก (Classical Conditioning Theory) หรือ แบบสิ่งเร้า ผู้ค้นพบการเรียนรู้ลักษณะนี้คือ อีวาน พาฟลอฟ (Ivan Pavlov, 1849–1936) นักสรีรวิทยาชาวรัสเซียที่มีชื่อเสียงมาก พาฟลอฟสนใจศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร โดยได้ทำการ-ทดลองกับสุนัข ระหว่างที่ทำการทดลอง พาฟลอฟสังเกตเห็นปรากฏการณ์บางอย่างคือ ในบางครั้งสุนัขน้ำลายไหลโดยที่ยังไม่ได้รับอาหารเพียงแค่เห็น ผู้ทดลองที่เคยเป็นผู้ให้อาหารเดินเข้ามาในห้องนั้น สุนัขก็น้ำลายไหลแล้ว จากปรากฏการณ์ดังกล่าวจุดประกาย ให้พาฟลอฟคิดรูปแบบการทดลองเพื่อหาสาเหตุให้ได้ว่า เพราะอะไรสุนัขจึงน้ำลายไหลทั้ง ๆ ที่ยังไม่ได้รับ

อาหาร พาฟลอฟเริ่มการทดลองโดยเจาะต่อมน้ำลายของสุนัขและต่อสายรับน้ำลายไหลออกสู่ขวดแก้วสำหรับวัดปริมาณน้ำลาย จากนั้นพาฟลอฟก็เริ่มการทดลองโดยก่อนที่จะให้อาหารแก่สุนัขจะต้องสั่นกระดิ่งก่อน (สั่นกระดิ่งแล้วทิ้งไว้ประมาณ .25 –.50 วินาที) แล้วตามด้วยอาหาร (ผงเนื้อ) ทำอย่างนี้อยู่ 7–8 วัน จากนั้นให้เฉพาะแต่เสียงกระดิ่ง สุนัขก็ตอบสนองคือน้ำลายไหลปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่าพฤติกรรมสุนัขถูกวางเงื่อนไขหรือเรียกว่าสุนัขเกิดการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก

จากหลักการข้างต้นสามารถสรุปหลักการเรียนรู้ของพาฟลอฟ ดังนี้

การวางเงื่อนไขแบบคลาสสิค = สิ่งเร้าที่วางเงื่อนไข + สิ่งเร้าที่ไม่ได้วางเงื่อนไข = การเรียนรู้

2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการวางเงื่อนไขแบบโอเปอแรนท์ (Operant Conditioning Theory) ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการวางเงื่อนไขแบบโอเปอแรนท์ (Operant Conditioning Theory) หรือ ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบการกระทำ ซึ่งมี สกินเนอร์ (B.F. Skinner) เป็นเจ้าของทฤษฎีสกินเนอร์ได้ทดลองการวางเงื่อนไขแบบโอเปอแรนท์กับหนูและนกในห้องทดลอง จนกระทั้งได้หลักการต่าง ๆ มาเป็นแนวทางการศึกษาการเรียนรู้ของมนุษย์สกินเนอร์มีแนวคิดว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขและสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม เพราะทฤษฎีนี้ต้องการเน้นเรื่องสิ่งแวดล้อม สิ่งสนับสนุนและการลงโทษ โดยพัฒนาจากทฤษฎีของ พาฟลอฟ และธอร์นไดค์ โดยสกินเนอร์มองว่าพฤติกรรมของมนุษย์เป็นพฤติกรรมที่กระทำต่อสิ่งแวดล้อมของตนเอง พฤติกรรมของมนุษย์จะคงอยู่ตลอดไป จำเป็นต้องมีการเสริมแรง ซึ่งการเสริมแรงนี้มีทั้งการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) และการเสริมแรงทางลบ (Negative Reinforcement) การเสริมแรง หมายถึง ผลของพฤติกรรมใด ๆ ที่ทำให้พฤติกรรมนั้นเข้มแข็งขึ้น การเสริมแรงทางบวก หมายถึง สภาพการณ์ที่ช่วยให้พฤติกรรมโอเปอแรนท์เกิดขึ้นในด้านความที่น่าจะเป็นไปได้ ส่วนการเสริมแรงทางลบเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพการณ์อาจจะทำให้พฤติกรรมโอเปอแรนท์เกิดขึ้นได้ในการด้านการเสริมแรงนั้น สกินเนอร์ให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยได้แยกวิธีการเสริมแรงออกเป็น 2 วิธี คือ

1. การให้การเสริมแรงทุกครั้ง (Continuous Reinforcement) เป็นการให้การเสริมแรงทุกครั้งที่ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้

2. การให้การเสริมแรงเป็นครั้งคราว (Partial Reinforcement) เป็นการให้การเสริมแรงเป็นครั้งคราว โดยไม่ให้ทุกครั้งที่ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ โดยแยกการเสริมแรงเป็นครั้งคราว ได้ดังนี้

2.1 เสริมแรงตามอัตราส่วนที่แน่นอน

2.2 เสริมแรงตามอัตราส่วนที่ไม่แน่นอน

2.3 เสริมแรงตามช่วงเวลาที่แน่นอน

2.4 เสริมแรงตามช่วงเวลาที่ไม่แน่นอน

การเสริมแรงแต่ละวิธีให้ผลต่อการแสดงพฤติกรรมที่ต่างกัน และพบว่า การเสริมแรงตามอัตราส่วนที่ไม่แน่นอนจะให้ผลดีในด้านที่พฤติกรรมที่พึงประสงค์จะเกิดขึ้นในอัตราสูงมาก และเกิดขึ้นต่อไปอีกเป็นเวลานานหลังจากที่ไม่ได้รับการเสริมแรง

2. ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม

ในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำ (active) และสร้างความรู้ ความเชื่อพื้นฐานของ Constructivism มีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือจากทฤษฎีพัฒนาการของพีอาเจต์ และวิก็อทสกี้ ทฤษฎี Constructivism จึงแบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎี คือ

1. Cognitive Constructivism หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของพีอาเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญาขึ้น เป็นเหตุให้ผู้เรียน ปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่ง เกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น

2. Social Constructivism เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิก็อทสกี้ ซึ่งถือว่าผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมหรืองาน ในสภาวะสังคม (Social Context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้าง

ความคิดพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม

1. ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นกับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้
4. การจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา (Social Cognitive Learning Theory) เป็นทฤษฎีของศาสตราจารย์บันดูรา แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford) ประเทศสหรัฐอเมริกา บันดูรามีความเชื่อว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ส่วนมากเป็นการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบ และเนื่องจากมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์ (interact) กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวอยู่เสมอบันดูราอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมในสังคม ซึ่งทั้งผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อกันและกัน

ความคิดพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา

1. บันดูรา ได้ให้ความสำคัญของการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม และถือว่าการเรียนรู้ก็เป็นผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม โดยผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อกันและกัน บันดูราได้ถือว่าทั้งบุคคลที่ต้องการจะ เรียนรู้และสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุของพฤติกรรมและได้อธิบายการปฏิสัมพันธ์ ดังนี้

ภาพที่ 1 ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญา

2. บันดูรา ได้ให้ความแตกต่างของการเรียนรู้ (Learning) และการกระทำ (Performance) ว่าความแตกต่างนี้สำคัญมาก เพราะคนอาจจะเรียนรู้อะไรหลายอย่างแต่ไม่กระทำ บันดูราได้สรุปว่า พฤติกรรมของมนุษย์อาจจะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

2.1 พฤติกรรมสนองตอบที่เกิดจากการเรียนรู้ ผู้ซึ่งแสดงออก หรือ กระทำสม่ำเสมอ

2.2 พฤติกรรมที่เรียนรู้แต่ไม่เคยแสดงออกหรือกระทำ

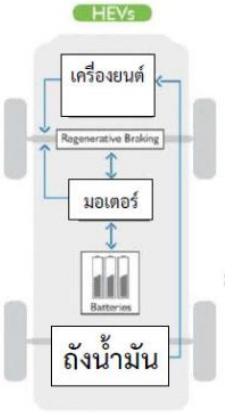
2.3 พฤติกรรมที่ไม่เคยแสดงออกทางการกระทำ เพราะไม่เคยเรียนรู้จริง ๆ

3. บันดูรา ไม่เชื่อว่าพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจะคงตัวอยู่เสมอ

2.1.2 รถพลังงานไฟฟ้า (Electric Car)

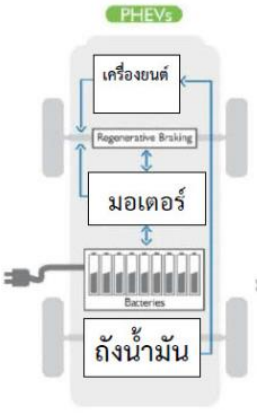
รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (วิกิพีเดีย, 2020.000Z) (Nissan, 2020.000Z) โดยใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเก็บอยู่ในแบตเตอรี่หรืออุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่น ๆ และด้วยข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ให้แรงบิดได้ทันทีทำให้รถพลังงานไฟฟ้ามีอัตราเร่งที่เรียบและรวดเร็ว ประเภทของรถยนต์ไฟฟ้าสามารถแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEVs) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ลูกสูบเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนหลัก ซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่บรรจุในยานยนต์และทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มกำลังของยานยนต์ให้เคลื่อนที่ ทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำกว่ายานยนต์ปกติ กำลังที่ผลิตจากเครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้อัตราเร่งของยานยนต์สูงกว่ายานยนต์ที่มีเครื่องยนต์ลูกสูบขนาดเดียวกัน รวมทั้งยังสามารถนำพลังงานกลที่เหลือหรือไม่ใช้ประโยชน์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บในแบตเตอรี่



ภาพที่ 2 Hybrid EV

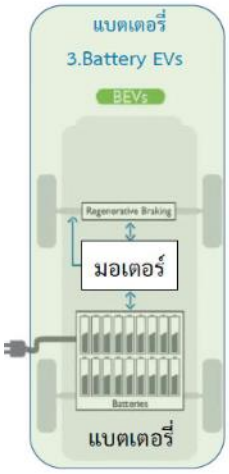
2. ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนาต่อมาจากยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด โดยสามารถประจุพลังงานไฟฟ้าได้จากแหล่งภายนอก (Plug-in) ทำให้ยานยนต์สามารถใช้พลังงาน พร้อมกันจาก 2 แหล่ง จึงสามารถวิ่งในระยะทางและความเร็วที่เพิ่มขึ้นด้วยพลังงานจากไฟฟ้าโดยตรง ยานยนต์ไฟฟ้า แบบ PHEV มีการออกแบบอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Extended range EV (EREV) และแบบ Blended PHEV โดย แบบ EREV จะเน้นการทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักก่อน แต่แบบ Blended PHEV มีการทำงานผสมผสานระหว่างเครื่องยนต์และไฟฟ้า ดังนั้น ยานยนต์ไฟฟ้าแบบ EREV สามารถวิ่งด้วยพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวมากกว่าแบบ Blended PHEV



ภาพที่ 3 Plug-in Hybrid EV

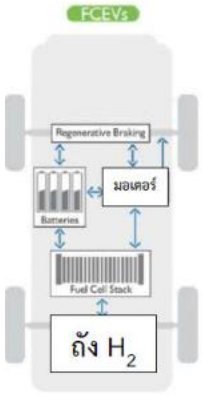
3. ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังให้ยานยนต์เคลื่อนที่ และใช้พลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่เท่านั้น ไม่มีเครื่องยนต์อื่นในยาน

ยนต์ ดังนั้นระยะทางการวิ่งของยานยนต์จึงขึ้นอยู่กับการออกแบบขนาดและชนิดของแบตเตอรี่ รวมทั้งน้ำหนักบรรทุก อย่างไรก็ดีในปัจจุบันบริษัทรถยนต์ได้มีการผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ขึ้น ในประเทศพัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น ยุโรป และ สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ทำให้เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีความเป็นไปได้มากขึ้น



ภาพที่ 4 Battery EV

4. ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงมีข้อดีหลายๆ ประการ ข้อดีที่สำคัญที่สุดคือ ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าสูงถึง 60% และความจุพลังงานจำเพาะที่สูงกว่าแบตเตอรี่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงจึงเป็นเทคโนโลยีที่บริษัทรถยนต์เชื่อว่าเป็นคำตอบที่แท้จริงของพลังงานสะอาดในอนาคต อย่างไรก็ดียังมีข้อจำกัดในเรื่องการผลิตไฮโดรเจนและโครงสร้างพื้นฐาน



ภาพที่ 5 Fuel Cell EV

โดยวิธีการทำงานของรถยนต์พลังงานไฟฟ้าแบบ 100% นั้น ไม่ได้มีความละเอียดและซับซ้อนเหมือนรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง มีองค์ประกอบหลักในการขับเคลื่อนเพียง 4 ส่วนเท่านั้น แต่ทั้งสี่ส่วนนี้ได้ก่อให้เกิดการขับเคลื่อนที่เต็มประสิทธิภาพ ได้แก่

1. **แบตเตอรี่ (Battery)**

พลังงานไฟฟ้าที่ชาร์จเข้ามา จะถูกเก็บไว้ที่แบตเตอรี่ ซึ่งปัจจุบันนี้แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ไฟฟ้าคือแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน ซึ่งเก็บพลังงานไฟฟ้าได้มากและใช้งานได้ทนทานขึ้น

ภาพที่ 6 Battery pack

2. **อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)**

มีหน้าที่ควบคุมและแปลงกระแสไฟจากพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อส่งพลังงานต่อไปยังมอเตอร์ไฟฟ้า

ภาพที่ 7 Inverter

3. **มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor)**

ใช้ในการส่งพลังงานที่ได้มาจากตัวแปลงกระแสไฟฟ้าส่งต่อไปยังเพลาเพื่อให้เกิดพลังงานในการขับเคลื่อน

ภาพที่ 8 Motor

4. ระบบส่งกำลัง (Gearbox)

ระบบส่งกำลัง การส่งผ่านคือเครื่องในระบบส่งกำลังซึ่งให้การควบคุมการใช้พลังงาน บ่อยครั้งการส่งข้อมูลระยะยาวหมายถึงกล่องเกียร์ที่ใช้เกียร์และชุดเกียร์เพื่อให้การแปลงความเร็วและแรงบิดจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนไปยังอุปกรณ์อื่น

ภาพที่ 9 Gearbox

2.1.3 ระบบเสมือนจริงหรือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality)

ระบบเสมือนจริงหรือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Wikipedia, 2020d) เป็นเทคโนโลยีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อจำลองสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งจากสภาพแวดล้อมจริง และ จากในจินตนาการขึ้นมาด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยไม่ได้จำลองเพียงภาพและเสียงเท่านั้น แต่ยังรวมถึงประสาทสัมผัสด้านอื่นด้วยการใส่อุปกรณ์นำเข้า เช่น ถุงมือ เมาส์ เพื่อการรับรู้ถึงแรงป้อนกลับจากการสัมผัสสิ่งต่าง ๆ ในโลกเสมือนจริงที่สร้างขึ้นโดยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เช่น หากสัมผัสเก้าอี้ จะต้องรับรู้ถึงมวลความแข็งของเก้าอี้ และอุณหภูมิของวัสดุ เป็นต้น

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนนั้น สามารถแยกออกจากเทคโนโลยีประเภทอื่น ๆ ที่คล้ายกันได้อย่างชัดเจน ด้วยการจดจ่อทางร่างกาย (Physical Immersion) คือ สำหรับการใช้เทคโนโลยีความ เป็นจริงเสมือน (Virtual Reality หรือ VR) ผู้ใช้จะรู้สึกตัดขาดจากโลกจริงและความรู้สึกถึงความมีอยู่ (Psychological Presence) โดยที่การจดจ่อทางร่างกายอยู่ในระดับระบบสัมผัสได้เต็มรูปแบบ (Fully Immersive System) ผู้ใช้งานจะรู้สึกตัดขาดจากโลกจริงอย่างสมบูรณ์แบบโดยสภาพแวดล้อมเสมือนจริง คือ ผู้ใช้งานนั้นจะรู้สึกเหมือนอยู่ในโลกจริงแต่ในความเป็นจริงแล้วอยู่ในโลกที่ถูกสร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

ภาพที่ 10 ระบบเสมือนจริง (Virtual Reality)

2.1.4 โปรแกรมมายา (Autodesk Maya)

โปรแกรมมายา (Wikipedia, 2020c) เป็นโปรแกรมทำแอนิเมชัน 3 มิติขั้นสูง โดยโปรแกรมทำแอนิเมชันนี้เป็นโปรแกรมรูปแบบ Open Architecture คือ งานทั้งหมดที่คุณได้สร้างสรรค์นั้นสามารถแปลงเป็น Script ต่าง ๆ ได้ รวมถึง ยังมี API ที่รองรับทั้ง Maya Embedded Language (MEL), Python และภาษาอื่น ๆ โดยโปรแกรมนี้จะรองรับงานกราฟฟิก 3 มิติทุกประเภท เช่น 3D Visual Effects, Computer Graphics โดยที่คุณจะสามารถสร้างผลงานทีวี พัฒนาเกม และงานออกแบบต่าง ๆ ได้ก็ทำได้อย่างรวดเร็วด้วยเครื่องมือในการสร้างการ์ตูน Animation ของโปรแกรมนี้มีผู้ใช้งานตั้งแต่ผู้ใช้งานในระดับเริ่มต้นไปจนถึงระดับมืออาชีพ

ภาพที่ 11 Autodesk MAYA

2.1.5 โปรแกรมอันเรียลเอนจิน (Unreal Engine 4)

โปรแกรมอันเรียลเอนจิน (Unreal Engine, 2020) ซอฟต์แวร์เพื่อใช้สร้างวีดีโอเกม ซอฟต์แวร์นี้ถูกเขียนขึ้นมาด้วยภาษาโปรแกรม C, C++, เกมเอนจิน (Game Engine) เปรียบเสมือนเป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของระบบเกม ชิ้นส่วนเหล่านี้ จะถูกนำไปประกอบเข้าด้วยกัน และถูกทดสอบว่าแต่ละส่วนสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างไม่มีปัญหาภายใต้สภาพแวดล้อมที่ถูกกำหนดไว้ และนี่ก็เป็นกระบวนการในการสร้างเกมให้ออกมาสมบูรณ์แบบ

ภาพที่ 12 Unreal Engine

2.1.6 โปรแกรมออกแบบ Prototype (Adobe XD)

Adobe Experience Design CC โปรแกรมออกแบบตัวต้นแบบ (Prototype) ได้ทั้งเว็บไซต์ และมือถือ ซึ่งเหมาะกับกลุ่มคนทำงานสาย UX และ Designs โปรแกรมออกแบบ Adobe XD นี้ สร้างขึ้นเพื่อนักออกแบบ เป็นวิธีที่เร็วที่สุดในการออกแบบสร้างต้นแบบและแบ่งปันประสบการณ์ผู้ใช้ตั้งแต่เว็บไซต์และแอพมือถือไปจนถึงการโต้ตอบด้วยเสียงและอีกมากมาย

ภาพที่ 13 Adobe XD

2.2 งานที่เกี่ยวข้อง (Related Works)

In the work of O.P. Pinchuk, V.A. Tkachenko, and O. Y. Burov entitled “AR and VR as Gamification of Cognitive Tasks” (Pinchuk et al., 2019) describes the analysis of the educational potential of the use of interactive models and videos available through mobile applications. The experience with the use of VR/AR technologies as a game enhances the emotional involvement of students and the availability of educational material. The job is to give modern tools of activity so that they become a means of motivation, allow students to be stimulated to cognitive activity, and get students ready for life and work in the high-tech Information society.

Virtual reality systems and environments offer solutions for designing new products and planning for assembly. This concept is described in the work of A.M. Al-Ahmari, M.H. Abidi, A. Ahmad, and S. Darmoul entitled “Development of a Virtual Manufacturing Assembly Simulation System” (Al-Ahmari et al., 2016). This work examined different approaches in using virtual reality for different manufacturing techniques. Particularly, the paper explained the look of a virtual

manufacturing assembly simulation system (VMASS), which may (1) evaluate assembly alternatives, (2) plan for assembly operation, and (3) train assembly operators. The evaluation of assembly decisions and training assembly operations was done by interactive workbench employed by VMASS. The system presents two different VR applications: (1) manufacturing systems simulation and (2) training system design and evaluation. The research emphasizes on bridging the gap between the design and execution of assembly. The resulting comprehensive system works even with large components.

N. Gavish et al. explained in the work entitled "Evaluating Virtual Reality and Augmented Reality Training for Industrial Maintenance and Assembly Tasks." (Gavish et al., 2015) in which way is to evaluate a virtual reality and augmented reality training environment. The industrial maintenance and assembly (IMA) tasks training have employed virtual reality (VR) and augmented reality (AR) platforms; however, an assessment for efficiency and effectiveness compared to traditional training methods is required. The evaluating result advises that AR platforms are suitable for training IMA tasks. In contrast, the VR platforms still needs more assessment in order to be evaluated systematically.

Besides founding the utilization of virtual reality within the industry, simulation and video games are two styles of virtual environments that may be found in education. D.A.I. Becerra et al. described in the work entitled "Evaluation of a Gamified 3D Virtual Reality System to Enhance the Understanding of Movement in Physics" (Jofré et al., 2018) a possible approach of VR system evaluation method, where the virtual environments are autonomous and intercommunicated worlds that allow users to learn better by making new discoveries. Gamification is the term for using game design elements in non-game context. It aims at improving user motivation, participation and productivity. The most advantages of using gamification in education are as follows; 1) increasing the fun in the classroom as there are freedoms for trial and error without negative response, 2) differentiating education in step with to the students' abilities, 3) equipping with a collection of tasks and subtasks in visualization, and 4) motivating students to prolong their learning and providing the scholars the pliability to do their own learning.

Another paper made a survey of approaches employed to measure learning presently used in education. The work of R. Ralph et al. entitled "Metrics for evaluation of educational experiences: Will virtual reality have impact?" (Ralph et al., 2017) suggested a proposal to possess

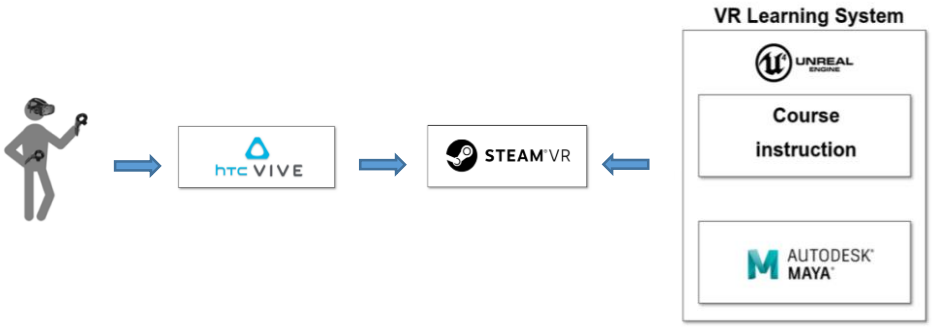
rubrics from combining metrics for presence, immersion, and flow to attain efficacy of a virtual reality learning experience, as virtual reality becomes a tool to overturn education by allowing students to be immersed in the learning experience in a manner that no other technology has before. It is essential to set up relevant metrics to measure the benefits and risks of using virtual reality in children. The experiment was done under the virtual reality exhibit on the gold rush for the Royal British Columbia Museum.

In current situation, the usage of virtual reality and augmented reality in the industrial training and learning is relatively new, although it has been existed years before. Much research was done implementing different concepts to promote such a new technology in the industrial training environments. Some are quite successful, while others still need improvements. The effective evaluation part of such a technology in industrial training is important, in respect of pedagogical and practical training. Currently, a universal evaluation method still does not exist. An empirical or heuristic evaluation can be used in order to measure the training efficiency using virtual reality and augmented reality.

3 วิธีการดำเนินงานโครงการ

3.1 ภาพรวมของระบบ

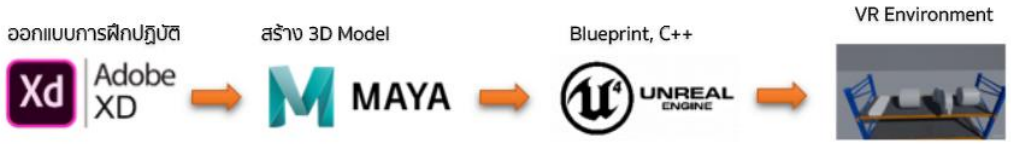
ผู้พัฒนาออกแบบและพัฒนาโปรแกรม โดยโครงสร้างซอฟต์แวร์ของโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR มีองค์ประกอบ ดังนี้ SteamVR, HTC VIVE, Unreal Engine4, MAYA ดังนี้



ภาพที่ 14 โครงสร้างซอฟต์แวร์

ผู้ใช้งานจะสามารถเข้าใช้งานโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR ได้ก็ต่อเมื่อผู้ใช้งานติดตั้งโปรแกรม SteamVR (PCGamer, 2020) และอุปกรณ์ HTC VIVE (VIVE, 2020) โดยที่โปรแกรม SteamVR เป็นซอฟต์แวร์ตัวกลางในการควบคุมอุปกรณ์ HTC VIVE ซึ่งจะทำให้ระบบการฝึกทักษะ (VR Training System) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ จึงจะสามารถเข้าใช้โปรแกรมได้อย่างสมบูรณ์ที่สุด

ส่วนกระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ของโปรแกรมฝึกปฏิบัติ ต้องมีองค์ประกอบ ดังนี้ โปรแกรม Adobe XD โปรแกรม MAYA โปรแกรม Unreal Engine4 จึงสามารถออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในการใช้งานได้



ภาพที่ 15 กระบวนการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์

ผู้พัฒนาเลือกใช้โปรแกรม Adobe XD ในการออกแบบการฝึกทักษะในแต่ละบทเรียน ใช้โปรแกรม MAYA ในการสร้าง 3D Model และโปรแกรม Unreal Engine4 เป็นโปรแกรมหลักในการพัฒนาและรวบรวมรูปแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อาศัยตามเนื้อหาการเรียนรู้ เรื่อง การพัฒนาทางเทคนิคในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าและ

ไฮบริด (The Contribution and Prospects of the Technical Development on Implementation of Electric and Hybrid Vehicles) จากหนังสือ ยุคใหม่ของยานภาหนะไฟฟ้า (New Generation Of Electric Vehicles) เรียบเรียงขึ้นโดย โซราน สเตวิซ (Zoran Stević) จึงเกิดเป็นโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR (Electrical Vehicle Assembly Training with Virtual Reality)

3.2 การพัฒนาเนื้อหาของการฝึกปฏิบัติ

3.2.1 วิเคราะห์และออกแบบแบบจำลอง

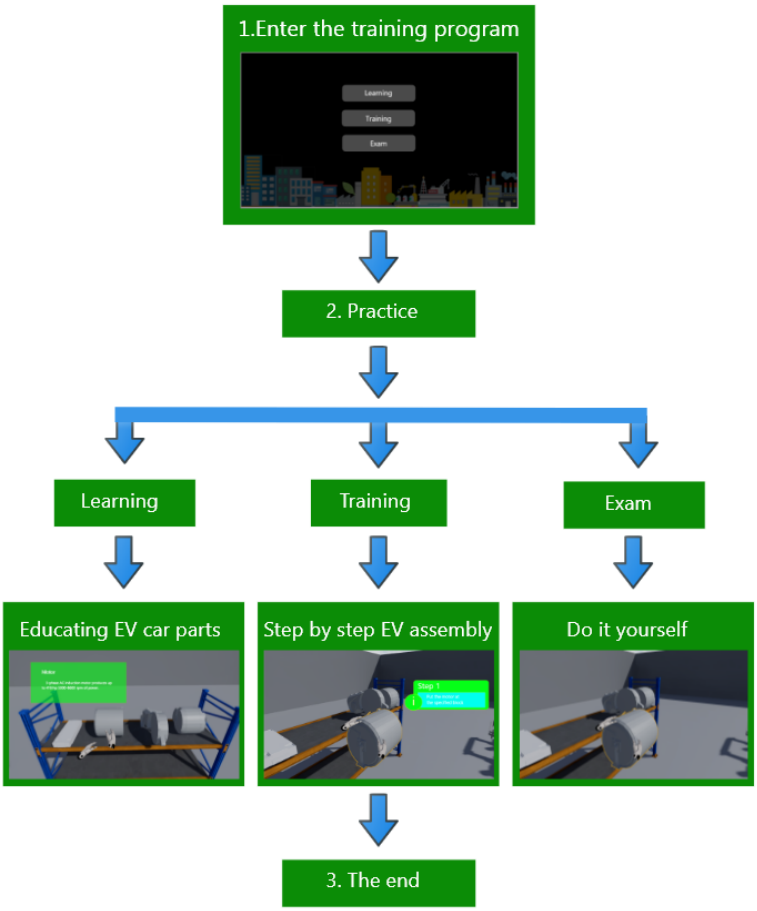
การออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้ในโปรแกรมความเป็นจริงเสมือน (Wikipedia, 2020a) แบ่งออกเป็น

1. การเรียนรู้ (Learning)
   1.1 การเรียนรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับอะไหล่ในรถยนต์ Electrical Vehicle (EV)
2. การฝึกปฏิบัติ (Training)
   2.1 การประกอบมอเตอร์ (Motor) เข้ากับอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)
   2.2 การประกอบกระปุกเกียร์ (Gearbox) เข้ากับมอเตอร์ (Motor) และอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)
   2.3 การประกอบแบตเตอรี่ (Battery)
3. การทดสอบ (Exam)
   3.1 ทดสอบผู้ใช้งาน เพื่อประเมินความเข้าใจในการฝึกทักษะ (VR Vision Group, 2019)
   3.2 เก็บ Activity User

เนื้อหาประกอบการฝึกปฏิบัติผู้จัดทำโครงงาน เลือกออกแบบเนื้อหาการเรียนรู้ ภายใต้หัวข้อ การพัฒนาทางเทคนิคในการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าและไฮบริด (The Contribution and Prospects of the Technical Development on Implementation of Electric and Hybrid Vehicles) จากหนังสือ ยุคใหม่ของยานภาหนะไฟฟ้า (New Generation Of Electric Vehicles) เรียบเรียงขึ้นโดย โซราน สเตวิซ (Zoran Stević) ตั้งแต่หน้า 35-66

3.2.2 ออกแบบเนื้อเรื่องย่อ (Story Board)

การออกแบบเรื่อง เนื้อเรื่องย่อมีการจัดทำให้สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ เพื่อให้เข้าใจง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรม โดยแสดงกระบวนการเมื่อผู้ใช้งานเริ่มเข้าใช้ระบบ จนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการการใช้งาน แสดงดังภาพ



ภาพที่ 16 กระบวนการทำงานของโปรแกรมแบบย่อ

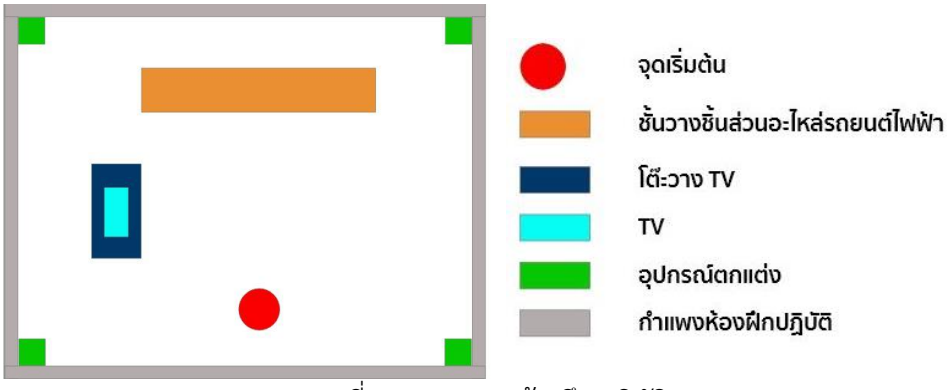
กระบวนการทำงานของโปรแกรมแบบย่อในเนื้อหาโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR มีขั้นตอนการใช้งาน โดยเริ่มจากผู้ใช้งานเริ่มต้นเข้าสู่ห้องฝึกปฏิบัติ ผู้ใช้งานเริ่มลงมือปฏิบัติการฝึกทักษะ โดยผู้ใช้งานจะต้องเลือกว่าต้องการเข้าเมนู เรียนรู้ (Learning) ฝึกปฏิบัติ (Training) หรือ ทดสอบ (Exam) (Gusmida et al., 2017) กรณีหากผู้ใช้งานเลือกหัวข้อที่ต้องการศึกษา ในหัวข้อการเรียนรู้ ให้ไปที่ Learning แต่ถ้าหากผู้ใช้งานเลือกหัวข้อที่ต้องการฝึกปฏิบัติ สามารถเลือกการฝึกปฏิบัติได้ที่ Training และสุดท้ายจะเป็นทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ของผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานจะต้องเลือกเข้าในเมนู Exam เพื่อทำการประเมินเป็นขั้นตอนสุดท้ายถือว่าสิ้นสุดการฝึกปฏิบัติ (van Wyk & Villiers, 2009)

3.2.3 ออกแบบห้องฝึกปฏิบัติ

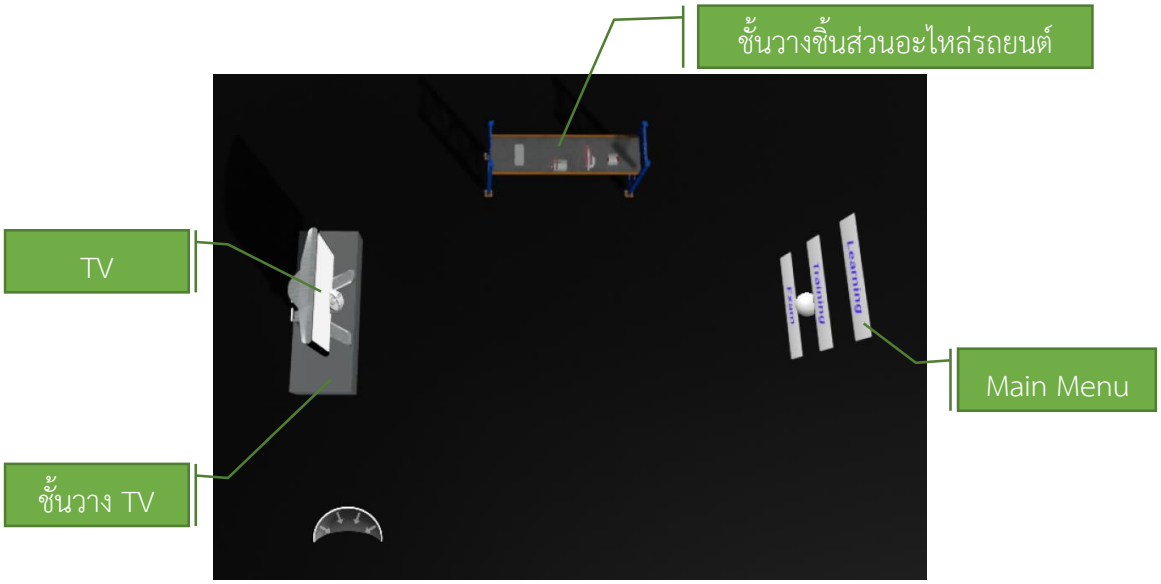
การวางแผนออกแบบห้องฝึกปฏิบัติ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ จุดยืนเริ่มต้นของผู้ฝึกปฏิบัติ ชั้นวางชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ตกแต่ง

การวางแผนกำหนดสีในการช่วยออกแบบ โดย

1. จุดยืนเริ่มต้นของผู้ฝึกปฏิบัติ ให้เป็นสีแดง
2. ชั้นวางชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า ให้เป็นสีส้ม
3. โต๊ะวาง TV ให้เป็นสีน้ำเงิน
4. TV ให้เป็นสีฟ้า
5. อุปกรณ์ตกแต่ง ให้เป็นสีเขียว
6. กำแพงห้องฝึกปฏิบัติ ให้เป็นสีเทา

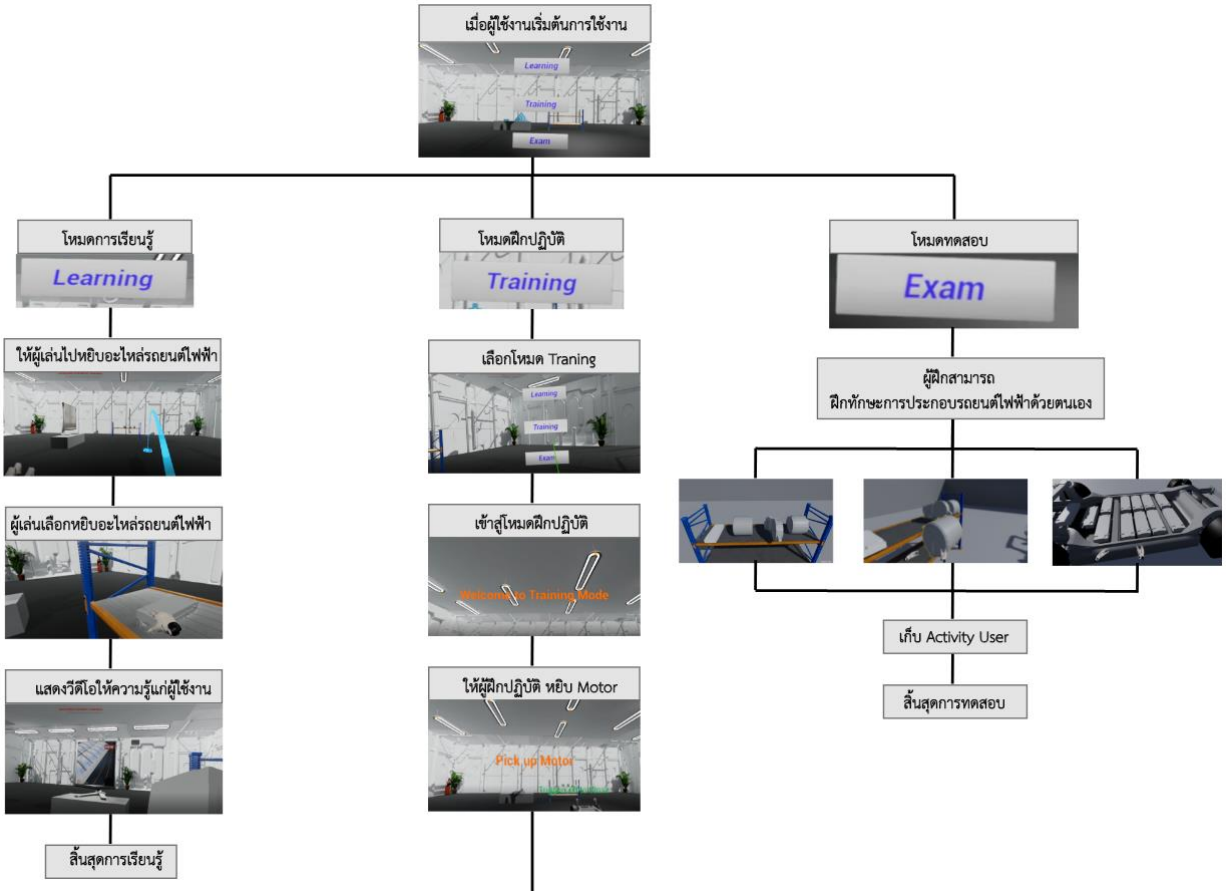


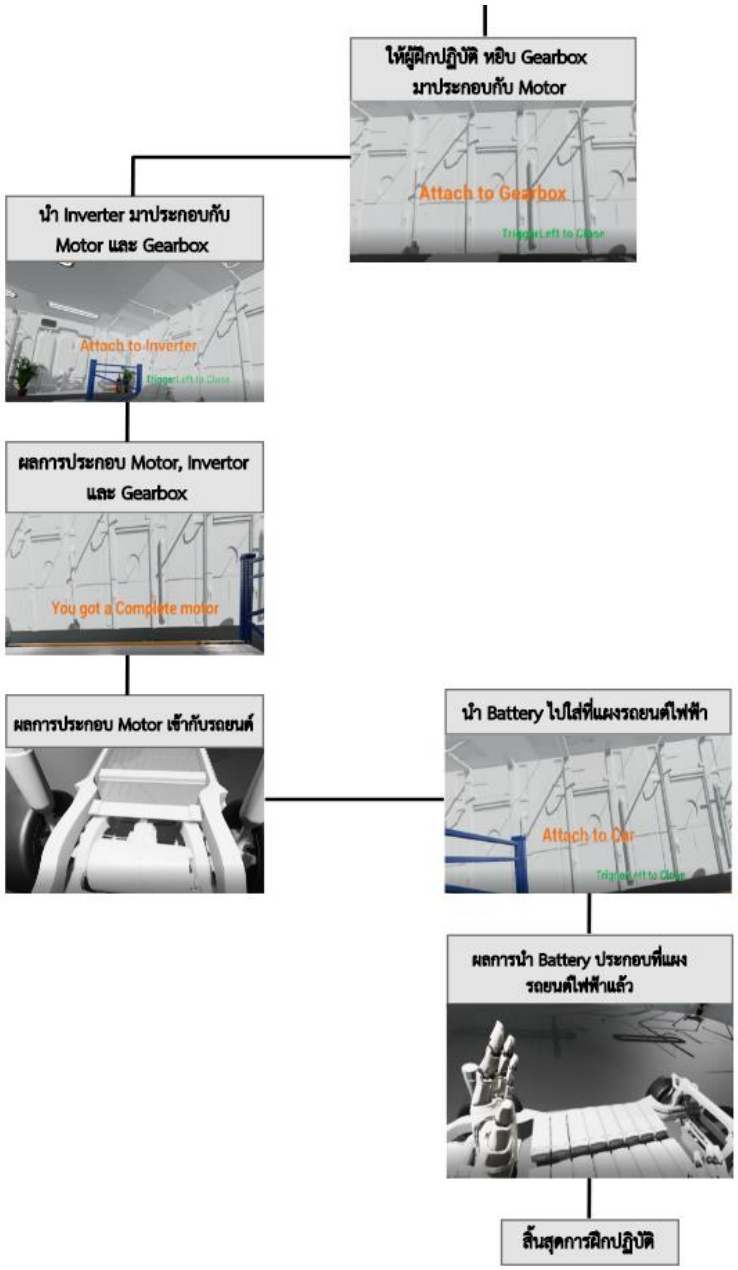
ภาพที่ 17 ออกแบบห้องฝึกปฏิบัติ



ภาพที่ 18 ผลลัพธ์ออกแบบห้องฝึกปฏิบัติจากโปรแกรมความเป็นจริงเสมือน

3.2.4 กระบวนการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติแต่ละขั้นเมื่อเข้าสู่โปรแกรมฝึกปฏิบัติ





ภาพที่ 19 กระบวนการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติแต่ละขั้นเมื่อเข้าสู่โปรแกรมฝึกปฏิบัติ

จากภาพ เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR โปรแกรมจะมีทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ การเรียนรู้ การฝึกปฏิบัติ และการทดสอบ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจการประกอบรถยนต์ที่ถูกต้องและสะดวกในการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติที่มากขึ้น

1. การเรียนรู้ (Learning) เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้าเบื้องต้น แต่ละชิ้นส่วนมีคุณสมบัติอย่างไร รวมถึงกลไกการทำงานของชิ้นส่วนอะไหล่ด้วย

2. การฝึกปฏิบัติ (Training) เป็นการฝึกปฏิบัติลำดับขั้นตอนว่าโปรแกรมนี้ให้ผู้ใช้งานทำอะไรบ้าง และเมื่อทำการประกอบอะไหล่รถยนต์เข้าด้วยกันทั้งหมดแล้วจะมีเหตุการณ์อะเกิดขึ้นบ้าง โดยปรากฏข้อความว่าการฝึกปฏิบัติสำเร็จ โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องใช้คู่มือก็ได้
3. การทดสอบ (Exam) เป็นการทดสอบของผู้ฝึกปฏิบัติว่าผู้ใช้งานที่เข้ารับการฝึกในโปรแกรมนี้ เข้าใจมากน้อยเพียงใด โดยที่ผู้ใช้งานสามารถทำได้ด้วยตนเองไม่มีลำดับขั้นตอน (Fade, 2019)

3.3 การออกแบบและพัฒนาวัตถุ 3 มิติ

3.3.1 วัตถุสำหรับการฝึกปฏิบัติ

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับระบบฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงเชิงปฏิสัมพันธ์ในระบบความเป็นจริงเสมือน มีดังนี้

1) ตัวฐานรถยนต์ Tesla Model (Wikipedia, 2020b)

2) Gear box

3) Inverter

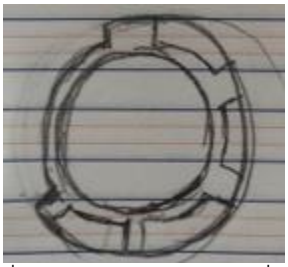
4) Motor

ในสัดส่วนของอุปกรณ์รถยนต์จะเป็นสัดส่วนที่สร้างโดยการสมมติฐานขนาดขึ้นมาเนื่องจากขนาดของอุปกรณ์รถยนต์ขึ้นอยู่กับบริษัทนั้น ๆ และอุปกรณ์รถยนต์ที่เกี่ยวข้องสามารถปรับขนาดในโปรแกรม Unreal Engine 4 ได้

ออกแบบในกระดาษเพื่อเป็นแนวในการทำงานจะ โดยจะมี 2 ส่วน

1. ส่วนของตัวเครื่อง

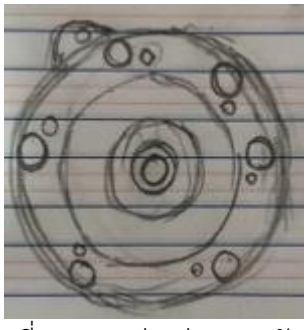
ภาพที่ 20 ภาพร่างของตัวเครื่อง (1)



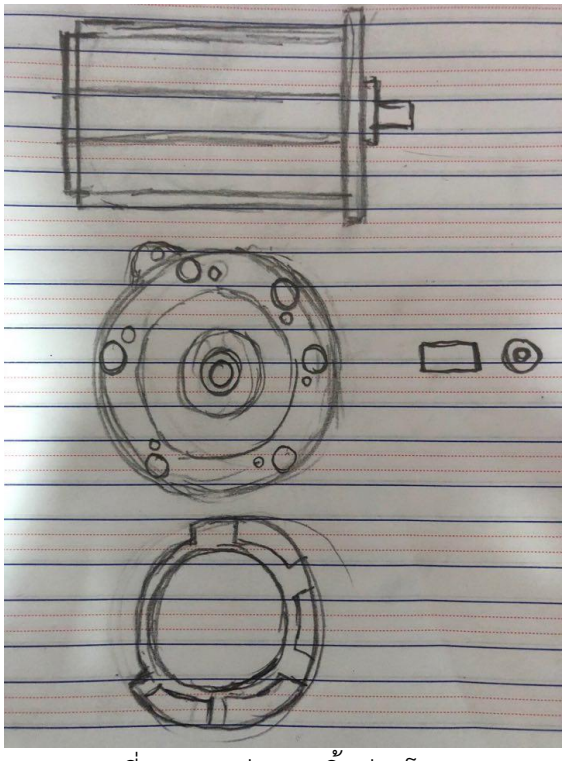
ภาพที่ 21 ภาพร่างของตัวเครื่อง (2)

2. ส่วนของหัว

ภาพที่ 22 ภาพร่างส่วนของหัว (1)



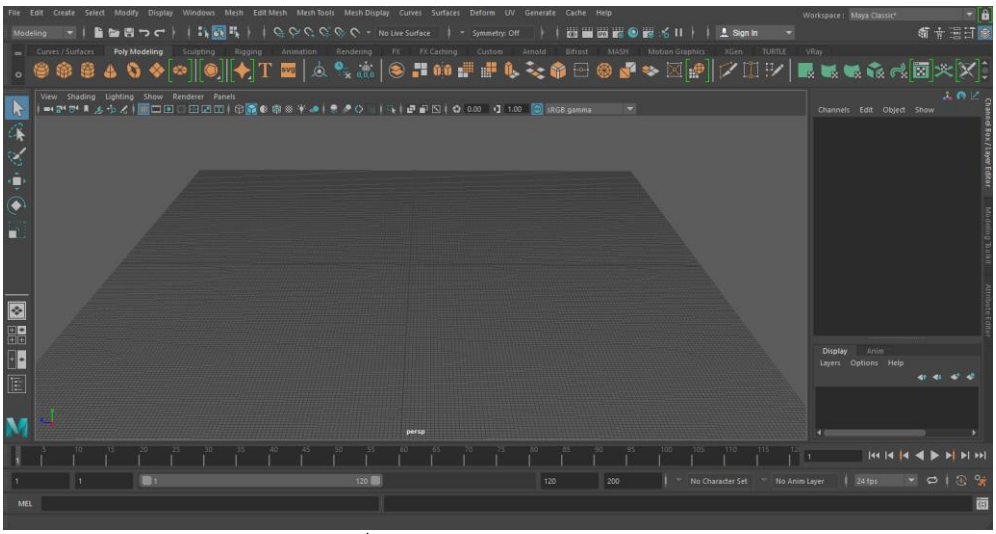
ภาพที่ 23 ภาพร่างส่วนของหัว (2)



ภาพที่ 24 ภาพร่างของชิ้นส่วนโดยรวม

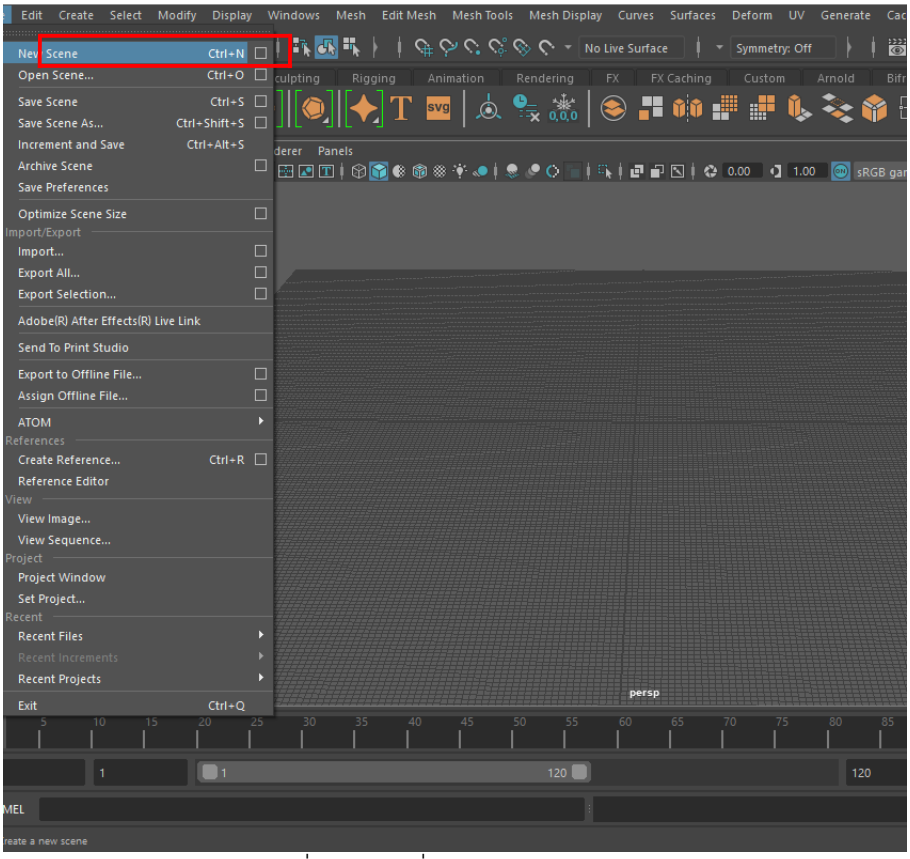
3.3.2 การสร้างวัตถุ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Maya

1. เปิดโปรแกรม AUTODESK MAYA



ภาพที่ 25 หน้าต่างโปรแกรม Maya

2. File > New Scene หัวข้อสร้างไฟล์งานใหม่

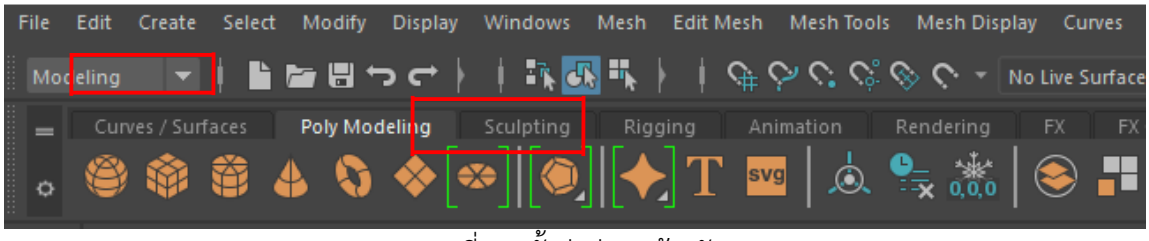


ภาพที่ 26 การเริ่มต้นสร้างไฟล์งานใหม่

3. ตั้งค่าก่อนสร้างวัตถุ

1. เมื่อจะสร้างวัตถุ ให้ตั้งค่า Menu Bar เป็น Modeling

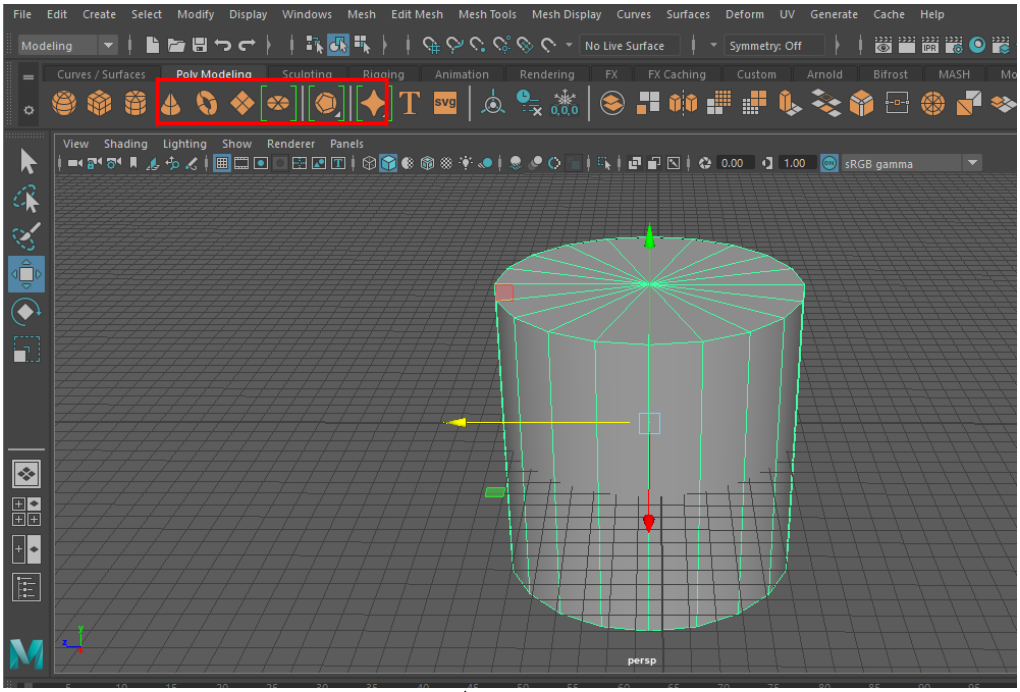
2. เมื่อตั้งค่า Menu Bar แล้ว ให้คลิกที แถบเครื่องมือ Poly Modeling เพื่อดู List ว่าสร้างรูปทรงอะไรได้บ้าง



ภาพที่ 27 ตั้งค่าก่อนสร้างวัตถุ

4. สร้างวัตถุ

1. เลือกรูปทรงสี กระบอก (Polygon Cylinder) จากแถบเครื่องมือ



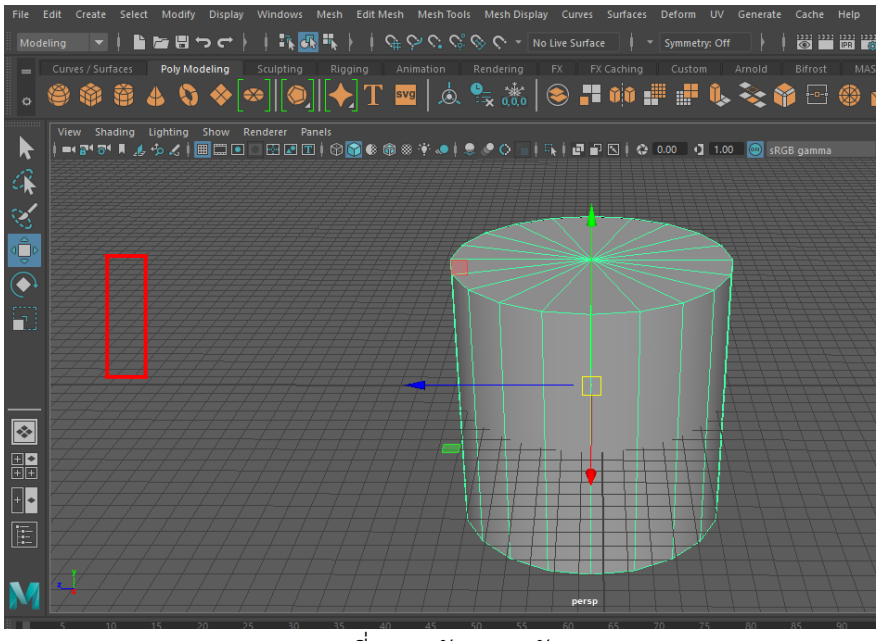
ภาพที่ 28 สร้างวัตถุ

5. ปรับขนาดวัตถุ

1. เลือก หรือกดปุ่ม W เพื่อเคลื่อนย้ายวัตถุ

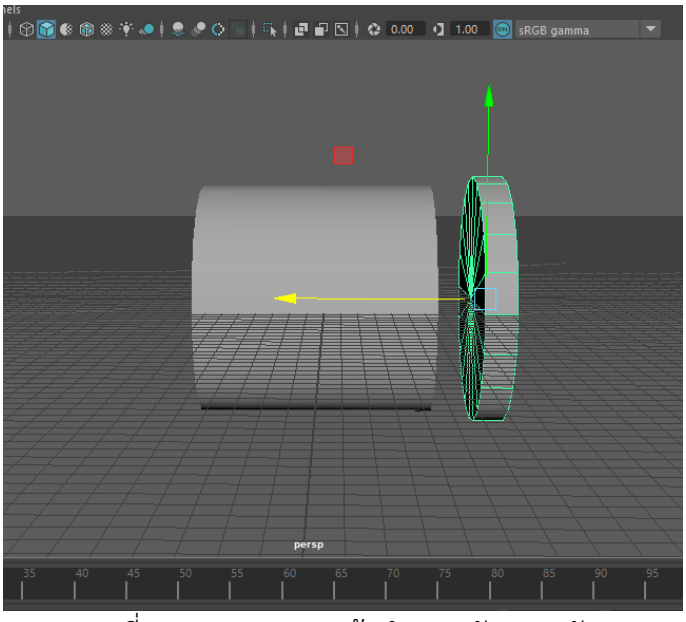
2. เลือก หรือกดปุ่ม E เพื่อหมุนวัตถุ

3. เลือก หรือกดปุ่ม R เพื่อปรับขนาดวัตถุ



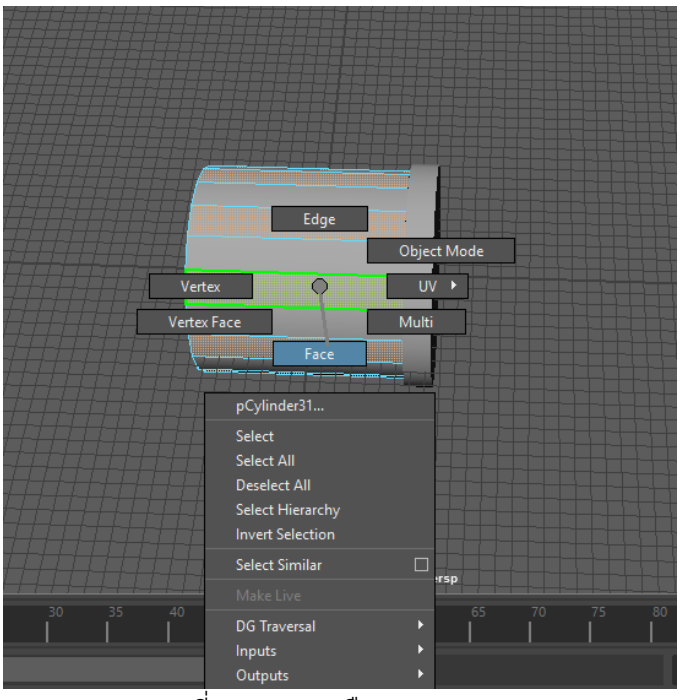
ภาพที่ 29 ปรับขนาดวัตถุ

6. CTRL + D เพื่อ copy ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดตามภาพ



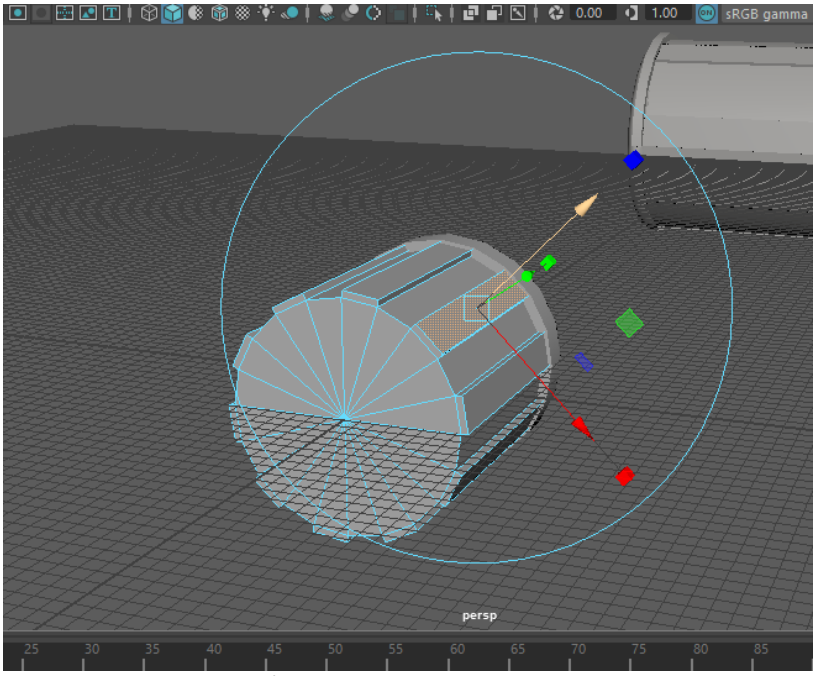
ภาพที่ 30 ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดวัตถุ

7. คลิกขวาค้างที่วัตถุ แล้วทำการเลือก Face แล้วเลือกช่องเว้นช่อง



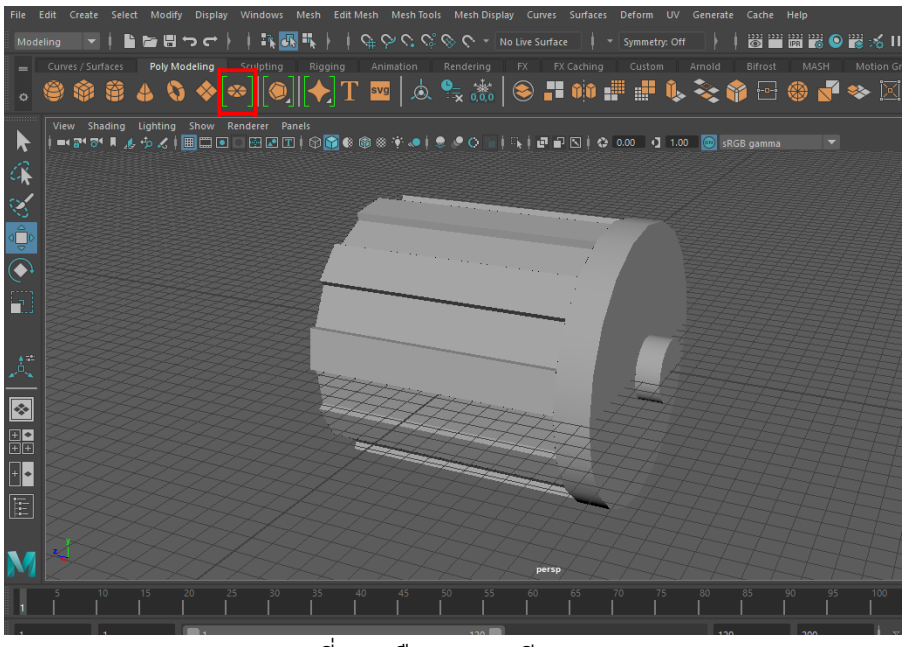
ภาพที่ 31 Copy เลือกสถานะ Face

8. กดปุ่ม CTRL + E เพื่อดึงพื้นผิวให้ออกมา



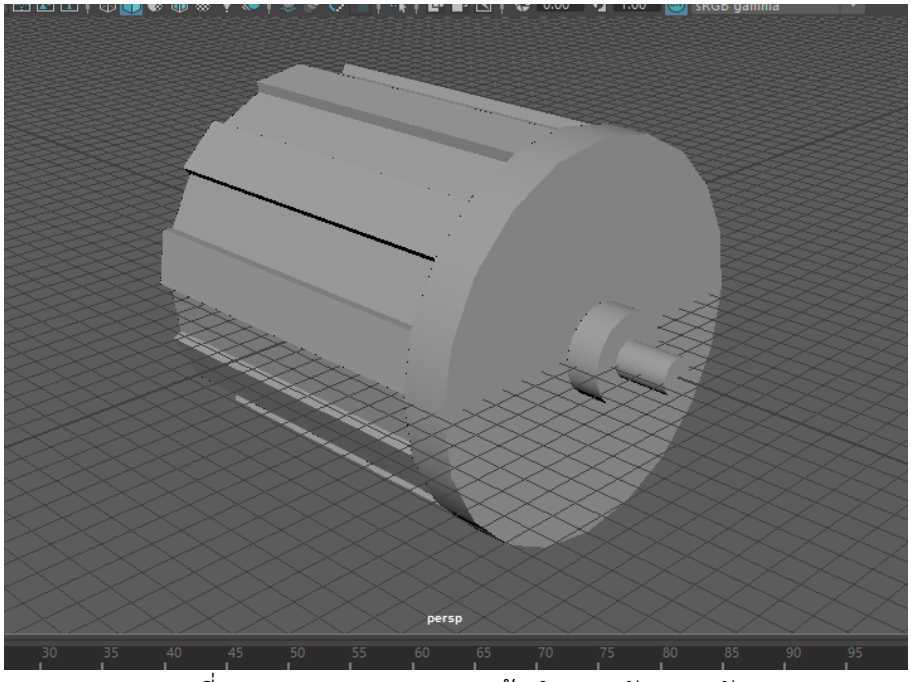
ภาพที่ 32 Copy เลือกสถานะ Face

9. เลือกรูปทรงสี กระบอก (Polygon Cylinder) จากแถบเครื่องมือเพื่อเอามาเป็นหัวข้อต่อ



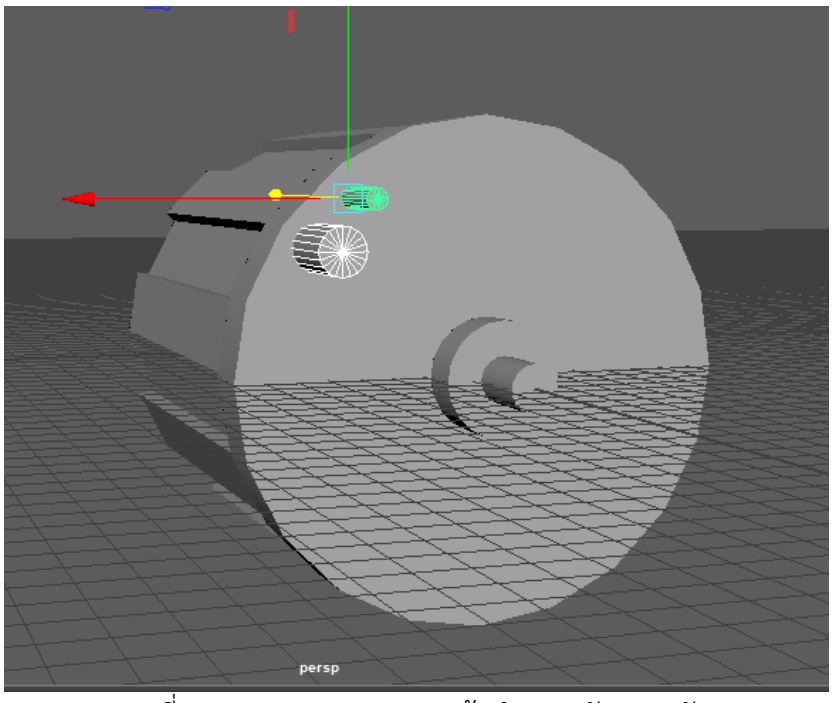
ภาพที่ 33 เลือกรูปทรงสี กระบอก

10. CTRL + D เพื่อ copy ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดตามภาพ



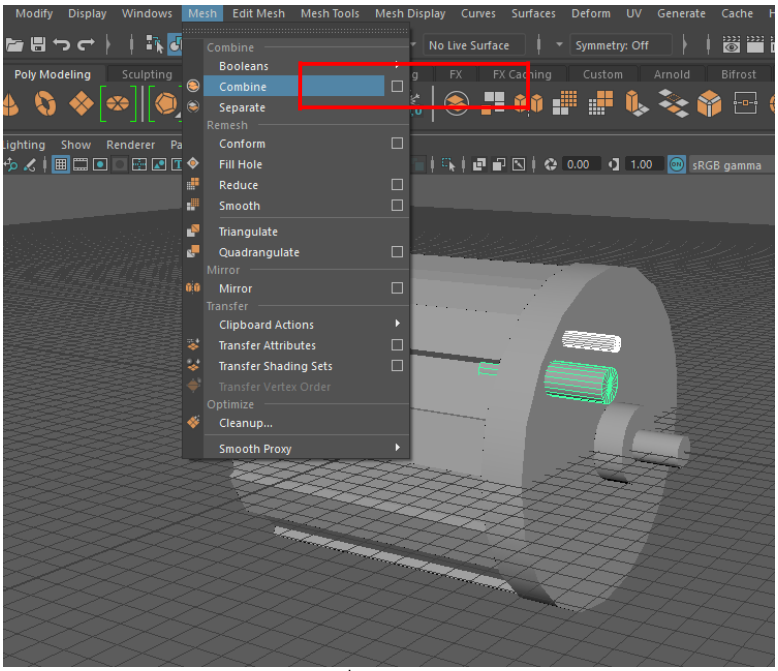
ภาพที่ 34 Copy ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดวัตถุ

11. CTRL + D เพื่อ copy ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดตามภาพ



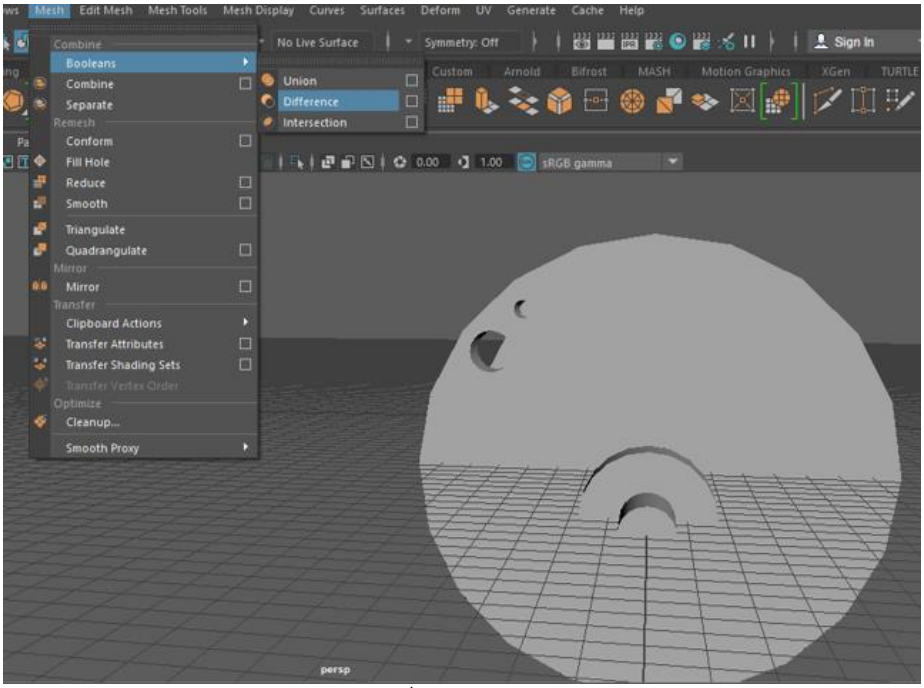
ภาพที่ 35 Copy ทรงกระบอกแล้วทำการปรับขนาดวัตถุ

12. ทำการรวมวัตถุ เลือกวัตถุที่ copy มาทั้ง 2 ชิ้น โดยการกด SHIFT + คลิกที่วัตถุ แล้วกด Combine



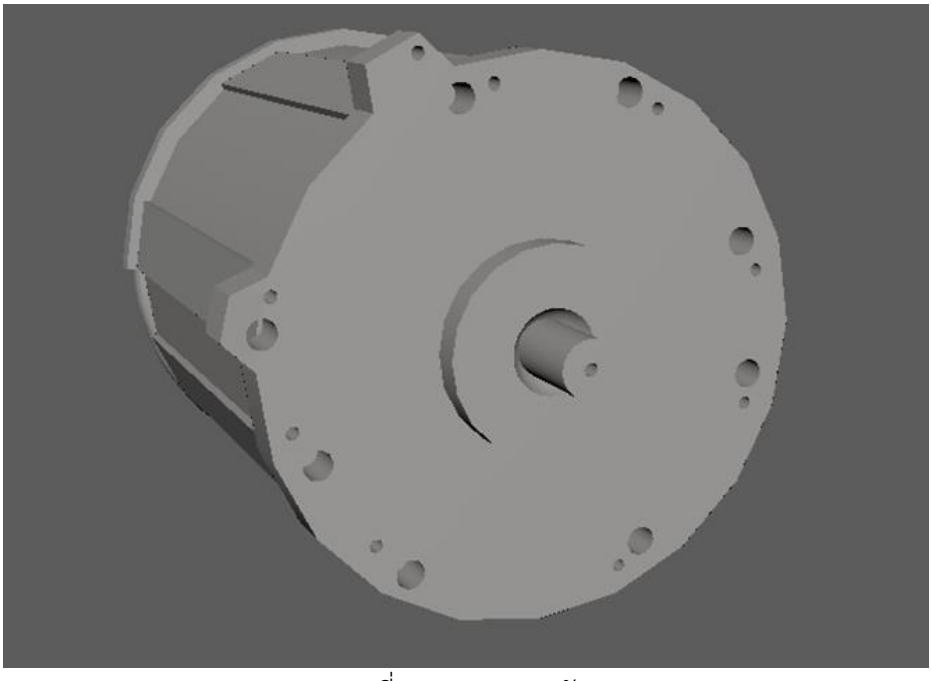
ภาพที่ 36 รวมวัตถุ

13. ทำการเจาะรูวัตถุ โดยการกด Booleans > Difference



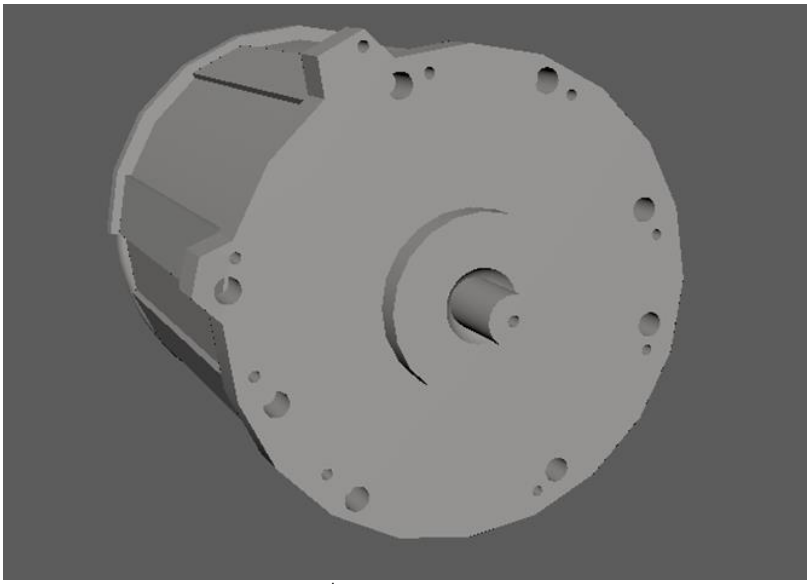
ภาพที่ 37 เจาะรูวัตถุ

14. ทำการเจาะรูวัตถุไปให้เป็นตามภาพ โดยการกด Booleans > Difference



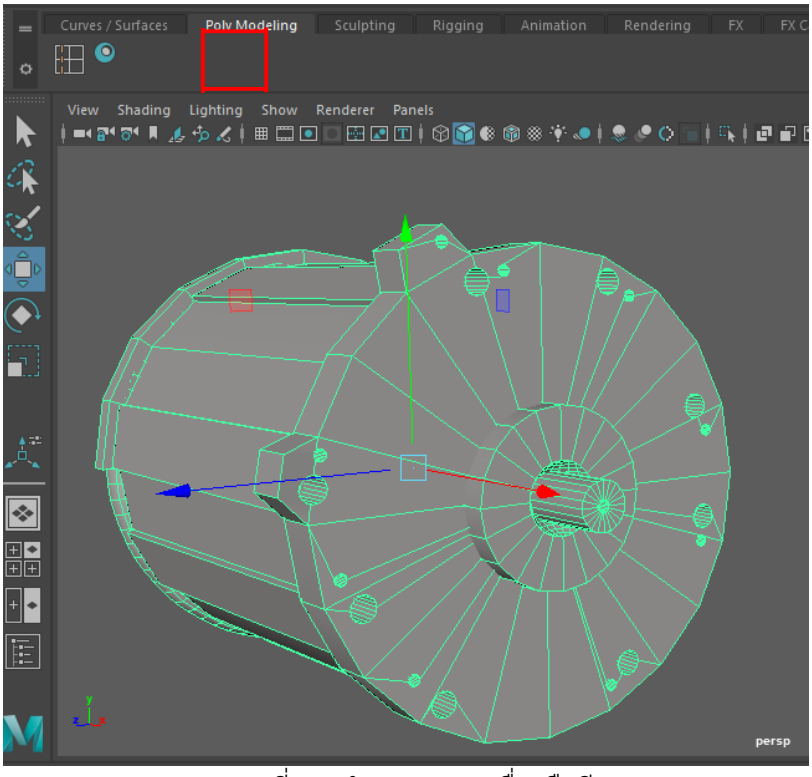
ภาพที่ 38 เจาะรูรอบวัตถุ

15. สร้างวัตถุเสร็จแล้วทำการ ต่อมาทำการลงสี



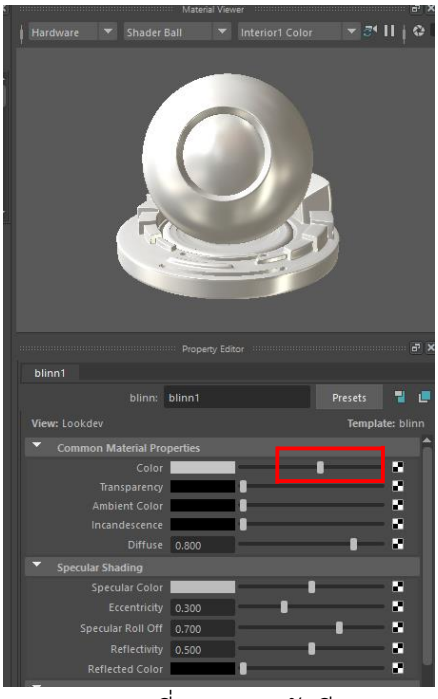
ภาพที่ 39 สร้างวัตถุเสร็จ

16. ทำการเลือกเครื่องมือสี โดยเลือกที่ หรือ hypershade



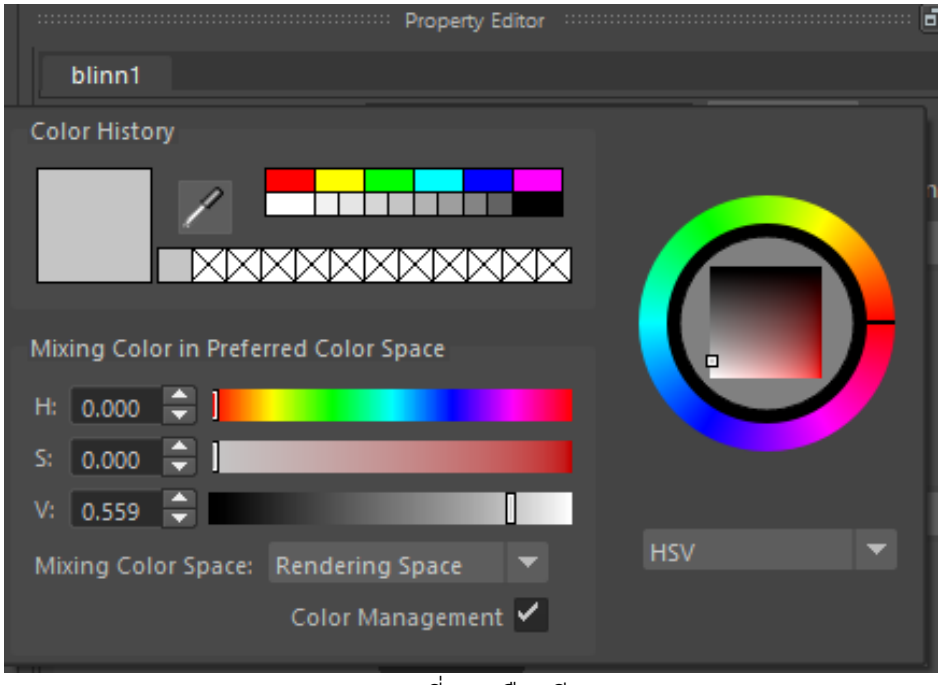
ภาพที่ 40 ทำการแสดงเครื่องมือสี

17. ทำการปรับสีได้ที่ แถบเมนู Color



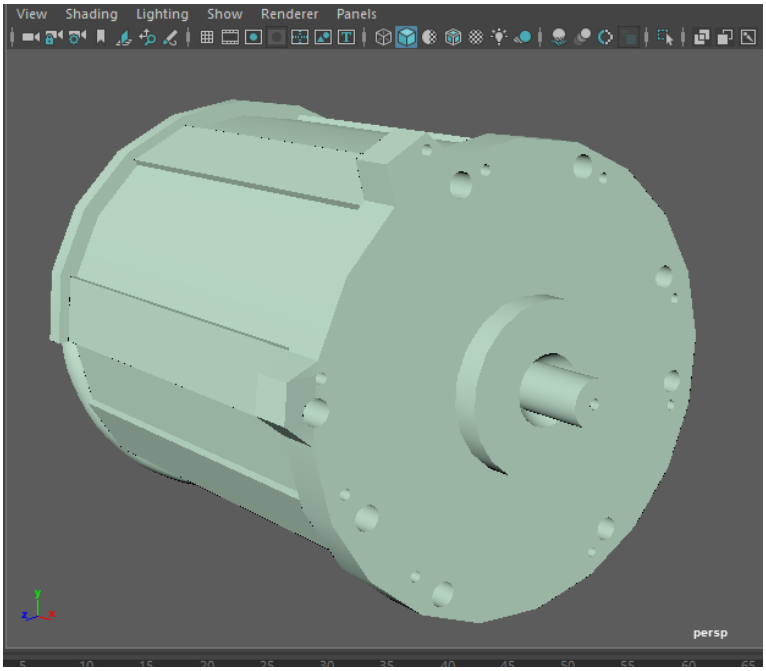
ภาพที่ 41 การปรับสี

18. เลือกสีโดยการเลือกที่ เพื่อเลือกสีอื่น



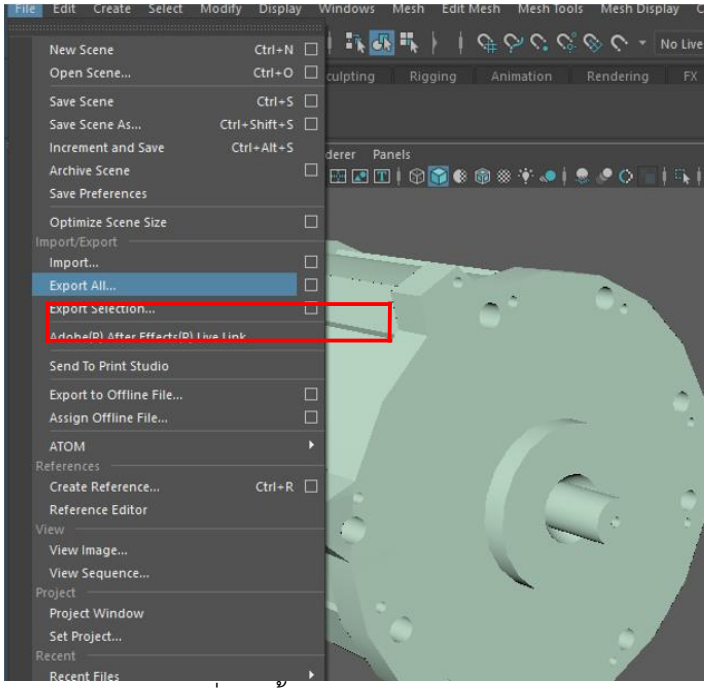
ภาพที่ 42 เลือกสี

19. ลงสีสำเร็จ



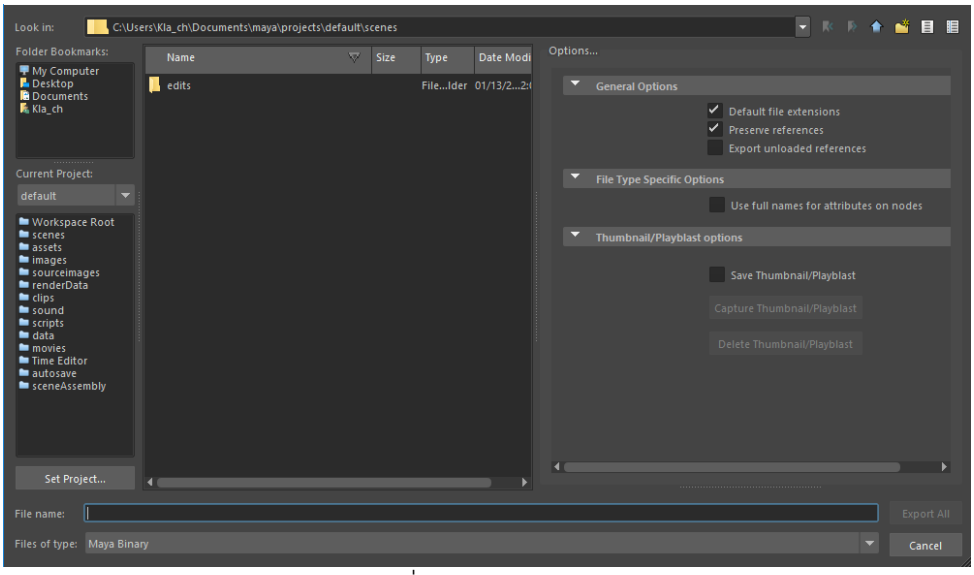
ภาพที่ 43 ลงสีสำเร็จ

20. หลังจากที่สร้างวัตถุสำเร็จแล้ว ต้องทำการบันทึกไฟล์งานเพื่อนำไฟล์งานเข้าไปทำใน โปรแกรม Unreal Engine 4 ต่อไป โดยการเลือกที เมนู File > Export All



ภาพที่ 44 ขั้นตอนการบันทึกไฟล์งาน

21. ตั้งชื่อไฟล์งาน แล้วเลือกบันทึกไฟล์งานเป็นนามสกุล .OBJ หรือ .FBX จากนั้นเลือกExport All เพื่อทำการบันทึกไฟล์งาน

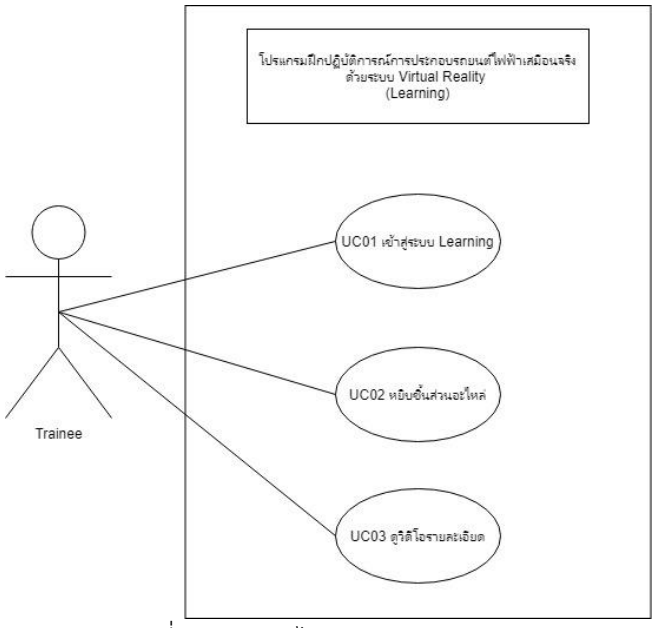


ภาพที่ 45 บันทึกไฟล์งาน

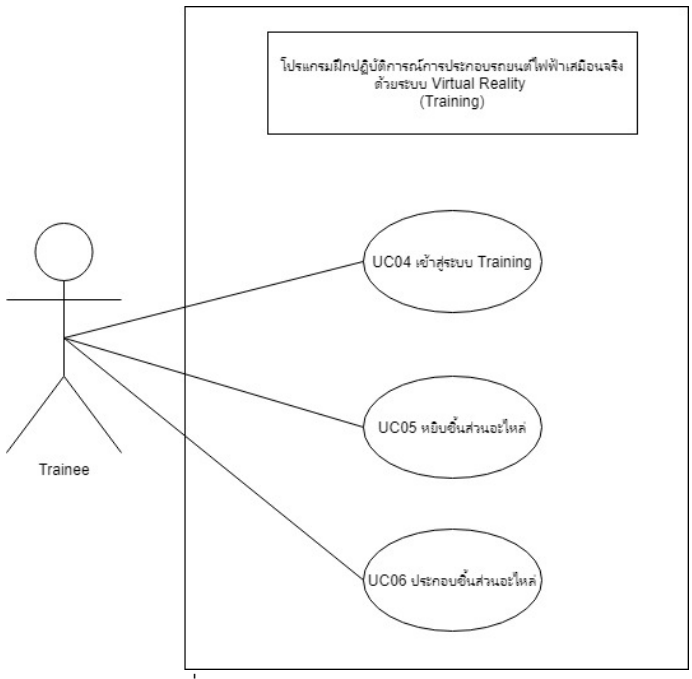
3.4 การออกแบบระบบควบคุมการฝึกปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3.4.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

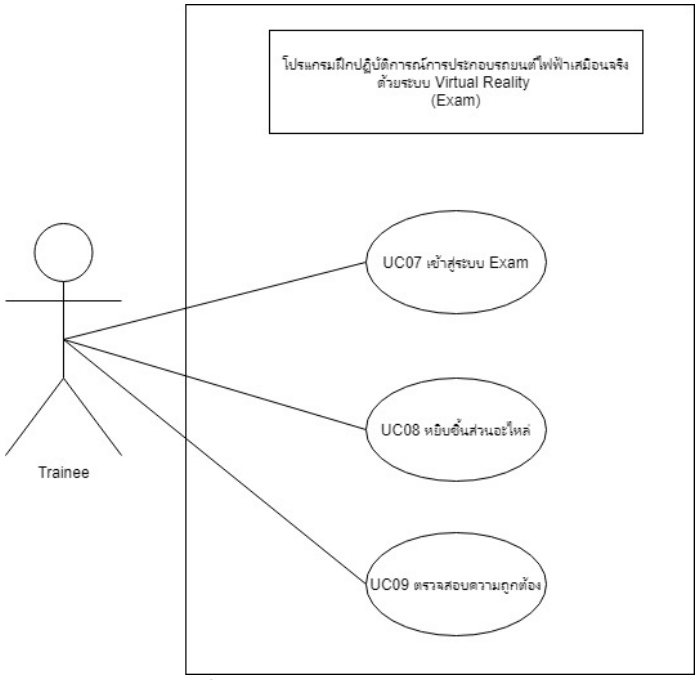
Use Case Diagram คือ แผนภาพที่แสดงรายละเอียดการกระทำของผู้ฝึกปฏิบัติ (Trainee) ที่ส่งผลกับตัวโปรแกรม ดังภาพ



ภาพที่ 46 ยูสเคสไดอะแกรม (Learning)



ภาพที่ 47 ยูสเคสไดอะแกรม (Training)



ภาพที่ 48 ยูสเคสไดอะแกรม (Exam)

3.4.2 Use Case Description

คำอธิบายยูสเคส คือ การอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) ในส่วนนี้เป็นการแสดงคำอธิบายแผนภาพการทำงานของแผนภาพยูสเคส จะจำแนกการอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของแผนภาพยูสเคส โดยจะมีการอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ของการทำงานแต่ละยูสเคส ดังนี้

ตารางที่ 1 Use Case Description เข้าสู่ระบบ Learning

Use Case ID	UC01	
Use Case Name	เข้าสู่ระบบ Learning	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม Learning	
Brief Description	ผู้ใช้งานเข้าสู่ด่าน Learning	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	คลิกเลือกที่ปุ่ม Learning	
Post-Conditions	ไปที่ด่าน Learning	
Flow of Events	Trainee	System
	1. กดปุ่ม menu ที่ controller 3. ชี้ pointer ไปที่ปุ่ม Learning 3. คลิกปุ่มด้านใต้ (Trigger) ของ controller ข้างขวา	2. แสดง pointer และ menu 4. เข้าสู่ด่าน Learning
Alternate/Exceptional Flows	-	

ตารางที่ 2 Use Case Description หยิบชิ้นส่วนอะไหล่

Use Case ID	UC02	
Use Case Name	หยิบชิ้นส่วนอะไหล่	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งาน หยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า	
Brief Description	ผู้ใช้งาน หยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้าเพื่อดูรายละเอียดของชิ้นส่วนอะไหล่	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	หยิบชิ้นส่วนอะไหล่	
Post-Conditions	แสดงข้อมูลของอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า	
Flow of Events	Trainee	System
	1. ยื่นมือไปใกล้ๆ ชิ้นส่วนอะไหล่ 2. กดปุ่มด้านข้างของ controller 4. จับอะไหล่ละหมุนดูได้ 360 องศา	3. ชิ้นส่วนอะไหล่ถูกหยิบขึ้นมา
Alternate/Exceptional Flows	-	

ตารางที่ 3 Use Case Description ดูวิดีโอรายละเอียด

Use Case ID	UC03	
Use Case Name	ดูวิดีโอรายละเอียด	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งาน หยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า	
Brief Description	เมื่อผู้ใช้งานหยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า จะแสดงข้อมูลของอะไหล่	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	หยิบชิ้นส่วนอะไหล่	
Post-Conditions	แสดงข้อมูลของอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า	
Flow of Events	Trainee	System
	1. ยื่นมือไปใกล้ๆ ชิ้นส่วนอะไหล่ 2. กดปุ่มด้านข้างของ controller 5. ปล่อยปุ่มด้านข้างของ controller	 3. ชิ้นส่วนอะไหล่ถูกหยิบขึ้นมา 4. แสดงข้อมูลของอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้าในรูปแบบวิดีโอ 6. วิดีโอหยุดเล่น
Alternate/Exceptional Flows	-	

ตารางที่ 4 Use Case Description เข้าสู่ระบบ Training

Use Case ID	UC04	
Use Case Name	เข้าสู่ระบบ Training	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม Training	
Brief Description	ผู้ใช้งานเข้าสู่ด่าน Training	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	คลิกเลือกที่ปุ่ม Training	
Post-Conditions	ไปที่ด่าน Training	
Flow of Events	Trainee	System
	1. กดปุ่ม menu ที่ controller 3. ชี้ pointer ไปที่ปุ่ม Training 4. คลิกปุ่มด้านใต้ (Trigger) ของ controller ข้างขวา	2. แสดง pointer และ menu 5. เข้าสู่ด่าน Training
Alternate/Exceptional Flows	-	

ตารางที่ 5 Use Case Description หยิบชิ้นส่วนอะไหล่

Use Case ID	UC05	
Use Case Name	หยิบชิ้นส่วนอะไหล่	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งาน หยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า	
Brief Description	เมื่อผู้ใช้งานหยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้า จะแสดงข้อความลำดับถัดไป	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	หยิบชิ้นส่วนอะไหล่	
Post-Conditions	แสดงข้อความลำดับถัดไป	
Flow of Events	Trainee	System
	1. ยื่นมือเข้าไปใกล้ๆ ชิ้นส่วนอะไหล่ 2. กดปุ่มด้านข้างของ controller 5. กดปุ่มด้านใต้ (Trigger) ที่ controller ข้างซ้าย	 3. ชิ้นส่วนอะไหล่ถูกหยิบขึ้นมา 4. แสดงข้อความบอกลำดับถัดไป 6. ข้อความถูกปิด
Alternate/Exceptional Flows	-	

ตารางที่ 6 Use Case Description ประกอบชิ้นส่วนอะไหล่

Use Case ID	UC06	
Use Case Name	ประกอบชิ้นส่วนอะไหล่	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งาน หยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้ามาประกอบเข้าด้วยกัน	
Brief Description	ให้ผู้ใช้นำชิ้นส่วนมาประกอบเข้าด้วยกันตามลำดับ	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	หยิบชิ้นส่วนอะไหล่ประกอบเข้าด้วยกัน	
Post-Conditions	ได้รับชิ้นส่วนอะไหล่ที่สมบูรณ์	
Flow of Events	Trainee	System
	1. หยิบชิ้นส่วนมอเตอร์ ประกอบเข้ากับเกียร์บ๊อก 3. หยิบอินเวอร์เตอร์มาติดกับเกียร์บ๊อกที่มีมอเตอร์ติดอยู่ 5.หยิบชิ้นส่วนมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์ไปติดกับรถยนต์ไฟฟ้า 6.หยิบแบตเตอรี่ไปติดกับรถยนต์ไฟฟ้า 9. หยิบชิ้นส่วนมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์ไปติดกับรถยนต์ไฟฟ้าในช่องสำหรับใส่มอเตอร์ 10. หยิบหยิบแบตเตอรี่ที่สมบูรณ์ไปติดกับรถยนต์ไฟฟ้าในช่องสำหรับใส่แบตเตอรี่	2. มอเตอร์ติดกับเกียร์บ๊อก 4.สร้างมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์ 7. สร้างแบตเตอรี่ที่สมบูรณ์ 8. ตรวจสอบแบตเตอรี่และมอเตอร์ที่ติดอยู่กับรถยนต์ไฟฟ้า - ถูกต้อง แสดงไฟสีเขียว - ไม่ถูกต้อง ไม่แสดงไฟ
Alternate/Exceptional Flows	-	

ตารางที่ 7 Use Case Description เข้าสู่ระบบ Exam

Use Case ID	UC07	
Use Case Name	เข้าสู่ระบบ Exam	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม Exam	
Brief Description	ผู้ใช้งานเข้าสู่ด่าน Exam	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	คลิกเลือกที่ปุ่ม Exam	
Post-Conditions	ไปที่ด่าน Exam	
Flow of Events	Trainee	System
	1. กดปุ่ม menu ที่ controller 3. ชี้ pointer ไปที่ปุ่ม Exam 4. คลิกปุ่มด้านใต้ (Trigger) ของ controller ข้างขวา	2. แสดง pointer และ menu 5. เข้าสู่ด่าน Exam
Alternate/Exceptional Flows	-	

ตารางที่ 8 Use Case Description ประกอบชิ้นส่วนอะไหล่

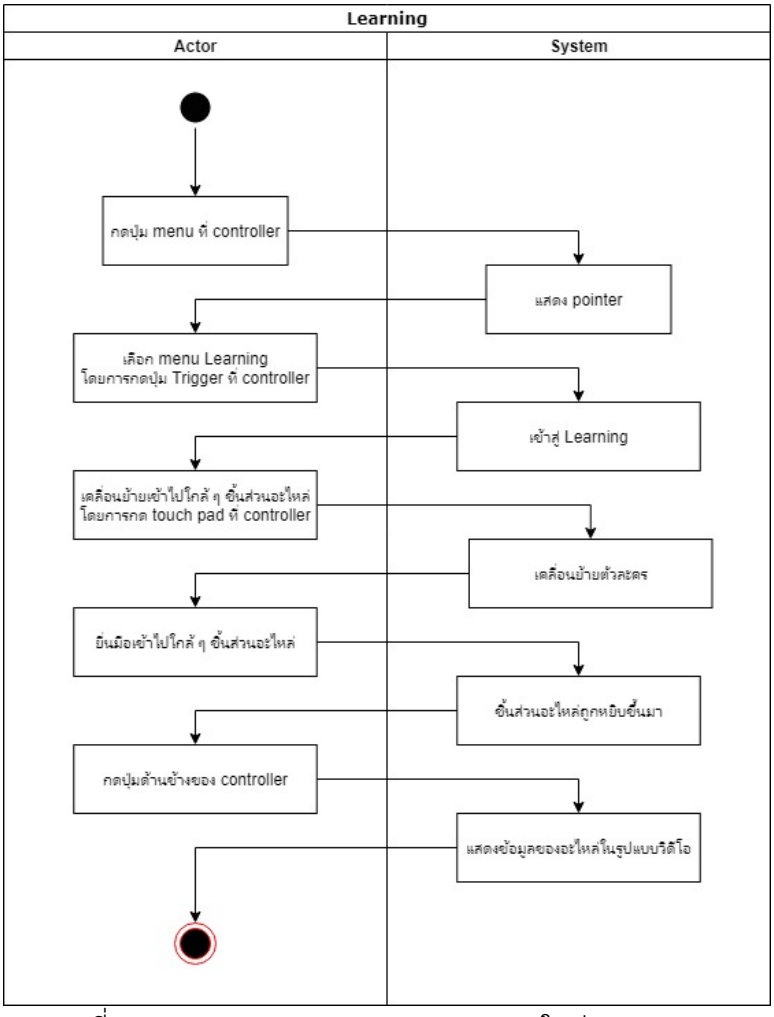
Use Case ID	UC08	
Use Case Name	ประกอบชิ้นส่วนอะไหล่	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งาน หยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้ามาประกอบเข้าด้วยกัน	
Brief Description	ผู้ใช้ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้ครบถ้วน	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	หยิบชิ้นส่วนอะไหล่ประกอบเข้าด้วยกัน	
Post-Conditions	ประกอบชิ้นส่วนเข้ากับรถยนต์ไฟฟ้า	
Flow of Events	Trainee	System
	1. หยิบชิ้นส่วนมอเตอร์ ประกอบเข้ากับเกียร์บ๊อก 3. หยิบอินเวอร์เตอร์มาติดกับเกียร์บ๊อกที่มีมอเตอร์ติดอยู่ 5.หยิบชิ้นส่วนมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์ไปติดกับรถยนต์ไฟฟ้า 6. หยิบแบตเตอรี่ไปติดกับรถยนต์ไฟฟ้า	2. มอเตอร์ติดกับเกียร์บ๊อก 4. สร้างมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์ 7. สร้างแบตเตอรี่ที่สมบูรณ์
Alternate/Exceptional Flows	ผู้ใช้สามารถหยิบชิ้นส่วนอื่น ๆ มาติดกับรถยนต์ไฟฟ้าได้	

ตารางที่ 9 Use Case Description ตรวจสอบความถูกต้อง

Use Case ID	UC09	
Use Case Name	ตรวจสอบความถูกต้อง	
Actor	ผู้ใช้งาน	
Triggering Event	ผู้ใช้งานกดที่ปุ่ม Done เพื่อดูความถูกต้อง	
Brief Description	ระบบแสดงหน้าต่างคะแนน และ ตรวจสอบความถูกต้องในการประกอบ	
Related Use Case	Primary Use Case	
Pre-Conditions	หยิบชิ้นส่วนอะไหล่ประกอบเข้ากับรถยนต์ไฟฟ้า	
Post-Conditions	ระบบตรวจสอบและให้คะแนนผู้ใช้งาน	
Flow of Events	Trainee	System
	1. หยิบชิ้นส่วนมอเตอร์ ประกอบเข้ากับเกียร์บ๊อก 3. หยิบอินเวอร์เตอร์มาติดกับเกียร์บ๊อกที่มีมอเตอร์ติดอยู่ 7. หยิบชิ้นส่วนมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์ไปติดกับรถยนต์ไฟฟ้า 10. หยิบแบตเตอรี่ไปติดกับรถยนต์ไฟฟ้า 16. กดปุ่ม menu ที่ controller 18. คลิกที่ปุ่ม Done	2. มอเตอร์ติดกับเกียร์บ๊อก 4. สร้างมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์ 5. ตรวจสอบความถูกต้อง 6. ให้คะแนน 8. ตรวจสอบความถูกต้อง 9. ให้คะแนน 11. สร้างแบตเตอรี่ที่สมบูรณ์ 12. ตรวจสอบความถูกต้อง 13. ให้คะแนน 14. ตรวจสอบแบตเตอรี่และมอเตอร์ติดกับรถยนต์ไฟฟ้า 15. ให้คะแนน 17. แสดง pointer 19. แสดงหน้าต่างความถูกต้องในการประกอบ และ คะแนนรวม
Alternate/Exceptional Flows	หากผู้ใช้หยิบชิ้นส่วนมาติดกับรถยนต์ไฟฟ้าไม่ถูกต้องจะถูกหักคะแนน	

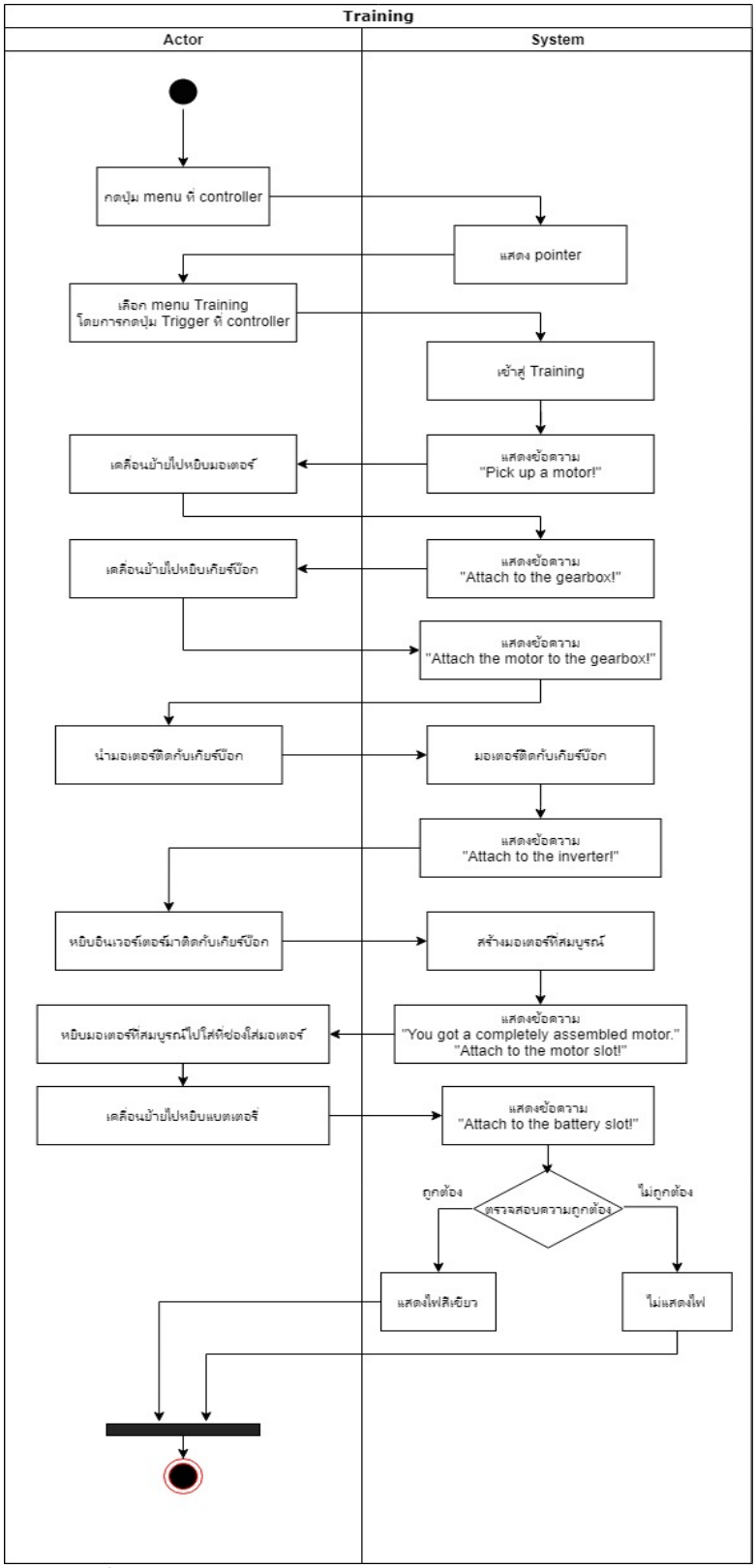
3.4.3 แอคทิวิตี้ไดอะแกรม (Activity Diagram)

แผนภาพแสดงกิจกรรมในด่าน Learning



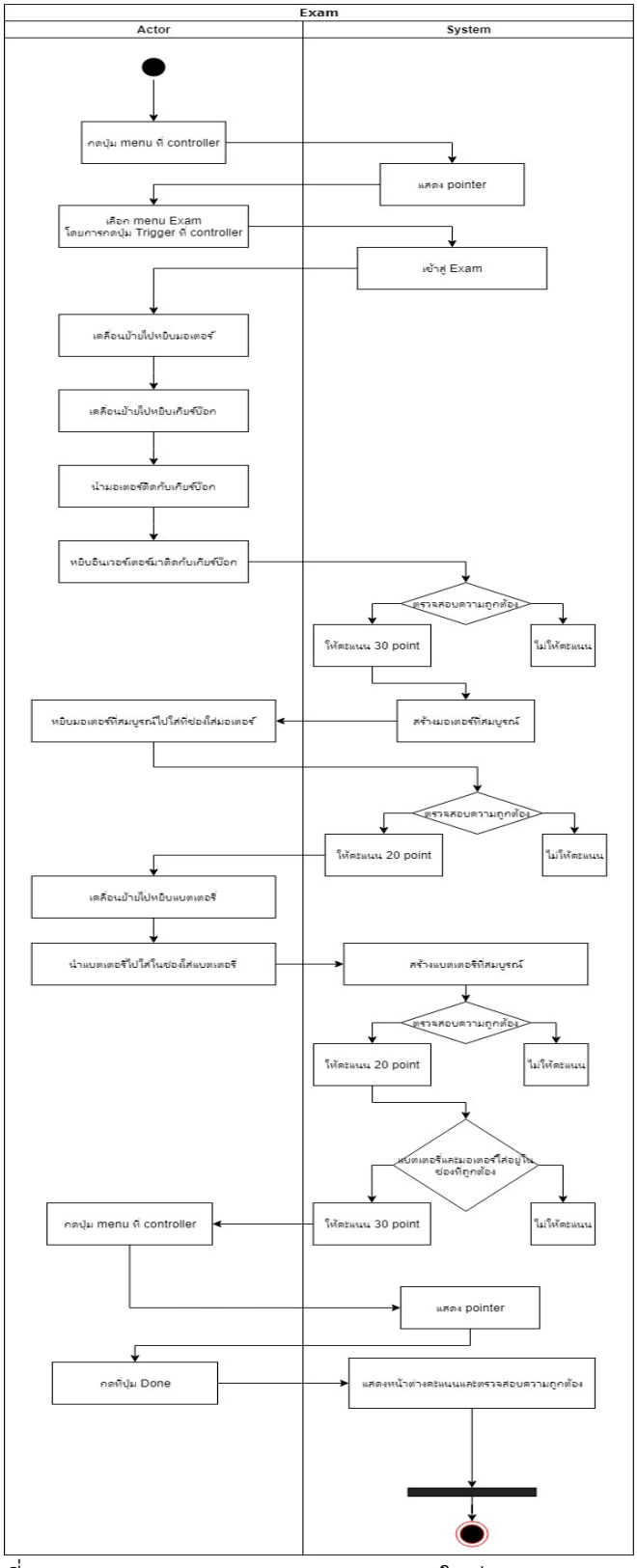
ภาพที่ 49 แผนภาพแสดง Activity Diagram ในด่าน Learning

แผนภาพแสดงกิจกรรมในด่าน Training



ภาพที่ 50 แผนภาพแสดง Activity Diagram ในด่าน Training

แผนภาพแสดงกิจกรรมในด่าน Exam



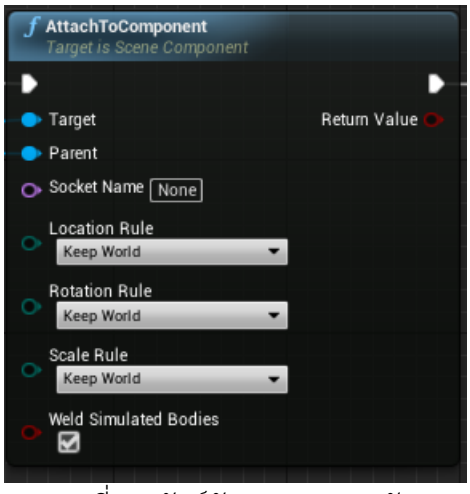
ภาพที่ 51 แผนภาพแสดง Activity Diagram ในด่าน Exam

3.4.4 ศึกษาการทำงานและวิธีการใช้งานของการสื่อสารระหว่างกันของ Blueprint ภายใน Unreal Engine 4

ศึกษาการทำงานและการออกแบบ Blueprint เพื่อนเป็นแนวทางในการสร้างความสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวัตถุชนิดต่าง ๆ และออกแบบเงื่อนไขเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้โดยการเลือกใช้โปรแกรม Unreal Engine 4 มาเป็นตัวช่วยในการทำงาน

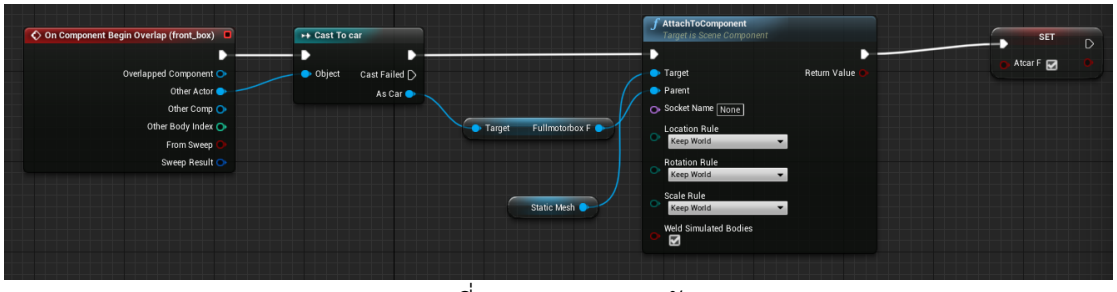
3.4.4.1 การออกแบบวัตถุที่มีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction)

การประกอบวัตถุ ซึ่งจะใช้ Blueprint เป็นส่วนช่วยในการทำงาน ดังภาพ



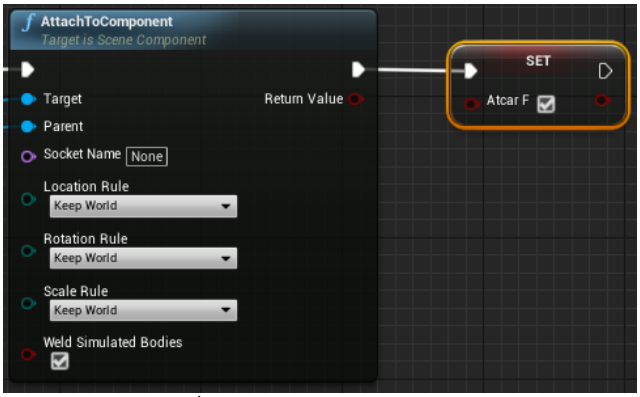
ภาพที่ 52 ฟังก์ชันการประกอบวัตถุ

ตัวอย่างของ Blueprint และการทำงานเมื่อนำมอเตอร์ประกอบเข้ากับโครงรถยนต์ไฟฟ้าจะได้ดังภาพ



ภาพที่ 53 การประกอบวัตถุ

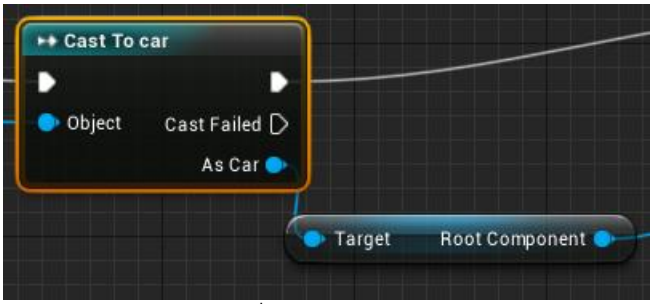
หากวัตถุถูกประกอบเข้าด้วยกันจะเก็บค่าตัวแปรไว้เป็น Boolean เพื่อนำไปตรวจสอบเงื่อนไขสำหรับการแสดงผลลำดับถัดไป ดังภาพ



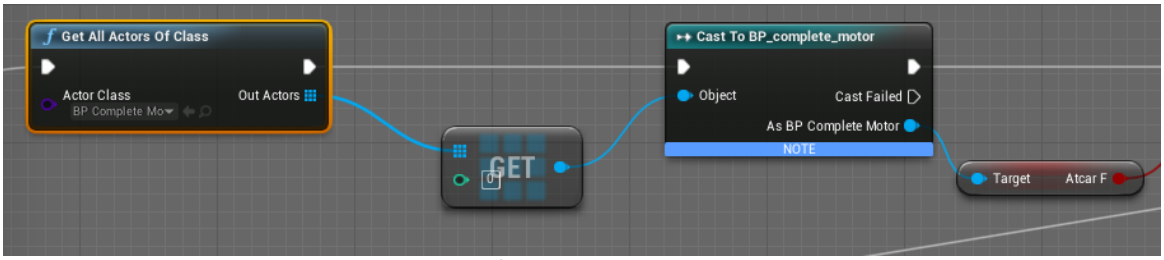
ภาพที่ 54 ตัวอย่างการเก็บตัวแปร

3.4.4.2 ขั้นตอนการออกแบบเงื่อนไขของแต่ละส่วนในการทำงาน

วิธีการเรียกวัตถุและตัวแปรขึ้นมาเพื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไข ดังภาพ



ภาพที่ 55 การเรียกวัตถุ



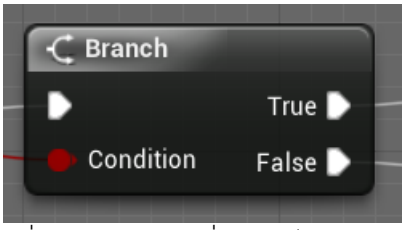
ภาพที่ 56 การเรียกตัวแปร

3.4.4.3 เงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม

นำความรู้ด้านตรรกศาสตร์มาประยุกต์โดยใช้ Blueprint AND เพื่อนำมาใช้ตรวจสอบเงื่อนไขการทำงานและเปรียบเทียบข้อมูล โดยตัวแปรที่ใช้จะเป็น Boolean

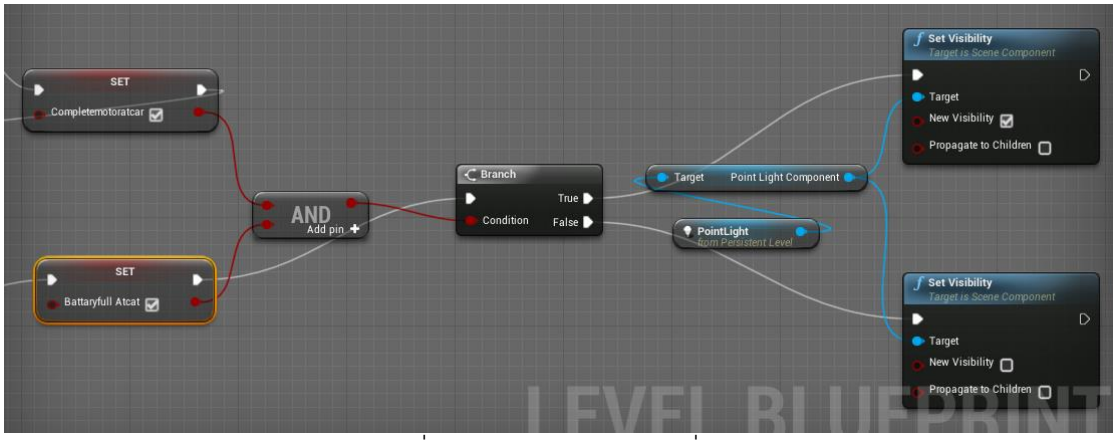
ภาพที่ 57 AND Blueprint

หลังจากการตรวจสอบเงื่อนไขหากเงื่อนไขเป็นจริงโปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ตามที่กำหนดไว้ดังภาพ



ภาพที่ 58 ตรวจสอบเงื่อนไขเป็นจริงหรือไม่

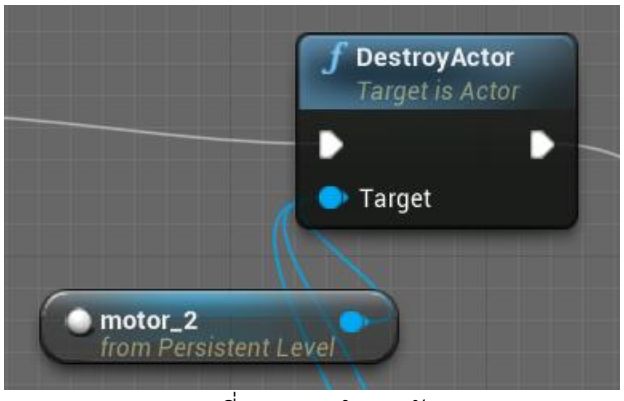
ตัวอย่างการตรวจสอบเงื่อนไขเมื่อเป็นจริงให้ทำการเปิดไฟหากไม่เป็นจริงให้ทำการปิดไฟ ดังภาพ



ภาพที่ 59 ตัวอย่างตรวจสอบเงื่อนไข

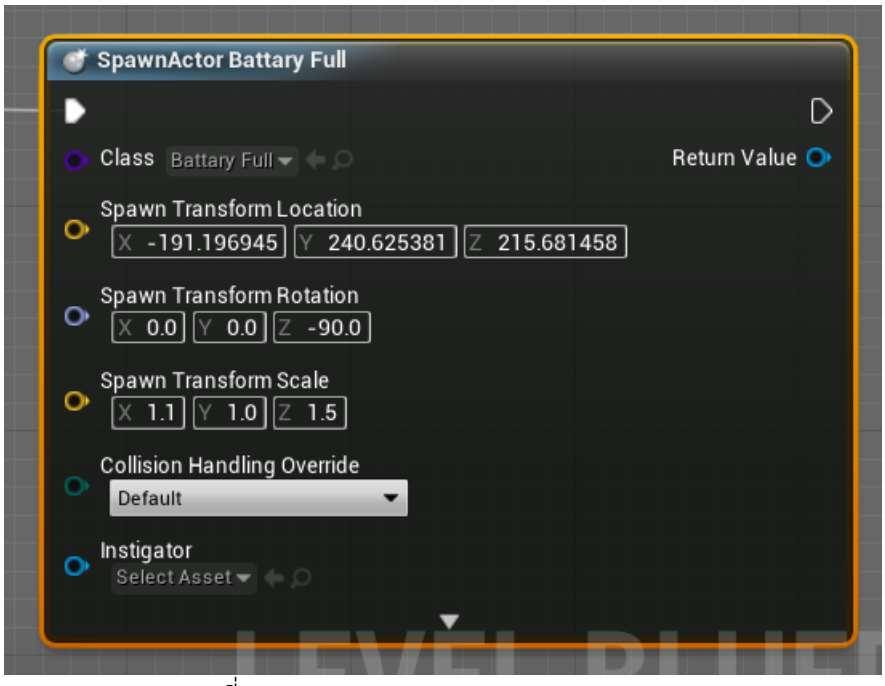
3.4.5 การทำลายและสร้างวัตถุใหม่ภายใน Level

3.4.5.1 การทำลายวัตถุภายใน Level โดยใช้ Blueprint ดังภาพ



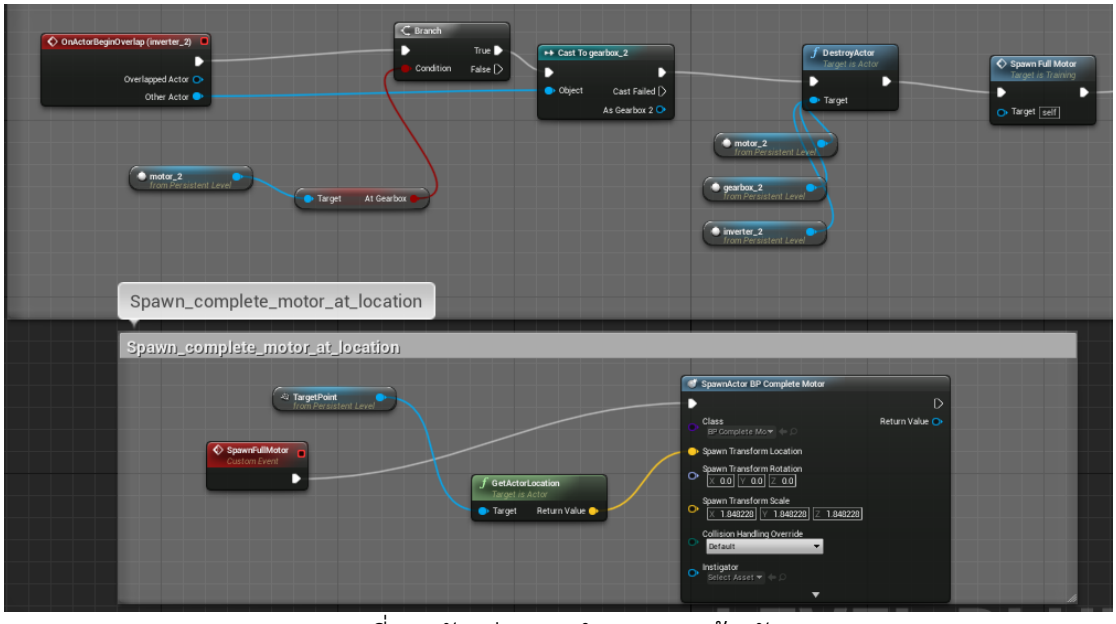
ภาพที่ 60 การทำลายวัตถุ

3.4.5.2 การสร้างวัตถุขึ้นใหม่ภายใน Level โดยใช้ Blueprint ดังภาพ



ภาพที่ 61 Spawn Actor from class Blueprint

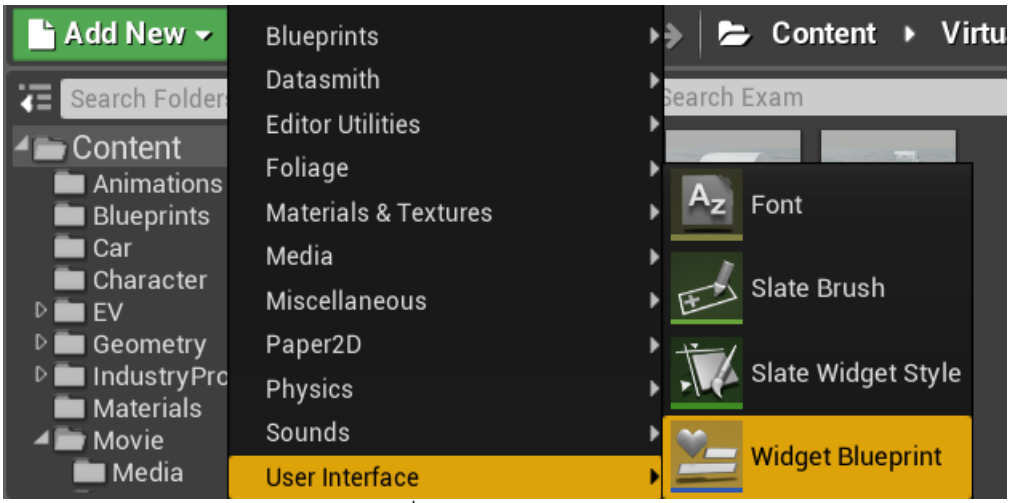
ตัวอย่างการทำลายวัตถุและสร้างวัตุใหม่ภายใน Level ดังภาพ



ภาพที่ 62 ตัวอย่างการทำลายและสร้างวัตถุ

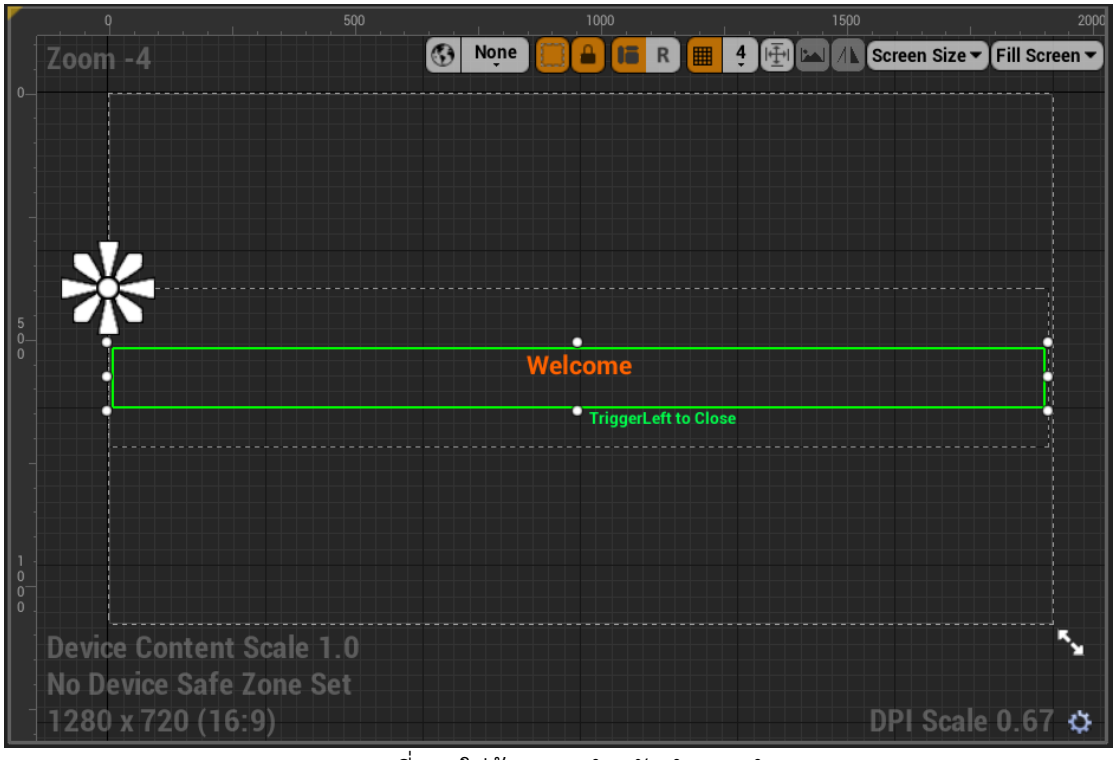
3.4.6 การออกแบบคู่มือการฝึกสอน

3.4.6.1 สร้าง Widget เพื่อแสดงข้อความแนะนำการฝึกสอน



ภาพที่ 63 การสร้าง Widget

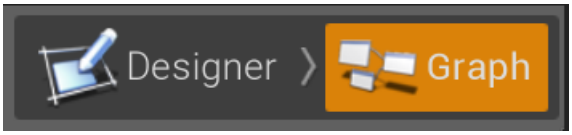
3.4.6.2 ใส่ข้อความคำแนะนำสำหรับการทดลองลงใน Widget



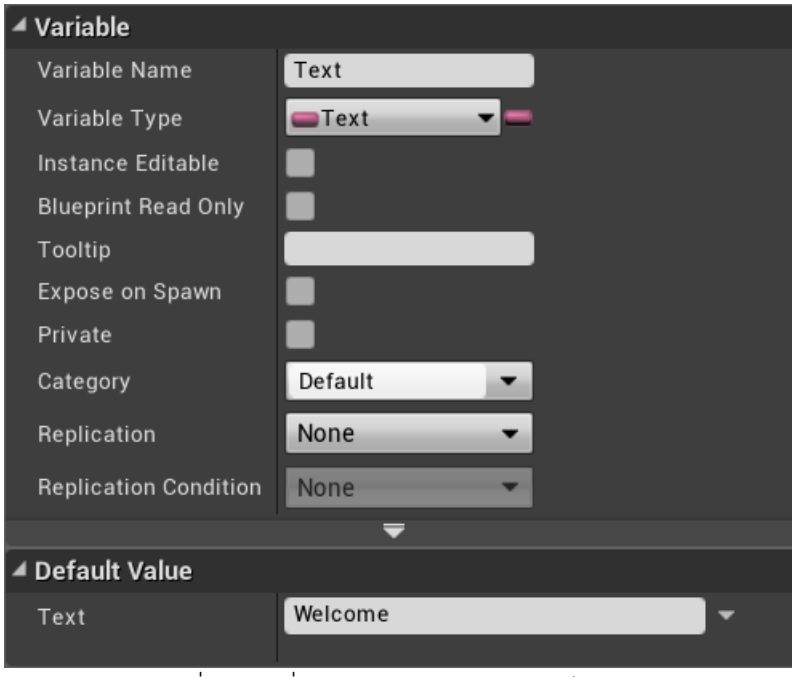
ภาพที่ 64 ใส่ข้อความสำหรับคำแนะนำ

3.4.6.3 การผูกตัวแปรสำหรับการเปลี่ยนข้อความ

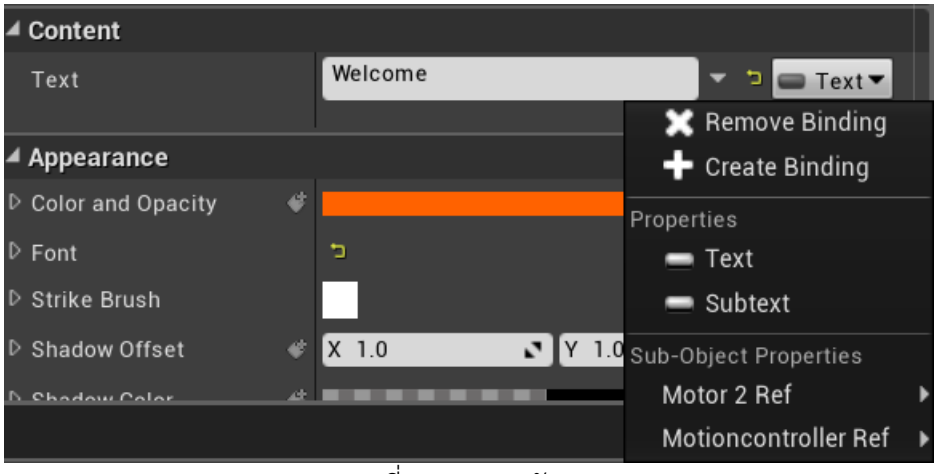
ไปที่ Graph และสร้าง Variables ใหม่ แล้วเปลี่ยน Variable Type เป็น Text จากนั้นให้ทำการ Bind กับข้อความที่เราต้องการจะเปลี่ยน



ภาพที่ 65 การเปลี่ยนไปที่ Graph

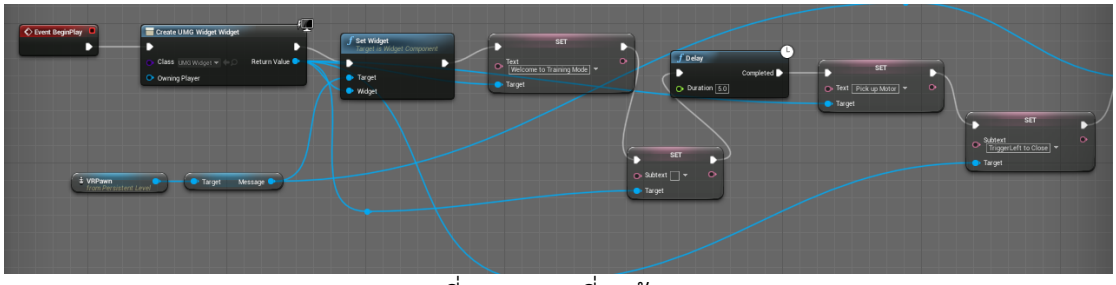


ภาพที่ 66 เปลี่ยน Variable Type ให้เป็น Text



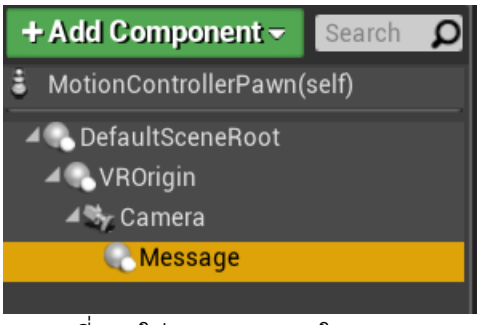
ภาพที่ 67 การผูกตัวแปร

ตัวอย่างการเปลี่ยนข้อความสำหรับการทดลอง



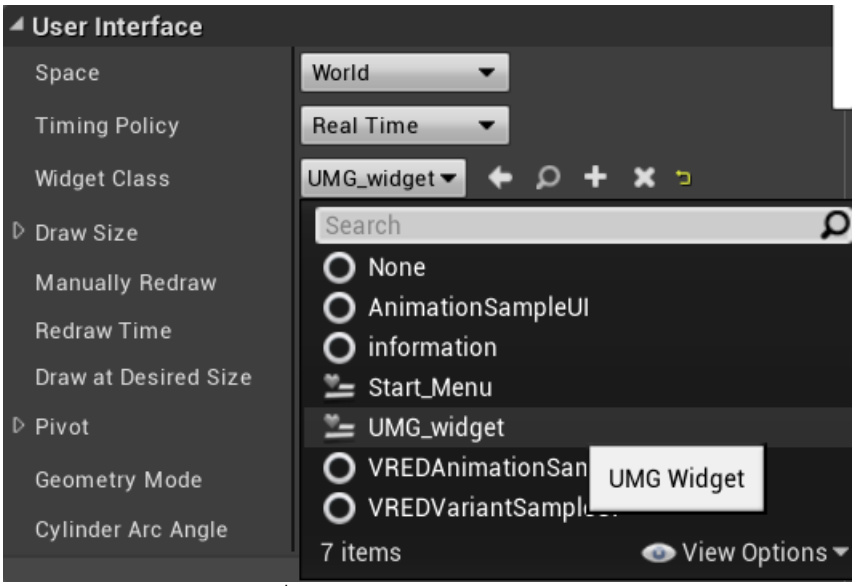
ภาพที่ 68 การเปลี่ยนข้อความ

3.4.6.4 ทำการ Add Component เป็น Widget ใส่ไว้ภายใน Camera เพื่อแสดงผลที่ข้อความจะติดตามหน้าจอผู้ทำการทดลอง



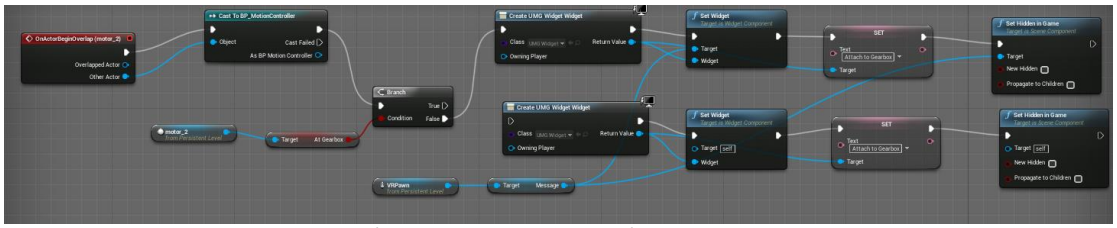
ภาพที่ 69 ใส่ Widget ภายใน Camera

3.4.6.5 ทำการเลือก Widget ที่เราสร้างไว้เพื่อทำการแสดงผลที่หน้าจอ



ภาพที่ 70 การเลือก Widget

3.4.6.6 การทำงานเมื่อจับวัตถุ เพื่อแสดงข้อความแนะนำ



ภาพที่ 71 การหยิบจับวัตถุเพื่อแสดงข้อความ

3.4.7 การแสดงการตรวจสอบการดำเนินการ

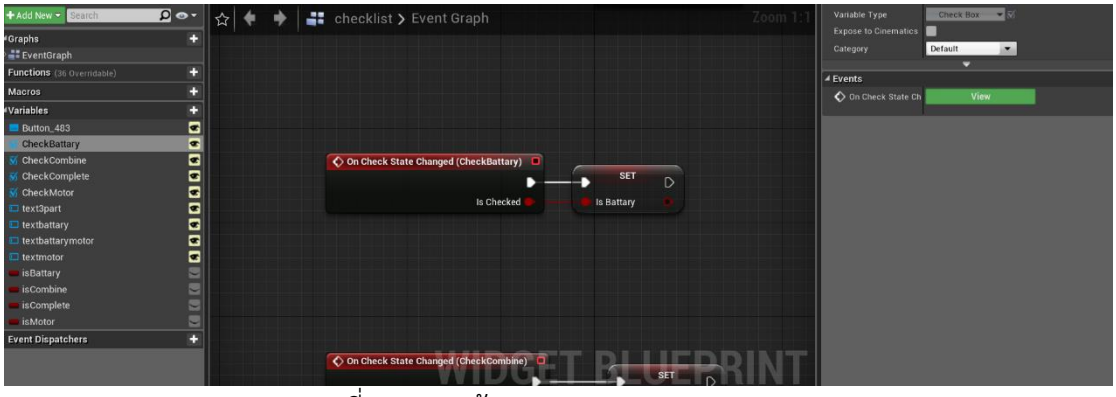
3.4.7.1 สร้าง Widget เพื่อแสดงการตรวจสอบ

สร้าง Widget จากนั้นให้สร้าง Check box ดังภาพ

ภาพที่ 72 การสร้าง check box

3.4.7.2 การสร้าง On Check State Change

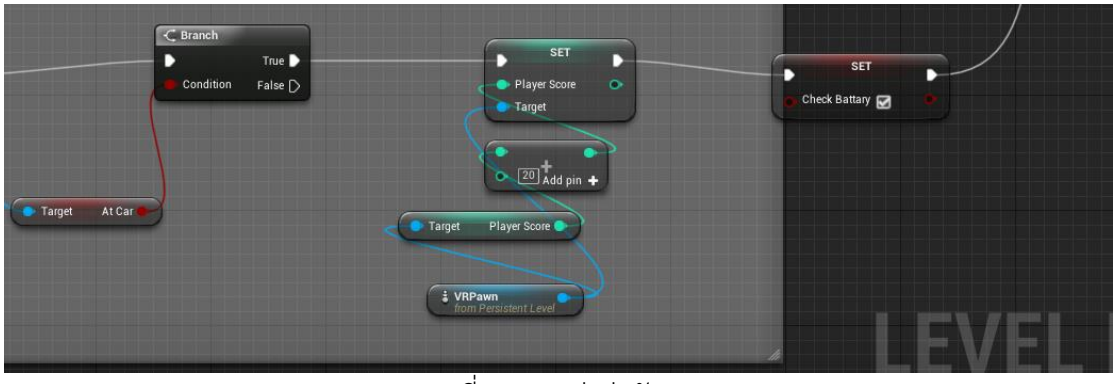
สร้าง On Check State Change จาก Check box ที่ได้สร้างไว้ จากนั้นสร้างตัวแปรที่เป็น Boolean เพื่อทำการตรวจสอบ ดังภาพ



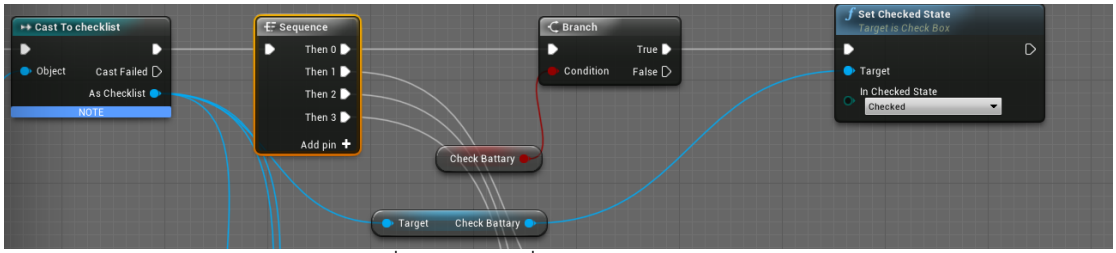
ภาพที่ 73 การสร้าง On Check State Change

3.4.7.3 การเปลี่ยนสถานการณ์ดำเนินการ

หลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้นให้ส่งค่าตัวแปรเป็น Boolean จากนั้นให้ทำการเปลี่ยนสถานะของ Check box เป็น Checked ดังภาพ



ภาพที่ 74 การส่งค่าตัวแปร

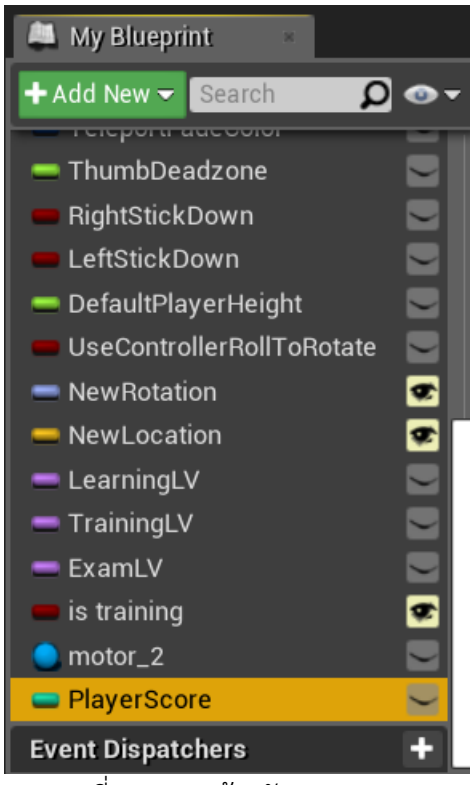


ภาพที่ 75 การเปลี่ยนสถานะ check box

3.4.8 การกำหนดคะแนน

3.4.8.1 การสร้างตัวแปรเก็บคะแนน

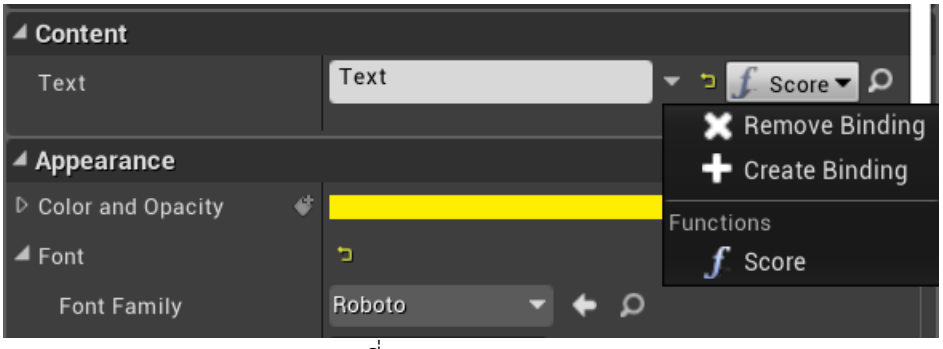
สร้างตัวแปรเป็น Integer ใน MotionControllerPawn ดังภาพ



ภาพที่ 76 การสร้างตัวแปร Integer

3.4.8.2 สร้าง Widget เพื่อทำการแสดงคะแนน

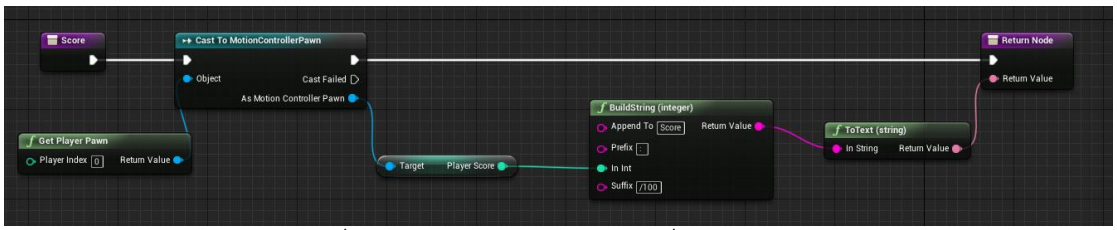
สร้าง Widget ดังภาพที่ 24 จากนั้นให้สร้าง Text แล้วทำการผูก Function โดยการ Create Binding ดังภาพ



ภาพที่ 77 การผูก Function

3.4.8.3 การกำหนด Function เพื่อแสดงคะแนน

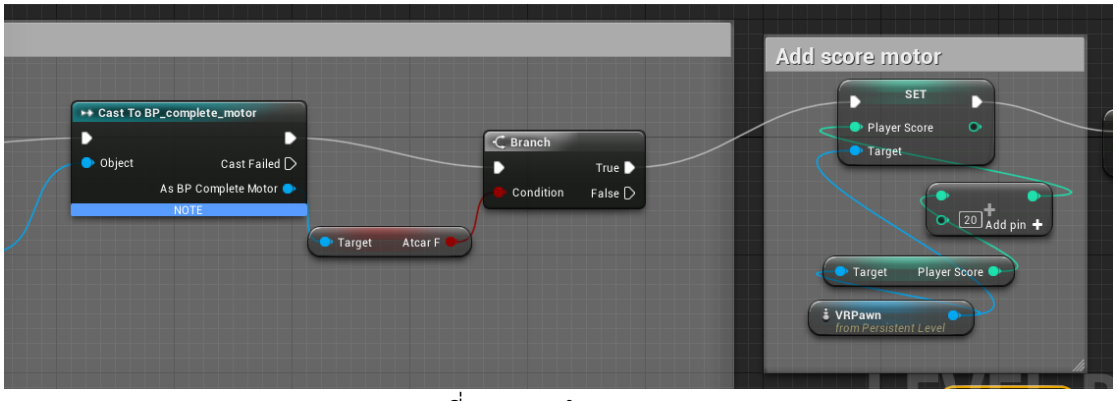
เปิด Function ใน Graph เพื่อกำหนด Function ในการแสดงคะแนน ดังภาพ



ภาพที่ 78 การกำหนด function เพื่อแสดงคะแนน

3.4.8.4 การกำหนดคะแนนเมื่อดำเนินการ

เมื่อมีการดำเนินการบางอย่างให้ทำการเพิ่มคะแนน ดังภาพ

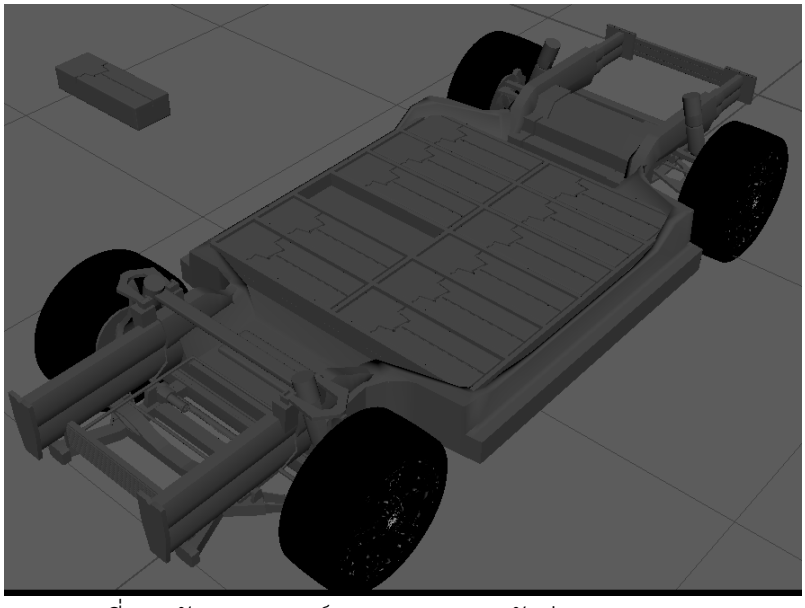


ภาพที่ 79 การกำหนดคะแนน

4 ผลการดำเนินการ

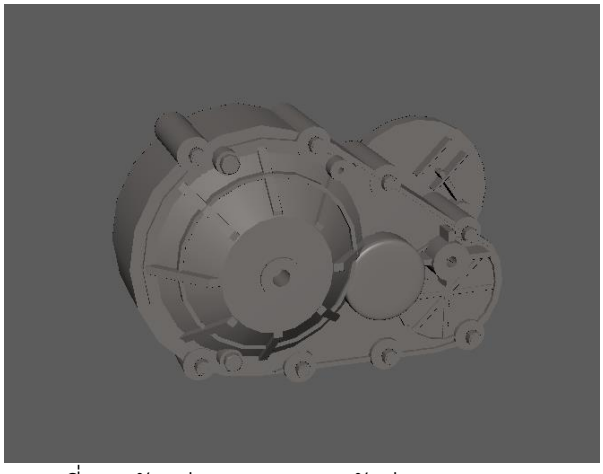
4.1 ผลออกแบบวัตถุ

4.1.1 ภาพอุปกรณ์และหน้าที่ของ Model



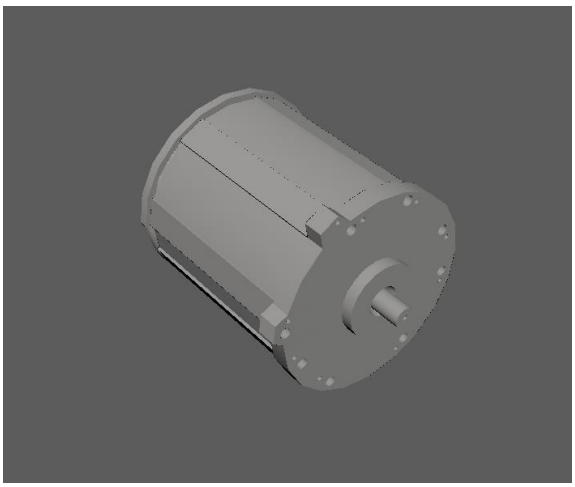
ภาพที่ 80 ตัวฐานรถยนต์ Tesla Model สัดส่วน : 1/1

ระบบส่งกำลังรถยนต์ (Power train System) เป็นระบบที่มีหน้าที่ในการส่งพลังไปให้เครื่องยนต์ ทำให้ล้อเกิดการหมุนและเคลื่อนที่ได้ ในระหว่างที่เกิดการส่งกำลังหมุน จะมีการผ่านส่วนประกอบหลายส่วนด้วยกันและต้องมีส่วนที่เป็นฐานนั้นก็คือ ตัวฐานรถยนต์



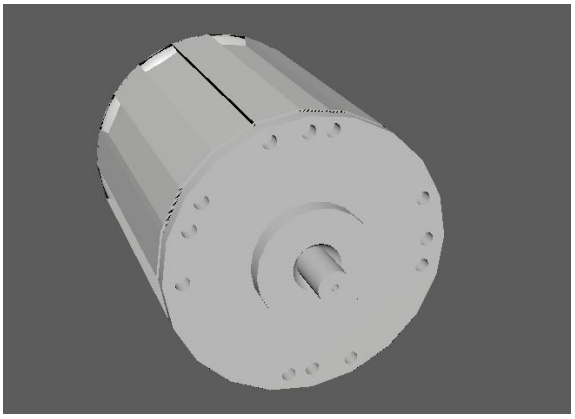
ภาพที่ 81 ตัวอย่าง gear box สัดส่วน : 1/1

กล่องเกียร์เป็นอุปกรณ์ขยับที่ตระหนักถึงผลขยับ โดยผสมของเฟืองเล็กและใหญ่ และมีการใช้งานจำนวนมากในการเปลี่ยนเกียร์ของเครื่องจักรอุตสาหกรรม



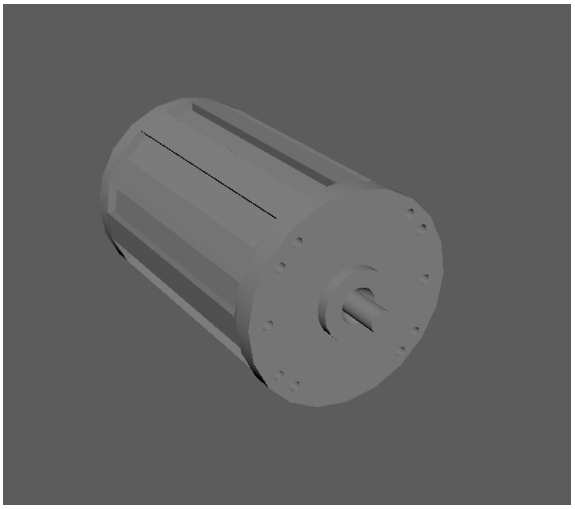
ภาพที่ 82 ตัวอย่าง Inverter (320V 60kw AC Traction Inverter for EV) สัดส่วน : 1/1

อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่เหมือนกันในไฮบริดและทฤษฎีการดำเนินงานค่อนข้างง่าย พลังงาน กระแสไฟฟ้าตรง (DC) จากแบตเตอรี่ไฮบริดเช่นถูกป้อนเข้ากับขดลวดหลักในหม้อแปลงภายในตัวเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ทิศทางของการไหลของกระแสไฟฟ้าเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ (ค่าไฟฟ้าไหลผ่านหลักคดเคี้ยวจากนั้นก็พลิกกลับและไหลกลับ) การไหลเข้า/ออกของกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับในวงจรขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า ท้ายที่สุดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับที่เหนี่ยวนำให้พลังงานสำหรับโหลด (AC) เช่น มอเตอร์ไฟฟ้าของรถยนต์ไฟฟ้า (EV)



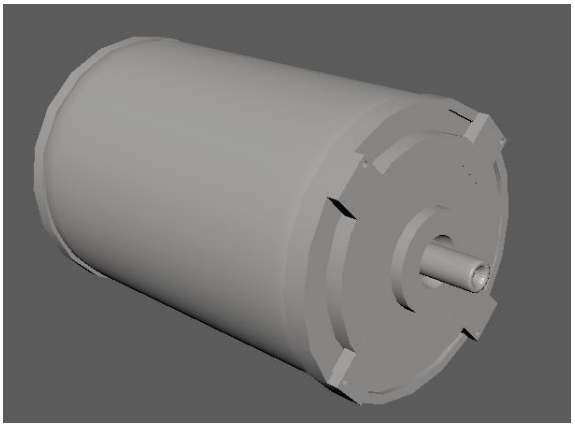
ภาพที่ 83 ตัวอย่าง Inverter (72V 6kw Traction Inverter for EV) สัดส่วน : 1/1

จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น



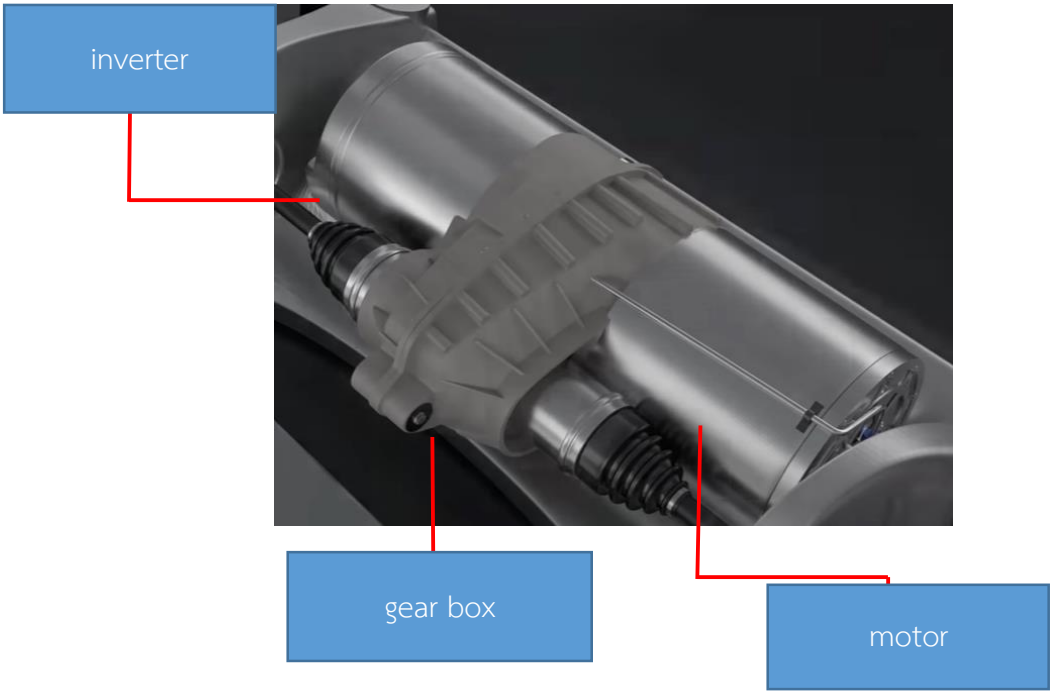
ภาพที่ 84 ตัวอย่าง Motor (NetGain HyPer9 HV AC Motor X144 Controller Kit 144 Volt) สัดส่วน : 1/1

เป็นมอเตอร์ที่ใช้แทนเครื่องยนต์เดิมซึ่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่วางอยู่ในรถมาใช้ตัวมอเตอร์จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเพื่อขับ ซึ่งมีการทำงานไม่ต่างจากมอเตอร์ทั่วไปคือมอเตอร์ไฟฟ้าใช้แรงของแม่เหล็กทำให้เกิดการหมุนถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กจะใช้แม่เหล็กถาวรเพื่อประหยัดพลังงานส่วนถ้ามอเตอร์ขนาดใหญ่จะใช้แม่เหล็กไฟฟ้าและต้องมีการสลับขั้วแม่เหล็กขณะหนุนไปครึ่งรอบ ทำให้เกิดแรงผลักอย่างต่อเนื่อง



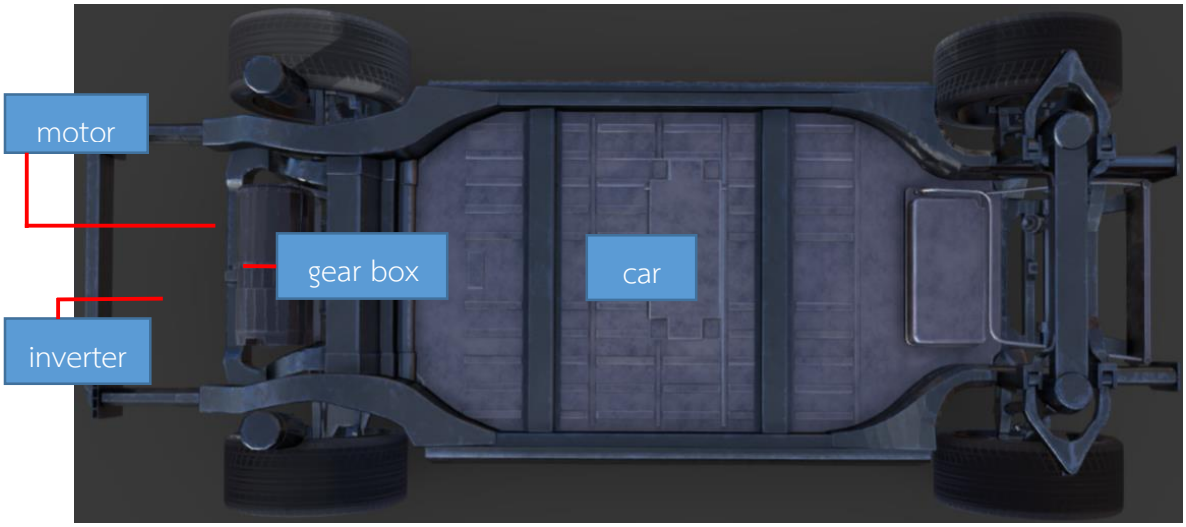
ภาพที่ 85 ตัวอย่าง Motor (Curtis 1238-6501 HPEVS AC-34 Brushless AC Motor Kit - 72 Volt) สัดส่วน : 1/1

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็ว รอบหรือกำลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิด จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งานกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 86 ตัวอย่างการประกอบของส่วนต่าง ๆ (1) สัดส่วน : 1/1

ภาพของการนำชิ้นส่วนทั้ง 3 ชิ้น คือ gear box, inverter และ motor มาประกอบกันซึ่งจะได้ตามภาพจึ่งจะสามารถนำมาใส่ตัวฐานของรถได้

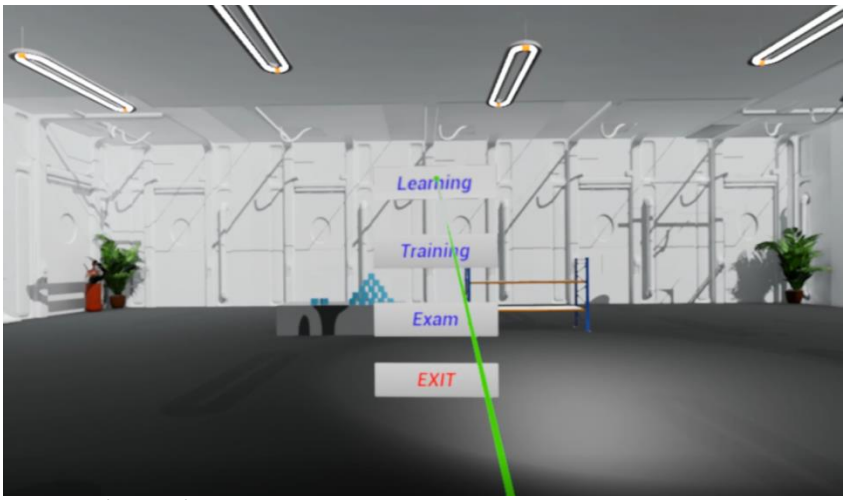


ภาพที่ 87 ตัวอย่างการประกอบของส่วนต่าง ๆ (2) สัดส่วน : 1/1

4.2 การออกแบบห้องฝึกปฏิบัติ

ผู้ใช้งานเข้าสู้ห้องฝึกปฏิบัติ ผู้ใช้งานได้รับประสบการณ์ที่จำลองห้องฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า โดยมีการฝึกปฏิบัติทั้งหมด 3 รูปแบบ ให้ผู้ใช้งานได้เรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ และทำการทดสอบตนเอง โยให้ผู้ใช้งานเดินไปที่ชั้นวางชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้าเพื่อทำการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติ ประกอบไปด้วย

1. การเรียนรู้ (Learning)
2. การฝึกปฏิบัติ (Training)
   - การประกอบมอเตอร์ (Motor) เข้ากับอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)
   - การประกอบกระปุกเกียร์ (Gearbox) เข้ากับมอเตอร์ (Motor) และอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)
   - การประกอบแบตเตอรี่ (Battery)
3. การทดสอบ (Exam)
   - ทดสอบผู้ใช้งาน เพื่อประเมินความเข้าใจในการฝึกทักษะ



ภาพที่ 88 ภาพจุดเริ่มต้นเมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง

4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม

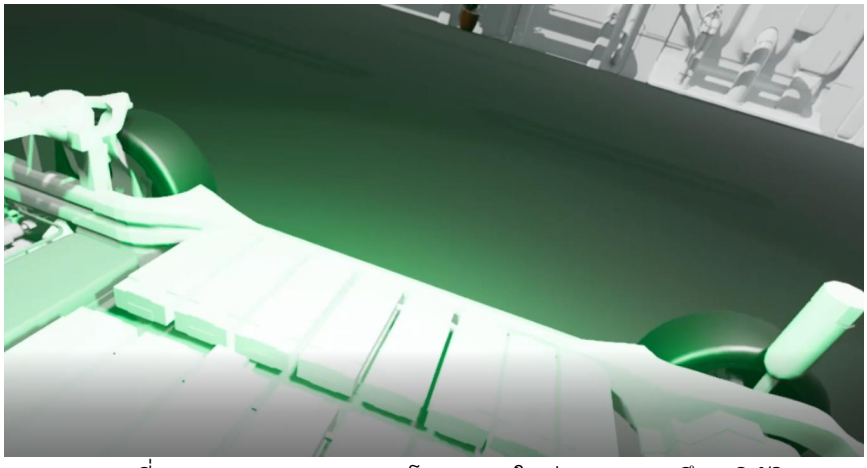
การฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงนั้น แสดงผลการทดสอบประกอบไปด้วย 3 หัวข้อหลัก ตามแนวทางที่ได้วางแผนไว้ ประกอบด้วย การเรียนรู้ (Learning) การฝึกปฏิบัติ (Training) และการทดสอบ (Exam)

4.3.1 การเรียนรู้ (Learning)

ภาพที่ 89 ผลของการทดสอบโปรแกรมในส่วนของการเรียนรู้

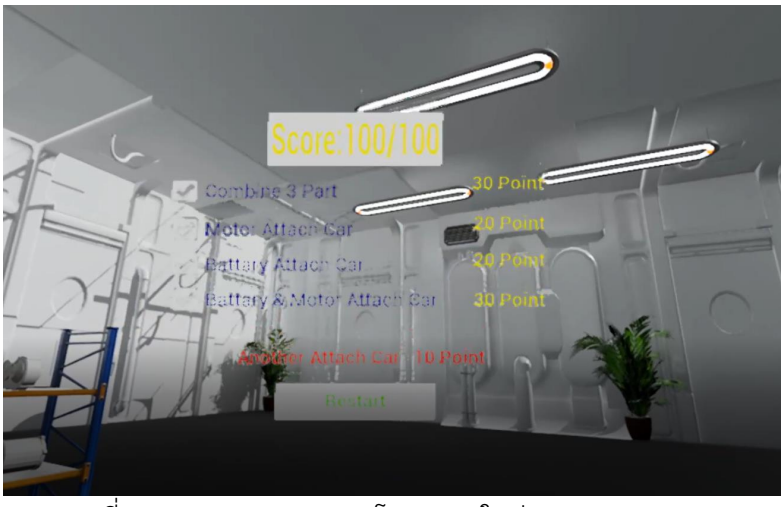
จากภาพ เมื่อผู้ใช้งานทำการหยิบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้าขึ้นมา จะมีอนิเมชันอธิบายเนื้อหาปรากฏขึ้นเกี่ยวกับชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้าต่าง ๆ นั้น แสดงให้เห็นว่าแต่ละส่วนของรถยนต์ไฟฟ้านั้นมีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง ถือว่าเป็นการสิ้นสุดการเรียนรู้ในส่วนของ Learning

4.3.2 การฝึกปฏิบัติ (Training)



ภาพที่ 90 ผลของการทดสอบโปรแกรมในส่วนของการฝึกปฏิบัติ

จากภาพ เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่รูปแบบการฝึกปฏิบัติแล้ว ผู้ใช้งานจะต้องฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนที่ผู้พัฒนาได้ทำการออกแบบไว้ โดยโปรแกรมในส่วนนี้จะเป็นการแสดงขั้นตอนการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าอย่างละเอียด เมื่อทำการประกอบรถยนต์เสร็จสิ้นตามรูปแบบแล้วจะปรากฏไฟสีเขียวขึ้นที่โครงสร้างรถยนต์ไฟฟ้า



ภาพที่ 91 ผลของการทดสอบโปรแกรมในส่วนของการทดสอบ

จากภาพ เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่รูปแบบการทดสอบแล้ว ผู้ใช้งานจะต้องทำการทดสอบทักของตนเอง โดยการนำเอาอะไหล่รถยนต์ไฟฟ้าที่ให้มานั้นมาทำการประกอบเอง และวัดผลผู้ใช้งานผ่านการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้พัฒนากำหนดไว้

4.4 ผลการทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ก่อนการใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความรู้ ก่อนการใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง

ข้อ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ					รวม
		5	4	3	2	1	
1	มีความสนุกสนานกับการใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง	1	2	7	-	-	10
2	รูปแบบของโปรแกรมตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ	8	1	1	-	-	10
3	ความสนใจในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติมากขึ้นเมื่อใช้ VR เข้ามาช่วย	8	-	2	-	-	10
4	ได้รับความรู้ใหม่เพิ่มเติมจากการใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง	-	-	7	3	-	10
5	ภายในโปรแกรมมีการให้ข้อมูลและความรู้ที่ทันสมัย	-	9	1	-	-	10
6	สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานได้	-	7	3	-	-	10
7	มีอิสระในความคิดและตัดสินใจมากยิ่งขึ้นเมื่อเรียนและฝึกปฏิบัติด้วย VR	1	4	4	1	-	10
8	การใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง ช่วยให้สะดวกสามารถฝึกทักษะและทบทวนกระบวนการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าได้	1	1	6	2	-	10
9	การใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง เป็นการเรียนและการฝึกปฏิบัติที่ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ	1	1	5	3	-	10
10	ความพึงพอใจในการใช้งานของโปรแกรม	-	-	8	2	-	10

4.5 ผลการทดสอบความรู้ ความเข้าใจ หลังการใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบความรู้ หลังการใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง

ข้อ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ					รวม
		5	4	3	2	1	
1	มีความสนุกสนานกับการใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง	3	6	1	-	-	10
2	รูปแบบของโปรแกรมตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ	5	5	-	-	-	10
3	ความสนใจในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติมากขึ้นเมื่อใช้ VR เข้ามาช่วย	8	1	1	-	-	10
4	ได้รับความรู้ใหม่เพิ่มเติมจากการใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง	1	8	1	-	-	10
5	ภายในโปรแกรมมีการให้ข้อมูลและความรู้ที่ทันสมัย	7	1	2	-	-	10
6	สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานได้	7	3	-	-	-	10
7	มีอิสระในความคิดและตัดสินใจมากยิ่งขึ้นเมื่อเรียนและฝึกปฏิบัติด้วย VR	6	2	1	1	-	10
8	การใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง ช่วยให้สะดวกสามารถฝึกทักษะและทบทวนกระบวนการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าได้	6	1	3	-	-	10
9	การใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง เป็นการเรียนและการฝึกปฏิบัติที่ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ	7	2	1	-	-	10
10	ความพึงพอใจในการใช้งานของโปรแกรม	8	2	-	-	-	10

4.6 ผลการใช้งานโปรแกรม

ผู้ใช้งานสามารถใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR (การออกแบบการฝึกปฏิบัติโดยมีผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง) ได้จริงตามที่ผู้พัฒนาได้ออกแบบไว้

ภาพที่ 92 ผู้ใช้งานกำลังใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง

ภาพที่ 93 ผู้ใช้งานกำลังใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง (ต่อ)

จากภาพ การใช้งานโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง ผู้ใช้งานต้องสวมอุปกรณ์แสดงผลสวมศีรษะ และใช้อุปกรณ์ควบคุมการบังคับด้วยมือ ผลการทดสอบจะปรากฏภาพเสมือนจริงที่บริเวณอุปกรณ์แสดงผลสวมศีรษะ และจอคอมพิวเตอร์ ถือว่าผลการใช้งานโปรแกรมสามารถใช้งานได้สมบูรณ์

ภาพที่ 94 เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะสวมเครื่องแสดงผลสวมศีรษะ

จากภาพแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะสวมเครื่องแสดงผลสวมศีรษะ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR (การออกแบบการฝึกปฏิบัติโดยมีผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง) นั้นสามารถใช้งานได้จริง โดยผู้ใช้งานสามารถใช้อุปกรณ์ความเป็นจริงเสมือน ในที่นี้คือ VIVE จากบริษัท HTC เพื่อจำลองตัวเองเข้าไปอยู่ในห้องฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์เสมือนจริง ทำการเรียนรู้และฝึกประกอบรถยนต์ตามรูปแบบที่ผู้พัฒนาได้ออกแบบไว้ ซึ่งการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนนี้ สามารถทำให้ผู้ใช้งานได้รับประสบการณ์เสมือนจริงที่เกือบจะทดแทนการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการจริงได้

5 สรุปผล

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

1. สรุปผลการดำเนินงานของโครงการผลปรากฏว่า โครงงานสำเร็จลุล่วงเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ดังนี้

2. สามารถพัฒนาการเรียนรู้เชิงโต้ตอบสำหรับการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าด้วยระบบ VR (Virtual Reality)

3. สามารถออกแบบและพัฒนาโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ ระบบ VR (Virtual Reality) โดยมีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง

4. ผู้เรียนและบุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ เกี่ยวกับการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า

5.2 ปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัด

1. ข้อมูลเชิงลึกในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ที่ไม่ได้รับจากผู้ประกอบการจริง ๆ

2. ข้อมูลที่ได้ นำมาทำเป็น Model รถยนต์ Tesla ไม่กะรันตีว่าเป็นข้อมูลเชิงลึกที่ถูกต้องสมบูรณ์จริง ๆ

3. กระบวนการในการประกอบรถยนต์ เราอ้างอิงจากหนังสือและอินเตอร์เน็ตในการประมวลผล

4. เนื่องจาก VR ต้องการทรัพยากรที่ค่อนข้างสูงในการพัฒนา ไม่ว่าจะเป็น CPU RAM Graphic Card อุปกรณ์ไม่พร้อมเท่าที่ควร

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. Unreal Engine เป็น Platform ค่อนข้างใหม่ ซึ่งบทเรียนและเนื้อหาในการเรียนรู้ น้อยกว่า Unity แนะนำเพื่อให้การทำงานง่ายขึ้นควรใช้ Unity

2. ควรปรับโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR (การออกแบบการฝึกปฏิบัติโดยมีผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง) ที่สามารถติดตามการเรียนรู้ได้ เช่น การ Login เพื่อเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานหรือผู้เรียนให้มีประสิทธิมากขึ้น

3. ควรเพิ่มคู่มือการใช้งานของ Controller เข้าในโปรแกรมด้วย เพื่อลดปัญหาการเรียนรู้ Controller ที่นานจนเกินไป

4. บันทึก Screen capture. ของผู้ใช้งานด้วย ในส่วนของเมนู Exam

5. นำโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR (การออกแบบการฝึกปฏิบัติโดยมีผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง) ไปทำการทดสอบกับกลุ่มพนักงานในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องจริง หรือกลุ่มผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้อง

5.4 แนวทางในการพัฒนาในอนาคต

1. นำไปใช้การ Train แบบการเรียนรู้เบื้องต้นและการฝึกทักษะเบื้องต้น เพื่อสามารถใช้งานได้จริง หรือเรียกอีกอย่างว่า Blended learning เป็นการเรียนรู้ในเชิงของ Computer Basic ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง

2. หาความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมที่ประกอบการด้านรถยนต์ เป็นเรื่องของการสร้างบทเรียนจากงานจริง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆ เช่น การสร้าง platform ต่างๆของ Model รถยนต์ไฟฟ้า เพื่อนำไปขายในเชิงพาณิชย์ได้

6 รายงานการเงิน

สัญญาเลขที่ 003/2563
โครงการวิจัยประเภทเงินรายได้ คณะวิทยาการสารสนเทศ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

ชื่อโครงการ การออกแบบและพัฒนาระบบการฝึกปฏิบัติเสมือนจริงสำหรับงานอัตโนมัติในพื้นที่ EEC กรณีศึกษาการฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้า

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ดร.ประจักษ์ จิตเงินมะดัน

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2563

ระยะเวลาดำเนินการ 0 ปี 7 เดือน ตั้งแต่วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2563

<u>รายรับ</u>

จำนวนเงินที่ได้รับ
งวดที่ 1 (50%) .....60,000..... บาท เมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2563

งวดที่ 2 (40%) .....48,000..... บาท เมื่อ 27 เมษายน 2563

งวดที่ 3 (10%) .....8,990..... บาท เมื่อ กันยายน 2563

รวม .....116,990.....บาท.....

<u>รายจ่าย</u>

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน
1. ค่าตอบแทน	20,000	20,000	0
2. ค่าจ้าง	9,000	9,000	0
3. ค่าวัสดุ	1,000	1,000	0
4. ค่าใช้สอย	-	-	0
5. ค่าครุภัณฑ์	86,990	86,990	0
6. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (โปรดระบุเป็นข้อย่อย)	-	-	0
รวม	**116,990**	**116,990**	**0**

(นายประจักษ์ จิตเงินมะดัน)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

7 บรรณานุกรม

Al-Ahmari, A. M., Abidi, M. H., Ahmad, A., & Darmoul, S. (2016). Development of a virtual manufacturing assembly simulation system. *Advances in Mechanical Engineering*, *8*(3), 168781401663982. https://doi.org/10.1177/1687814016639824

EEC. (2020, September 1). วิสัยทัศน์/พันธกิจ. https://www.eeco.or.th/th/vision-mission

Fade, L. (2019). *How to Measure Training Effectiveness of Virtual Reality.* VR Vision Group. https://vrvisiongroup.com/how-to-measure-training-effectiveness-of-virtual-reality/

Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments*, *23*(6), 778–798. https://doi.org/10.1080/10494820.2013.815221

Gusmida, R., Islami, N., & others (2017). The development of learning media for the kinetic theory of gases using the ADDIE model with augmented reality. *Journal of Educational Sciences*, *1*(1), 1–10.

Jofré, N., Rodr\'\iguez, G., Alvarado, Y., Fernandez, J., & Guerrero, R. (2018). Evaluating an End-to-End Process for Herpetological Heritage Digital Preservation. In *Argentine Congress of Computer Science.* Symposium conducted at the meeting of Springer.

Kamiński, D., Sapiński, T., Wiak, S., Tikk, T., Haamer, R., Avots, E., Helmi, A., Ozcinar, C., & Anbarjafari, G. (2019). Virtual Reality and Its Applications in Education: Survey. *Information*, *10*(10), 318. https://doi.org/10.3390/info10100318

Nissan. (2020, August 18.000Z). ทำความรู้จักกับรถยนต์พลังงานไฟฟ้า *100%* | นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย). https://www.nissan.co.th/experience-nissan/Nissan-EV/how-EV-work.html

Pantelidis, V. S. (2010). Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. *Themes in Science and Technology Education*, *2*(1-2), 59–70.

PCGamer. (2020, September 1). *SteamVR — Everything you need to know*. https://www.pcgamer.com/steamvr-everything-you-need-to-know/

Pinchuk, O. P., Tkachenko, V. A., & Burov, O. Y. (2019). AV and VR as Gamification of Cognitive Tasks. In *Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer.* Symposium conducted at the meeting of CEUR-WS. org.

Ralph, R., Jacoby, D., Coady, Y., Balachandar, D., Burt, E., Hnguyen, N., Kim, J., Maclang, K., Wong, S., & Bafia, L. (2017). Metrics for evaluation of educational experiences: Will virtual reality have impact? In *2017 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM).* Symposium conducted at the meeting of IEEE.

Thienkaew, N., Choosakul, C., & Sukonthasab, S. (2019). การศึกษาปัจจัยทางทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญา สังคม ต่อการมีกิจกรรมทางกายของพนักงานโรงงาน อุตสาหกรรม ไทย. *Journal of Sports Science and Health*, *20*(2), 98–110.

Unreal Engine. (2020, September 1). *The most powerful real-time 3D creation platform*. https://www.unrealengine.com/en-US/

van Wyk, E., & Villiers, R. de (2009). Virtual reality training applications for the mining industry. In *Proceedings of the 6th international conference on computer graphics, virtual reality, visualisation and interaction in Africa.* Symposium conducted at the meeting of ACM.

VIVE. (2020, September 1). *VIVE™ | Discover Virtual Reality Beyond Imagination*. https://www.vive.com/eu/

VR Vision Group. (2019). *How to Measure Training Effectiveness of Virtual Reality*. https://vrvisiongroup.com/how-to-measure-training-effectiveness-of-virtual-reality/

Wikipedia. (2020a). *ADDIE Model*. https://en.wikipedia.org/wiki/ADDIE_Model

Wikipedia. (2020b). *Tesla Model S*. https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S

Wikipedia. (2020c, August 31). *Autodesk Maya*. https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya

Wikipedia. (2020d, August 31). *Virtual reality*. https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality

วิกิพีเดีย. (2020, August 15.000Z). รถพลังงานไฟฟ้า. https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A3%E0%B8%96%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2

สุทธิพร แท่นทอง (2020). ทฤษฎีและการเรียนรู้ในโลกยุคดิจิทัล: ทฤษฎีเชื่อมโยงความรู้และการเรียนรู้แบบผสมผสาน. *Suan Sunandha Academic and Research Review*, *14*(1).

8 ภาคผนวก

8.1 แบบสอบถาม

แบบสอบถาม โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามที่วัดความพึงพอใจก่อนและหลังที่ใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR โปรดทำเครื่องหมาย✓ ลงในช่องที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น

มากที่สุด	หมายถึง	5
มาก	หมายถึง	4
ปานกลาง	หมายถึง	3
น้อย	หมายถึง	2
น้อยมาก	หมายถึง	1

ข้อ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	มีความสนุกสนานกับการใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง					
2	รูปแบบของโปรแกรมตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ					
3	ความสนใจในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติมากขึ้นเมื่อใช้ VR เข้ามาช่วย					
4	ได้รับความรู้ใหม่เพิ่มเติมจากการใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง					
5	ภายในโปรแกรมมีการให้ข้อมูลและความรู้ที่ทันสมัย					
6	สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานได้					
7	มีอิสระในความคิดและตัดสินใจมากยิ่งขึ้นเมื่อเรียนและฝึกปฏิบัติด้วย VR					
8	การใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง ช่วยให้สะดวกสามารถฝึกทักษะและทบทวนกระบวนการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าได้					
9	การใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง เป็นการเรียนและการฝึกปฏิบัติที่ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ					
10	ความพึงพอใจในการใช้งานของโปรแกรม					

แบบสอบถาม โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามที่วัดความพึงพอใจก่อนและหลังที่ใช้โปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

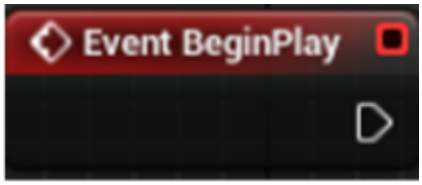
ระดับความคิดเห็น

มากที่สุด	หมายถึง	5
มาก	หมายถึง	4
ปานกลาง	หมายถึง	3
น้อย	หมายถึง	2
น้อยมาก	หมายถึง	1

ข้อ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	มีความสนุกสนานกับการใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง					
2	รูปแบบของโปรแกรมตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ					
3	ความสนใจในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติมากขึ้นเมื่อใช้ VR เข้ามาช่วย					
4	ได้รับความรู้ใหม่เพิ่มเติมจากการใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง					
5	ภายในโปรแกรมมีการให้ข้อมูลและความรู้ที่ทันสมัย					
6	สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานได้					
7	มีอิสระในความคิดและตัดสินใจมากยิ่งขึ้นเมื่อเรียนและฝึกปฏิบัติด้วย VR					
8	การใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง ช่วยให้สะดวกสามารถฝึกทักษะและทบทวนกระบวนการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าได้					
9	การใช้ VR ในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริง เป็นการเรียนและการฝึกปฏิบัติที่ง่ายกว่าวิธีอื่น ๆ					
10	ความพึงพอใจในการใช้งานของโปรแกรม					

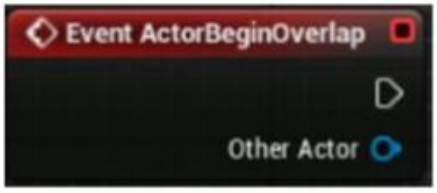
8.2 อธิบาย Event เบื้องต้น

1. **Event BeginPlay** จะเริ่มต้นทุกครั้งที่รันโปรแกรม



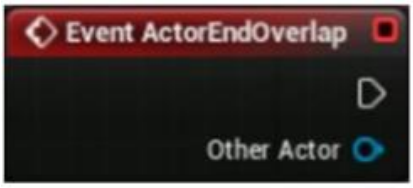
ภาพที่ 95 Event Begin Play

2. **Event ActorBeginOverlap** จะเริ่มต้นเมื่อวัตถุใด ๆ ก็ตามเกิดการซ้อนทับกันเกิดขึ้น



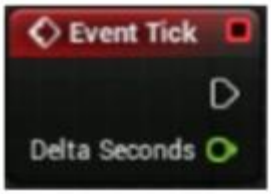
ภาพที่ 96 Event ActorBeginOverlap

3. **Event ActorEndOverlap** จะเริ่มต้นเมื่อวัตถุใด ๆ ก็ตามหยุดการซ้อนทับ



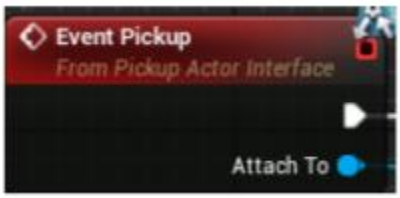
ภาพที่ 97 Event ActorEndOverlap

4. **Event Tick** จะเริ่มต้นทุกครั้งต่อ 1 Frame การทำงานคล้ายกับ Loop ทั่วไป



ภาพที่ 98 Event Tick

5. **Event Pickup** ทำงานเมื่อเกิดการหยิบจับวัตถุ



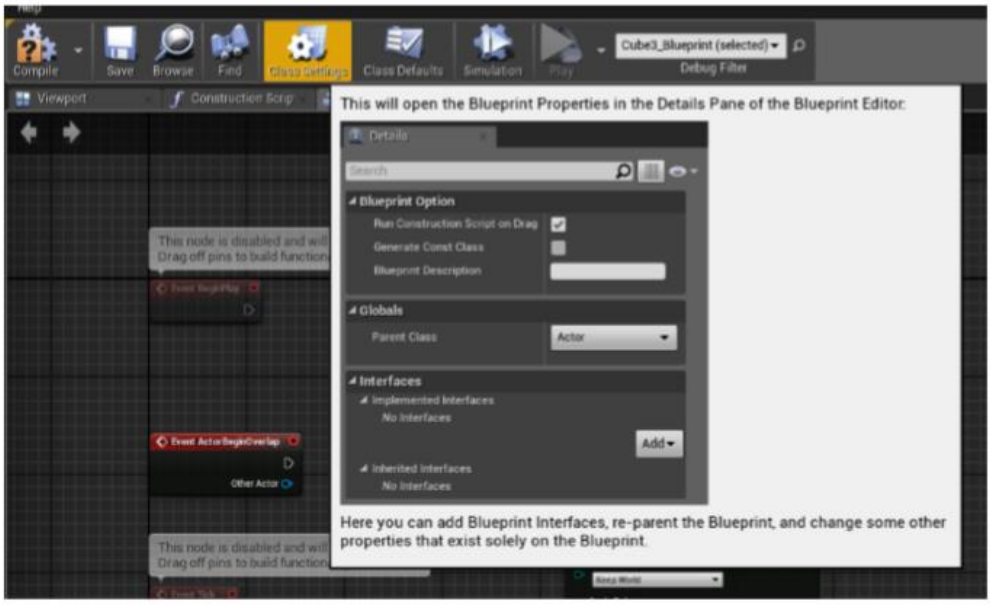
ภาพที่ 99 Event Pickup

6. **Event Drop** ทำงานเมื่อเกิดการปล่อยวัตถุ

ภาพที่ 100 Event Drop

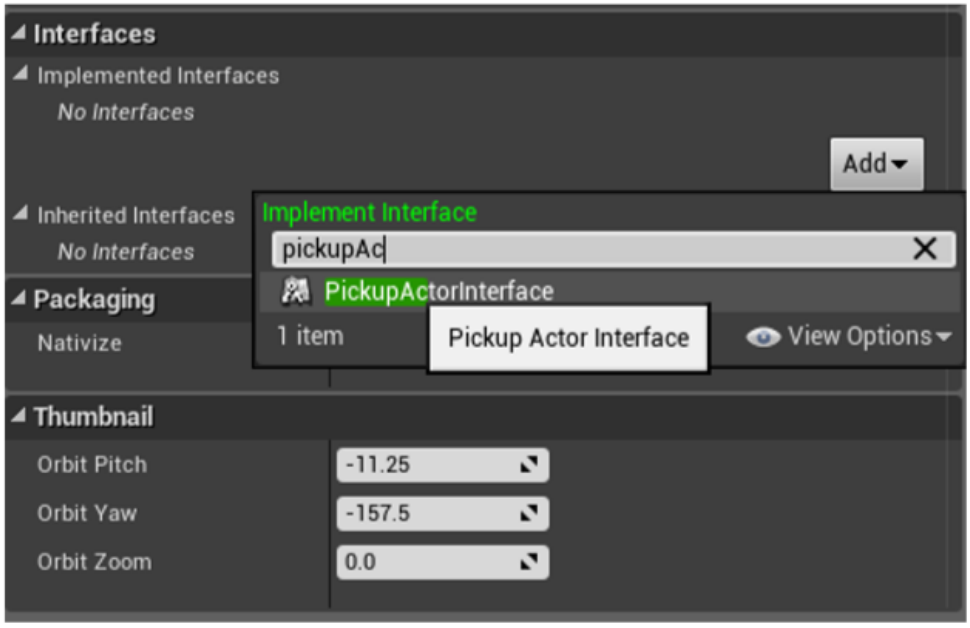
8.3 การหยิบจับ/ปล่อยวัตถุ

1. ทำการ Implement Interface การหยิบวัตถุ โดยเลือกไปยังเมนู Class Settings



ภาพที่ 101 การ Implement Interface ในการหยิบวัตถุ

2. ทำการ Add อินเตอร์เฟซ PickupActorInterface ไปสู่วัตถุ



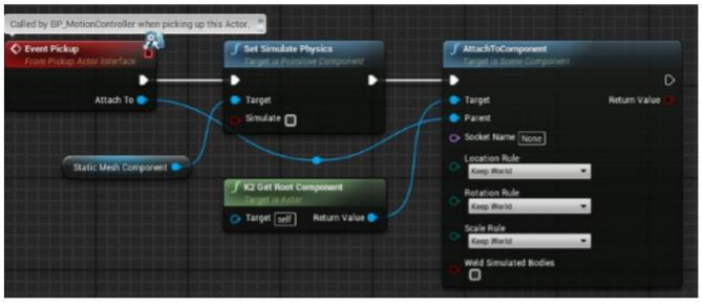
ภาพที่ 102 การ Add PickupActorInterface สู่วัตถุ

หลังจาก Implement Interface การหยิบจับวัตถุแล้วก็ทำการเขียน Blueprint และกำหนดค่า ให้สามารถใช้งานได้ดังนี้

3. กำหนดค่าให้วัตถุสามารถเคลื่อนที่ภายในฉากได้โดยเลือก Movable

ภาพที่ 103 การกำหนดวัตถุให้มีสถานะเป็น Movable

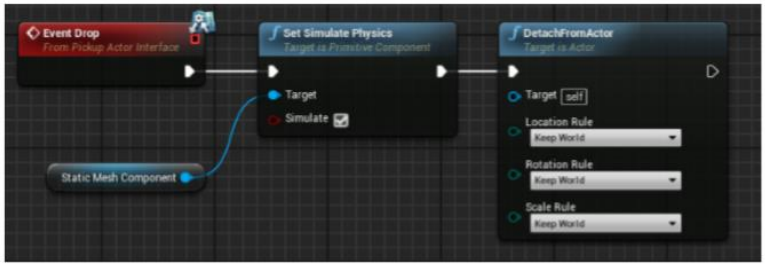
4. การหยิบวัตถุ



ภาพที่ 104 ตัวอย่าง Blueprint การหยิบวัตถุ

Set Simulate Physics จะทำการจำลองระบบฟิสิกส์ขึ้นให้แก่วัตถุ **AttachToComponent** จะทำให้วัตถุที่เราต้องการหยิบจับประกอบติดกับ MotionController

5. การปล่อยวัตถุ



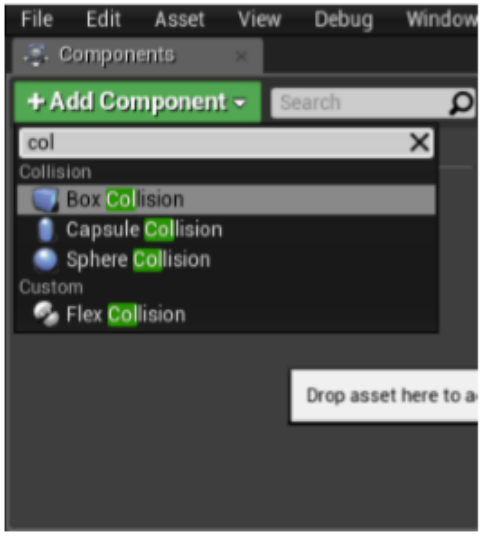
ภาพที่ 105 ตัวอย่าง Blueprint การปล่อยวัตถุ

เมื่อเราปล่อยวัตถุโดยการบังคับจาก MotionController Blueprint ชื่อ DetachFromActor จะทำการแยกวัตถุออกจากกัน

8.4 หลักการสร้างกรอบของวัตถุเพื่อการออกแบบเงื่อนไข

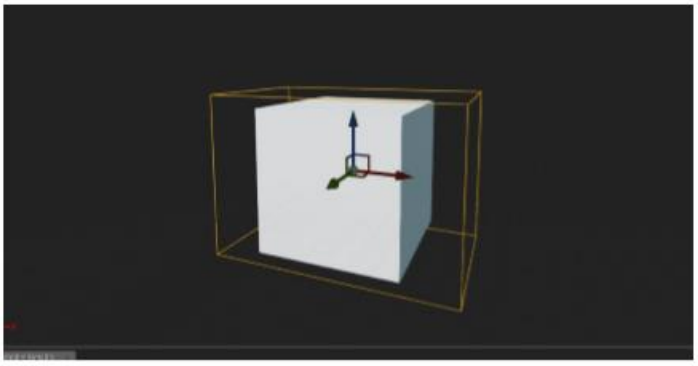
1. เปิด Blueprint ของวัตถุที่ต้องการ

2. ดำเนินการสร้างกรอบของวัตถุซึ่งสามารถเลือกรูปทรงได้ตามต้องการ



ภาพที่ 106 สร้างกรอบของวัตถุ

3. กำหนดกรอบของวัตถุให้ตรงกับสภาพการทำงานของผู้ใช้



ภาพที่ 107 กำหนดขอบของวัตถุ

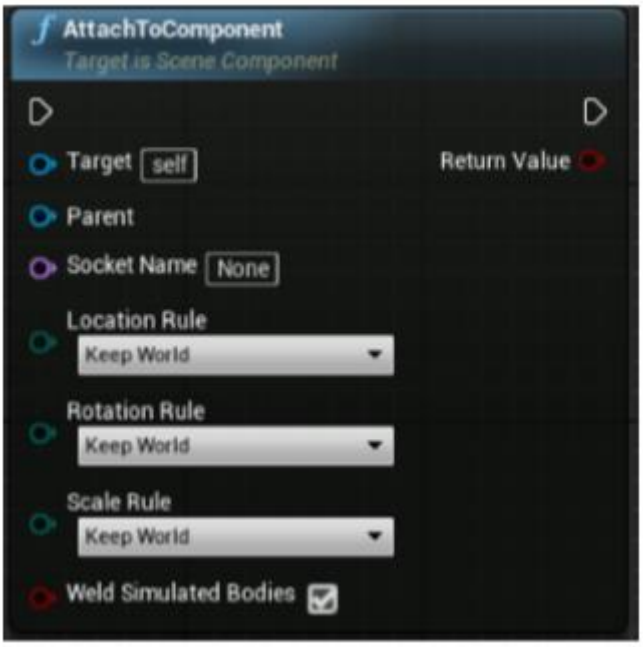
4. ตั้งค่าของวัตถุต้องการให้เกิดการชนกันของกรอบกับวัตถุ (Simulation Generates Hit Event) หรือต้องการให้เกิดการซ้อนทับกันของกรอบกับวัตถุ (Generate Overlap Events)

ภาพที่ 108 การตั้งค่ากรอบของวัตถุ

8.5 การประกอบวัตถุ

ภาพที่ 109 Add Blueprint การประกอบวัตถุ

เราสามารถเลือกใช้ Blueprint ใด ๆ ก็ตามที่ตรงกับวัตถุที่เราสร้างไว้ได้ซึ่งทางผู้พัฒนาจะ ยกตัวอย่างของ AttachToComponent (StaticMeshComponent)



ภาพที่ 110 Blueprint การประกอบวัตถุ

การทำงานของ Parameter ต่าง ๆ จะทำงานดังนี้

Target คือ วัตถุเป้าหมายใด ๆ ก็ตามที่เราต้องการจะนำมาประกอบ (ไม่สามารถหยิบจับหรือยกได้โดย MotionController)

Parent คือ วัตถุเป้าหมายใด ๆ ก็ตามที่ต้องการให้เป็นส่วนหลักในการประกอบ (สามารถหยิบจับหรือยกได้ โดย Motion Controller)

Socket Name เป็นการประกอบวัตถุไปยัง Socket ซึ่งจำเป็นที่จะต้องใช้โครงสร้างของวัตถุในเรื่อง Skeleton มาช่วยในการทำงานในส่วนนี้

Location Rule กำหนดตำแหน่งที่ต้องการให้วัตถุประกอบ

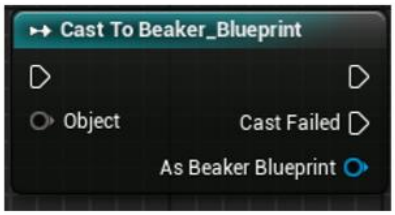
Rotation Rule กำหนดว่าวัตถุที่นำมาประกอบจะหมุนไปในองศาใด

Scale Rule กำหนดขนาดของวัตถุที่นำมาประกอบ

หมายเหตุ การประกอบวัตถุนั้นทางผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาและทดสอบแล้วว่าหากต้องการจะประกอบวัตถุที่มีจำนวนมากกว่า 2 ชิ้นขึ้นไป ในการประกอบครั้งถัดไปจำเป็นที่จะต้องให้วัตถุที่เป็น Target กลายเป็น Parent ซึ่งหากไม่ปฏิบัติตามข้างต้นจะส่งผลให้วัตถุมีสภาพไม่คงที่และเคลื่อนที่อย่างไม่มี จุดมุ่งหมายไปทั่วทั้งฉาก

8.6 การเรียกวัตถุ (Object)

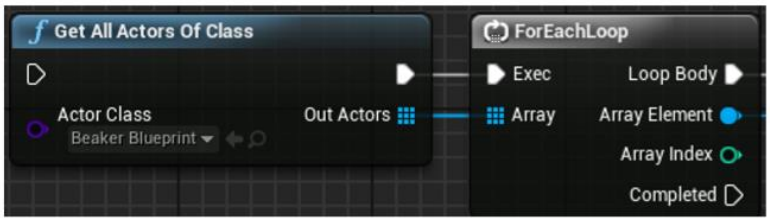
1. เรียก Blueprint Cast to เพื่อเรียกไปยังวัตถุใด ๆ ก็ตามที่เราต้องการใช้



ภาพที่ 111 ตัวอย่าง Blueprint การเรียกวัตถุ

ค่า Paremeter ต่าง ๆ มีดังนี้

Object ใช้สำหรับอ้างอิงถึงวัตถุที่เราต้องการโดยสามารถใช้ร่วมกับ Blueprint Get All Actors Of Class ได้ดังตัวอย่างนี้



ภาพที่ 112 การเรียกวัตถุทั้งหมดใน Class ที่ต้องการ

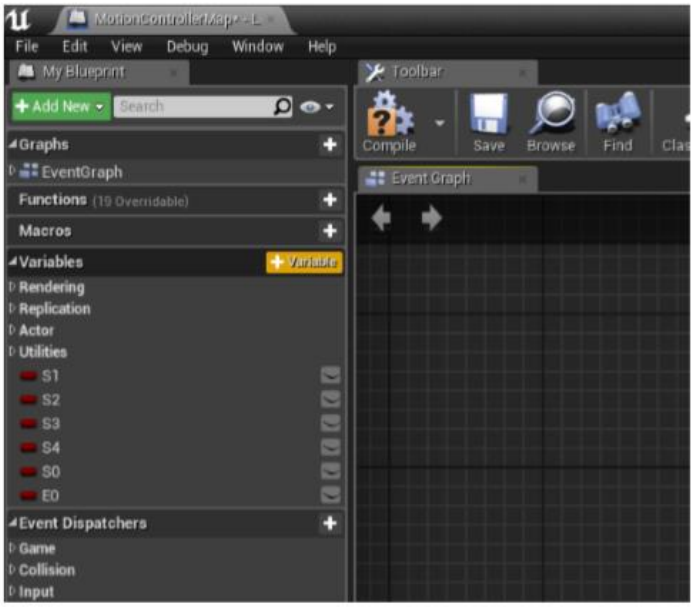
หรือเราสามารถเลือกใช้ Blueprint Get เพื่อระบุถึงวัตถุชิ้นที่เราต้องการได้หากมีมากกว่า 1 ดังภาพนี้

ภาพที่ 113 การเรียกวัตถุเฉพาะชิ้น

As Beaker Blueprint ค่าที่ส่งออกจะเป็นวัตถุใด ๆ ก็ตามภายใน Class Object ของสิ่งที่เราเรียกโดยลักษณะการทำงานจะเป็นแบบ Array

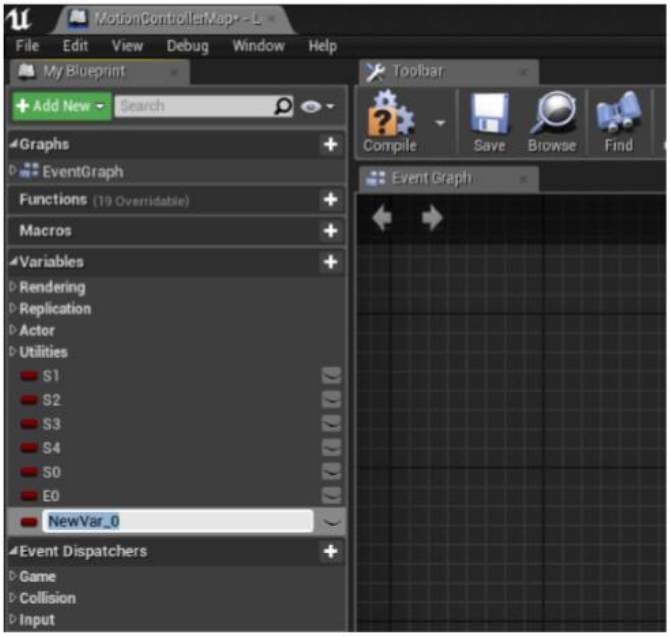
8.7 การสร้างตัวแปร

1. เลือกไปที่ Variable เพื่อสร้างตัวแปร



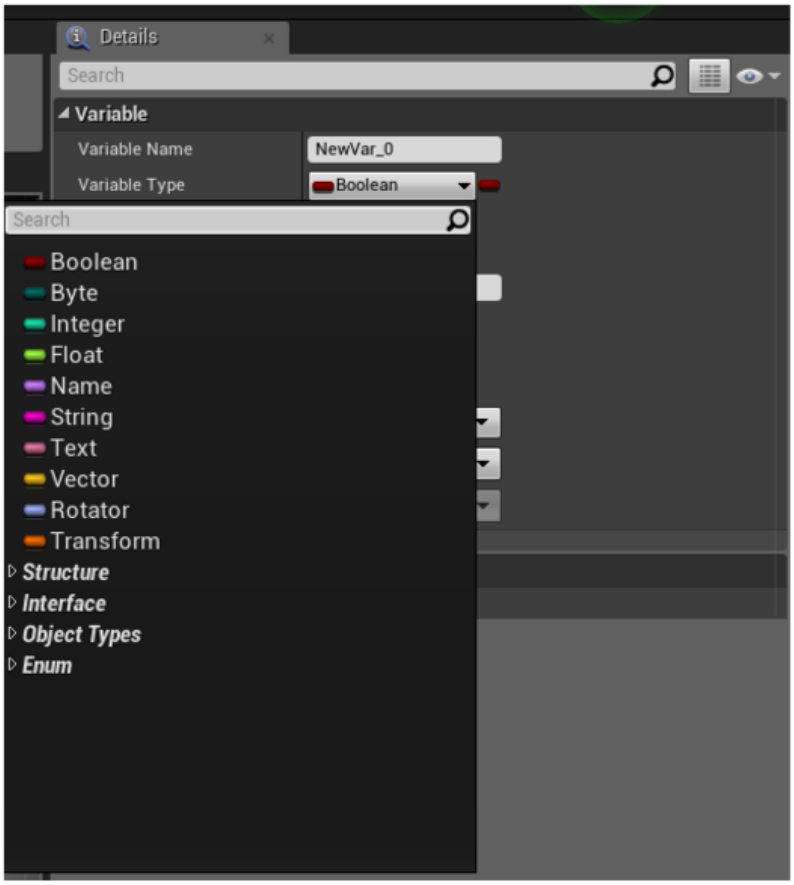
ภาพที่ 114 การสร้างตัวแปร

2. ตั้งชื่อตัวแปร



ภาพที่ 115 ตั้งชื่อตัวแปร

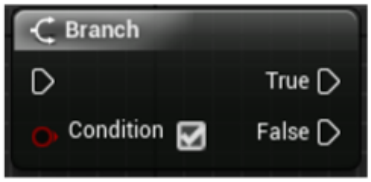
3. เลือกชนิดของตัวแปรตามที่ต้องการใช้งาน



ภาพที่ 116 เลือกชนิดของตัวแปร

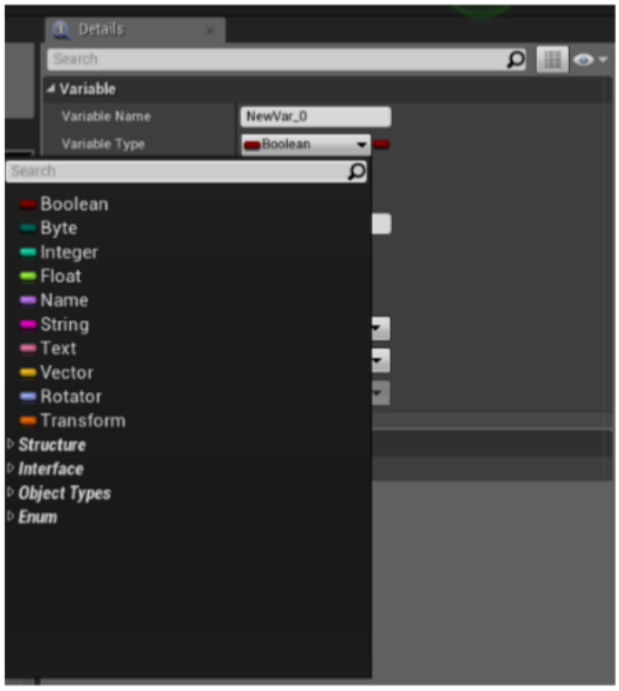
8.8 การตรวจสอบเงื่อนไขในทางตรรกศาสตร์

1. Branch โดย Blueprint ชนิดนี้จะทำหน้าที่คล้ายกับ IF Else โดยช่อง Condition จะทำหน้าที่รับค่า Boolean เข้ามาเพื่อตรวจสอบ ดังภาพนี้



ภาพที่ 117 Branch Blueprint

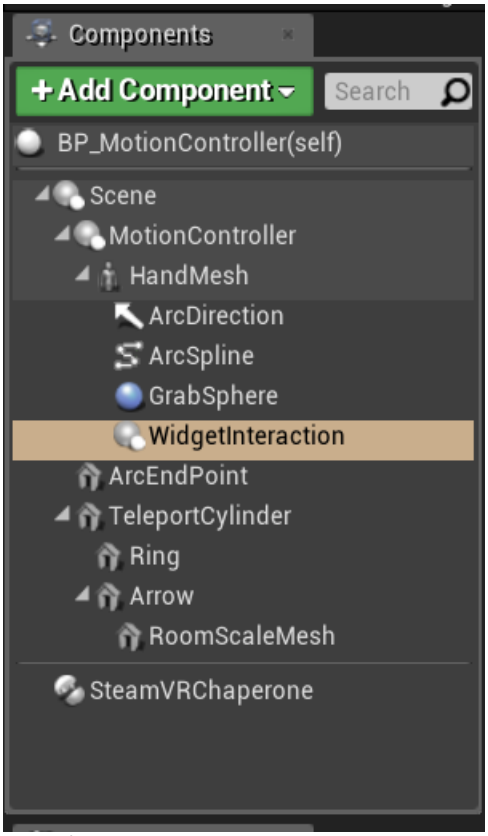
2. เรียกเงื่อนไขทางตรรกศาสตร์ที่เราต้องการใช้งานโดยในโปรแกรม Unreal Engine 4 จะมี ตัวเลือกให้เราเลือกใช้อย่างมากมาย ดังภาพนี้



ภาพที่ 118 เลือกชนิดของตัวแปร

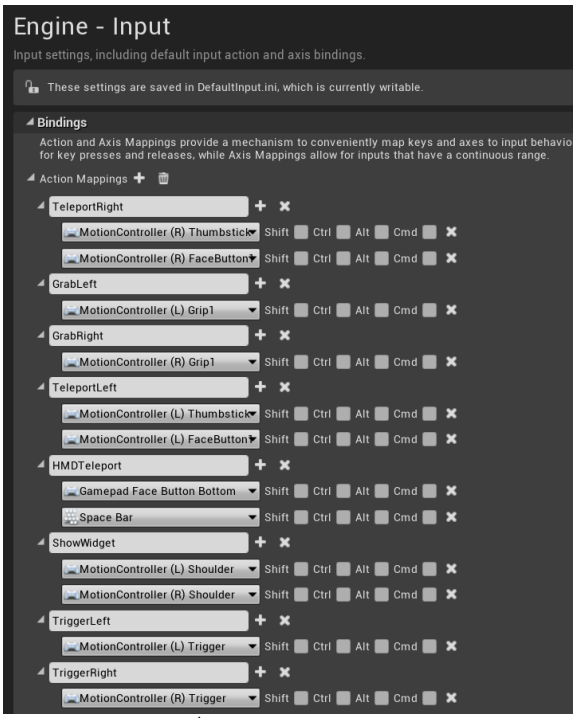
8.9 การสร้าง Pointer สำหรับการคลิก

1. สร้าง Widget Interaction ใน BP_MotionController โดย Widget Interaction จะทำหน้าที่แทน Cursor ของเมาส์

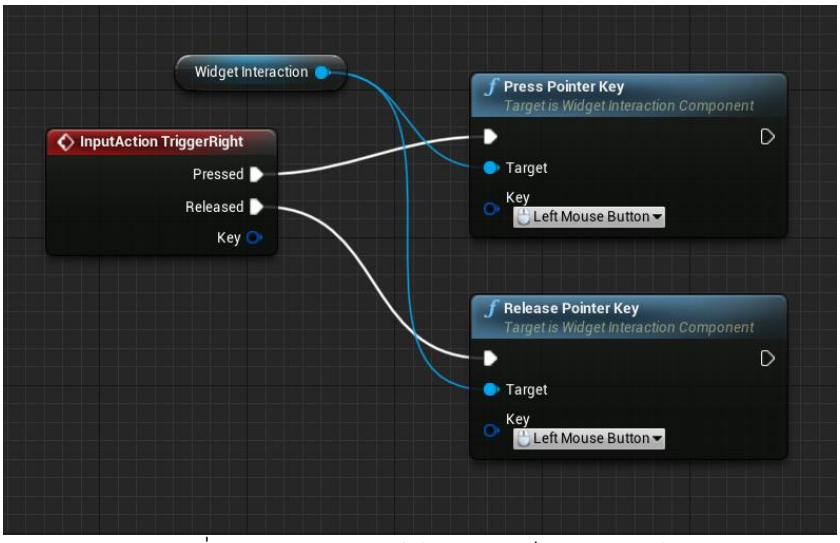


ภาพที่ 119 การสร้าง Widget Interaction

2. การกำหนดปุ่มสำหรับการคลิก โดยเข้าไปตั้งค่าใน Edit -> Project Settings -> input จากนั้น กำหนดให้ปุ่มนั้น ๆ เป็นการคลิกเมาส์ซ้าย



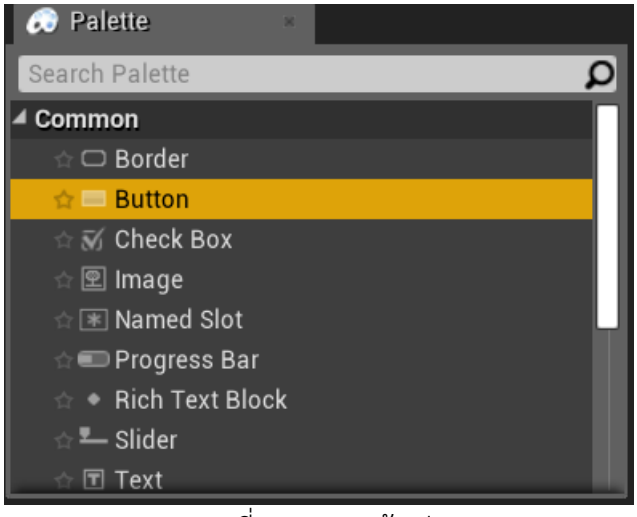
ภาพที่ 120 การสร้าง Input



ภาพที่ 121 การกำหนดให้ Input เป็นการคลิกซ้าย

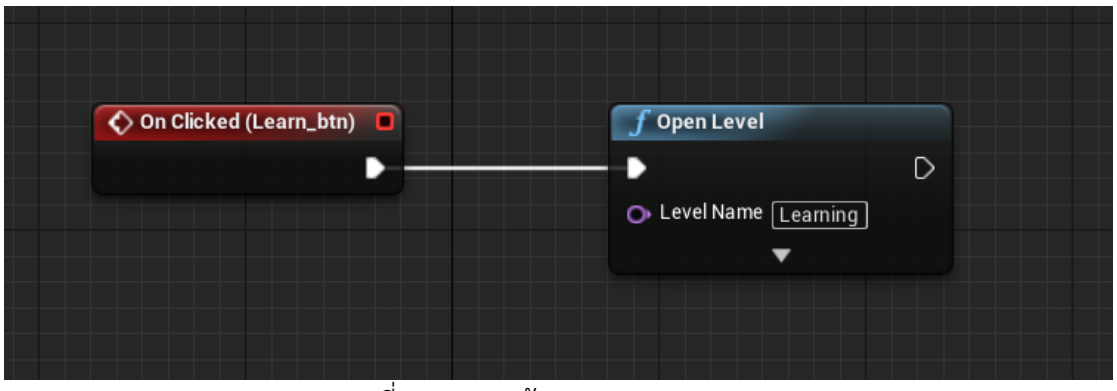
8.10 การสร้างปุ่มกดใน Level

1. สร้างปุ่มกดใน Widget



ภาพที่ 122 การสร้างปุ่ม

2. สร้าง Event On Clicked ของปุ่มแต่ละปุ่ม

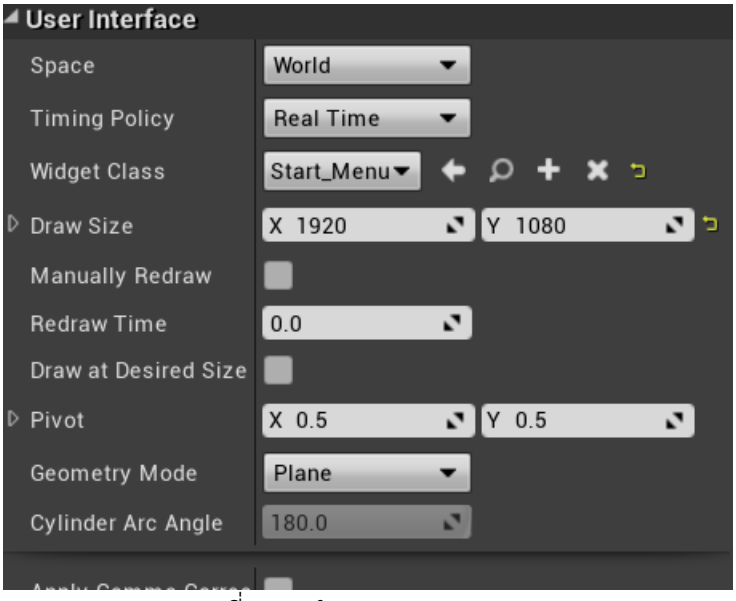


ภาพที่ 123 การสร้าง Event On Clicked

3. สร้าง Blueprint Class โดยกำหนดให้เป็น Actor จากนั้นสร้าง Widget ภายใน Blueprint

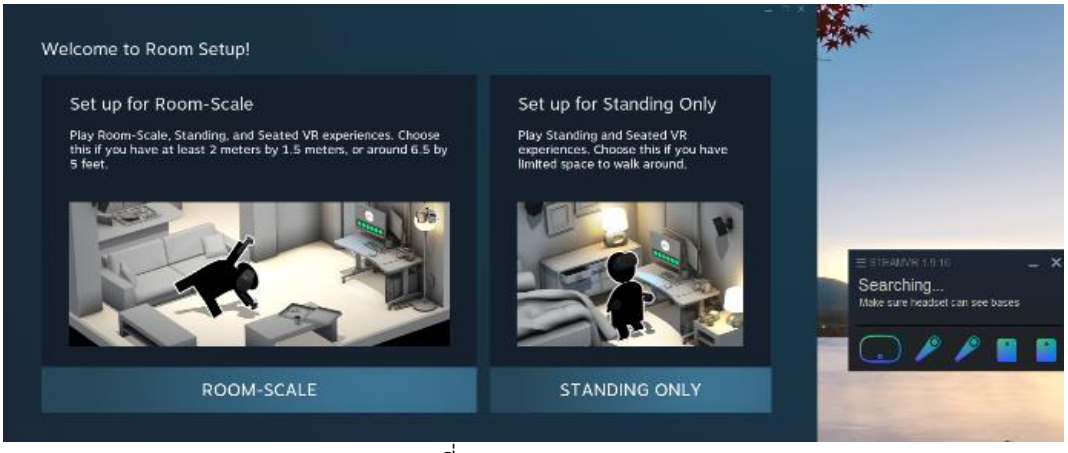
ภาพที่ 124 สร้าง Widget ใน Blueprint

4. กำหนด Widget Class ให้เป็น Widget ที่ต้องการ



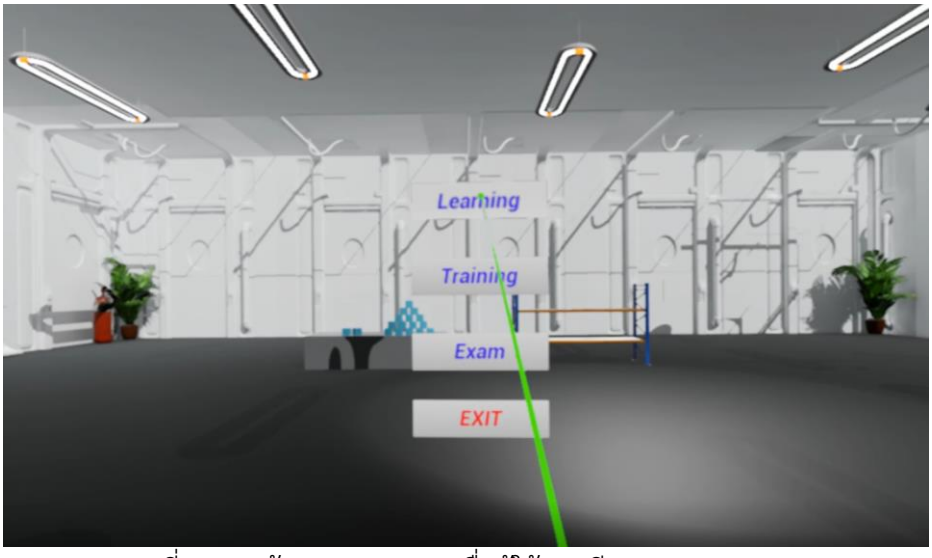
ภาพที่ 125 กำหนด Widget Class

8.11 คู่มือการใช้งาน



ภาพที่ 126 room set up

ให้ผู้ใช้งานเปิด SteamVR เพื่อทำการ Set up base stations

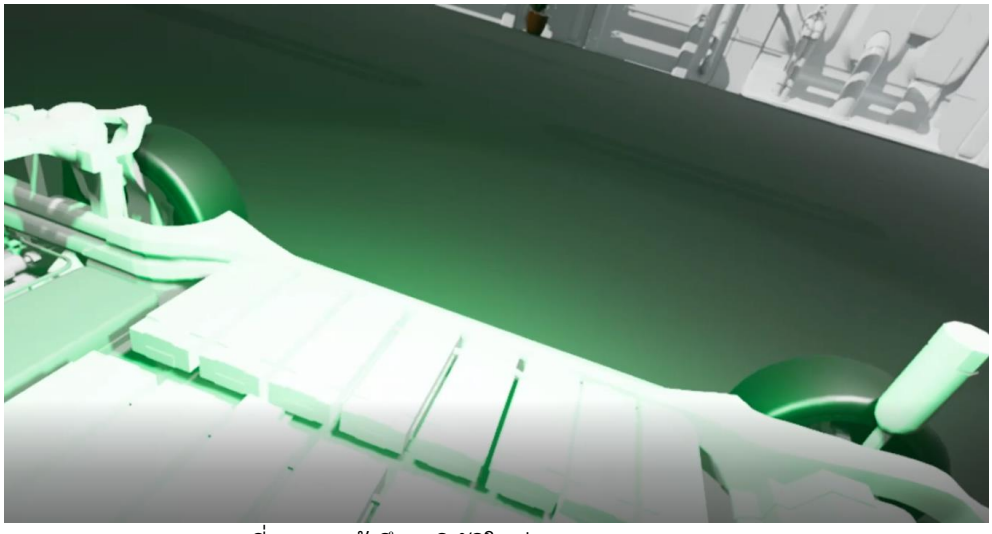


ภาพที่ 127 หน้า Main Manu เมื่อผู้ใช้งานเรียกจาก Controller

ให้ผู้ใช้งานเปิดโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้าเสมือนจริงด้วยระบบ VR (EVAT VR) และทำการกดปุ่มบน Controller เพื่อทำการเรียกหน้า Main Manu ขึ้นมาและทำการฝึกปฏิบัติในลำดับถัดไป

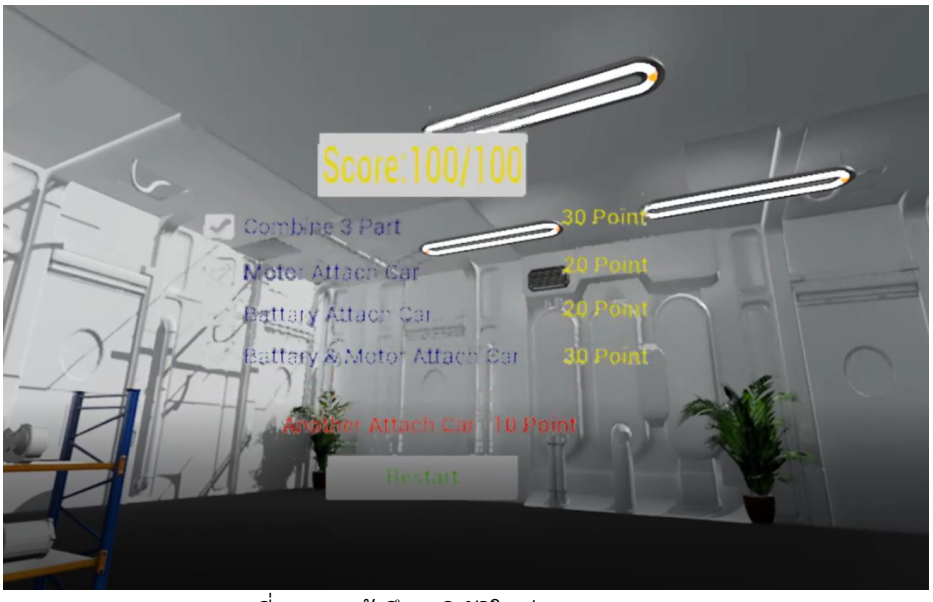
ภาพที่ 128 บทฝึกปฏิบัติใน Manu Learning

ผู้ใช้งานเข้า Manu Learning เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับตัวโมเดลอะไหล่รถยนต์ EV ต่างๆ ว่าอะไหล่ในแต่ละตัวมีคุณสมบัติอย่างไร ก่อนที่จะเข้าส่วนของการ Training



ภาพที่ 129 หน้าฝึกปฏิบัติในส่วนของ Manu Training

เมื่อผู้ใช้งานได้เรียนรู้แล้วว่าโมเดลอะไหล่รถยนต์แต่ละตัวมีคุณสมบัติอย่างไร ต่อมาให้ผู้ใช้งานทำการเข้าในส่วนของ Manu Training เพื่อทำการประกอบอะไหล่รถยนต์ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ให้



ภาพที่ 130 หน้าฝึกปฏิบัติในส่วน Manu Exam

เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่เมนู Exam ผู้ใช้งานจะต้องต้องทำการทดสอบปรกอบรถยนต์ไฟฟ้า เพื่อวัดผลว่าผู้ใช้งานนั้นทราบและเข้าใจในโปรแกรมฝึกปฏิบัติการประกอบรถยนต์ไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด