

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง

SPEED CONTROL SYSTEM FOR A CAR MODEL



H006592



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 06592
วัน, เดือน, ปี..... 27 ก.พ. 2555

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง
SPEED CONTROL SYSTEM FOR A CAR MODEL



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับทำประโยชน์เพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPEED CONTROL SYSTEM FOR A CAR MODEL



**A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2011

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2553


คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง
SPEED CONTROL SYSTEM FOR A CAR MODEL

ผู้จัดทำ

1. นายปภาณ เจริญพร รหัสนักศึกษา 50070018
2. นางสาวอรุณี วิสุทธิโชติกร รหัสนักศึกษา 50070070


.....อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ (ผศ.ดร. โอปาร์ ไม้วงศ์วิรัตน์) ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการ ระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง
นักศึกษา นายปภาน เจริญพร รหัสนักศึกษา 50070018
นางสาวอรุณี วิสุทธิโชติกร รหัสนักศึกษา 50070070
ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2553
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. โอฬาร วงศ์วิรัตน์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการพัฒนา ระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง เพื่อให้สามารถวิเคราะห์สั่งการและควบคุมความเร็วมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนรถยนต์ ซึ่งถูกจำลองขึ้นด้วยระบบฝังตัวได้ โดยการติดตั้งตัวตรวจจับคลื่นอัลตราโซนิค (Ultrasonic sensor) ที่บริเวณด้านหน้าของรถยนต์จำลองเพื่อหาระยะห่างของวัตถุที่อยู่ข้างหน้ารถ แล้วนำมาประมวลผลเพื่อควบคุมความเร็วของมอเตอร์ในการขับเคลื่อนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการชนกันกับวัตถุที่ตรวจจับได้ โดยระบบสามารถวิเคราะห์และตัดสินใจหยุดการขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อให้รถหยุดการเคลื่อนที่ได้ หากระยะห่างในการตรวจจับเป็นระยะวิกฤติที่จะทำให้เกิดการชนกันกับวัตถุโดยไม่ต้องรอคำสั่งจากผู้ใช้งาน ระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลองนี้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา (Java) และใช้ชุดทดลองเลโกมายสตอร์มเอ็นเอ็กซ์ที (LEGO Mindstorms NXT) เป็นฮาร์ดแวร์ในการจัดสร้างรถยนต์จำลอง แนวคิดของการพัฒนาระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์กับรถยนต์ในอนาคตให้สามารถควบคุมความเร็วได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยให้การขับขี่รถยนต์บนท้องถนนมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Speed Control System for A Car Model		
Student	Mr. Paphan Jarearnporn	Student ID	50070018
	Miss. Urawee Visuttichotikorn	Student ID	50070070
Degree	Bachelor of Science		
Program	Information Technology		
Year	2010		
Advisor	Asst. Prof. Dr. Olarn Wongwirat		

ABSTRACT

This bachelor dissertation proposes a development of speed control system for a car model. The system can analyze, command, and control the motor speed used to drive the car that is modeled by an embedded system. The system uses an ultrasonic sensor installed at the front of car to measure the distance of object ahead. The measured data is used to verify the appropriate speed of motor for driving control and collision avoidance with the detected object. In case of critical distance that could make the car to collide with the object can be detected, the system can analyze and decide to stop the motor and car motion with no waiting from the driver command. The speed control system for a car model is developed by using Java language, and LEGO Mindstorms NXT development kit is used as the hardware of car model. The idea of this system development can be applied to control the speed of car automatically in the future and could assist driving cars on the road safer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ผศ.ดร.โอฬาร วงศ์วิรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำ ในการทำงาน ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างดี เสมอมา

ขอกราบพระคุณคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้อง คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจ เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้โอกาสศึกษาอย่างเต็มที่ และคอยให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนในทุก ๆ เรื่องเสมอมา จนทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากปริญญาบัตรฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปภาณ เจริญพร
อูรวี วิสุทธิโชติกร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตการพัฒนากระบวนการ.....	1
1.4 หลักการและเหตุผล.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทฤษฎีการทำงานระบบควบคุมความเร็ว.....	3
2.1.1 การเคลื่อนที่.....	3
2.1.1.1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน.....	3
2.1.1.2 สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ.....	6
2.1.2 องค์ประกอบสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ.....	6
2.1.2.1 แรง.....	6
2.1.2.2 แรงเสียดทาน.....	7
2.1.2.3 ความเฉื่อย.....	9
2.1.2.4 มวล.....	9
2.1.2.5 น้ำหนัก.....	9
2.1.3 การหมุน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม.....	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 อัลกอริทึมในการทำงาน.....	14
2.2.1 เงื่อนไขของสภาพแวดล้อมที่ระบบจะต้องตรวจจับ.....	14
2.2.2 แนวทางการประมวลผล.....	15
2.2.3 อัลกอริทึมในการคำนวณ.....	17
2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	18
2.3.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	19
2.3.1.1 เอ็นเด็กซ์ที (NXT Intelligent Brick).....	19
2.3.1.2 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor).....	21
2.3.1.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor).....	22
2.3.1.4 อุปกรณ์ต่อเติม.....	26
2.3.2 ซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	26
บทที่ 3 การวิเคราะห์ และออกแบบระบบ.....	28
3.1 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ขับขีรถยนต์.....	28
3.1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ขับขีรถยนต์.....	28
3.1.2 วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหา.....	28
3.2 ความต้องการของระบบ.....	28
3.2.1 ความต้องการที่เป็นฟังก์ชันการทำงาน (Functional Requirement).....	28
3.2.2 ความต้องการที่ไม่เป็นฟังก์ชันการทำงาน (Non – Functional Requirement).....	29
3.3 การออกแบบระบบ.....	29
3.3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram).....	29
3.3.1.1 แอคเตอร์ (Actor).....	29
3.3.1.2 ยูสเคส (Use Case).....	29
3.3.2 รายละเอียดยูสเคส (Use Case Description).....	31
3.3.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram).....	36
3.3.3.1 Check Distance.....	36
3.3.3.2 Calculate Velocity.....	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.3.3 Calculate Time.....	38
3.3.3.4 Move Control.....	39
3.3.3.5 Brake Control.....	39
3.3.4 แผนภาพคลาส (Class Diagram).....	40
3.3.4.1 Ultrasonic Sensor.....	40
3.3.4.2 NXT.....	40
3.3.4.3 Motor.....	41
3.3.5 แผนภาพลำดับการทำงาน (Sequence Diagram).....	41
3.3.5.1 Check Distance.....	41
3.3.5.2 Calculate Velocity.....	42
3.3.5.3 Calculate Time.....	43
3.3.5.4 Move Control.....	44
3.3.5.5 Brake Control.....	46
3.3.6 แผนภาพปฏิสัมพันธ์ (Collaboration Diagram).....	47
3.3.6.1 Check Distance.....	47
3.3.6.2 Calculate Velocity.....	47
3.3.6.3 Calculate Time.....	48
3.3.6.4 Move Control.....	49
3.3.6.5 Brake Control.....	50
3.3.7 แผนภาพสถานะ (State Chart Diagram).....	50
3.3.7.1 Normal Running.....	50
3.3.7.2 Calculation Velocity Running.....	51
3.3.7.3 Calculation Velocity Braking.....	51
3.3.7.4 Calculate Time Running.....	52
3.3.7.5 Calculation Time Braking.....	52
3.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์.....	53

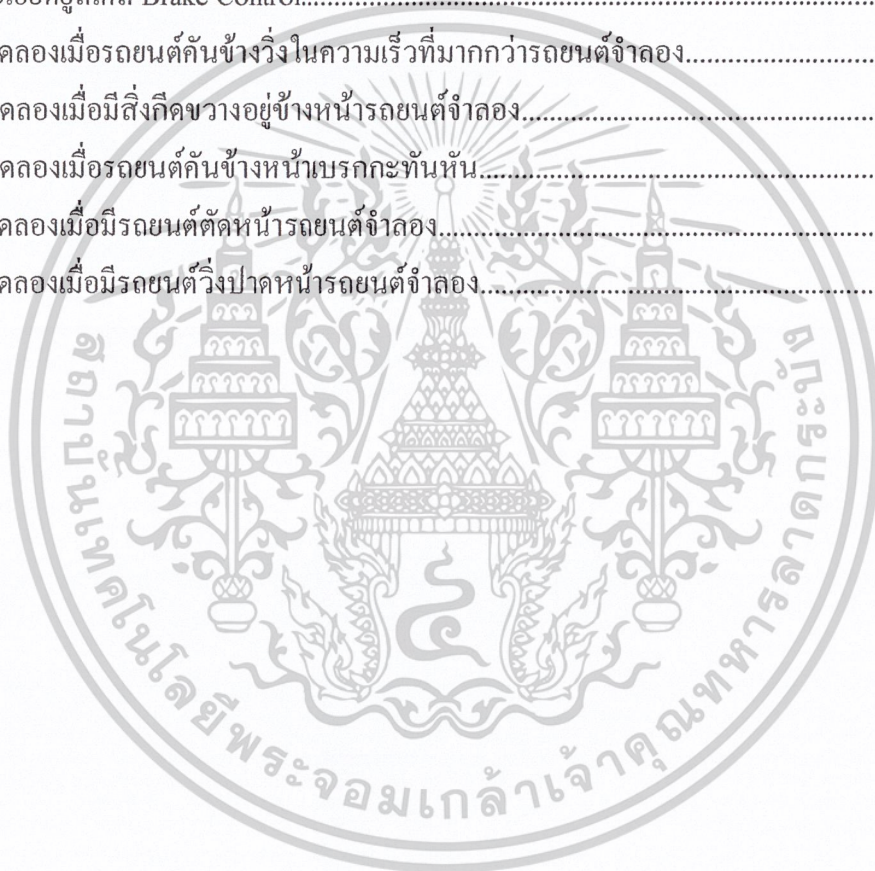
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์ผล.....	54
4.1 การทดลองเมื่อรถยนต์คันหน้าวิ่งในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง.....	54
4.2 การทดลองเมื่อรถยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์จำลอง.....	56
4.3 การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน.....	59
4.4 การทดลองเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้ารถยนต์จำลอง.....	62
4.5 การทดลองเมื่อมีรถยนต์วิ่งปาดหน้ารถยนต์จำลอง.....	65
บทที่ 5 สรุปผลโครงการและข้อเสนอแนะ.....	67
5.1 สรุปผลโครงการ.....	67
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	67
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	68
บรรณานุกรม	69
ภาคผนวก.....	70
ภาคผนวก ก. คู่มือการติดตั้งชุดทดลอง LEGO Mindstorms NXT.....	71
ภาคผนวก ข. คู่มือการคู่มือการบังคับรถยนต์จำลอง.....	92
ประวัติผู้เขียน.....	97

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 รายละเอียดยูสเคส Check Distance.....	35
3.2 รายละเอียดยูสเคส Calculate Velocity.....	36
3.3 รายละเอียดยูสเคส Calculate Time.....	37
3.4 รายละเอียดยูสเคส Move Control.....	38
3.5 รายละเอียดยูสเคส Brake Control.....	39
4.1 การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างวิ่งในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง.....	59
4.2 การทดลองเมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์จำลอง.....	62
4.3 การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน.....	64
4.4 การทดลองเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้ารถยนต์จำลอง.....	67
4.5 การทดลองเมื่อมีรถยนต์วิ่งปาดหน้ารถยนต์จำลอง.....	69



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปความสัมพันธ์ของแรงที่กระทำกับสภาพของวัตถุตามกฎ ข้อที่ 1 ของนิวตัน.....	4
2.2 รูปแสดงแรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยาที่กระทำระหว่างคนและโลก เมื่อคนยืนอยู่บนผิวโลก.....	6
2.3 รูปการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่ไปตามแนวความเร่ง.....	7
2.4 รูปแรงเสียดทาน.....	7
2.5 รูปผิวสัมผัสที่เรียบ.....	8
2.6 รูปผิวสัมผัสที่ขรุขระ.....	8
2.7 รูปการหมุนของแท่งวัตถุแกนหมุน zz'	10
2.8 รูปการหมุนหนังสือ 90° สองครั้งก็ไม่เหมือนกัน.....	11
2.9 รูปแผ่นกลมในระนาบ xy หมุนรอบแกน z ด้วยความเร็วเชิงมุม ω	11
2.10 รูปแสดงการเปรียบเทียบสมการเคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่และแบบหมุน.....	13
2.11 รูปตารางรายละเอียดของมอเตอร์.....	15
2.12 รูปแผนผังงานแสดงการทำงานของระบบ.....	17
2.13 รูปเอ็นเอ็กซ์ที (NXT Intelligent Brick).....	19
2.14 รูปแสดงส่วนประกอบของเอ็นเอ็กซ์ที (NXT Intelligent Brick).....	20
2.15 รูปอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor).....	21
2.16 รูปแสดงการใช้งานอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor).....	21
2.17 รูปเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor).....	22
2.18 รูปแสดงการใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor).....	22
2.19 รูปแสดงให้เห็นองค์ประกอบและโครงสร้างภายในมอเตอร์เอ็นเอ็กซ์ที.....	22
2.20 รูปกราฟแสดงการเปรียบเทียบความเร็วรอบหมุนกับระดับพลังงานมอเตอร์.....	23
2.21 รูปกราฟแสดงพลังงานกลกับแรงบิด.....	24
2.22 รูปกราฟแสดงความเร็วรอบหมุนกับแรงบิด.....	24
2.23 รูปกราฟแสดงประสิทธิภาพของมอเตอร์กับแรงบิด.....	25
2.24 รูปกราฟแสดงอัตราการไหลของกระแสไฟกับแรงบิด.....	25
2.25 รูปอุปกรณ์เพิ่มเติม.....	26
2.26 รูปแสดงองค์ประกอบของโปรแกรมเน็ทบินไอดีอี (Netbeans IDE).....	27
3.1 รูปแผนภาพยูสเคสของระบบ.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.2 รูปแผนภาพกิจกรรม Check Distance.....	36
3.3 รูปแผนภาพกิจกรรม Calculate Velocity.....	37
3.4 รูปแผนภาพกิจกรรม Calculate Time.....	38
3.5 รูปแผนภาพกิจกรรม Move Control.....	39
3.6 รูปแผนภาพกิจกรรม Brake Control.....	39
3.7 รูปแผนภาพคลาส.....	40
3.8 รูปแผนภาพลำดับการทำงาน Check Distance.....	41
3.9 รูปแผนภาพลำดับการทำงาน Calculate Velocity.....	42
3.10 รูปแผนภาพลำดับการทำงาน Calculate Time.....	43
3.11 รูปแผนภาพลำดับการทำงาน Move Control.....	44
3.12 รูปแผนภาพลำดับการทำงาน Brake Control.....	46
3.13 รูปแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Check Distance.....	47
3.14 รูปแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Calculate Velocity.....	47
3.15 รูปแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Calculate Time.....	48
3.16 รูปแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Move Control.....	49
3.17 รูปแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Brake Control.....	50
3.18 รูปแผนภาพสถานะ Normal Running.....	50
3.19 รูปแผนภาพสถานะ Calculate Velocity Running.....	51
3.20 รูปแผนภาพสถานะ Calculate Velocity Braking.....	51
3.21 รูปแผนภาพสถานะ Calculate Time Running.....	52
3.22 รูปแผนภาพสถานะ Calculate Time Braking.....	52
3.23 รูปโครงสร้างฮาร์ดแวร์ด้านข้างตัวรถจำลอง.....	53
3.24 รูปโครงสร้างฮาร์ดแวร์ด้านบนตัวรถจำลอง.....	53
4.1 รูปรถยนต์จำลองทำการวิ่งตามปกติ.....	54
4.2 รูปรถยนต์จำลองทำการวิ่งตามปกติ (ต่อ).....	55
4.3 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง.....	55
4.4 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 รูปปรดยนต์จ้ลองท้การเบรก.....	57
4.6 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับปรดยนต์จ้ลอง.....	57
4.7 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง.....	58
4.8 รูปกราฟแสดงระยะเวลาที่เหลือ.....	58
4.9 รูปปรดยนต์จ้ลองเบรกได้ทันท้วงที่.....	59
4.10 รูปปรดยนต์จ้ลองเบรกได้ทันท้วงที่ (ต่อ).....	60
4.11 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับปรดยนต์จ้ลอง.....	60
4.12 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง.....	61
4.13 รูปกราฟแสดงระยะเวลาที่เหลือ.....	61
4.14 รูปปรดยนต์จ้ลองเบรกได้ทันท้วงที่.....	62
4.15 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับปรดยนต์จ้ลอง.....	63
4.16 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง.....	63
4.17 รูปกราฟแสดงระยะเวลาที่เหลือ.....	64
4.18 รูปปรดยนต์จ้ลองท้การวิ่งตามปกติ.....	65
4.19 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับปรดยนต์จ้ลอง.....	65
4.20 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง.....	66

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้การคมนาคมนั้นมีหลากหลายเส้นทาง โดยมีรถยนต์ใช้เส้นทางคมนาคมทางรถยนต์เป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นการเป็นผู้โดยสาร หรือผู้ขับขี่เอง เพราะสามารถเดินทางได้สะดวกและรวดเร็ว แต่การเดินทางบนท้องถนนกลับไม่ใช่ทางที่ปลอดภัยที่สุด ดังจะเห็นได้จากการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนที่เกิดขึ้นอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นจากการที่วัตถุหล่นลงมาจากรถคันข้างหน้า จากการเบรกกะทันหัน หรือจากการที่คน สัตว์ หรือรถยนต์วิ่งตัดหน้า จากอุบัติเหตุเหล่านี้ทำให้เห็นว่าการขับขี่นั้นต้องการการตัดสินใจและควบคุมความเร็วที่แม่นยำรวดเร็ว ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นข้อจำกัดของผู้ขับขี่

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในความปลอดภัยทั้งของผู้ใช้รถใช้ถนนและผู้ขับขี่ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์ขึ้น ซึ่งจำลองการทำงานโดยใช้ระบบฝังตัว โดยจะติดตั้งเซ็นเซอร์ (Sensor) สำหรับตรวจจับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อนำมาประมวลผลและวิเคราะห์สภาพเหตุการณ์ที่รถยนต์จำเป็นต้องชะลอความเร็ว หรือหยุดการวิ่ง โดยระบบจะสามารถตัดสินใจและควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ได้ โดยไม่ต้องรอคำสั่งจากผู้ใช้งาน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนนมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ (Sensor) และแอกทูเอเตอร์ (Actuator) ของระบบฝังตัว (Embedded System) สำหรับสร้างรถยนต์จำลอง
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์อุปกรณ์เซ็นเซอร์ของระบบฝังตัวในการตรวจจับการชนของรถยนต์จำลอง
3. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง โดยใช้ข้อมูลเซ็นเซอร์ที่ได้จากสภาพแวดล้อม

1.3 ขอบเขตของระบบ

1. ศึกษาและพัฒนาการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเซ็นเซอร์ และแอกทูเอเตอร์ต่างๆ
 2. พัฒนาระบบเพื่อใช้วิเคราะห์และสั่งการการควบคุมความเร็ว
 3. ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 หลักการและเหตุผล

ระบบควบคุมความเร็วนี้ ได้พัฒนาขึ้นเพื่อตรวจจับสภาพเหตุการณ์ฉุกเฉินบนท้องถนน เมื่อถึงภาวะขั้นขั้นที่ผู้ขับขี่จำเป็นต้องทำการเบรก แต่ไม่สามารถควบคุมการตัดสินใจได้ โดยระบบจะมีการใช้เซ็นเซอร์ (Sensor) ในการตรวจจับข้อมูลสภาพแวดล้อมต่างๆ และส่งข้อมูลเข้าสู่ เอ็นเอ็กซ์ที (NXT Intelligent Brick) เพื่อตรวจสอบและคำนวณค่าตามเงื่อนไข และส่งคำสั่งการทำงานไปยังมอเตอร์ (Motor) เพื่อควบคุมความเร็ว โดยระบบจะสามารถตัดสินใจหยุดการขับขี่ได้เอง โดยไม่ต้องรอคำสั่งจากผู้ใช้งาน ซึ่งทำให้บนท้องถนนมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีการเคลื่อนที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาแนวคิดในการพัฒนาระบบฝังตัว การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบฝังตัว รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบฝังตัว
3. ศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ
4. ออกแบบแอปพลิเคชันระบบฝังตัว “ระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง” โดยใช้ยูเอ็มแอล (UML) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแอปพลิเคชัน (Application)
5. ออกแบบฮาร์ดแวร์หุ่นยนต์ควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลองและสนามทดลอง
6. พัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมความเร็วของรถยนต์จำลอง
7. ทำการทดลองระบบภายใต้ขอบเขตความต้องการที่กำหนดและวิเคราะห์ผลการทดลอง
8. สรุปผลการทดลอง ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผู้จัดทำได้รับความรู้ทางการพัฒนาโปรแกรมติดต่อกับเซ็นเซอร์ (Sensor) และแอกทูเอเตอร์ (Actuator)
2. ผู้จัดทำได้รับความรู้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์การสั่งการการควบคุมความเร็ว
3. สามารถใช้เป็นระบบต้นแบบด้านความปลอดภัยในการควบคุมความเร็ว เพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับรถยนต์ในอนาคตได้
4. สามารถใช้เป็นระบบต้นแบบสำหรับผู้สนใจ เพื่อนำไปพัฒนาต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการทำงานระบบควบคุมความเร็ว

2.1.1 การเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ คือ การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งวัดโดยผู้สังเกตที่เป็นส่วนหนึ่ง ของกรอบอ้างอิง เมื่อปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) ได้เสนอกฎการเคลื่อนที่ของเขาในหนังสือ Principia โดยได้ศึกษาธรรมชาติของแรง ที่มีผลต่อสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และได้ตั้งกฎการเคลื่อนที่ 3 ข้อ เพื่ออธิบายถึงสภาพการเคลื่อนที่และการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของ วัตถุ (การเคลื่อนที่ : 2553)

2.1.1.1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

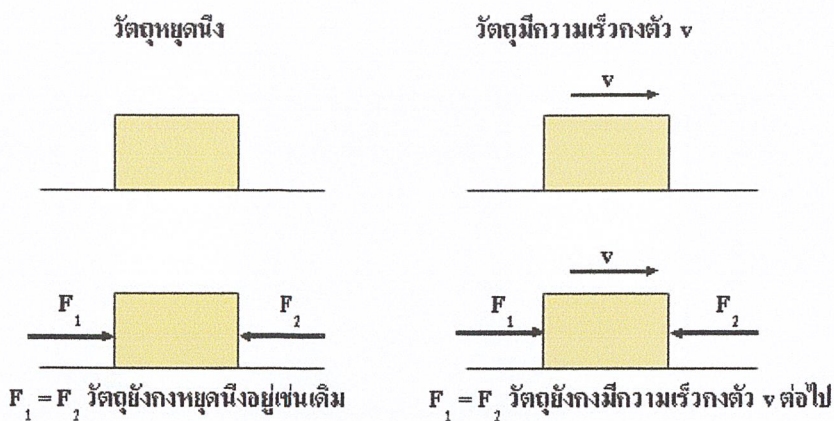
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

“วัตถุที่อยู่นิ่งจะคงสภาพนิ่งนั้น หรือวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงตัว ก็จะคงสภาพการเคลื่อนที่นั้นต่อไป ยกเว้นมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์มากระทำ”

ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน (ดังรูปที่ 2.7) ได้ให้ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุไว้ว่า ถ้ามีวัตถุวางนิ่งอยู่บนพื้นราบแล้วไม่มีแรงภายนอกอื่นมากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะยังคงหยุดนิ่งเช่นนั้นต่อไป หรือถ้าให้แรงสองแรงมากระทำต่อวัตถุ โดยแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากันและมีทิศทาง ตรงกันข้าม ซึ่งเป็นผลให้แรงลัพธ์เป็นศูนย์ จะพบว่าวัตถุจะยังคงสภาพหยุดนิ่งเช่นเดิมจึงสามารถสรุปได้ว่า “ถ้าไม่มีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ หรือแรงลัพธ์ที่มากระทำมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่” ถ้าวัตถุหยุดนิ่งก็จะหยุดนิ่งต่อไป ถ้ากำลังเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัว ($a = 0$) เป็นต้น โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ (2.1)

$$\sum \vec{F} = 0 \quad (2.1)$$

โดยที่ F คือแรงที่กระทำต่อวัตถุ



รูปที่ 2.1 รูปความสัมพันธ์ของแรงที่กระทำกับสภาพของวัตถุตามกฎ ข้อที่ 1 ของนิวตัน (สุนันทศักดิ์ ะวังวงศ์, 2553)

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “กฎความเฉื่อย” (Inertia Law) หมายความว่า วัตถุจะพยายามรักษาสภาพเดิมของมันเอาไว้ เช่น หยุดนิ่งก็จะพยายามรักษาสภาพเดิมเอาไว้ ถ้าเดิมเคลื่อนที่อยู่ด้วยความเร็วคงตัวเท่าใดก็จะพยายามรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวนั้นไว้ เป็นต้น แต่การที่วัตถุจะรักษาสภาพเดิมของมันไว้ได้คติน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุนั้น โดยวัตถุที่มีมวลมากจะรักษาสภาพการหยุดนิ่ง และการเคลื่อนที่ได้มากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย นั่นคือ ถ้าวัตถุที่มีมวลมากกำลังเคลื่อนที่จะทำให้หยุดได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

“แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับมวลคูณกับความเร่งของวัตถุ”

จากการศึกษาพบว่าวัตถุเมื่อถูกแรงภายนอกที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำและแรงภายนอกนั้นมีค่ามากพอ จะทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่จากเดิม เช่น ถ้าเดิมวัตถุหยุดนิ่งเมื่อถูกแรงภายนอกกระทำจะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่ หรือเดิมถ้าวัตถุเคลื่อนที่อยู่แล้วเมื่อถูกแรงภายนอกกระทำก็จะส่งผลให้ วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น หรือช้าลง หรือหยุดนิ่งก็ได้ เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่เดิมของวัตถุจะมากหรือน้อยจึงขึ้นกับปริมาณ ของแรงภายนอกที่มากระทำต่อวัตถุ และมวลของวัตถุ

นิวตันได้ให้ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุไว้ว่า “ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่” นั่นคือ ความเร็วของวัตถุอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงหรืออาจเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อน ที่เรียกว่า “วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง”

จากความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง สามารถสรุปเป็น "กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน" ได้ว่า "เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

ด้วยความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ" โดยมีความสัมพันธ์ตามสมการ (2.2)

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad (2.2)$$

โดยที่ $\Sigma \vec{F}$ คือแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)
 m คือมวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)
 \vec{a} คือความเร่งของวัตถุ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที² (m/s²)

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

“ทุกครั้งที่วัตถุที่ 2 อันมีแรงต่อกระทำต่อกัน แรงจกวัตถุอันที่หนึ่งกระทำต่อวัตถุอันที่สอง (แรงกิริยา) มีขนาดเท่ากับแรงจากวัตถุอันที่สองกระทำต่อวัตถุอันที่หนึ่ง (แรงปฏิกิริยา) แต่แรงทั้งสองนี้มีทิศทางตรงข้ามกัน”

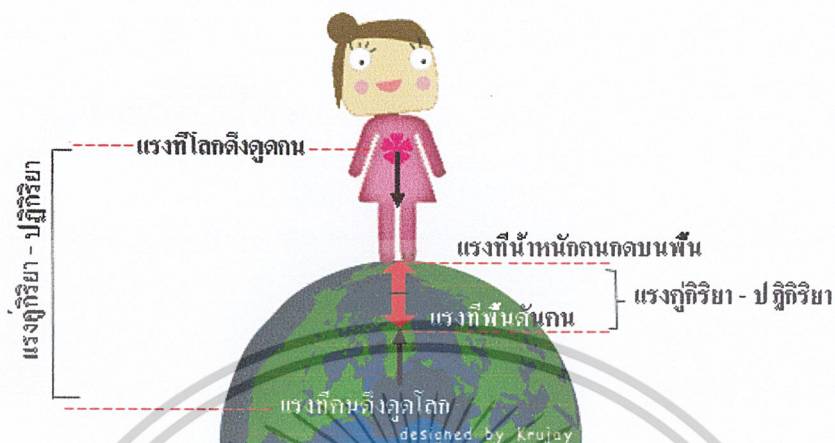
ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 และ 2 ของนิวตันเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุ นอกจากนี้นิวตันยังพบว่าในขณะที่มีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะออกแรงโต้ตอบแรงที่มากระทำนั้นโดยทันทีทันใด เช่น ถ้าเราขึ้นบนสเกตบอร์ดหันหน้าเข้าหาผนังแล้วออกแรงผลักฝาผนัง เราจะเคลื่อนที่ออกจากฝาผนัง การที่เราสามารถเคลื่อนที่ได้แสดงว่าต้องมีแรงจากฝาผนังกระทำต่อเรา ถ้าเราผลักฝาผนังด้วยขนาดแรงมากขึ้น แรงที่ฝาผนังกระทำกับเราก็มักขึ้นตามไปด้วย โดยเราจะเคลื่อนที่ออกห่างจากผนังเร็วขึ้น หรือเมื่อเราออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริง เราจะมีความรู้สึกว่าเครื่องชั่งสปริงก็ดึงมือเราด้วย และถ้าเราดึงเครื่องชั่งสปริงด้วยแรงมากเท่าใด เครื่องชั่งสปริงก็จะดึงเรากลับด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากับแรงที่เราดึงแต่มีทิศตรงกันข้าม เป็นต้น เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงกันข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ เราเรียกแรงที่มากระทำต่อวัตถุว่า “แรงกิริยา” (Action Force) และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบแรงที่มากระทำว่า “แรงปฏิกิริยา” (Reaction Force) และแรงทั้งสองนี้รวมเรียกว่า “แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยา” (Action–Reaction Pair) ดังรูปที่ 2.8

จากการศึกษาพบว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้ามเสมอ นิวตันได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไว้เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ซึ่งมีใจความว่า “ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศตรงกันข้ามเสมอ” ตามความสัมพันธ์ดังสมการ (2.3)

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ F_{12} คือแรงที่กระทำต่อวัตถุก้อนที่ 1 โดยวัตถุก้อนที่ 2
 F_{21} คือแรงที่กระทำต่อวัตถุก้อนที่ 2 โดยวัตถุก้อนที่ 1 เป็นแรงปฏิกิริยาของ F_{12}



รูปที่ 2.2 รูปแสดงแรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยาที่กระทำระหว่างคนและโลก เมื่อคนยืนอยู่บนผิวโลก (สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์, 2553)

จากรูปที่ 2.8 สามารถสรุปได้ว่า

1. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะเกิดพร้อมกันเสมอ
2. แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยาเป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุคนละวัตถุกัน ดังนั้นแรงคู่นี้จึงรวมกันไม่ได้
3. แรงคู่กิริยา - ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ทั้งกรณีที่วัตถุสัมผัสกันหรือไม่สัมผัสกันก็ได้

(สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์, 2553)

2.1.1.2 สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

สภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. สภาพการเคลื่อนที่คงเดิม หมายถึง อาการที่วัตถุอยู่นิ่งหรือมีความเร็วคงที่ เช่น นักเรียนคนหนึ่งยืนอยู่หนึ่ง ๆ บนพื้น เป็นต้น
2. สภาพการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลง หมายถึงอาการที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เช่น นักเรียนคนหนึ่งกำลังออกวิ่ง รถยนต์กำลังเบรกกะทันหัน เป็นต้น

2.1.2 องค์ประกอบสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ

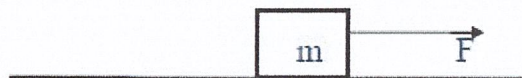
2.1.2.1 แรง

ในชีวิตประจำวัน ทุกคนออกแรงกระทำต่อวัตถุต่างๆกัน เช่น ดันประตู ทิวกระเป่า ยกหนังสือ เข็นรถ เป็นต้น การออกแรงดังกล่าวจะบอกขนาดของแรงว่ามากหรือน้อย มักใช้ความรู้สึกเข้าช่วย เช่น รู้สึกว่ายกหนังสือออกแรงน้อยกว่าเข็นรถ เป็นต้น การบอกขนาดของแรงดังกล่าวจะ

ได้ข้อมูลไม่เที่ยงตรง ส่วนการบอกขนาดของแรงในทางฟิสิกส์นั้นจะบอกจากผลของแรง ได้แก่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มวลวัตถุ และการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพราะแรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้ (โดยกำหนดให้ขนาดของแรง 1 นิวตัน คือขนาดแรงที่ทำให้มวล 1 กิโลกรัมเคลื่อนที่ไปตามแนว แรงด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที²)



รูปที่ 2.3 รูปการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่ไปตามแนวความเร่ง (สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์. 2553)

จากรูปที่ 2.9 ถ้าวัตถุมีมวลขนาด 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปตามแนวแรงด้วยความเร่ง 1 เมตร/วินาที² แรง F ที่ดึงวัตถุนั้นจะมีขนาดเท่ากับ 1 นิวตัน แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาด และทิศทาง หน่วยของแรงตามระบบ SI คือ นิวตัน (N) และแรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้

2.1.2.2 แรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (Friction) หมายถึง แรงที่ต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยเกิดขึ้นระหว่างผิว สัมผัสของวัตถุกับผิวของพื้น แรงเสียดทานมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ



รูปที่ 2.4 รูปแรงเสียดทาน (สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์. 2553)

• ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

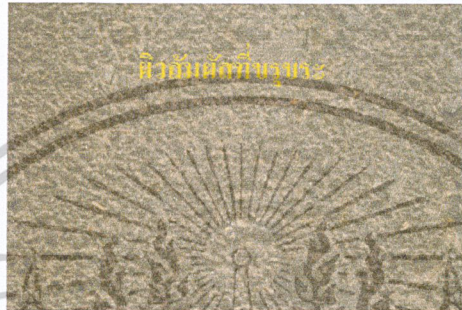
- มวลของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะกดทับลง บนพื้นผิวมาก จะมีแรงเสียดทานมากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยซึ่งจะกดทับลงบนพื้นผิวน้อย เช่น การวิ่งของนักกีฬา คนที่มีมวลมากจะมีแรงเสียดทานมากกว่าคนที่มวลน้อย

- ลักษณะผิวสัมผัส ผิวสัมผัสที่เรียบจะเกิดแรงเสียดทานน้อยกว่าผิวสัมผัสที่ขรุขระดังรูปที่ 2.11 และ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 รูปผิวสัมผัสที่เรียบ (สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์. 2553)



รูปที่ 2.6 รูปผิวสัมผัสที่ขรุขระ (สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์. 2553)

- ชนิดของวัตถุ ยางมีแรงเสียดทาน มากกว่าไม้

• ประเภทของแรงเสียดทาน

จำแนกประเภทของแรงเสียดทานตามลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ 2 ประเภท คือ

- แรงเสียดทานสถิต (Static Friction)

แรงเสียดทานสถิต คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ (อยู่นิ่ง) จนกระทั่งวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เช่น ออกแรงผลักครกแล้วครกยังอยู่นิ่ง เป็นต้น

- แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction)

แรงเสียดทานจลน์ คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เช่น การกลิ้งของวัตถุ การลื่นไถลของวัตถุและการไหลของวัตถุ เป็นต้น

แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นนี้จะเท่ากับแรงที่มากกระทำ ซึ่งค่าของแรงเสียดทานจลน์จะน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตเสมอ สำหรับผิวสัมผัสเดียวกัน

• สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (Coefficient of Friction)

สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน เป็นค่าตัวเลขที่แสดงถึงการเกิดแรงเสียดทานขึ้นระหว่าง

ผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชนิด ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยตัวอักษร μ (มิว) (สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (\mu)} = \frac{\text{แรงที่ดึงให้วัตถุเคลื่อนที่}}{\text{แรงที่กดทับลงบนผิวสัมผัส}} \quad (2.4)$$

2.1.2.3 ความเฉื่อย

ถ้าเราพยายามจะเปลี่ยนการเคลื่อนที่ของวัตถุใดๆก็ตาม วัตถุนั้นก็จะต่อต้านการเปลี่ยนสภาพนี้ การต่อต้านของวัตถุที่จะเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่นี้ เรียกว่า “ความเฉื่อย” (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสานวิทยาเขตสกลนคร. 2553)

2.1.2.4 มวล

มวล คือปริมาณของวัตถุที่ต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ มวลเป็นปริมาณสเกลาร์ (Scalar) มีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัม (kg) มวลเป็นปริมาณที่ทำให้ความเฉื่อยมีค่าเป็นตัวเลขได้ วัตถุที่มีมวลมากกว่า จะทำให้ เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยกว่าภายใต้แรงกระทำที่เท่ากัน มวลเป็นสมบัติของวัตถุที่ไม่ขึ้นกับสิ่งแวดล้อมและวิธีการใดๆก็ตามที่ใช้วัดมวลนั้น เราสามารถที่จะวัดมวลได้โดยการให้แรงกระทำเดียวกันกับวัตถุสองอัน ผลจากแรงนี้สมมติว่ามวล m_1 มีความเร่งขนาด a_1 และมวล m_2 มีความเร่งขนาด a_2 จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$\begin{aligned} F &= m_1 a_1 = m_2 a_2 \\ \frac{m_1}{m_2} &= \frac{a_2}{a_1} \end{aligned} \quad (2.5)$$

ถ้า m_2 เป็นมวลมาตรฐานในระบบ SI กล่าวคือ $m_2 = 1.0 \text{ kg}$ = เราจะหาค่า m_1 ได้ (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสานวิทยาเขตสกลนคร. 2553)

2.1.2.5 น้ำหนัก

น้ำหนักนั้นแตกต่างจากมวล น้ำหนักของวัตถุมีค่าเท่ากับแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุ และมีค่าเปลี่ยนไปตามตำแหน่งของวัตถุ ถ้าวัตถุมวล m อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วงของโลกซึ่งมีความเร่งขนาด g จะมีน้ำหนัก (w) ดังสมการ (2.6)

$$w = mg \quad (2.6)$$

เนื่องจากน้ำหนักนั้นขึ้นอยู่กับค่า g ซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งและสภาพภูมิประเทศ แต่

โดยปกติแล้วถ้าวัตถุอยู่ในโลกจากผิวโลกมากนัก เราจะคิดค่า g มีค่าเฉลี่ยเป็น $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ แต่ถ้าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุอยู่ห่างไกลจากผิวโลกมาก น้ำหนักของวัตถุจะมีค่าดังสมการ (2.7)

$$w = mg = \frac{GMm}{(r+R)^2} \quad (2.7)$$

โดยที่ G คือค่าคงโน้มถ่วงสากล มีค่าเท่ากับ $6.67259 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

M คือค่ามวลของโลก

R คือรัศมีของโลก

r คือระยะห่างระหว่างวัตถุกับผิวโลก

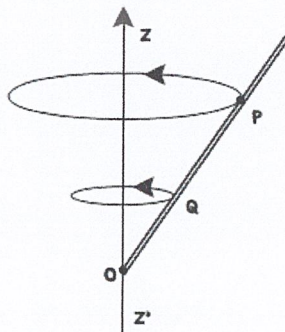
จากสมการ (2.7) จะได้

$$g = \frac{GM}{(r+R)^2} \quad (2.8)$$

นั่นคือค่า g เปลี่ยนไปตามความสูงจากผิวโลก (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร. 2553)

2.1.3 การหมุน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม

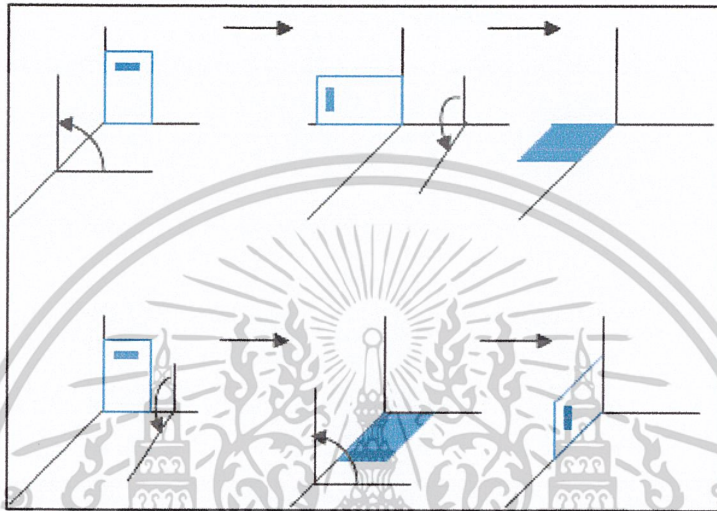
การหมุนดังกล่าวของการหมุนของแท่งวัตถุรอบแกนหมุนแกนหนึ่งซึ่งผ่านจุดปลายของแท่ง หมายถึง ส่วนต่างๆ ของแท่งวัตถุต่างเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบแกนหมุน โดยมีระยะห่างจากแกนหมุนเท่าเดิม เช่น การเคลื่อนที่ของจุด A และ B บนแท่งที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมไปรอบแกนหมุนและครบรอบพร้อมกัน เป็นต้นหากการหมุนเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และ T เป็นเวลาครบรอบ อัตราเร็วเชิงมุมของการหมุน (ω) คือ $\omega = 2\pi / T$ โดยปกติหน่วยของ ω คือ เรเดียนต่อวินาที (radian/second, rad/s) สังเกตได้ว่าจุด O ซึ่งอยู่บนแกนหมุนจะไม่เคลื่อนที่ ω เป็นขนาดของปริมาณเวกเตอร์ความเร็วเชิงมุม หลักสากลนิยมถือว่า ทิศของแกนหมุนที่เป็นไปตามกฎไขควงมือขวา เป็นทิศของ ω นั่นคือ เมื่อกำมือขวาให้นิ้วชี้ถึงนิ้วก้อยโค้งไปตามการหมุน หัวแม่มือที่ตั้งขึ้นจะชี้ไปทางทิศของความเร็วเชิงมุม ซึ่งในรูปเป็นทิศจาก Z' ไปทาง Z ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.7 รูปการหมุนของแท่งวัตถุแกนหมุน zz' (การหมุน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม).

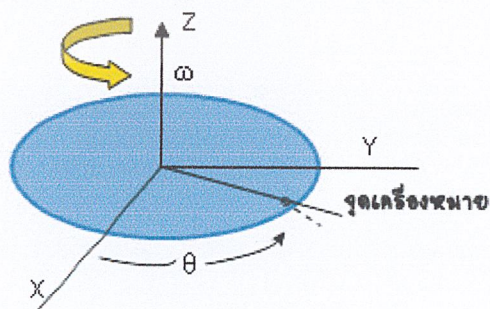
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับมุมทั้งหมดของการหมุนที่มีค่าหนึ่งๆ จะมีปัญหาหากนับเป็นปริมาณเวกเตอร์ เนื่องจากว่าการหมุนสองครั้งรอบสองแกนเมื่อสลับลำดับกันจะได้ผลไม่เหมือนกัน เช่น การหมุนหนังสือรอบแกน x ไป 90° แล้วตามด้วยการหมุนรอบแกน y ไป 90° ได้ผลไม่เหมือนการหมุนรอบแกน y ก่อนแล้วตามด้วยการหมุนรอบแกน x ดังรูปที่ 2.14 แสดงว่าการหมุนสองครั้งไม่เข้าไปตามหลักของการบวกเวกเตอร์ ซึ่งควรสลับลำดับกันได้



รูปที่ 2.8 รูปการหมุนหนังสือ 90° สองครั้งก็ไม่เหมือนกัน (การหมุน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม. 2553)

อย่างไรก็ตาม หากเราจะจำกัดการหมุนรอบแกนใดแกนหนึ่งที่แน่นอน คือ ไม่เปลี่ยนทิศของแกนหมุนในช่วงแรกของการศึกษานี้ (ในทำนองเดียวกับการศึกษาการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงก่อน) เช่น การหมุนรอบแกน Z ซึ่งคงที่ ดังเช่น การหมุนของแผ่นกลมบางรอบแกนผ่านจุดศูนย์กลางดังรูปที่ 2.15 ซึ่งก็คือ การหมุนของกระบอกตันบางรอบแกนของทรงกระบอกเอง (Body Axis ของทรงกระบอก)



รูปที่ 2.9 รูปแผ่นกลมในระนาบ xy หมุนรอบแกน z ด้วยความเร็วเชิงมุม ω (การหมุน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวัตถุแข็งเกร็งดังภาพ 3 วางในระนาบ xy หมุนรอบแกนที่ตั้งฉากกับระนาบที่จุดศูนย์กลาง (หมุนรอบแกน Z) ด้วยความเร็วเชิงมุม ω เช่น $\omega = 0.5$ เรเดียนต่อวินาที หมายถึง มุมที่จุดเครื่องหมายที่เคลื่อนที่ไปจากแกน x ในการหมุนเป็นมุม 0.5 เรเดียนในเวลาหนึ่งวินาที ค่าความเร็วเชิงมุมในที่นี้จึงอาจหมายถึง ค่าความเร็วเชิงมุมเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ในช่วงเวลา โดยที่

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (2.9)$$

เมื่อ ω เป็นความเร็วเชิงมุมของวัตถุที่หมุนรอบแกนหมุนมีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที (rad/s)

$\Delta\theta$ เป็นมุมที่วัตถุกวาดไปในช่วงเวลา Δt ปกติมีหน่วยเป็นเรเดียนในการเคลื่อนที่แบบหมุนของวัตถุโดยทั่วไปแกนหมุนอาจ เปลี่ยนทิศได้ และมีปัญหาในการที่จะนับว่ามุม $\Delta\theta$ เป็นปริมาณเวกเตอร์ดังได้กล่าวมาแล้ว แต่การหมุนโดยไม่มีการเปลี่ยนทิศของแกนหมุน $\Delta\theta$ เป็นปริมาณเพิ่มหรือลดและไม่มีปัญหาที่จะนับเป็นเวกเตอร์ ซึ่งอาจเรียกว่า การกระจัดเชิงมุม ทิศของการกระจัดหาได้จาก การใช้กฎไขว้มือขวาเช่นเดียวกับทิศของ ω อย่างไรก็ตามไม่นิยมเขียนเครื่องหมายเวกเตอร์เหนือค่ามุม ใช้เพียงค่าบวกลบแสดงทิศคล้ายการเคลื่อนที่บนเส้นตรง (การหมุนความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม. 2553)

ความเร็วเชิงมุมขณะใดขณะหนึ่งหาได้จากสมการ

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \quad (2.10)$$

ในการหมุนของวัตถุดังกล่าว วัตถุอาจจะหมุน โดยมีความเร็วเชิงมุมไม่คงตัว กล่าวได้ว่ามีความเร่งเชิงมุม (α) ซึ่งหมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วเชิงมุม ซึ่งหาได้จากสมการ

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \quad (2.11)$$

และความเร่งเชิงมุมขณะใดขณะหนึ่งคือ

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \quad (2.12)$$

ถ้าการหมุนของวัตถุมีความเร็วเชิงมุมต้นที่เวลา $t=0$ เป็น ω ที่เวลา t ใดๆ มี $\Delta t = t - 0 = t$ มีความเร็วเชิงมุม ω ในช่วงเวลานั้นความเร่งเชิงมุมคงที่เท่ากับ α จะได้สมการการเคลื่อนที่แบบหมุน เมื่อพิจารณาขนาดของปริมาณต่างๆ จะได้ตั้งสมการที่ (2.13 - 2.17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} \quad (2.13)$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t \quad (2.14)$$

เมื่อพิจารณาการกระจัดเชิงมุม โดยใช้ความเร็วเชิงมุมเฉลี่ยจะได้

$$\theta = \frac{(\omega_0 + \omega)t}{2} \quad (2.15)$$

เมื่อนำ t จากสมการ (2.13) แทนในสมการ (2.15) จะได้

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{(\omega_0 + \omega)(\omega - \omega_0)}{2\alpha} \\ &= \frac{(\omega^2 - \omega_0^2)}{2\alpha} \\ \omega^2 &= \omega_0^2 + 2\alpha\theta \end{aligned} \quad (2.16)$$

เมื่อนำ ω จากสมการ (2.14) แทนในสมการ (2.16) จะได้

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{\omega_0 + (\omega_0 + \alpha t)t}{2} \\ \theta &= \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \end{aligned} \quad (2.17)$$

สมการสำหรับการเคลื่อนที่แบบหมุนที่มีแกนหมุนคงที่มีรูปแบบคล้ายกันมากกับ สมการการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ เมื่อเทียบกันจะได้ดังรูปที่ 2.16

สมการการเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่	สมการการเคลื่อนที่แบบหมุน
$v = u + at$	$\omega = \omega_0 + \alpha t$
$s = \frac{(u + v)t}{2}$	$\theta = \frac{(\omega_0 + \omega)t}{2}$
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$	$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$
$v^2 = u^2 + 2as$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$

รูปที่ 2.10 รูปแสดงการเปรียบเทียบสมการเคลื่อนที่แบบเลื่อนที่และแบบหมุน (การหมุน ความเร็ว

เชิงมุมและความเร่งเชิงมุม: 2553) การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อัลกอริทึมในการทำงาน

2.2.1 เงื่อนไขของสภาพแวดล้อมที่ระบบจะต้องตรวจจับ

จากการศึกษาจากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนพบว่า อุบัติเหตุเกี่ยวกับยานยนต์ เป็นสาเหตุการตายและบาดเจ็บสูงสุดของสถิติอุบัติเหตุที่รุนแรงทุกประเภท โดยสาเหตุที่ประมวลได้ส่วนใหญ่เกิดจากการขับรถโดยประมาท เช่น การแซงรถในที่คับขัน ขับรถเร็วเกินอัตราที่กำหนด เลี้ยวตัดหน้ารถอื่นอย่างกะฉิบ หรือผู้ขับขี่เมาสุรา ดินยาเสพติดหรือหลับในขณะขับรถ รถมอเตอร์ไซด์ชนคนข้ามถนน รถยนต์ชนรถจักรยานยนต์ หรือรถยนต์ชนกันเอง เป็นต้น โดยสถิติในการเกิดอุบัติเหตุในช่วงเทศกาลปีใหม่ ปีพุทธศักราช 2549 มีพฤติกรรมเสี่ยงสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ คือ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม ๘. 2553) (สถิติอุบัติเหตุช่วงปีใหม่ย้อนหลัง 6 ปี. 2550) (ไทยรัฐ. 2553.)

- เมาสุรา 37%
- ขับรถเร็วเกินกำหนด 20.19%
- ตัดหน้ากระชั้นชิด 10.18%
- มอเตอร์ไซด์ไม่ปลอดภัย 9.89%
- ไม่มีใบขับขี่ 9.65%
- ทักษะไม่ดี 4.35%
- มีสิ่งกีดขวางบนถนน 3.10%
- แซงรถผิดกฎหมาย 1.78%
- หลับใน 1.54%
- ฝ่าฝืนสัญญาณไฟ/เครื่องหมายจราจร 1.27%

และในเดือนมิถุนายน ปีพุทธศักราช 2553 นั้นเกิดจาก

- ผู้ขับขี่รถด้วยความเร็วสูงกว่ากฎหมายกำหนด 51%
- คน/รถตัดหน้ารถระยะกระชั้นชิด 9 %
- หลับใน 5 %
- อุปกรณ์บกพร่อง 2%
- เมาสุรา/ยาบ้า 0.2%
- แซงรถในที่คับขัน 0.2%

ซึ่งอุบัติเหตุดังกล่าวสามารถสรุปและนำมากำหนดเงื่อนไขในการตรวจจับได้ดังนี้

- เมื่อมีคน สัตว์ หรือรถยนต์วิ่งตัดหน้ารถยนต์จำลอง
- เมื่อพบว่าม็วดลูหรือสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้าในระยะใกล้
- เมื่อรถยนต์ข้างหน้าทำการเบรกกะทันหัน
- เมื่อรถยนต์ข้างหน้าอยู่ใกล้กับรถยนต์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือสงวนชื่อผู้จัดทำเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การประมวลผล

การตรวจจับสภาพแวดล้อมของระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลองนี้จำเป็นต้องรับข้อมูลผ่านทางอัลตราโซนิกเซนเซอร์โดยจะมีระบบการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนนี้

- หากพบว่ามิ้ววัตถุข้างหน้าในระยะ 50 เซนติเมตร ระบบจะต้องเริ่มคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุที่ว่าขณะนั้นกำลังเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุดังกล่าวด้วยความเร็วเท่าไรจากสูตรการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง $v = (s_1 - s_2) / (t_1 - t_2)$

สาเหตุที่ควรเริ่มต้นคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุในระยะ 50 เซนติเมตร

ระยะตรวจจับวัตถุของอัลตราโซนิกเซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ในระยะ 2.55 เมตร แต่ความเร็วสูงสุดที่รถยนต์จำลองทำได้คือ 0.5187 m/s ในระยะ 50 เซนติเมตรถือว่าเพียงพอที่จะคำนวณหาเวลาที่จะวิ่งชนวัตถุได้และสามารถตัดสินใจได้ทัน

- ระบบจะต้องพิจารณาความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุต่างๆ (v ในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุ)

กรณีที่ $V > 0$: แสดงว่ารถยนต์จำลองวิ่งด้วยความเร็วมากกว่าวัตถุที่ตรวจพบ


จำเป็นต้องคำนวณหาเวลาก่อนที่รถยนต์จำลองจะเคลื่อนที่ชนวัตถุ

กรณีที่ $V = 0$: แสดงว่ารถยนต์จำลองวิ่งด้วยความเร็วเท่ากับวัตถุที่ตรวจพบ

กรณีที่ $V < 0$: แสดงว่ารถยนต์จำลองวิ่งด้วยความเร็วมีน้อยกว่าวัตถุที่ตรวจพบ

- เมื่อเหลือเวลาเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาที ระบบจะต้องสั่งหยุดการทำงานของมอเตอร์ (motor) เพื่อความปลอดภัยของตัวรถยนต์จำลอง โดยคำนวณเวลาจากสูตร $t = s / v$ (v ในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุ)

สาเหตุที่ควรหยุดรถหากเหลือเวลาอีก 5 วินาที

	Torque	Rotation speed	Current	Mechanical power	Electrical power	Efficiency
NXT						
4.5 V	16.7 N.cm	33 rpm	0.6 A	0.58 W	2.7 W	21.4 %
7 V	16.7 N.cm	82 rpm	0.55 A	1.44 W	3.85 W	37.3 %
9 V	16.7 N.cm	117 rpm	0.55 A	2.03 W	4.95 W	41 %
12 V	16.7 N.cm	177 rpm	0.58 A	3.10 W	6.96 W	44.5 %

รูปที่ 2.11 รูปตารางรายละเอียดของมอเตอร์ (NXT[®] motor internals. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความเร็วจริงที่รถยนต์จำลองเคลื่อนที่ (v จริง)

สามารถคำนวณได้จากการคำนวณความเร็วเชิงเส้น $v = w * r$ ถ้าเลือกใช้ล้อที่มีรัศมี 0.028 เมตร และให้ระดับแรงดันที่ 12 โวลต์ (ความเร็วสูงสุด) จะสามารถหาความเร็วเชิงเส้นของรถยนต์

จำลองได้จาก

- ความเร็วเชิงมุมในการหมุนของล้อ (w) = $(2 \times \pi \times 177) / 60 = 18.526 \text{ rad / s}$
- ความเร็วรถที่มากที่สุด (Vจริง) = $18.526 * 0.02 = 0.5187 \text{ m/s}$

- การหาระยะเวลาในการเบรกที่มากที่สุด

เมื่อมอเตอร์หยุดทำงานการเปลี่ยนแปลงความเร็วหมุนรอบทำในช่วงเวลาสั้นมากๆ จนเกือบเข้าใกล้ 0 การหาความหน่วงจึงสามารถแทนได้ด้วยการใช้ Limit Function ที่เข้าใกล้ 0 และคำนวณค่าความหน่วงตามสมการ (2.18)

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \right) \quad (2.18)$$

จะได้ผลลัพธ์ $a=0$ นำ a ที่ได้ไปคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการเบรกจากสูตร

$$v = u + at$$

$$v = 0, u = 0.5187, a = 0$$

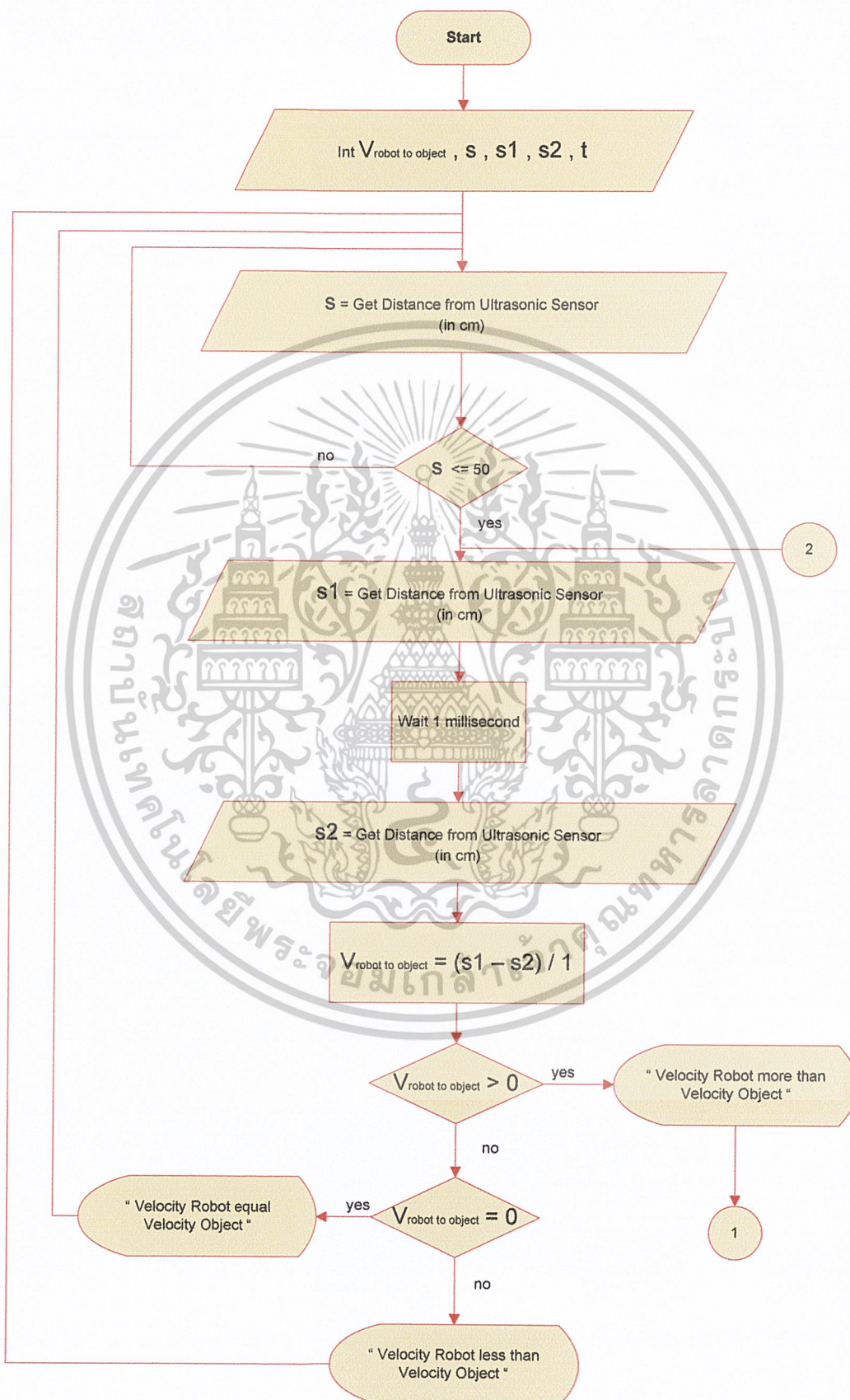
$$t = (v - u) / a$$

$$t = (0 - 0.5187) / 0$$

$$t = 0 \text{ วินาที}$$

ทำให้สรุปได้ว่า แม้จะวิ่งมาด้วยความเร็วสูงสุดแต่สามารถตรวจจับระยะอันตรายที่ 1 มิลลิวินาทีสุดท้ายก่อนชน (เหลือระยะห่างเพียง 0.5187 เมตร) ก็สามารถหยุดรถได้ทันต่อเหตุการณ์

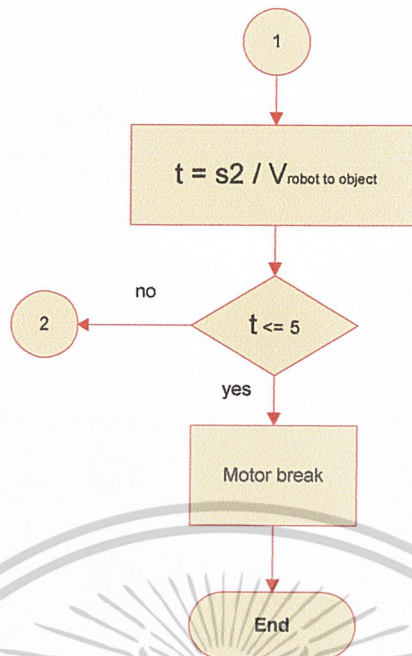
2.2.3 อัลกอริทึมในการคำนวณ



รูปที่ 2.12 กรู๊ปแผนผังงานแสดงการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 (ต่อ) รูปแผนผังงานแสดงการทำงานของระบบ

เริ่มต้นการทำงาน โดยการสร้างตัวแปรสำหรับเก็บข้อมูลจากนั้นตรวจสอบว่ามีสิ่งกีดขวางหรือไม่โดยการตรวจสอบระยะห่างจากอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์แล้วเก็บลงในตัวแปร s หากค่า s มากกว่า 50 เซนติเมตร จะถือว่าระยะห่างนั้นค่อนข้างไกลไปสำหรับรถยนต์จำลอง ไม่ถือว่าเป็นระยะอันตราย หากค่า s น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เซนติเมตร ถือว่าเป็นระยะอันตรายต้องมีการคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง โดยรับค่าระยะทางครั้งแรกเก็บลงในตัวแปร s_1 แล้วรอ 1 มิลลิวินาทีจึงรับค่าระยะทางครั้งที่สองเก็บลงในตัวแปร s_2 จากนั้นจึงมาคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางจาก $v = (s_1 - s_2) / 1$ หากพบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางที่ได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 แสดงว่าสิ่งกีดขวางนั้นไม่เป็นอันตรายต่อตัวรถยนต์จำลองจึงกลับไปเฝ้าระวังระยะอันตรายอีก ถ้าหากพบว่ามีความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางแล้ว แสดงว่าต้องมีเวลาใดเวลาหนึ่งรถยนต์จำลองจะวิ่งชนสิ่งกีดขวางดังกล่าว จึงต้องคำนวณต่อว่าเหลือเวลาอีกเท่าไรรถยนต์จำลองจะชนสิ่งกีดขวางจากสูตร $t = s_2 / v$ หากค่า t ที่ได้มากกว่า 5 วินาทีจะถือว่ายังมีเวลาอีกมากกว่าที่รถยนต์จำลองจะชนสิ่งกีดขวางจึงไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมความเร็วรถยนต์จำลอง แต่หาก t น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาที จะเหลือเวลาค่อนข้างน้อยซึ่งจำเป็นต้องมีการควบคุมความเร็วรถยนต์จำลอง

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

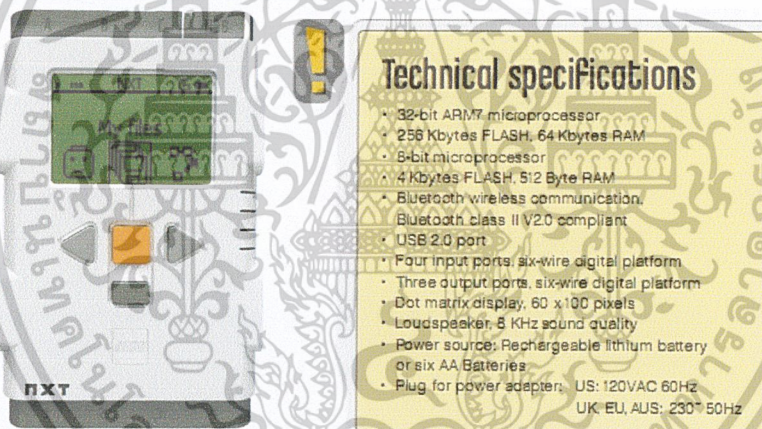
โครงการนี้ใช้ชุดหุ่นยนต์เลโก้ มายสตอร์มรุ่นเอ็นเอ็กซ์ที (LEGO Mindstorms NXT) มาเป็นเครื่องมือทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ซึ่งในเอ็นเอ็กซ์ทีนั้นสามารถนำมาประกอบเป็นหุ่นยนต์ได้หลายรูปแบบตามจินตนาการ และมีระบบฝังตัวคือมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการทำงานในเอ็นเอ็กซ์ที ด้านซอฟต์แวร์สามารถพัฒนาตัวเอ็นเอ็กซ์ทีโดยใช้เลจอสเอ็นเอ็กซ์เจ(LeJOS NXJ) ซึ่งพัฒนามาบนมาตรฐานจาวา โดยอาศัยจาวาเวอร์ชวลแมชชีน(JAVA Virtual Machine) เป็นสภาพแวดล้อมในการทำงานของระบบ ช่วยในการแปลงโปรแกรมที่เราเขียนในภาษาขั้นสูง ไปเป็นภาษาเครื่องที่เอ็นเอ็กซ์ทีเข้าใจและทำงานตามที่โปรแกรมไว้ได้

2.3.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

2.3.1.1 เอ็นเอ็กซ์ที (NXT Intelligent Brick)

เอ็นเอ็กซ์ที คืออุปกรณ์หลักของเลโก้ (LEGO) รุ่นมายด์สโตรม (Mindstorms) ที่ใช้เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์ชนิดเออาร์เอ็มเจ็ด(ARM7) 32 บิต ในการประมวลผลและควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาติดต่อกับเอ็นเอ็กซ์ที ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนหลักๆ คือ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยความจำ (Memory) และ อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output) ดังรูปที่ 2.20 ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีการติดต่อโดยผ่านบัสแอดเดรส (Address Bus) บัสข้อมูล (Data Bus) และบัสควบคุม (Control Bus) ดังนี้



รูปที่ 2.13 รูปเอ็นเอ็กซ์ที (NXT Intelligent Brick) (Mindstorms Education. 2553)

• หน่วยประมวลผลกลางรุ่น ARM7 (Processor)

หน่วยประมวลผลกลางรุ่นเออาร์เอ็มเจ็ด(ARM7) มีความสามารถในการประมวลผลที่ระดับ 32 บิต เป็นหน่วยประมวลผลกลางที่มีสถาปัตยกรรมต่างๆ ไป คือ ประกอบไปด้วยรีจิสเตอร์ (Register) มีฟังก์ชันในการทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร ฯลฯ และกระบวนการทางตรรกะ เช่น AND OR NOR NOT XOR การเลื่อนบิต (Shift Bit) ฯลฯ (Mindstorms Education. 2553)

• หน่วยความจำ (Memory)

มีหน่วยความจำที่ไม่ใช้ไฟเลี้ยง (Flash Memory) ขนาด 256 กิโลไบต์ (Kbyte) ซึ่งใช้

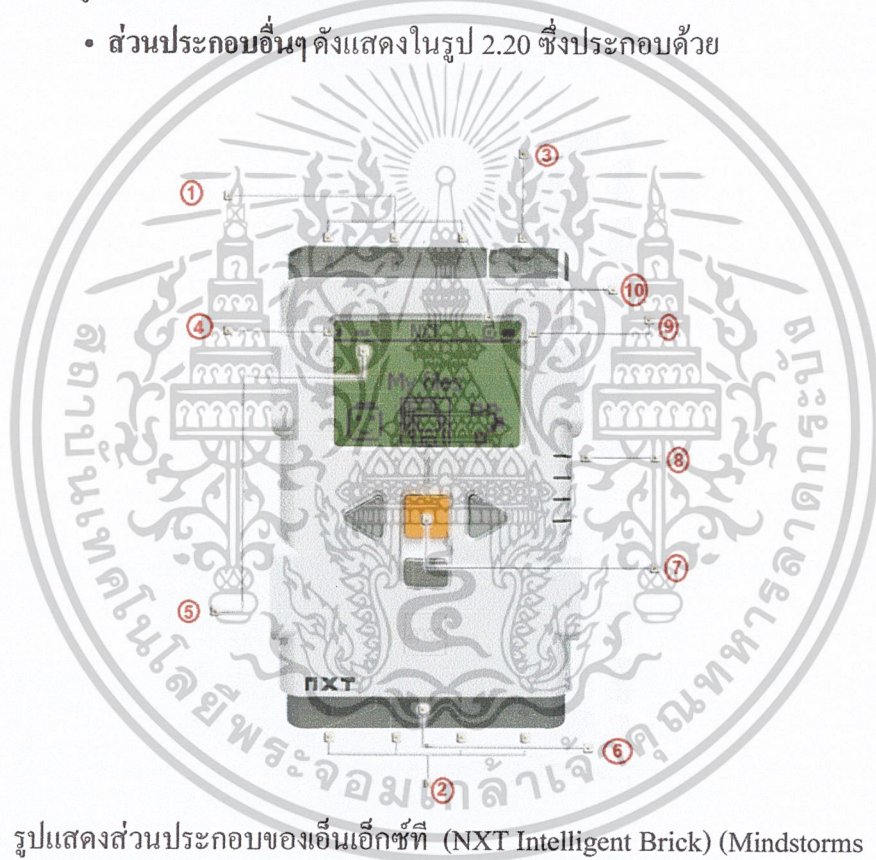
ในการเก็บตัวขับ (Driver) ของอุปกรณ์ต่างๆ ในเอ็นเอ็กซ์ทีรวมไปถึงเฟิร์มแวร์ (Firmware) ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในการแปลคำสั่งที่เราโปรแกรมเข้าไป และหน่วยความจำระบบที่ต้องใช้ไฟเลี้ยง (RAM) ขนาด 64 กิโลไบต์ (KByte) ซึ่งเป็นที่อยู่ของโปรแกรมรวมถึงข้อมูลตัวแปรต่างๆ (Mindstorms Education. 2553)

- อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output)

อินพุต/เอาต์พุต เป็นส่วนที่ติดต่อกับเซ็นเซอร์ และแอกทูเอเตอร์ ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อกับสภาพแวดล้อมภายนอก โดยจะรับข้อมูลสภาพแวดล้อมภายนอกเข้ามาทางอินพุตผ่านเซ็นเซอร์ แล้วแปลงจากคุณลักษณะทางกายภาพให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อกจากนั้นแปลงอีกครั้งให้เป็นสัญญาณดิจิทัลสำหรับนำไปประมวลผล แล้วจึงส่งผลลัพธ์ออกทางเอาต์พุตที่เชื่อมต่อกับแอกทูเอเตอร์ต่อไป (Mindstorms Education. 2553)

- ส่วนประกอบอื่นๆ ดังแสดงในรูป 2.20 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.14 รูปแสดงส่วนประกอบของเอ็นเอ็กซ์ที (NXT Intelligent Brick) (Mindstorms Education. 2553)

1. เอาต์พุตพอร์ต (Output port) สำหรับเชื่อมต่อแอกทูเอเตอร์หรืออื่นๆ ตามต้องการ
2. อินพุตพอร์ต (Input port) สำหรับเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ไว้รับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมภายนอก
3. ยูเอสบีพอร์ต (USB port) เชื่อมต่อกับสายยูเอสบีสำหรับถ่ายโอนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์
4. บลูทูธไอคอน (Bluetooth icon) แสดงสถานะการทำงานของบลูทูธ
5. ยูเอสบีไอคอน (USB icon) แสดงสถานะการเชื่อมต่อพอร์ตยูเอสบี

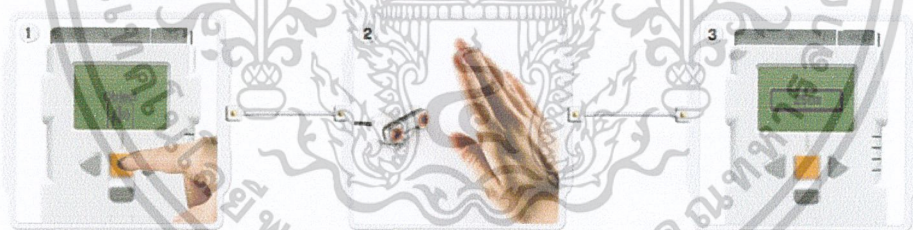
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เพาเวอร์ปลั๊ก (Power plug) ช่องเสียบปลั๊กสำหรับชาร์ตไฟแบตเตอรี่
7. ปุ่มกด (NXT button) ปุ่มสีส้มใช้ เปิด/ตกลง ปุ่มสีเทาใช้ควบคุมทิศทางซ้ายขวา ปุ่มสีเทาเข้มคือ ยกเลิก/ย้อนกลับ
8. ลำโพง (Loudspeaker) สำหรับบอกสถานะของเอ็นเอ็กซ์ที
9. แบตเตอรี่ไอคอน (Battery level) แสดงระดับของแบตเตอรี่
10. รั่นนิ่งไอคอน (Running icon) แสดงการทำงานของเอ็นเอ็กซ์ที ถ้าเอ็นเอ็กซ์ทีเปิดอยู่ รั่นนิ่งไอคอนจะหมุน ถ้าไม่หมุนแสดงว่าเอ็นเอ็กซ์ทีไม่ทำงานต้องทำการตั้งค่านำใหม่

2.3.1.2 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor)



รูปที่ 2.15 รูปอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor) (Mindstorms Education. 2553)

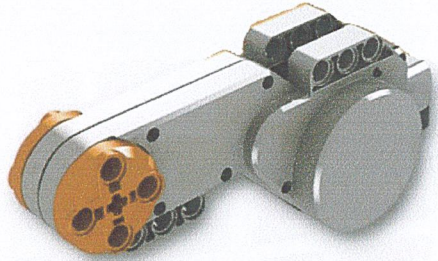


รูปที่ 2.16 รูปแสดงการใช้งานอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor) (Mindstorms Education. 2553)

ใช้เชื่อมต่อกับทางอินพุตพอร์ตกับเอ็นเอ็กซ์ทีที่ใช้ในการวัดระยะห่างของวัตถุ โดยใช้หลักการส่งคลื่นอัลตราโซนิกออกไปกระทบกับวัตถุแล้วสะท้อนกลับมาแล้วคำนวณได้เป็นระยะห่างออกมา ซึ่งอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์นี้มีระยะทำการที่ 0-2.55 เมตร ดังรูปที่ 2.22 (Mindstorms Education. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

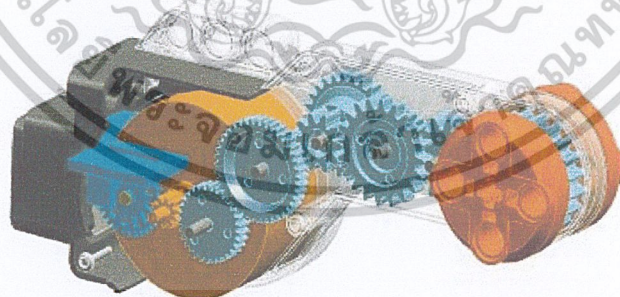


รูปที่ 2.17 รูปเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) (Mindstorms Education. 2553)



รูปที่ 2.18 รูปแสดงการใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) (Mindstorms Education. 2553)

ใช้เชื่อมต่อกับทางเอาต์พุตพอร์ตกับเอ็นเอ็กซ์ทีเป็นการส่งผลลัพธ์ของระบบออกสู่สภาพแวดล้อมซึ่งตัวเซอร์โวมอเตอร์นี้จะมีโรเทนชันเซ็นเซอร์ (Rotation sensor) ที่สามารถตรวจวัดจำนวนรอบการหมุนได้ (Mindstorms Education. 2553)



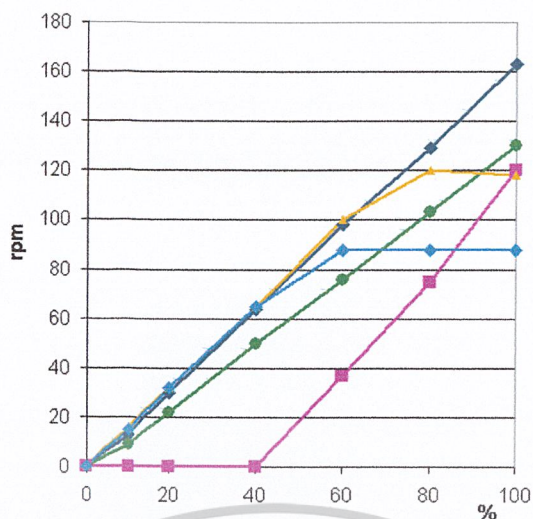
รูปที่ 2.19 รูปแสดงให้เห็นองค์ประกอบและโครงสร้างภายในมอเตอร์เอ็นเอ็กซ์ที (NXT[®] motor internals. 2553)

คุณลักษณะของมอเตอร์ เอ็นเอ็กซ์ที (NXT Motor characteristics)

- ระดับพลังงานของมอเตอร์แต่ละระดับส่งผลต่อความเร็วรอบหมุนของมอเตอร์ที่

แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 รูปกราฟแสดงการเปรียบเทียบความเร็วรอบหมุนกับระดับพลังงานมอเตอร์ (NXT® motor internals. 2553)

เส้นสีฟ้า (◆) นั้นมอเตอร์ได้รับแรงดันไฟฟ้า 9 โวลต์และไม่มีภาระจากสภาพแวดล้อมภายนอก หากค่อยๆ ใช้พลังงานที่ได้ก็ทำให้มอเตอร์นั้นวิ่งด้วยความเร็วตามสัดส่วน จนที่ระดับพลังงานสูงสุดจะทำให้มอเตอร์วิ่งด้วยความเร็วรอบสูงสุด

เส้นสีเขียว (●) นั้นมอเตอร์ได้รับแรงดันไฟฟ้า 7.2 โวลต์และไม่มีภาระจากสภาพแวดล้อมภายนอก ทำให้ที่ระดับนี้มอเตอร์มีความเร็วรอบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า

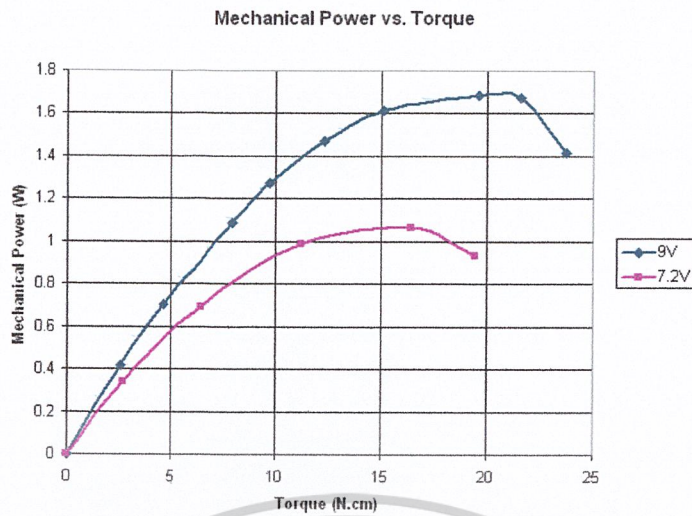
เส้นสีชมพู (■) มอเตอร์ได้รับแรงดันไฟฟ้า 9 โวลต์แต่มีการรับภาระจากสภาพแวดล้อมที่ต้องออกแรงบิด 11.5 N.cm ทำให้พบว่าถ้าใช้พลังงานที่ได้ต่ำกว่า 40% มอเตอร์จะยังไม่ทำงาน (เส้นกราฟในแนวนอน) แต่เมื่อใช้พลังงานมากกว่าระดับ 40% จะทำให้ความเร็วรอบหมุนนั้นค่อยๆ เพิ่มตามไปด้วย

เส้นสีส้ม (▲) มอเตอร์ได้รับแรงดันไฟฟ้า 9 โวลต์แต่มีการรับภาระจากสภาพแวดล้อมที่ต้องออกแรงบิด 11.5 N.cm ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแม้บางกรณีจะมีความเร็วรอบหมุนที่คงที่ในระยะแรกแต่หากมอเตอร์ได้รับภาระก็จะส่งผลให้มอเตอร์มีความเร็วรอบหมุนที่ลดลงในระยะหลังได้

เส้นสีฟ้า (◆) มอเตอร์ได้รับแรงดันไฟฟ้า 7.2 โวลต์ แต่มีการรับภาระจากสภาพแวดล้อมที่ต้องออกแรงบิด 11.5 N.cm พบว่ามอเตอร์มีความเร็วรอบหมุนใกล้เคียงกับระดับแรงดันไฟฟ้า 9 โวลต์ แต่มีสัดส่วนที่น้อยกว่า

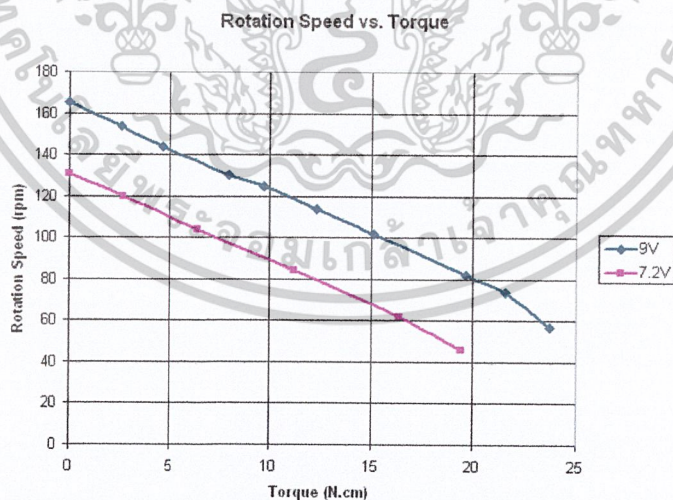
- ระดับพลังงานกลมอเตอร์และแรงบิดของระดับแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 รูปกราฟแสดงพลังงานกลกับแรงบิด (NXT[®] motor internals. 2553)

เส้นสีฟ้า (—◆—) แสดงให้เห็นว่าที่แรงดันไฟฟ้า 9 โวลต์ ใช้พลังงาน 100% นั้นหากมอเตอร์ไม่มีภาระใดๆ ที่ต้องออกแรงบิดแล้ว มอเตอร์มีความเร็วรอบหมุนสูงถึง 166 rpm แต่เมื่อเพิ่มภาระเข้าไปทำให้ต้องออกแรงบิดทดแทนก็จะส่งผลให้ความเร็วรอบหมุนนั้นลดลงตามสัดส่วนของแรงบิด เส้นชมพู (—■—) แสดงให้เห็นว่าที่แรงดันไฟฟ้า 7.2 โวลต์ ใช้พลังงาน 100% นั้นหากมอเตอร์ไม่มีภาระใดๆ ที่ต้องออกแรงบิดแล้ว มอเตอร์มีความเร็วรอบหมุนสูงถึง 130 rpm แต่เมื่อเพิ่มภาระเข้าไปทำให้ต้องออกแรงบิดทดแทนก็จะส่งผลให้ความเร็วรอบหมุนนั้นลดลงตามสัดส่วนของแรงบิด

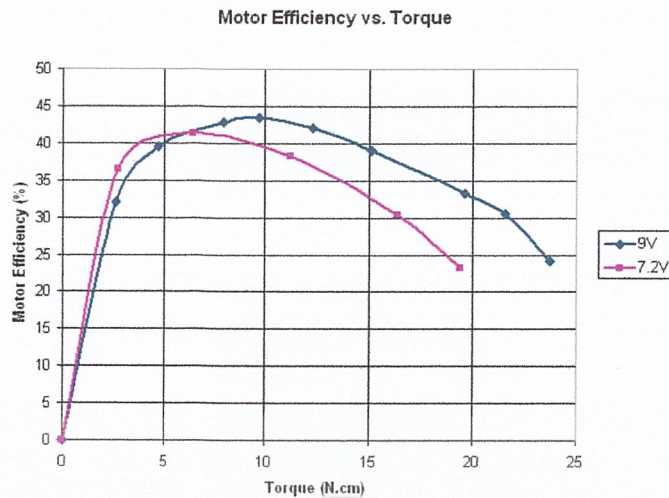


รูปที่ 2.22 รูปกราฟแสดงความเร็วรอบหมุนกับแรงบิด (NXT[®] motor internals. 2553)

- ประสิทธิภาพมอเตอร์และแรงบิดของระดับแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่

2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

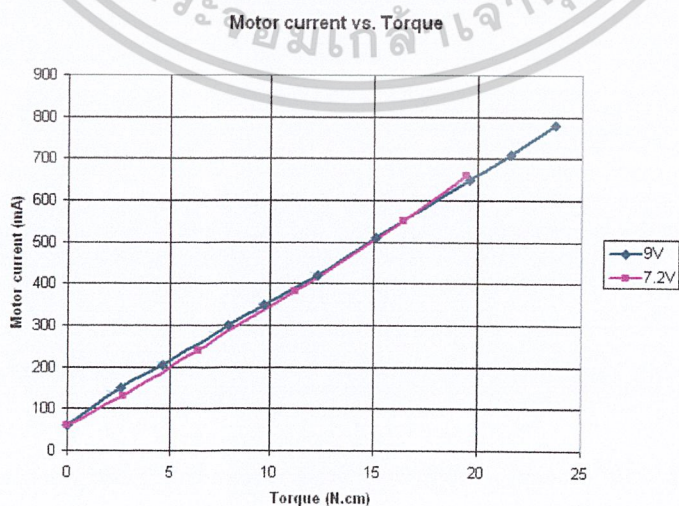


รูปที่ 2.23 รูปกราฟแสดงประสิทธิภาพของมอเตอร์กับแรงบิด (NXT[®] motor internals. 2553)

เส้นสีฟ้า (◆) แสดงให้เห็นว่าที่แรงดันไฟฟ้า 9 โวลต์ ใช้พลังงาน 100% นั้นหากเพิ่มภาระเข้าไปในมอเตอร์แล้วจะเห็นว่าในช่วงแรกที่เพิ่มแรงบิดนั้นมอเตอร์จะสูญเสียประสิทธิภาพไปบางส่วนและจะค่อยๆ กลับมาจนที่แรงบิดสูงสุดการทำงานของมอเตอร์จะสูญเสียประสิทธิภาพไป 24%

เส้นชมพู (■) แสดงให้เห็นว่าที่แรงดันไฟฟ้า 7.2 โวลต์ ใช้พลังงาน 100% นั้นหากเพิ่มภาระเข้าไปในมอเตอร์แล้วจะเห็นว่าในช่วงแรกที่เพิ่มแรงบิดนั้นมอเตอร์จะสูญเสียประสิทธิภาพไปบางส่วนและจะค่อยๆ กลับมาจนที่แรงบิดสูงสุดการทำงานของมอเตอร์จะสูญเสียประสิทธิภาพไป 24%

- อัตราการไหลของกระแสไฟกับแรงบิดของระดับแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.24 รูปกราฟแสดงอัตราการไหลของกระแสไฟกับแรงบิด (NXT[®] motor internals. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นสีฟ้า (—◆—) แสดงให้เห็นว่าที่แรงดันไฟฟ้า 9 โวลต์ ใช้พลังงาน 100% นั้นหากเพิ่มภาระเข้าไปให้กับมอเตอร์จนต้องออกแรงบิดนั้นจะส่งผลให้มอเตอร์ต้องการกระแสไฟมากขึ้น

เส้นชมพู (—■—) แสดงให้เห็นว่าที่แรงดันไฟฟ้า 7.2 โวลต์ ใช้พลังงาน 100% นั้นหากเพิ่มภาระเข้าไปให้กับมอเตอร์จนต้องออกแรงบิดนั้นจะส่งผลให้มอเตอร์ต้องการกระแสไฟมากขึ้น

2.3.1.4 อุปกรณ์ต่อเติม

ใช้สำหรับจัดสร้างและประกอบ โมเดลต่างๆ ตามต้องการ



รูปที่ 2.25 รูปอุปกรณ์เพิ่มเติม (Mindstorms Education, 2553)

2.3.2 ซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

• เจดีเค (Java Develop Kit)

เจดีเคเป็นชุดของเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมจาวาที่ช่วยในการคอมไพล์ (compile) และรัน (run) ภาษาจาวา ช่วยให้คอมพิวเตอร์นั้นสามารถแปลโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมใช้กับชุดทดลองเลโก้เอ็นเอ็กซ์ที (LEGO NXT) ได้

• เลจอสเอ็นเอ็กซ์เจ (LeJOS NXJ)

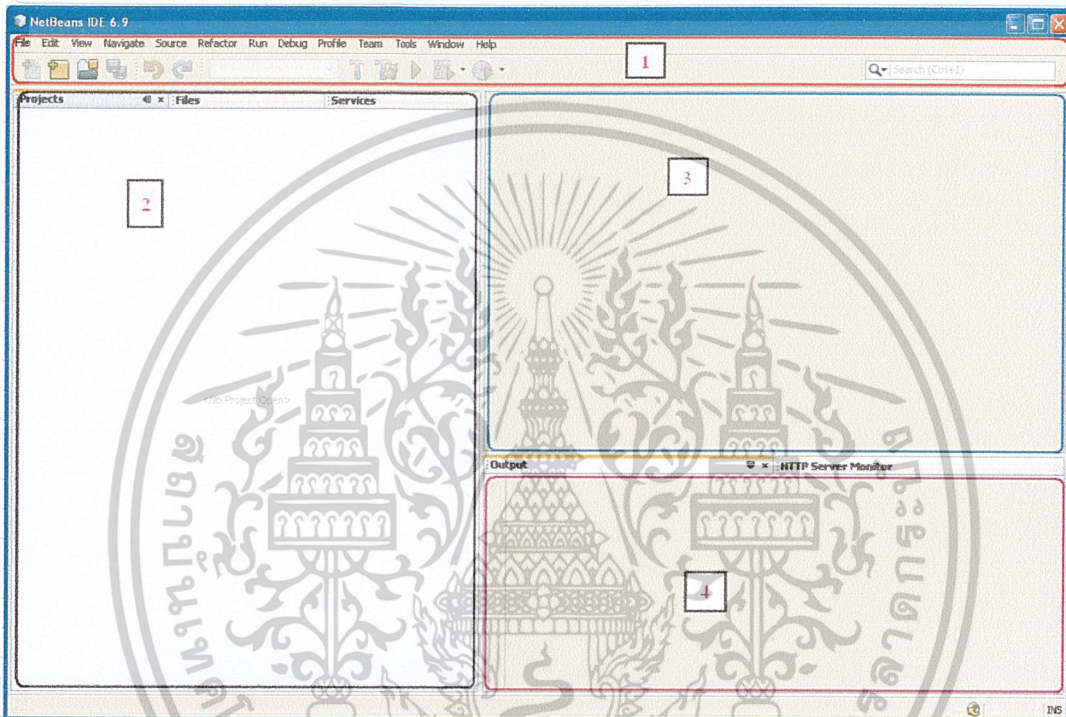
เลจอสเอ็นเอ็กซ์เจเป็นสภาพแวดล้อมในการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษาจาวา หรือชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของชุดทดลองเลโก้เอ็นเอ็กซ์ที (LEGO NXT) โดยใช้ภาษาจาวา สำหรับพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ตามความต้องการ ประกอบด้วยคุณสมบัติต่างๆ อาทิ สามารถใช้จาวาเวอร์ชันแมชชีน (Java Virtual Machine) ทำหน้าที่แปลภาษาจาวาให้ใช้กับชุดทดลองเลโก้เอ็นเอ็กซ์ที รูปแบบคำสั่งที่เรียกใช้ (API: classes.jar) สำหรับการพัฒนาโปรแกรมบนชุดทดลองเลโก้เอ็นเอ็กซ์ที การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ที่ใช้พัฒนากับเลโก้เอ็นเอ็กซ์ที เพื่อการโอนย้ายโปรแกรม การสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับชุดทดลองเลโก้เอ็นเอ็กซ์ทีด้วยพอร์ตยูเอสบี (USB) หรือบลูทูธ (Bluetooth) เครื่องมือช่วยสนับสนุนการพัฒนาโปรแกรม เช่น เครื่องมืออัปโหลดโปรแกรม (Uploading programs) เครื่องมือตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม (Debugging)

เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เน็ตบีนไอดีอี (Netbeans IDE)

เน็ตบีนไอดีอีเป็นสภาพแวดล้อมในการพัฒนาระบบแบบรวบรวมสำหรับพัฒนาโปรแกรมที่ใช้กับชุดทดลองเลโก้เอ็นเอ็กซ์ที (LEGO NXT) เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ นักพัฒนาช่วยให้การพัฒนาระบบทำได้ง่ายขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องมือเขียนโค้ด (Source code editor) โปรแกรมแปลภาษา (Compiler) เครื่องมือวางระบบอัตโนมัติ (Build automation tools) และโปรแกรมตรวจแก้จุดบกพร่อง (Debugger) ดังรูปที่ 2.26 ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้



รูปที่ 2.26 รูปแสดงองค์ประกอบของโปรแกรมเน็ตบีน ไอดีอี (Netbeans IDE)

ส่วนที่ 1 แสดงเมนูและเครื่องมือต่างๆ

ส่วนที่ 2 แสดงโปรเจก (Project) และที่อยู่ของ โปรแกรมที่ได้พัฒนา

ส่วนที่ 3 พื้นที่สำหรับเขียนหรือแก้ไข โค้ดของ โปรแกรม

ส่วนที่ 4 แสดงสถานการณ์ทำงานและตรวจแก้จุดบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ขับขี่รถยนต์

3.1.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ขับขี่รถยนต์

1. มีคน สัตว์ หรือรถยนต์วิ่งตัดหน้ารถยนต์ ขณะทำการขับขี่
2. มีวัตถุหรือสิ่งกีดขวางขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์ ในระยะใกล้ ขณะทำการขับขี่
3. มีรถยนต์ข้างหน้าทำการเบรคกะทันหัน ขณะทำการขับขี่

3.1.2 วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหา

จากข้อมูลของปัญหาที่เกิดขึ้นในข้างต้นทำให้เห็นว่าสาเหตุหลักของปัญหาที่เกิดขึ้น เกิดจากภาวะเหตุฉุกเฉินที่ผู้ขับขี่รถยนต์ไม่สามารถทำการควบคุมความเร็วได้ทันเวลา ซึ่งส่งผลกระทบต่อให้เกิดอันตรายต่อตัวผู้ขับขี่เอง อีกทั้งยังส่งผลไปถึงผู้ใช้รถใช้ถนนอีกด้วย ดังนั้นการป้องกันการเกิดปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก โดยการป้องกันการเกิดปัญหาเหล่านี้ สามารถทำได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการมีสมาธิ มีสติในขณะที่ทำการขับขี่รถยนต์ หรือใช้รถยนต์ในความเร็วที่สามารถทำการควบคุมได้ง่าย แต่ทั้งนี้หากมีระบบควบคุมความเร็วก็จะสามารถเป็นตัวช่วยในการขับขี่ได้อย่างดี โดยหากเมื่อเกิดภาวะเหตุฉุกเฉินขึ้นจากปัญหาข้างต้นในขณะที่ผู้ขับขี่ไม่สามารถพิจารณาหรือตัดสินใจได้ทัน ระบบควบคุมความเร็วนี้จะสามารถช่วยผู้ขับขี่ได้ทันเวลาที่ ซึ่งระบบควบคุมความเร็วนี้จะมีหลักการทำงานที่ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว และทำให้เกิดความปลอดภัยบนท้องถนนมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยการตรวจจับระยะของวัตถุด้วยอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลด้วยอัลกอริทึมที่นำเสนอในหัวข้อที่ 2.2 เพื่อหาผลลัพธ์ไปควบคุมความเร็วของรถยนต์จำลองให้อยู่ในระยะปลอดภัย และไม่เกิดการชน

3.2 ความต้องการของระบบ

3.2.1 ความต้องการที่เป็นฟังก์ชันการทำงาน (Functional Requirement)

- ระบบสามารถทำการเบรคได้ทันภายใน 5 วินาที ก่อนที่จะเกิดการชน
- ระบบสามารถคำนวณเส้นระยะทางได้
- ระบบสามารถคำนวณความเร็วของรถยนต์ได้
- ระบบสามารถสั่งการการทำงานให้รถวิ่งในภาวะปกติได้ หากไม่เกิดเงื่อนไขใดขึ้น
- ระบบสามารถคำนวณเวลาที่เหลือก่อนจะเกิดการชนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ความต้องการที่ไม่เป็นฟังก์ชันการทำงาน (Non – Functional Requirement)

- ระบบสามารถควบคุมการทำงานง่าย
- ระบบสามารถรับค่าจากอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor) ได้ถูกต้องแม่นยำ
- ระบบสามารถคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับมาอย่างถูกต้องแม่นยำ

3.3 การออกแบบระบบ

3.3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)



รูปที่ 3.1 แผนภาพยูสเคสของระบบ

จากแผนภาพยูสเคสดังรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

3.3.1.1 แอคเตอร์ (Actor)

- **Ultrasonic Sensor**
 - ทำหน้าที่ส่งข้อมูลระยะทางให้กับยูสเคส Check Distance
 - ทำหน้าที่ส่งข้อมูลระยะทางให้กับยูสเคส Calculate Velocity
- **Motor**
 - ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Move Control เพื่อให้ระบบทำงานต่อไป
 - ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Brake Control เพื่อให้ระบบทำการเบรก

3.3.1.2 ยูสเคส (Use Case)

- **Check Distance**
 - ทำหน้าที่รับข้อมูลระยะทางจากแอกเตอร์ Ultrasonic Sensor เพื่อตรวจสอบระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้กับยูสเคส Move Control หากระยะทางมากกว่าหรือเท่ากับ 50 เซนติเมตร

- ทำหน้าที่ส่งข้อมูลระยะทางให้กับยูสเคส Calculate Velocity หากระยะทางน้อยกว่า 50 เซนติเมตร

• **Calculate Velocity**

- ทำหน้าที่รับข้อมูลระยะทางจากยูสเคส Check Distance เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไข ระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร เพื่อทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

- ทำหน้าที่รับข้อมูลระยะทางครั้งที่ 2 จากแอสเตอร์ Ultrasonic Sensor เพื่อทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

- ทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้กับยูสเคส Move Control หากความเร็วมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0

- ทำหน้าที่ส่งข้อมูลความเร็วให้กับยูสเคส Calculate Time หากความเร็วมีค่ามากกว่า 0

• **Calculate Time**

- ทำหน้าที่รับข้อมูลความเร็วจากยูสเคส Calculate Velocity เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไข ความเร็วมากกว่า 1 เพื่อคำนวณระยะเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

- ทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้กับยูสเคส Move Control หากเหลือเวลามากกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาที

- ทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้กับยูสเคส Brake Control หากเหลือเวลาน้อยกว่า 5 วินาที

• **Move Control**

- ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Check Distance เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขระยะทาง มากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร

- ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Calculate Velocity เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขความเร็วมี ค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1

- ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Calculate Time เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขเหลือเวลา มากกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาที

- ทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้กับแอสเตอร์ Motor เพื่อให้ระบบทำงานต่อไป

• **Brake Control**

- ทำหน้าที่รับข้อมูลจากยูสเคส Calculate Time เมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขเหลือเวลา น้อยกว่า 5 วินาที

- ทำหน้าที่ส่งข้อมูลให้กับแอสเตอร์ Motor เพื่อให้ระบบทำการเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 รายละเอียดดุษฎีสาร (Use Case Description)

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดดุษฎีสาร Check Distance

Use Case Name : Check Distance	ID : 1	Importance Level : High
Primary Actor : Ultrasonic Sensor	Use Case Type : Detail	
Brief Description : ตรวจสอบระยะห่างของวัตถุหรือสิ่งกีดขวางข้างหน้า		
Trigger : เมื่อระบบทำงาน		
Relationships : Association : Move Control , Calculate Velocity Include : - Extend : - Generalization : -		
Normal Flow of Events: 1. รับค่าระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง 2. ตรวจสอบค่าที่ได้อยู่ในระยะกำหนดหรือไม่		
SubFlows: s-1: 1. Ultrasonic Sensor ตรวจสอบระยะห่างวัตถุข้างหน้า s-2 : 1. ตรวจสอบค่า มากกว่าหรือน้อยกว่า 50		
Alternate/Exceptional Flows : 2.a หากระยะห่างวัตถุหรือสิ่งกีดขวางน้อยกว่า 50 เซนติเมตร จะส่งการทำงานต่อให้ Calculate Velocity 2.b หากระยะห่างวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่า 50 เซนติเมตร จะส่งการทำงานต่อให้ Control Movement 2.c หากไม่พบวัตถุหรือสิ่งกีดขวางใดๆ จะส่งการทำงานให้ Control Movement		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดยูสเคส Calculate Velocity

Use Case Name : Calculate Velocity	ID : 2	Importance Level : High
Primary Actor : Ultrasonic Sensor	Use Case Type : Detail	
Brief Description : คำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุ		
Trigger : เมื่อมีการส่งข้อมูลระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางเข้ามา		
Relationships : <p>Association : Move Control , Calculate Time</p> <p>Include : -</p> <p>Extend : Check Distance</p> <p>Generalization : -</p>		
Normal Flow of Events: <ol style="list-style-type: none"> 1. รับค่าระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางครั้งแรก 2. รอ 1 มิลลิวินาที 3. รับค่าระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางครั้งที่สอง 4. คำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง 		
SubFlows: <p>s-1 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. รับค่าระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางจาก Check Distance 2. เก็บลงตัวแปร 1 รอไว้สำหรับการคำนวณ <p>s-3 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ultrasonic Sensor ตรวจจับระยะห่างวัตถุข้างหน้า 2. เก็บลงตัวแปร 2 <p>s-4 :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นำตัวแปร 1 ลบตัวแปร 2 		
Alternate/Exceptional Flows : - <ol style="list-style-type: none"> 4.a หากมีค่ามากกว่า 0 ส่งการทำงานให้ Calculate Time 4.b หากมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า 0 ส่งการทำงานให้ Control Movement 		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดยูสเคส Calculate Time

Use Case Name : Calculate Time	ID : 3	Importance Level : High
Primary Actor : -	Use Case Type : Detail	
Brief Description : กำหนดระยะเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง		
Trigger : เมื่อได้รับข้อมูลความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุ		
Relationships :		
Association : Move Control , Break Control		
Include : -		
Extend : Calculate Velocity		
Generalization : -		
Normal Flow of Events:		
<ol style="list-style-type: none"> รับค่าความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุจาก Calculate Velocity รับค่าระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางจาก Calculate Velocity คำนวณหาเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุ 		
SubFlows:		
s-1 :		
<ol style="list-style-type: none"> เก็บค่าความเร็วลงตัวแปรสำหรับใช้คำนวณ 		
s-2 :		
<ol style="list-style-type: none"> เก็บค่าระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางลงตัวแปรสำหรับใช้คำนวณ 		
Alternate/Exceptional Flows :		
3.a หากเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่าหรือเท่ากับ 5 ส่งการทำงานให้ Move Control		
3.b หากเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางน้อยกว่า 5 ส่งการทำงานให้ Break Control		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดยูสเคส Move Control

Use Case Name : Move Control	ID : 4	Importance Level : High
Primary Actor : Motor	Use Case Type : Detail	
Brief Description : สั่งการ Motor ให้วิ่งตามปกติ		
Trigger : ได้รับการร้องขอจาก Check Distance หรือ Calculate Velocity หรือ Calculate Time		
Relationships :		
Association : -		
Include : -		
Extend : Get Distance , Calculate Velocity , Calculate Time		
Generalization : -		
Normal Flow of Events:		
1. คงสถานการณทำงานเดิมของมอเตอร์ไว้		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดยูสเคส Brake Control

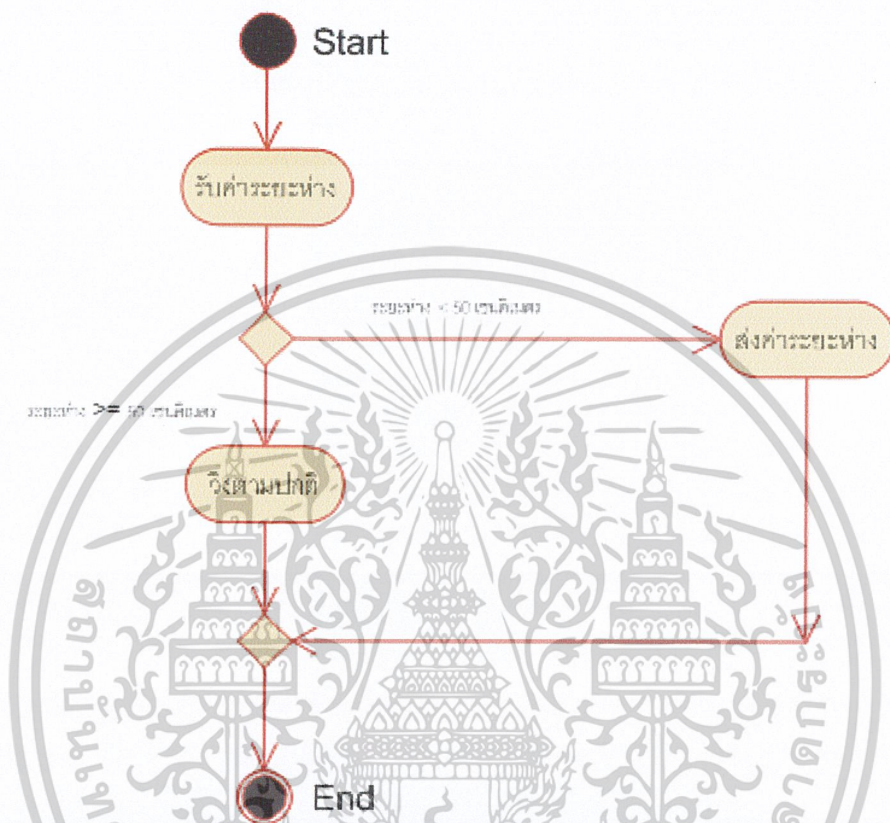
Use Case Name : Brake Control	ID : 5	Importance Level : High
Primary Actor : Motor	Use Case Type : Detail	
Brief Description : ตั้งการเบรก		
Trigger : ได้รับการร้องขอจาก Calculate Time		
Relationships : Association : - Include : - Extend : Calculate Time Generalization : -		
Normal Flow of Events: 1. หยุดการทำงานของมอเตอร์		
SubFlows: -		
Alternate/Exceptional Flows : -		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

3.3.3.1 Check Distance

Check Distance



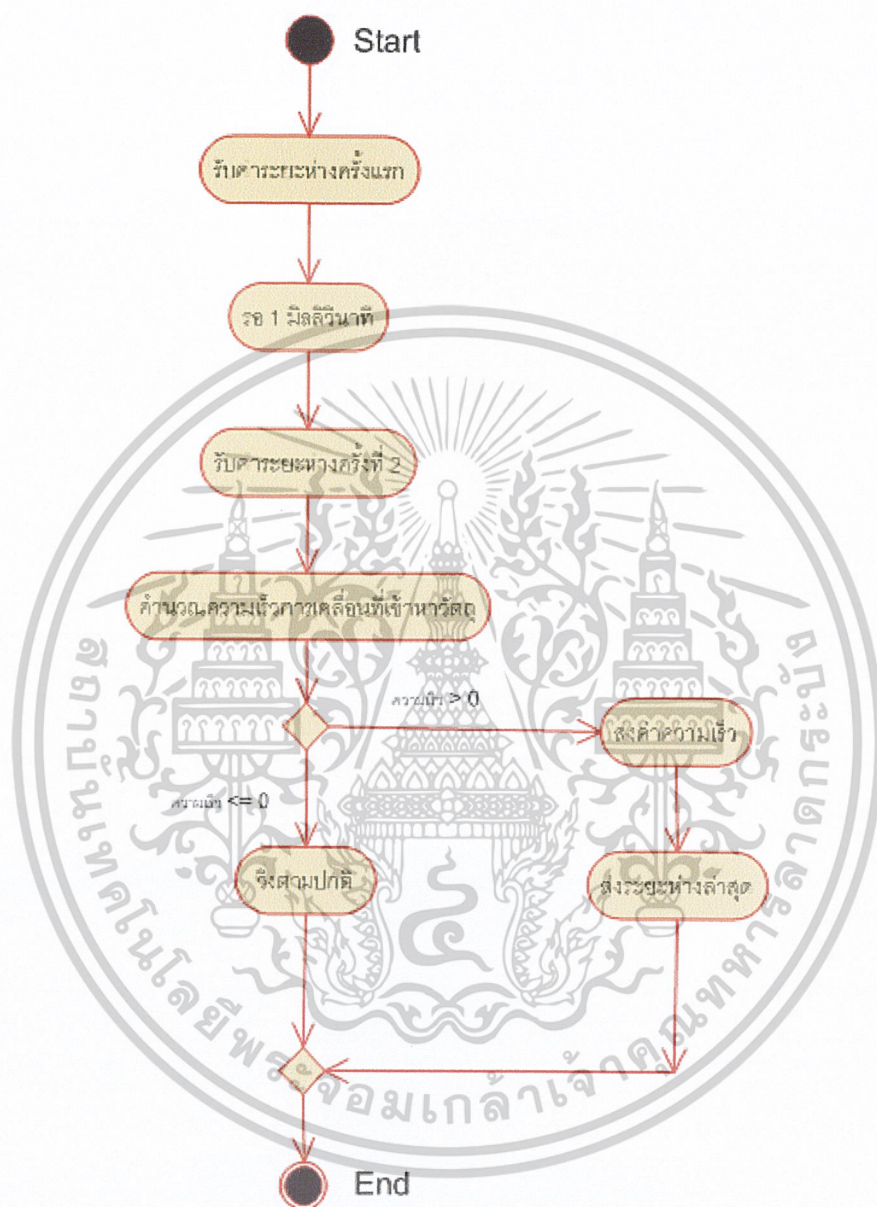
รูปที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรม Check Distance

จากแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3.2 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

เริ่มทำการรับค่าระยะทางของวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง หากมีระยะทางน้อยกว่า 50 เซนติเมตร จะทำการส่งค่าระยะทางต่อไป แต่หากระยะทางมากกว่าหรือเท่ากับ 50 เซนติเมตร ระบบจะทำงานต่อไป โดยการวิ่งตามปกติ

3.3.3.2 Calculate Velocity

Calculate Velocity



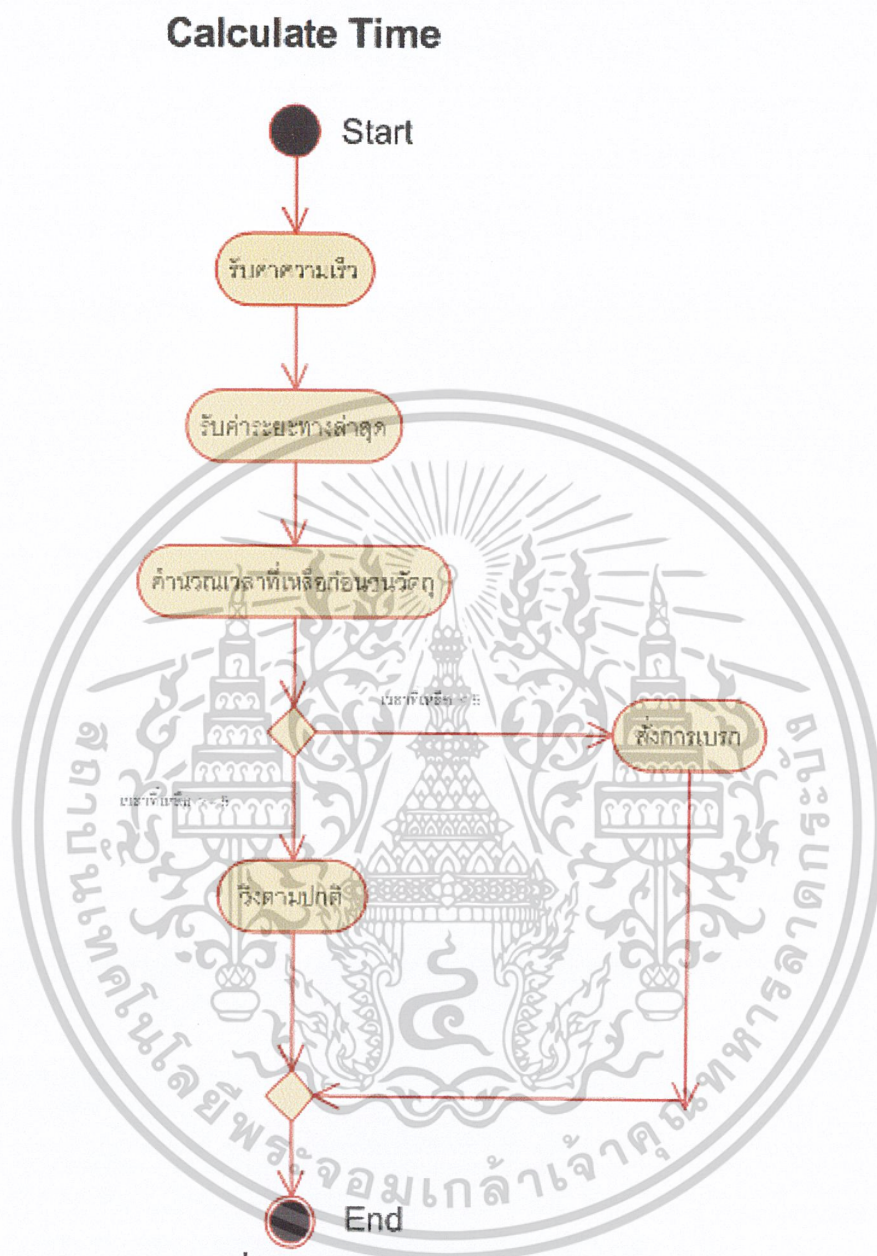
รูปที่ 3.3 แผนภาพกิจกรรม Calculate Velocity

จากแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3.3 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

เริ่มทำการรับค่าระยะทางครั้งที่ 1 และทำการรอ 1 มิลลิวินาที เพื่อรับค่าระยะทางครั้งที่ 2 และคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง หากความเร็วมากกว่า 0 จะทำการส่งข้อมูลค่าความเร็วและระยะทางครั้งที่ 2 ต่อไป แต่หากความเร็วน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 ระบบจะทำงานต่อไป โดยการวิ่งตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.3 Calculate Time



รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรม Calculate Time

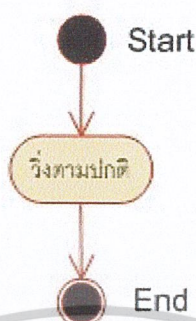
จากแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3.4 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

เริ่มทำการรับค่าความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง และรับค่าระยะทางครั้งที่ 2 เพื่อคำนวณระยะเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง หากเหลือเวลาน้อยกว่า 5 วินาที ระบบจะทำการเบรก แต่หากเหลือระยะเวลามากกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาที ระบบจะทำงานต่อไปโดยการวิ่งตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.4 Move Control

Move Control



รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรม Move Control

จากแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3.5 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

ระบบทำงานต่อไป โดยการวิ่งตามปกติ เมื่ออยู่ในระยะปลอดภัย คือระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลองมากกว่าหรือเท่ากับ 50 เซนติเมตร หรือความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0 หรือระยะเวลาที่เหลือเหลือมากกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาที

3.3.3.5 Brake Control

Brake Control



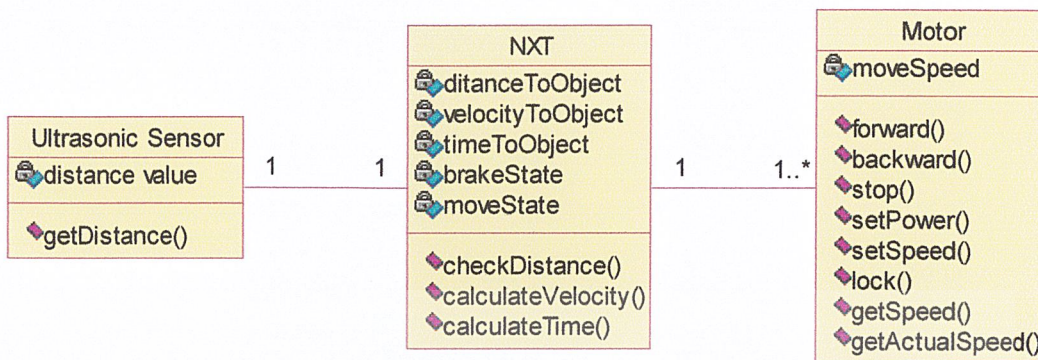
รูปที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรม Brake Control

จากแผนภาพกิจกรรมดังรูปที่ 3.6 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

ระบบทำการเบรก โดยมอเตอร์ (Motor) จะถูกหยุดการทำงาน เมื่ออยู่ในระยะอันตราย คือระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลองน้อยกว่า 50 เซนติเมตร และความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางมากกว่า 0 และระยะเวลาที่เหลือเหลือน้อยกว่า 5 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 แผนภาพคลาส (Class Diagram)



รูปที่ 3.7 แผนภาพคลาส

จากแผนยูสเคส (Use Case) สามารถนำมาออกแบบคลาส (Class) ได้ดังรูปที่ 3.7 โดยประกอบด้วยคลาสต่างๆดังนี้

3.3.4.1 Ultrasonic Sensor

ทำหน้าที่ตรวจจับระยะทางจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง โดยมีองค์ประกอบของคลาส คือ

- แอททริบิวต์ (Attribute)
 - distance value ทำหน้าที่เก็บค่าระยะทาง
- เมธอด (Method)
 - getDistance() ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง

3.3.4.2 NXT

ทำหน้าที่ตรวจสอบและคำนวณข้อมูลตามเงื่อนไข โดยมีองค์ประกอบของคลาส คือ

- แอททริบิวต์ (Attribute)
 - distanceToObject ทำหน้าที่เก็บค่าระยะห่างจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
 - velocityToObject ทำหน้าที่เก็บค่าความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
 - timeToObject ทำหน้าที่เก็บค่าระยะเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
 - brakeState ทำหน้าที่เก็บค่าสถานะการเบรก
 - moveState ทำหน้าที่เก็บค่าสถานะการเคลื่อนที่
- เมธอด (Method)
 - checkDistance() ทำหน้าที่ตรวจสอบระยะทางตามเงื่อนไข
 - calculateVelocity() ทำหน้าที่คำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือ

สิ่งกีดขวางตามเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- calculateTime() ทำหน้าที่คำนวณระยะเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางตามเงื่อนไข

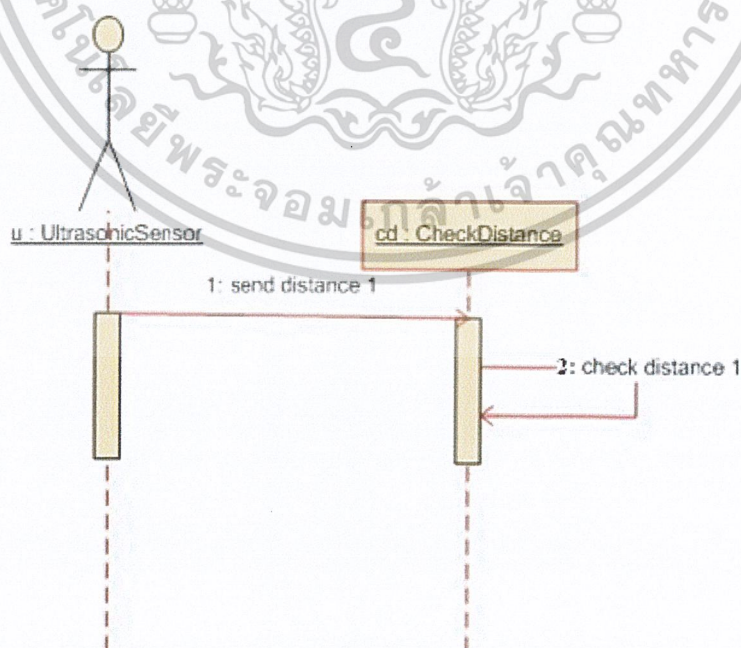
3.3.4.3 Motor

ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งที่ได้รับมา โดยมีองค์ประกอบของคลาส คือ

- แอททริบิวต์ (Attribute)
 - moveSpeed ทำหน้าที่เก็บค่าคำสั่งการเคลื่อนที่
- เมธอด (Method)
 - forward() ทำหน้าที่รับคำสั่งการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
 - backward() ทำหน้าที่รับคำสั่งการเคลื่อนที่ถอยหลัง
 - stop() ทำหน้าที่รับคำสั่งหยุดการเคลื่อนที่
 - setPower() ทำหน้าที่ตั้งค่ากระแสพลังงานให้มอเตอร์ (Motor)
 - setSpeed() ทำหน้าที่ตั้งค่าความเร็วให้มอเตอร์ (Motor)
 - lock() ทำหน้าที่ล็อก (Lock) ค่าปัจจุบันของมอเตอร์ (Motor)
 - getSpeed() ทำหน้าที่รับค่าความเร็วของมอเตอร์ (Motor)
 - getActualSpeed() ทำหน้าที่รับค่าความเร็วที่แท้จริงของมอเตอร์ (Motor)

3.3.5 แผนภาพลำดับการทำงาน (Sequence Diagram)

3.3.5.1 Check Distance



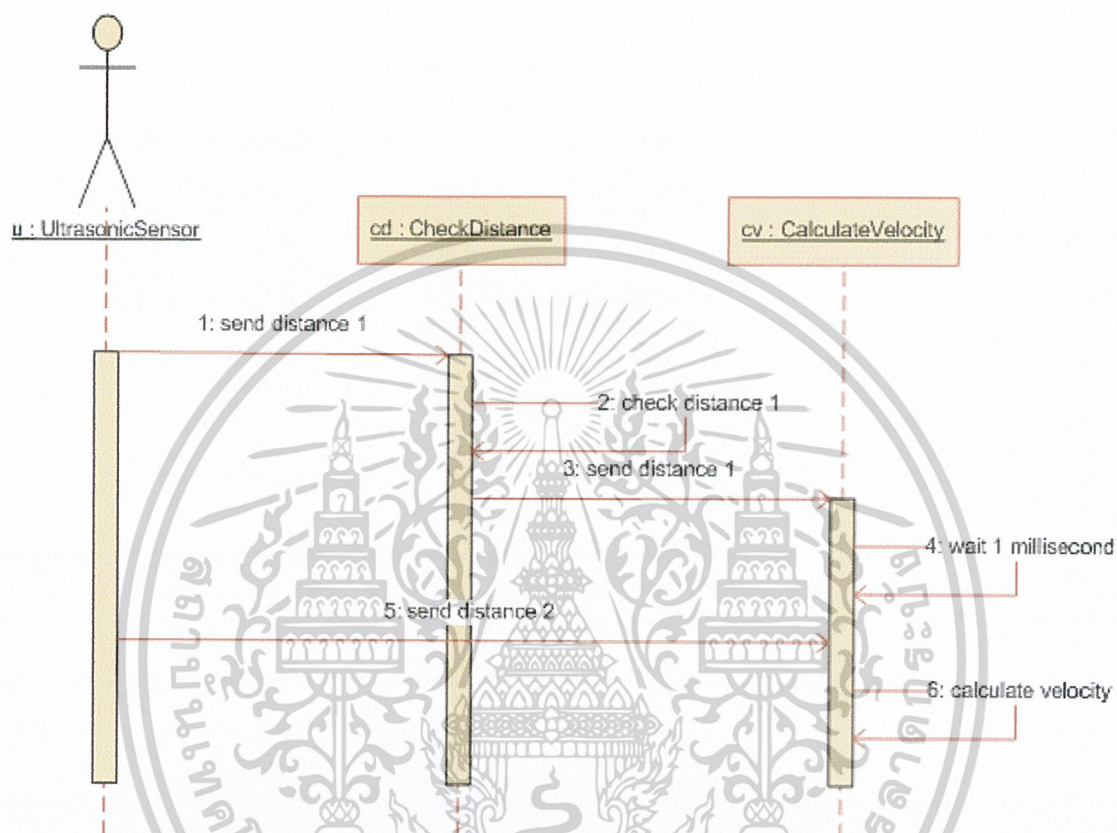
รูปที่ 3.8 แผนภาพลำดับการทำงาน Check Distance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภาพลำดับการทำงาน Check Distance ดังรูปที่ 3.8 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง

3.3.5.2 Calculate Velocity



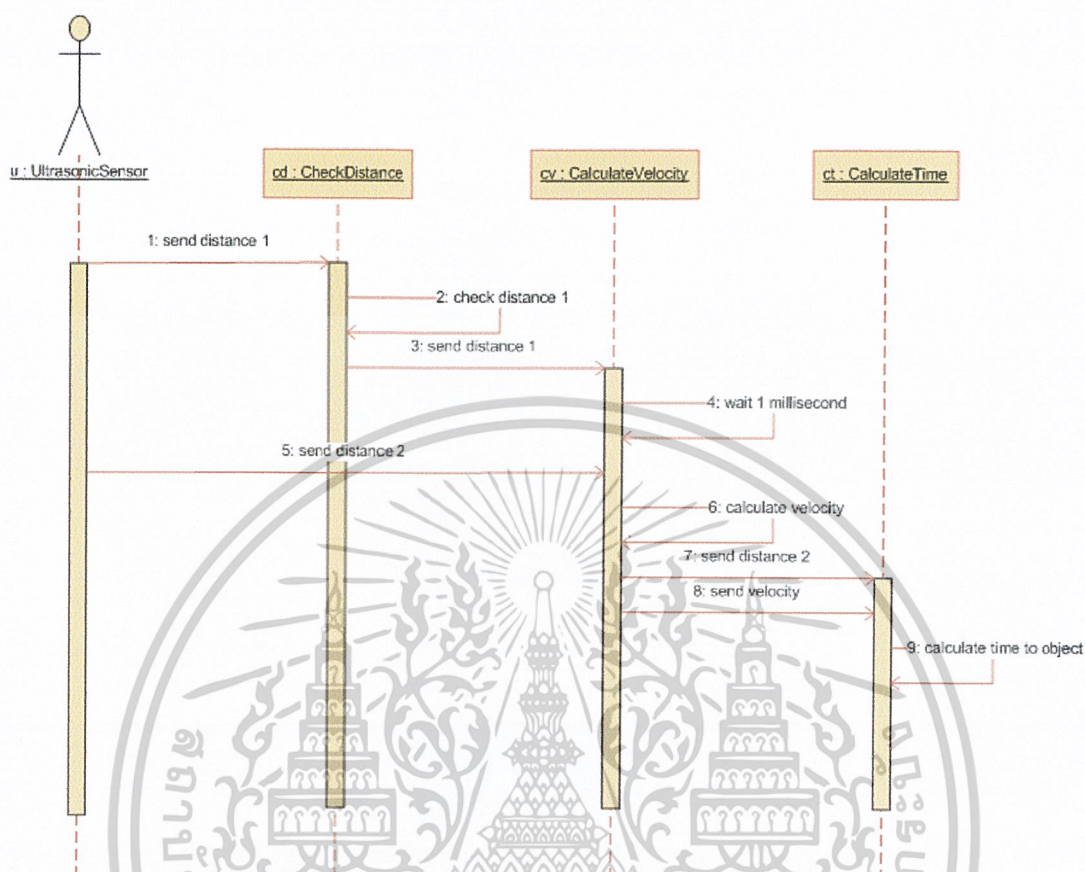
รูปที่ 3.9 แผนภาพลำดับการทำงาน Calculate Velocity

จากแผนภาพลำดับการทำงาน Calculate Velocity ดังรูปที่ 3.9 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง
3. CheckDistance จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CalculateVelocity หากระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร
4. CalculateVelocity จะทำการรอ 1 มิลลิวินาที
5. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateVelocity
6. CalculateVelocity จะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.3 Calculate Time



รูปที่ 3.10 แผนภาพลำดับการทำงาน Calculate Time

จากแผนภาพลำดับการทำงาน Calculate Time ดังรูปที่ 3.10 สามารถอธิบายการทำงาน ได้ดังนี้

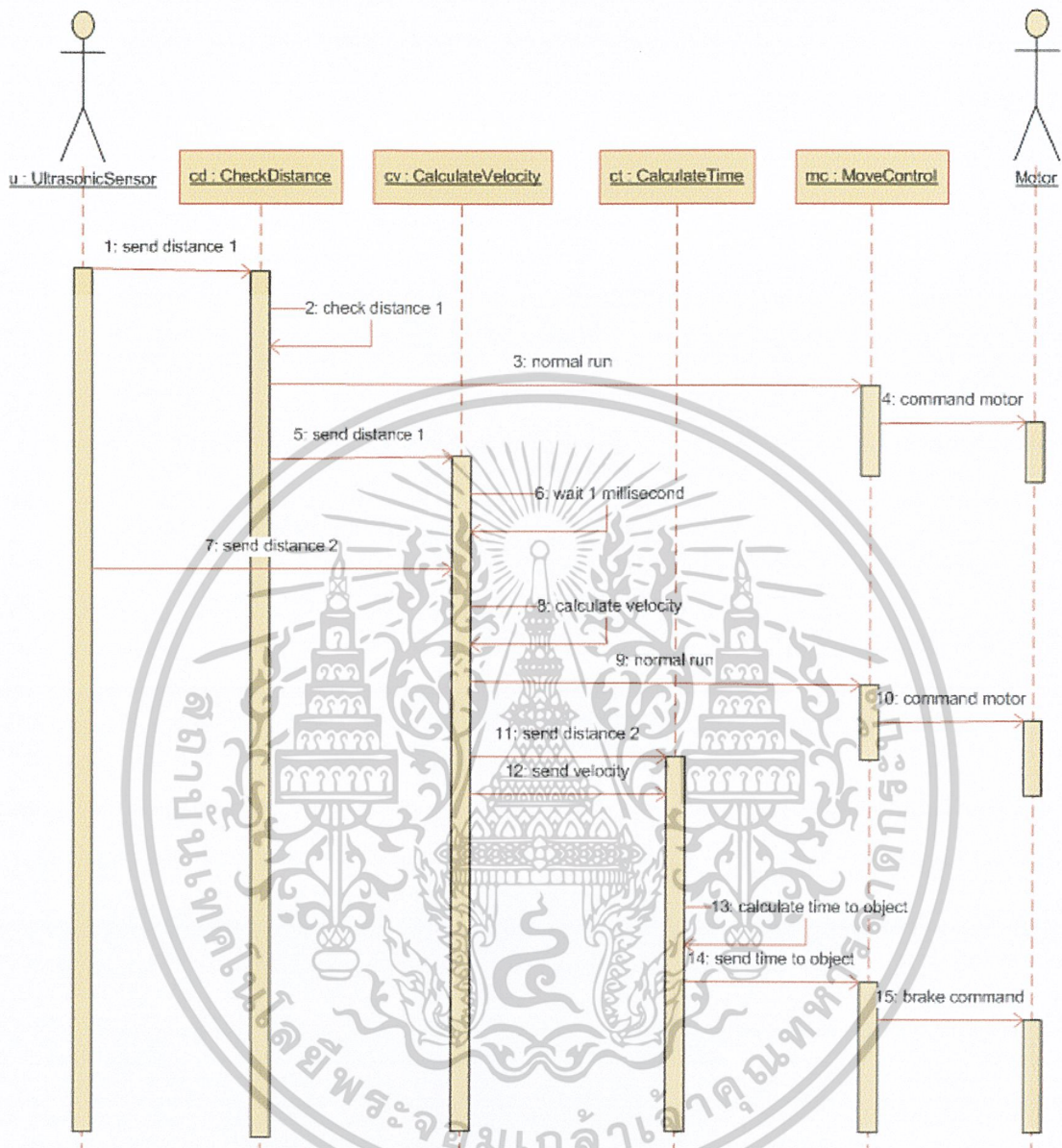
1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง
3. CheckDistance จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CalculateVelocity หากระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร
4. CalculateVelocity จะทำการรอ 1 มิลลิวินาที
5. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateVelocity
6. CalculateVelocity จะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
7. CalculateVelocity จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateTime หากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่า 0
8. CalculateVelocity จะทำการส่งความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางให้กับ CalculateTime

9. CalculateTime จะทำการคำนวณเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.4 Move Control



รูปที่ 3.11 แผนภาพลำดับการทำงาน Move Control

จากแผนภาพลำดับการทำงาน Move Control ดังรูปที่ 3.11 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง
3. CheckDistance จะทำการส่งข้อมูลการวิ่งปกติให้กับ MoveControl หากระยะทางมากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร
4. MoveControl จะทำการส่งคำสั่งการวิ่งปกติให้กับ Motor

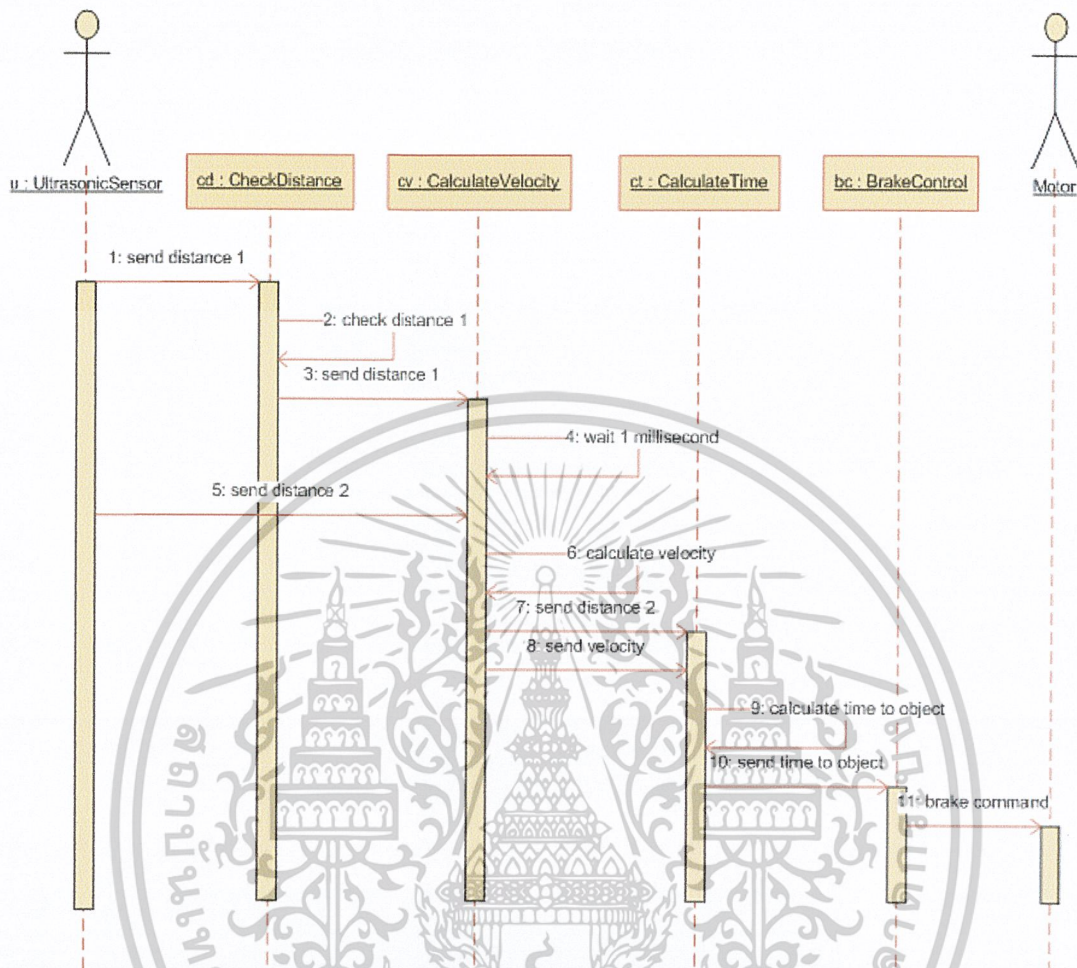
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. CheckDistance จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CalculateVelocity หากระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร
6. CalculateVelocity จะทำการรอ 1 มิลลิวินาที
7. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateVelocity
8. CalculateVelocity จะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
9. CalculateVelocity จะทำการส่งข้อมูลการวิ่งปกติให้กับ MoveControl หากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0
10. MoveControl จะทำการส่งคำสั่งการวิ่งปกติให้กับ Motor
11. CalculateVelocity จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateTime หากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่า 0
12. CalculateVelocity จะทำการส่งความเร็วให้กับ CalculateTime
13. CalculateTime จะทำการคำนวณเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
14. CalculateTime จะส่งเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางให้กับ MoveControl หากเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาที
15. MoveControl จะทำการส่งคำสั่งการวิ่งปกติให้กับ Motor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.5 Brake Control



รูปที่ 3.12 แผนภาพลำดับการทำงาน Brake Control

จากแผนภาพลำดับการทำงาน Brake Control ดังรูปที่ 3.12 สามารถอธิบายการทำงาน ได้ดังนี้

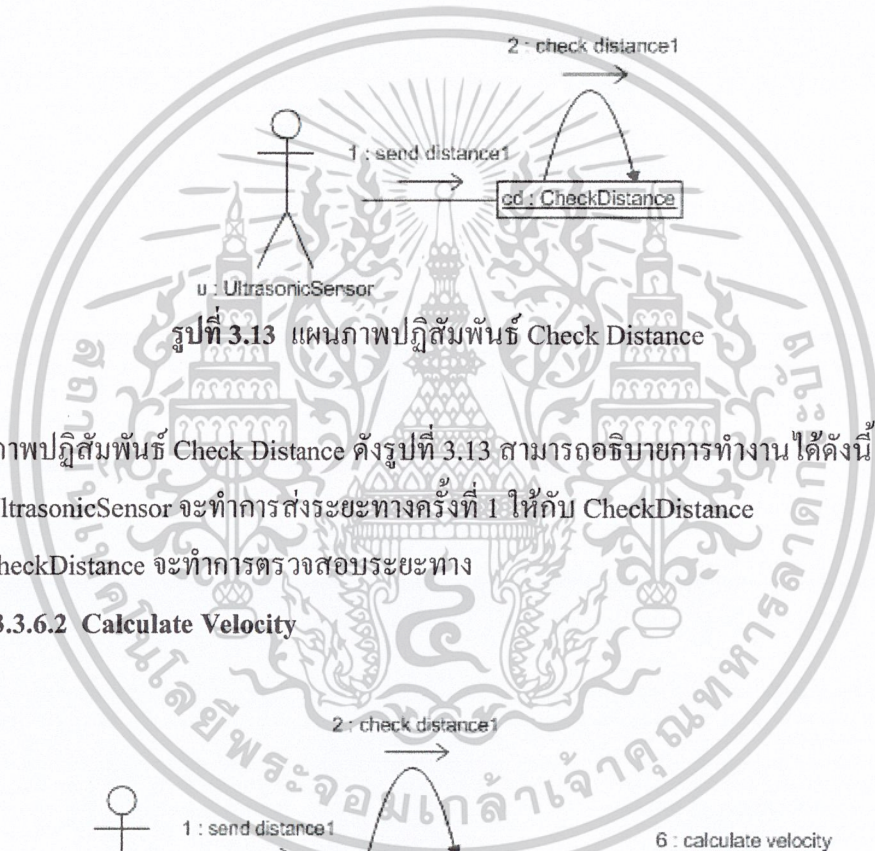
1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง
3. CheckDistance จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CalculateVelocity หากระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร
4. CalculateVelocity จะทำการรอ 1 มิลลิวินาที
5. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateVelocity
6. CalculateVelocity จะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
7. CalculateVelocity จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateTime หากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่า 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. CalculateVelocity จะทำการส่งความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางให้กับ CalculateTime
9. CalculateTime จะทำการคำนวณเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
10. CalculateTime จะทำการส่งระยะเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางให้กับ BrakeControl หากเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางน้อยกว่า 5 วินาที
11. BrakeControl จะทำการส่งคำสั่งการหยุดการวิ่งให้กับ Motor

3.3.6 แผนภาพปฏิสัมพันธ์ (Collaboration Diagram)

3.3.6.1 Check Distance

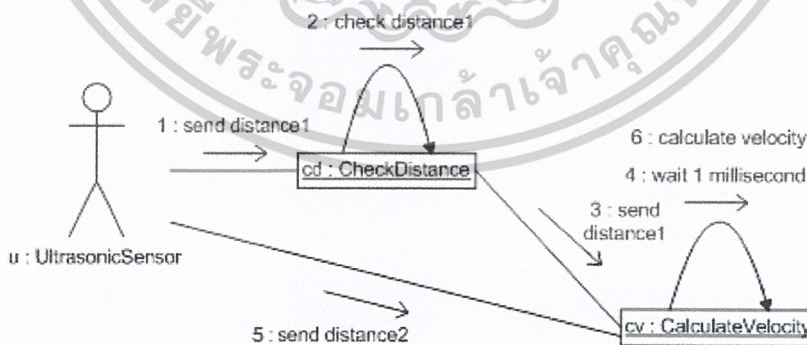


รูปที่ 3.13 แผนภาพปฏิสัมพันธ์ Check Distance

จากแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Check Distance ดังรูปที่ 3.13 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง

3.3.6.2 Calculate Velocity



รูปที่ 3.14 แผนภาพปฏิสัมพันธ์ Calculate Velocity

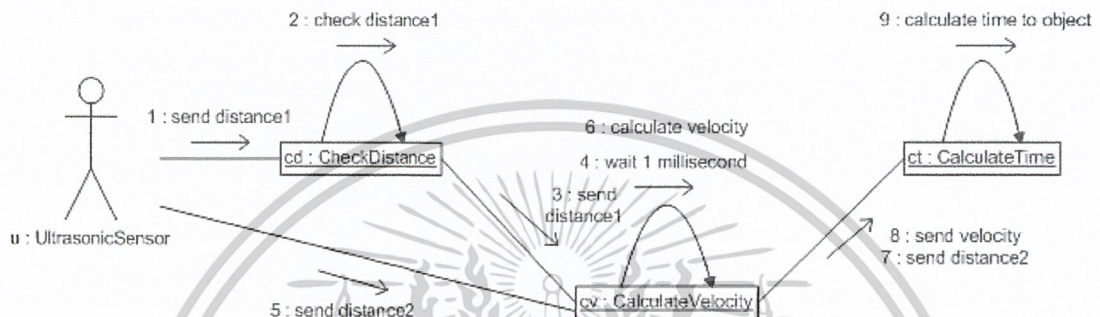
จากแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Calculate Velocity ดังรูปที่ 3.14 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. CheckDistance จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CalculateVelocity หากระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร
4. CalculateVelocity จะทำการรอ 1 มิลลิวินาที
5. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateVelocity
6. CalculateVelocity จะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

3.3.6.3 Calculate Time



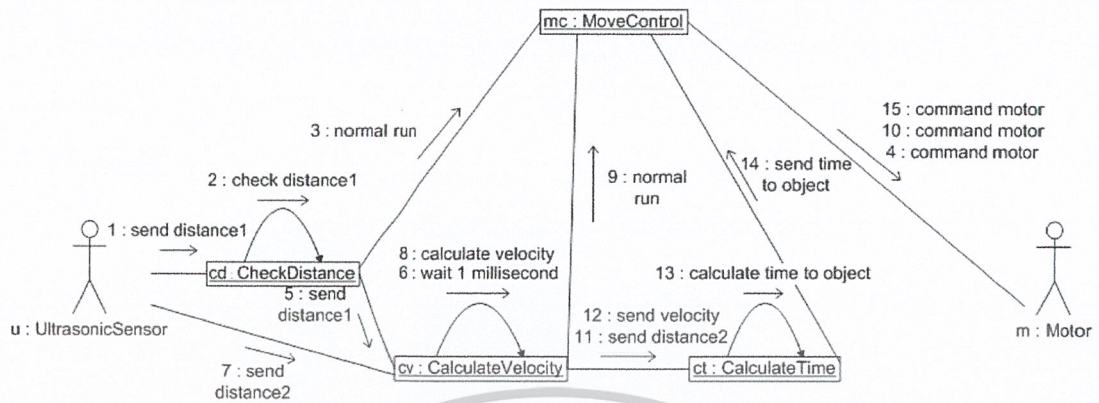
รูปที่ 3.15 แผนภาพปฏิสัมพันธ์ Calculate Time

จากแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Calculate Time ดังรูปที่ 3.15 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง
3. CheckDistance จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CalculateVelocity หากระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร
4. CalculateVelocity จะทำการรอ 1 มิลลิวินาที
5. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateVelocity
6. CalculateVelocity จะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
7. CalculateVelocity จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateTime หากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่า 0
8. CalculateVelocity จะทำการส่งความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางให้กับ CalculateTime
9. CalculateTime จะทำการคำนวณเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6.4 Move Control



รูปที่ 3.16 แผนภาพปฏิสัมพันธ์ Move Control

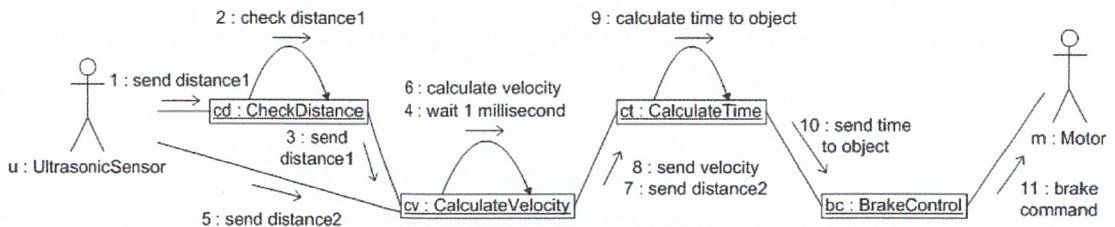
จากแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Move Control ดังรูปที่ 3.16 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง
3. CheckDistance จะทำการส่งข้อมูลการวิ่งปกติให้กับ MoveControl หากระยะทางมากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตร
4. MoveControl จะทำการส่งคำสั่งการวิ่งปกติให้กับ Motor
5. CheckDistance จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CalculateVelocity หากระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร
6. CalculateVelocity จะทำการรอ 1 มิลลิวินาที
7. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateVelocity
8. CalculateVelocity จะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
9. CalculateVelocity จะทำการส่งข้อมูลการวิ่งปกติให้กับ MoveControl หากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0
10. MoveControl จะทำการส่งคำสั่งการวิ่งปกติให้กับ Motor
11. CalculateVelocity จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateTime หากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่า 0
12. CalculateVelocity จะทำการส่งความเร็วให้กับ CalculateTime
13. CalculateTime จะทำการคำนวณเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
14. CalculateTime จะส่งเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางให้กับ MoveControl หากเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาที
15. MoveControl จะทำการส่งคำสั่งการวิ่งปกติให้กับ Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6.5 Brake Control



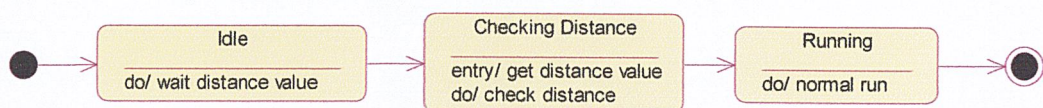
รูปที่ 3.17 แผนภาพปฏิสัมพันธ์ Brake Control

จากแผนภาพปฏิสัมพันธ์ Brake Control ดังรูปที่ 3.17 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CheckDistance
2. CheckDistance จะทำการตรวจสอบระยะทาง
3. CheckDistance จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 1 ให้กับ CalculateVelocity หากระยะทางน้อยกว่า 1 เมตร
4. CalculateVelocity จะทำการรอ 1 มิลลิวินาที
5. UltrasonicSensor จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateVelocity
6. CalculateVelocity จะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
7. CalculateVelocity จะทำการส่งระยะทางครั้งที่ 2 ให้กับ CalculateTime หากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางมากกว่า 0
8. CalculateVelocity จะทำการส่งความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าวัตถุหรือสิ่งกีดขวางให้กับ CalculateTime
9. CalculateTime จะทำการคำนวณเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
10. CalculateTime จะทำการส่งระยะเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางให้กับ BrakeControl หากเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวางน้อยกว่า 5 วินาที
11. BrakeControl จะทำการส่งคำสั่งการหยุดการวิ่งให้กับ Motor

3.3.7 แผนภาพสถานะ (State Chart Diagram)

3.3.7.1 Normal Running



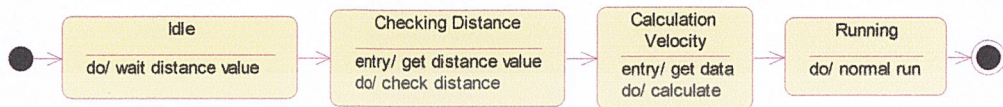
รูปที่ 3.18 แผนภาพสถานะ Normal Running

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภาพสถานะ Normal Running ดังรูปที่ 3.18 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

- สถานะ Idle ทำหน้าที่รอรับค่าระยะทาง
- สถานะ Check Distance ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และตรวจสอบระยะทาง
- สถานะ Running ทำหน้าที่วิ่งตามปกติ

3.3.7.2 Calculation Velocity Running

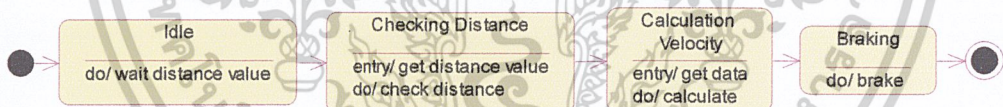


รูปที่ 3.19 แผนภาพสถานะ Calculate Velocity Running

จากแผนภาพสถานะ Calculate Velocity Running ดังรูปที่ 3.19 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

- สถานะ Idle ทำหน้าที่รอรับค่าระยะทาง
- สถานะ Check Distance ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และตรวจสอบระยะทาง
- สถานะ Calculate Velocity ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
- สถานะ Running ทำหน้าที่วิ่งตามปกติ

3.3.7.3 Calculation Velocity Braking

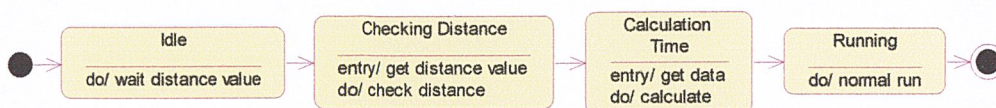


รูปที่ 3.20 แผนภาพสถานะ Calculate Velocity Braking

จากแผนภาพสถานะ Calculate Velocity Braking ดังรูปที่ 3.20 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

- สถานะ Idle ทำหน้าที่รอรับค่าระยะทาง
- สถานะ Check Distance ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และตรวจสอบระยะทาง
- สถานะ Calculate Velocity ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง
- สถานะ Braking ทำหน้าที่หยุดการวิ่ง

3.3.7.4 Calculate Time Running



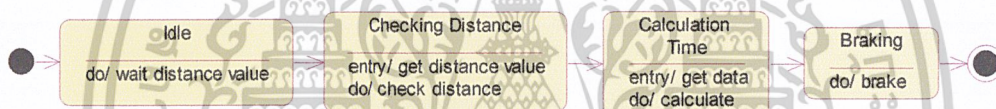
รูปที่ 3.21 แผนภาพสถานะ Calculate Time Running

จากแผนภาพสถานะ Calculate Time Running ดังรูปที่ 3.21 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

- สถานะ Idle ทำหน้าที่รอรับค่าระยะทาง
- สถานะ Check Distance ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และตรวจสอบระยะทาง
- สถานะ Calculate Time ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และคำนวณเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

- สถานะ Running ทำหน้าที่วิ่งตามปกติ

3.3.7.5 Calculation Time Braking



รูปที่ 3.22 แผนภาพสถานะ Calculate Time Braking

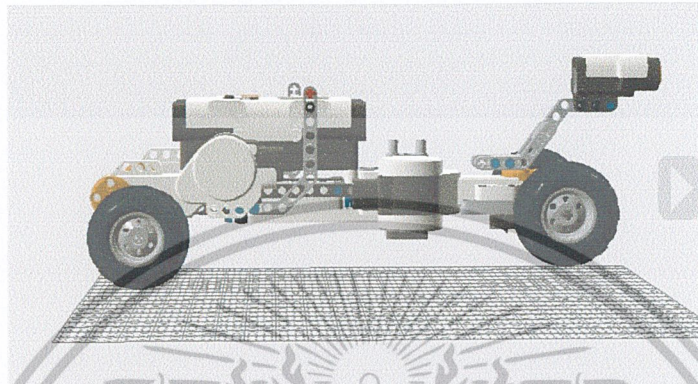
จากแผนภาพสถานะ Calculate Time Braking ดังรูปที่ 3.22 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

- สถานะ Idle ทำหน้าที่รอรับค่าระยะทาง
- สถานะ Check Distance ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และตรวจสอบระยะทาง
- สถานะ Calculate Time ทำหน้าที่รับค่าระยะทาง และคำนวณเวลาที่เหลือก่อนชนวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

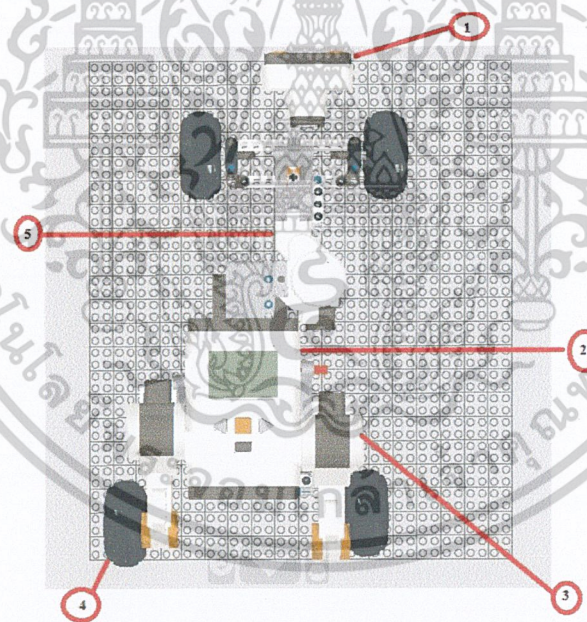
- สถานะ Braking ทำหน้าที่หยุดการวิ่ง

3.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ในการออกแบบฮาร์ดแวร์ต้นแบบนี้ได้จำลองต้นแบบของรถยนต์จำลองขึ้นมาโดยอาศัยโปรแกรมเลโก้ดิจิทัลดีไซเนอร์ (LEGO Digital Designer) ช่วยในการออกแบบรถยนต์จำลองต้นแบบขึ้นมา



รูปที่ 3.23 ภาพโครงสร้างฮาร์ดแวร์ด้านข้างตัวรถจำลอง



รูปที่ 3.24 ภาพโครงสร้างฮาร์ดแวร์ด้านบนตัวรถจำลอง

หมายเลข 1 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับระยะห่างจากสิ่งกีดขวาง

หมายเลข 2 เอ็นเอ็ทซ์ที

หมายเลข 3 มอเตอร์ขับเคลื่อน

หมายเลข 4 ล้อ

หมายเลข 5 มอเตอร์สำหรับบังคับทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและวิเคราะห์ผล

การทดลองระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง ทดลองเพื่อที่จะตอบสนองวัตถุประสงค์ของโครงการระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง โดยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 5 การทดลอง คือ การทดลองเมื่อรถยนต์คันหน้าวิ่งในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง การทดลองเมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์จำลอง การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน การทดลองเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้ารถยนต์จำลอง การทดลองเมื่อมีรถยนต์ที่วิ่งปาดหน้ารถยนต์จำลอง

4.1 การทดลองเมื่อรถยนต์คันหน้าวิ่งในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อทำการทดสอบตอบสนองของรถยนต์จำลอง เมื่อพบรถยนต์คันข้างหน้าวิ่งในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง

สมมติฐาน รถยนต์จำลองจะทำการวิ่งตามปกติ

ตารางที่ 4.1 การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างหน้าวิ่งในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. ให้รถยนต์จำลองวิ่งในความเร็วคงที่ และให้รถยนต์บังคับวิ่งนำหน้าในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง	1. รถยนต์จำลองวิ่งต่อไป โดยไม่มีการเบรก 

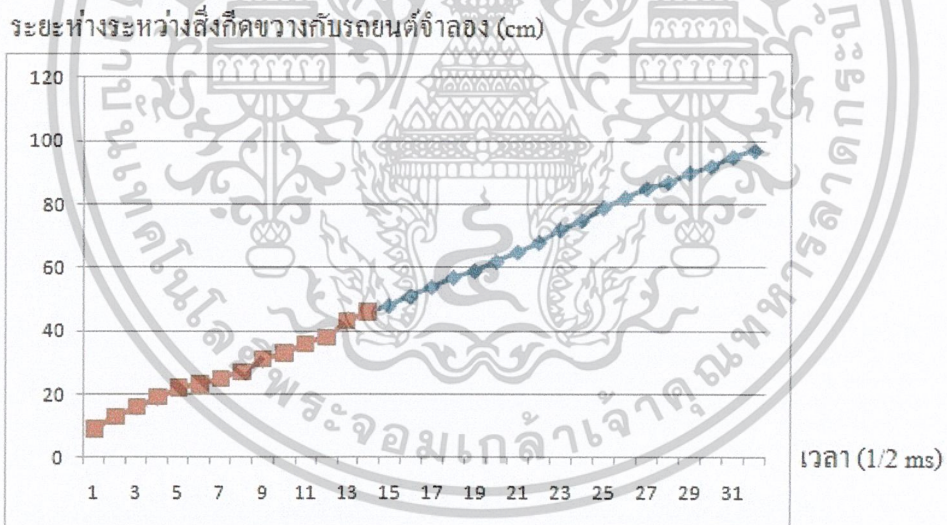
รูปที่ 4.1 รูปรถยนต์จำลองทำการวิ่งตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างวิ่งในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง (ต่อ)

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
	 <p>รูปที่ 4.2 รูปรถยนต์จำลองทำการวิ่งตามปกติ (ต่อ)</p>

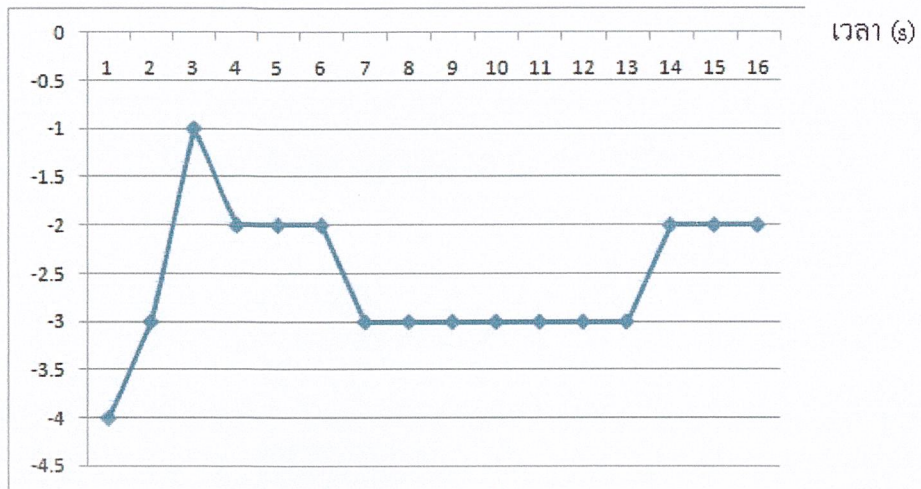
กราฟผลการทดลอง



รูปที่ 4.3 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง

จากในรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าระยะห่างระหว่างรถยนต์คันข้างหน้ากับรถยนต์จำลองมีระยะห่างที่มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งในช่วงแรกเส้นกราฟเป็นสีแดง ซึ่งถือเป็นระยะอันตรายของระบบ ระบบจึงจำเป็นต้องคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้า เมื่อพ้นระยะอันตรายแล้วเส้นกราฟจึงเป็นสีฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง (cm/s)

รูปที่ 4.4 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง

จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้ามีค่าติดลบ (น้อยกว่า 0) เนื่องจากรถทั้งสองคันเคลื่อนที่ห่างออกจากกันมากขึ้นเรื่อยๆ

วิเคราะห์ จากกราฟทำให้เห็นว่าระยะห่างจากรถคันข้างหน้ามากขึ้นเรื่อยๆ และความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้ามีค่าติดลบ ซึ่งตรงตามทฤษฎีที่ว่าหากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางมากกว่าหรือเท่ากับ 0 นั้นอยู่ในระยะปลอดภัย ซึ่งทำให้รถยนต์ทำการวิ่งตามปกติ คือไม่เกิดการชน

สรุป ผลการทดลองตรงตามสมมติฐาน คือ เมื่อรถยนต์คันข้างหน้าวิ่งในความเร็วที่มากกว่ารถยนต์จำลอง รถยนต์จำลองจะทำการวิ่งตามปกติ

4.2 การทดลองเมื่อรถยนต์เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์จำลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อทำการตรวจสอบสนองของรถยนต์จำลอง เมื่อพบสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์จำลอง

สมมติฐาน รถยนต์จำลองจะทำการเบรกก่อนจะเกิดการชน

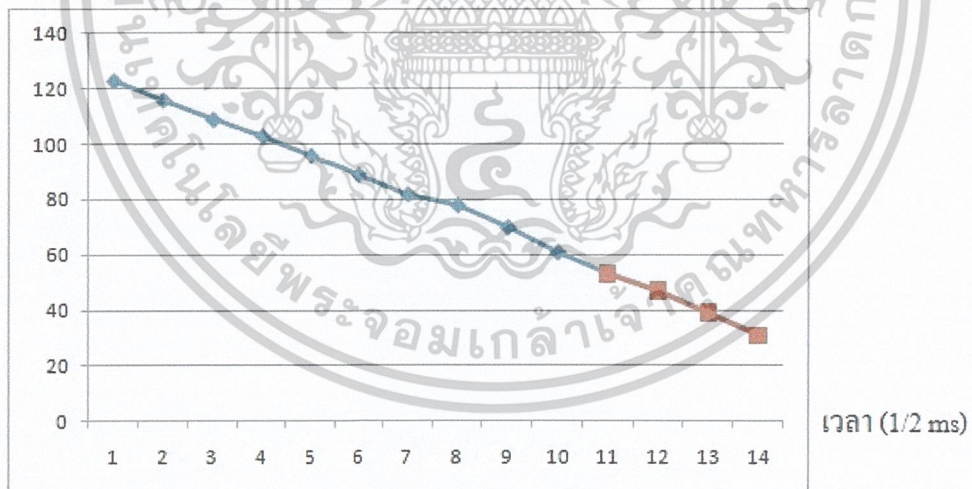
ตารางที่ 4.2 การทดลองเมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์จำลอง

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. ให้รถยนต์จำลองวิ่งในความเร็วกงที่ และให้มีสิ่งกีดขวางวางอยู่ข้างหน้าเส้นทางที่รถยนต์จำลองจะทำการวิ่งผ่าน	1. รถยนต์จำลองทำการเบรกก่อนจะเกิดการชน 

รูปที่ 4.5 รูปรถยนต์จำลองทำการเบรก

กราฟผลการทดลอง

ระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง (cm)

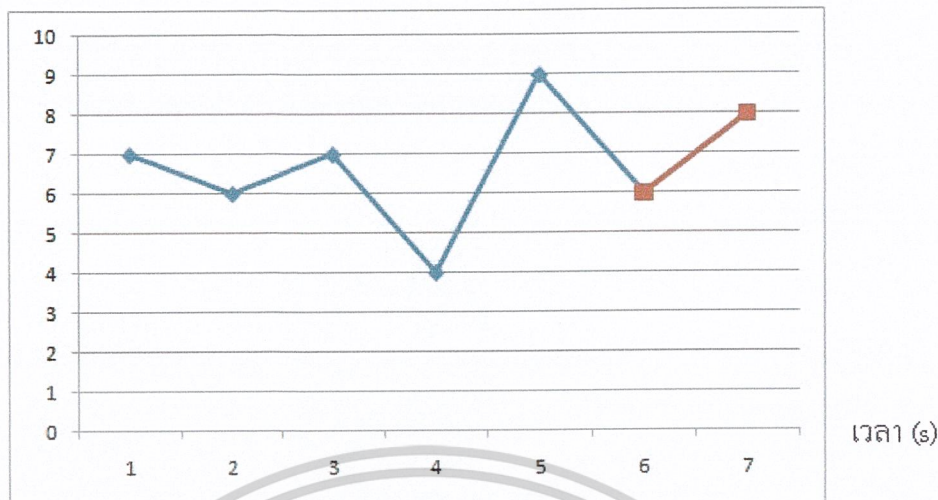


รูปที่ 4.6 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลองมีระยะห่างที่น้อยลงเรื่อยๆ จนถึงระยะอันตราย

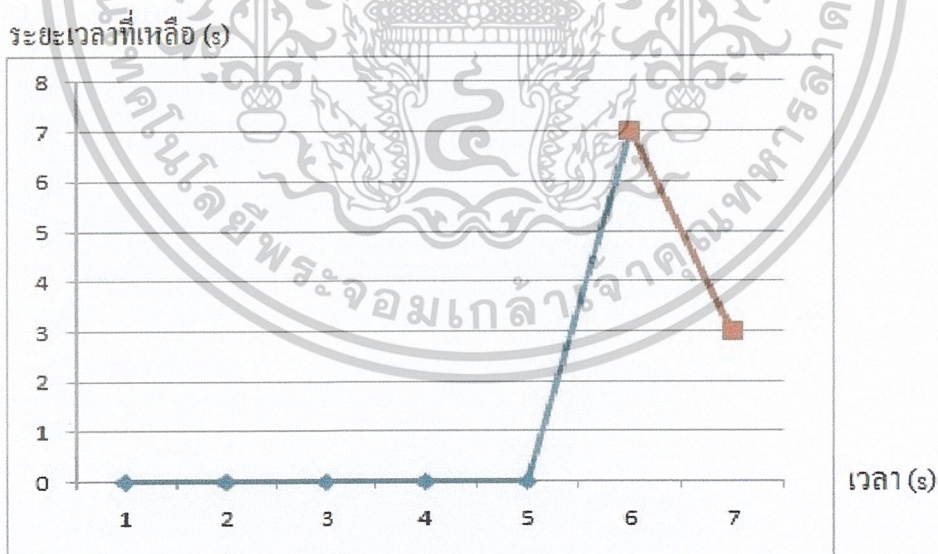
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง (cm/s)



รูปที่ 4.7 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางนี้ ในช่วงแรกจะเป็นสีฟ้าซึ่งไม่ได้อยู่ในระยะอันตราย ในช่วงนี้จึงยังไม่มีกรคำนวณหาเวลาก่อนชนสิ่งกีดขวางจนเมื่อเข้าสู่ระยะอันตรายกราฟจึงเปลี่ยนเป็นสีแดง ซึ่งช่วงนี้จะมีการคำนวณหาเวลาที่เหลือก่อนจะชนสิ่งกีดขวางต่อไป



รูปที่ 4.8 รูปกราฟแสดงระยะเวลาที่เหลือ

จากรูปที่ 4.8 (พิจารณาเฉพาะเส้นกราฟสีแดง) แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่เหลือน้อยลงเรื่อยๆจนเมื่อเหลือเวลาเพียง 3 วินาที ตัวระบบจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมความเร็วของรถยนต์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิเคราะห์** จากกราฟทำให้เห็นว่าระยะห่างจากสิ่งกีดขวางน้อยลงเรื่อยๆ ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางมากกว่า 0 และระยะเวลาที่เหลืออยู่ในช่วงเฟ้นระว่างการชน ซึ่งตรงตามทฤษฎีที่ว่าหากระยะทางที่เหลือน้อยกว่า 50 เซนติเมตร ระบบจะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง หากมากกว่า 0 ระบบจะทำการคำนวณระยะเวลาที่เหลือ และหากเหลือระยะเวลาน้อยกว่า 5 มิลลิวินาที ระบบจะสั่งการเบรกทันที ซึ่งจะสามารถเบรกได้ทันทั่วทั้งที่
- สรุป** ผลการทดลองตรงตามสมมติฐาน คือ เมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์จำลองรถยนต์จำลองจะทำการเบรกก่อนจะเกิดการชน

4.3 การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน

วัตถุประสงค์ เพื่อทำการดูผลตอบสนองของรถยนต์จำลอง เมื่อพบรถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน

สมมติฐาน รถยนต์จำลองจะทำการเบรกก่อนจะเกิดการชน

ตารางที่ 4.3 การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน

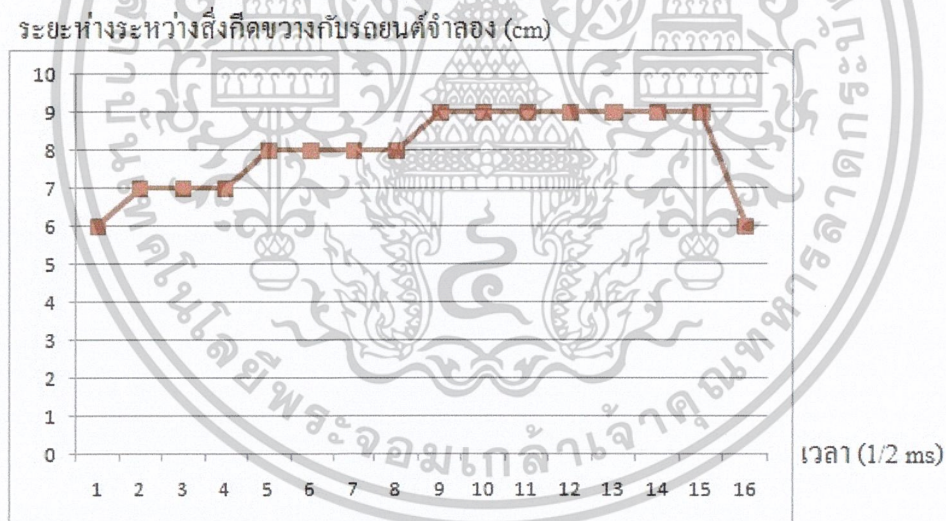
วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
<p>1. ให้รถยนต์จำลองวิ่งในความเร็วคงที่ และให้รถยนต์บังคับวิ่งตามปกติ และเบรกกะทันหัน</p>	<p>1. รถยนต์จำลองทำการเบรกได้ทันทั่วทั้งที่ก่อนจะเกิดการชน</p>  <p>รูปที่ 4.9 รถยนต์จำลองเบรกได้ทันทั่วทั้งที่</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การทดลองเมื่อรถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน (ต่อ)

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
	 <p>รูปที่ 4.10 รูปรถยนต์จำลองเบรกได้ทันท่วงที (ต่อ)</p>

กราฟการทดลอง

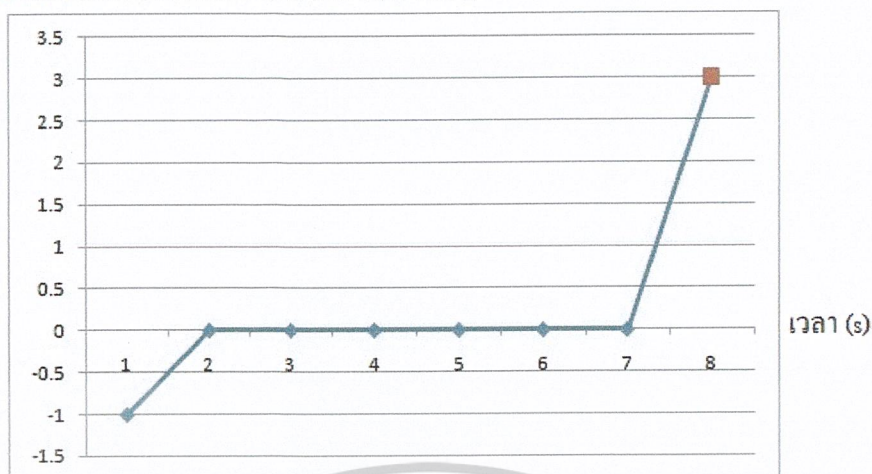


รูปที่ 4.11 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง

จากรูปที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่าระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลองมีระยะห่างน้อยกว่า 50 เซนติเมตร ซึ่งทำให้เส้นกราฟเป็นเส้นสีแดงทั้งหมดซึ่งหมายความว่ารถยนต์ข้างหน้านี้อยู่ในระยะอันตรายต้องมีการคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์ข้างหน้าตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

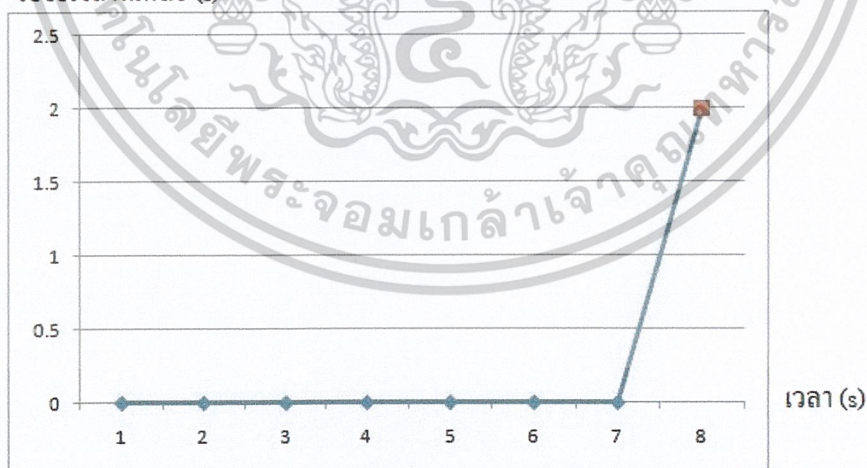
ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง (cm/s)



รูปที่ 4.12 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง

จากรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้ามีค่าน้อยกว่า 0 และเท่ากับ 0 ซึ่งชี้ให้เห็นว่ารถยนต์จำลองยังไม่มีความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้า เนื่องจากรถทั้งสองคันวิ่งด้วยความเร็วเท่าๆ กัน จนเมื่อรถคันข้างหน้าเบรกทำให้เกิดความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง ทำให้จุดสีแดงจำเป็นต้องคำนวณหาเวลาที่เหลือก่อนจะชนสิ่งกีดขวาง

ระยะเวลาที่เหลือ (s)



รูปที่ 4.13 รูปกราฟแสดงระยะเวลาที่เหลือ

จากรูปที่ 4.13 (พิจารณาเฉพาะกราฟสีแดง) เมื่อเริ่มการคำนวณหาเวลาที่เหลือก่อนชนสิ่งกีดขวางที่จุดสีแดงแล้วพบว่าเหลือเวลาก่อนที่จะชนสิ่งกีดขวางเพียง 2 วินาที ระบบจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมความเร็วรถยนต์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ จากกราฟทำให้เห็นว่าระยะห่างจากรถคันข้างหน้าน้อยกว่า 50 เซนติเมตร ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้าเพิ่มขึ้นจนมากกว่า 0 และระยะเวลาที่เหลือเหลือน้อยกว่า 5 มิลลิวินาที ซึ่งตรงตามทฤษฎีที่ว่าหากระยะทางที่เหลือน้อยกว่า 50 เซนติเมตร ระบบจะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง หากมากกว่า 0 ระบบจะทำการคำนวณระยะเวลาที่เหลือ หากเหลือระยะเวลาน้อยกว่า 5 มิลลิวินาที ระบบจะสั่งการเบรกทันที ซึ่งจะสามารถเบรกได้ทันทั่วทั้งที่

สรุป ผลการทดลองตรงตามสมมติฐาน คือ เมื่อรถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน รถยนต์จำลองจะทำการเบรกก่อนจะเกิดการชน

4.4 การทดลองเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้ารถยนต์จำลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อทำการทดสอบสนองของรถยนต์จำลอง เมื่อมีรถยนต์ตัดหน้ารถยนต์จำลอง

สมมติฐาน รถยนต์จำลองจะทำการเบรกก่อนจะเกิดการชน

ตารางที่ 4.4 การทดลองเมื่อมีรถยนต์ตัดหน้ารถยนต์จำลอง

วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. ให้รถยนต์จำลองวิ่งในความเร็วกงที่ และให้รถยนต์บังคับวิ่งตัดหน้ารถยนต์จำลอง	1. รถยนต์จำลองทำการเบรกได้ทันทั่วทั้งที่ก่อนจะเกิดการชน

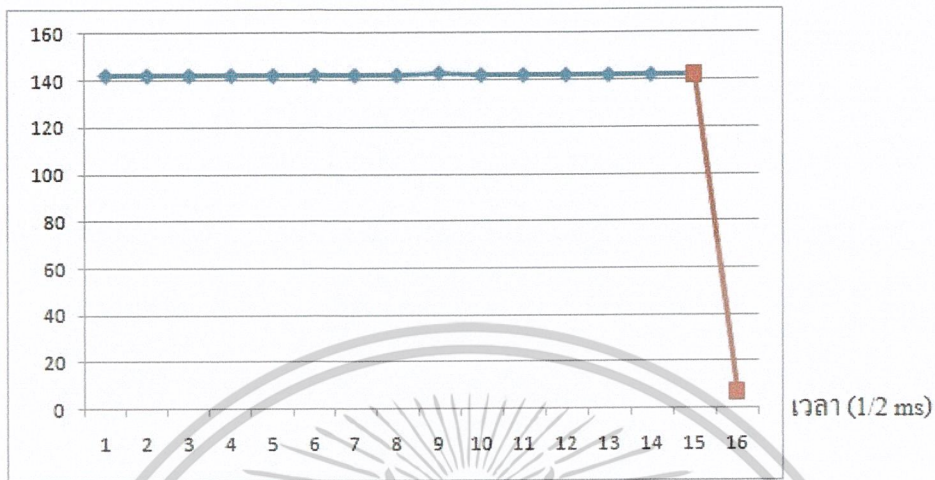


รูปที่ 4.14 รูปรถยนต์จำลองเบรกได้ทันทั่วทั้งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟการทดลอง

ระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง (cm)



รูปที่ 4.15 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง

จากรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่าในระยะแรกที่เส้นกราฟเป็นสีฟ้านั้นยังไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ จนกระทั่ง มีการตัดหน้ารถยนต์จำลองเกิดขึ้นซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงระยะห่างอย่างรวดเร็วและเข้ามาในระยะอันตราย ระบบจึงจำเป็นต้องคำนวณหาความเร็วที่เคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางที่เส้น กราฟสีแดง

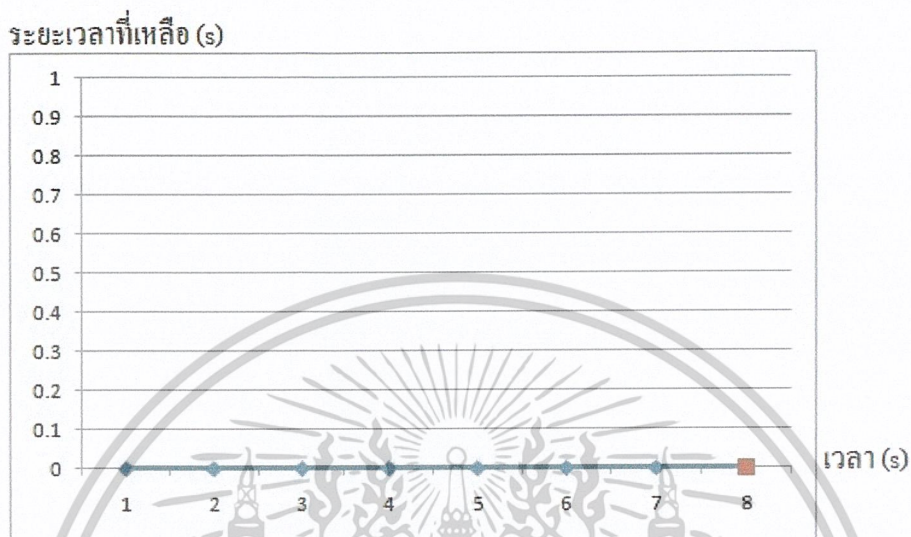
ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง (cm/s)



รูปที่ 4.16 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่าในช่วงเส้นกราฟที่เป็นสีฟ้าความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้ามีค่าเท่ากับ 0 เนื่องจากไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 8 วินาทีเกิดมีรถยนต์วิ่งตัดหน้ารถยนต์จำลอง จึงต้องคำนวณหาความเร็วที่รถยนต์จำลองวิ่งเข้าหาสิ่งกีดขวางนั้น



รูปที่ 4.17 รูปกราฟแสดงระยะเวลาที่เหลือ

จากรูปที่ 4.17 (พิจารณาเฉพาะกราฟสีแดง) จะเห็นว่าก่อนที่จะถึงเวลา 8 วินาทีนั้นยังไม่มี การคำนวณเวลามาก่อนเนื่องจากไม่ได้มีสิ่งกีดขวางใดๆ และเมื่อถึงเวลา 8 วินาทีเกิดการวิ่งตัดหน้า รถยนต์จำลอง ทำให้ต้องมีการคำนวณหาเวลาที่เหลือก่อนชนสิ่งกีดขวางนั้นทันที ซึ่งเหลือ 0 วินาที จึงจำเป็นต้องควบคุมความเร็วของรถยนต์จำลองทันที

วิเคราะห์ จากกราฟทำให้เห็นว่าระยะห่างจากรถคันข้างหน้าลดน้อยลงอย่างรวดเร็ว ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้าเพิ่มขึ้นจนมากกว่า 0 และ ระยะเวลาที่เหลือเหลือ 0 มิลลิวินาที นั่นคือการเบรกทันที ซึ่งตรงตามทฤษฎีที่ว่าหากระยะทางที่เหลือน้อยกว่า 50 เซนติเมตร ระบบจะทำการคำนวณ ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง หากมากกว่า 0 ระบบจะทำการ คำนวณระยะเวลาที่เหลือ หากเหลือระยะเวลาน้อยกว่า 5 มิลลิวินาที ระบบจะ สั่งการเบรกทันที ซึ่งจะสามารถเบรกได้ทันที่

สรุป ผลการทดลองตรงตามสมมติฐาน คือ เมื่อมีรถยนต์ตัดหน้ารถยนต์จำลอง รถยนต์จำลองจะทำการเบรกก่อนจะเกิดการชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองเมื่อมีรถยนต์ที่วิ่งปาดหน้ารถยนต์จำลอง

วัตถุประสงค์ เพื่อทำการดูผลตอบสนองของรถยนต์จำลอง เมื่อมีรถยนต์ที่วิ่งปาดหน้ารถยนต์จำลอง

สมมติฐาน รถยนต์จำลองจะทำการวิ่งตามปกติ

ตารางที่ 4.5 การทดลองเมื่อมีรถยนต์ที่วิ่งปาดหน้ารถยนต์จำลอง

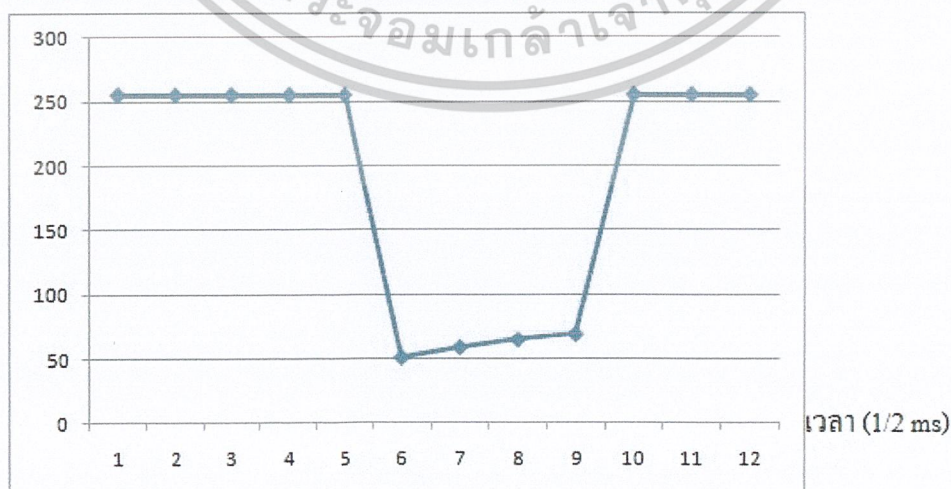
วิธีการทดลอง	ผลการทดลอง
1. ให้รถยนต์จำลองวิ่งในความเร็วกงที่ และให้รถยนต์บังคับวิ่งปาดหน้ารถยนต์จำลอง	1. รถยนต์จำลองวิ่งต่อไป โดยไม่มีการเบรก



รูปที่ 4.18 รูปรถยนต์จำลองทำการวิ่งตามปกติ

กราฟการทดลอง

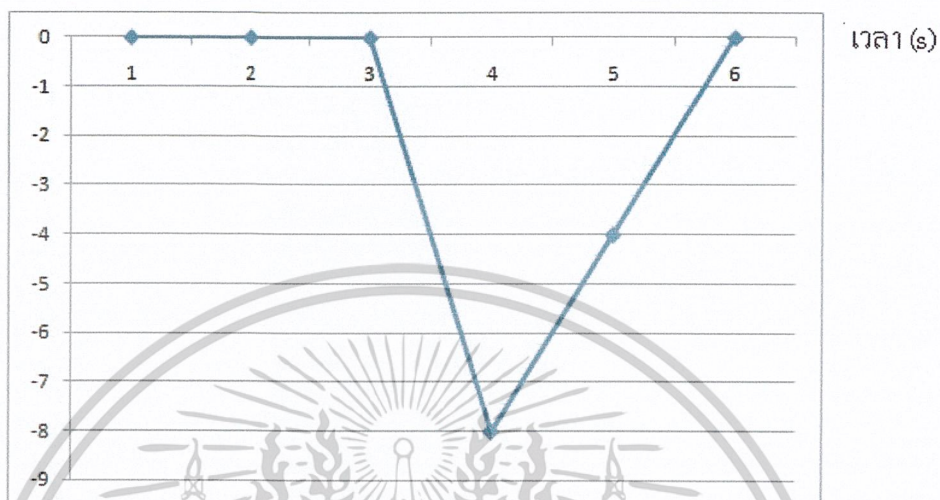
ระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง (cm)



รูปที่ 4.19 รูปกราฟแสดงระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับรถยนต์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่าในช่วงแรกของกราฟยังไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ จนเมื่อมีการปิดหน้ารถยนต์จำลองซึ่งตรวจจับระยะห่างได้ 50 เซนติเมตร แต่หลังจากนั้นสิ่งกีดขวางดังกล่าวค่อยๆ ห่างออกไปมากขึ้นเรื่อยๆ จึงไม่มีอันตรายต่อรถยนต์จำลอง



ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง (cm/s)

รูปที่ 4.20 รูปกราฟแสดงความเร็วการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง

จากรูปที่ 4.20 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเริ่มต้นการทำงานนั้น ยังไม่มีสิ่งกีดขวางใดๆ ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางนั้นเป็น 0 จนกระทั่งมีรถยนต์วิ่งปิดหน้าเมื่อมาคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางแล้วพบว่า เป็นค่าติดลบเนื่องจากรถยนต์ที่วิ่งปิดหน้าเคลื่อนที่ห่างออกไปเรื่อยๆ ทำให้รถยนต์ที่วิ่งปิดหน้าไม่ได้เป็นอันตรายแก่รถยนต์จำลอง

- วิเคราะห์** จากกราฟทำให้เห็นว่าระยะห่างจากรถคันข้างหน้ามีค่าไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหารถยนต์คันข้างหน้าไม่มากกว่า 0 ซึ่งตรงตามทฤษฎีที่ว่าหากความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวางมากกว่า หรือเท่ากับ 0 นั้น อยู่ในระยะปลอดภัย ซึ่งทำให้รถยนต์ทำการวิ่งตามปกติ คือไม่เกิดการชน
- สรุป** ผลการทดลองตรงตามสมมติฐาน คือ เมื่อมีรถยนต์ที่วิ่งปิดหน้ารถยนต์จำลอง รถยนต์จำลองจะทำการวิ่งตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลโครงการและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงการ

การพัฒนาระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลอง ได้พัฒนาขึ้นเพื่อลดอันตรายบนท้องถนนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์ที่มีวัตถุหรือสิ่งกีดขวางขวางอยู่ข้างหน้ารถยนต์ ในระยะใกล้มีคน สัตว์ หรือรถยนต์ วิ่งตัดหน้า รถยนต์คันข้างหน้าเบรกกะทันหัน หรือจะเป็นเหตุการณ์ที่ถูกรถยนต์ปาดหน้า ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวนี้ทำให้เกิดอันตรายบนท้องถนนขึ้นได้ ดังนั้นระบบนี้จึงได้เข้ามาเป็นตัวช่วยในการลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน โดยการควบคุมความเร็วรถยนต์ในขณะที่ทำการขับขี่ เมื่อถึงภาวะเหตุการณ์ฉุกเฉิน

การทำงานของระบบเมื่อพบเหตุการณ์ฉุกเฉิน ระบบจะทำการตรวจสอบระยะปลอดภัยของรถยนต์ ซึ่งถ้าหากรถยนต์ที่ทำการขับขี้อยู่มีระยะห่างจากสิ่งกีดขวางข้างหน้าน้อยกว่าระยะห่างระยะปลอดภัย ระบบจะทำการคำนวณความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง ถ้าการเคลื่อนที่ของรถยนต์ที่ทำการขับขี้น้อยกว่าสิ่งกีดขวาง ระบบจะให้รถยนต์ที่ทำการขับขี้อัตโนมัติตามปกติ แต่ถ้าหากการเคลื่อนที่ของรถยนต์ที่ทำการขับขี้นั้นมากกว่าสิ่งกีดขวาง ระบบจะทำการคำนวณระยะเวลาปลอดภัย หากระยะเวลามากกว่าระยะเวลาปลอดภัย ระบบจะให้รถยนต์ที่ทำการขับขี้อัตโนมัติตามปกติ แต่ถ้าหากระยะเวลาน้อยกว่าระยะเวลาปลอดภัย ระบบจะทำการเบรกทันที ซึ่งระบบควบคุมความเร็วสำหรับรถยนต์จำลองนี้สามารถทำการควบคุมความเร็วได้ตามวัตถุประสงค์ และสามารถช่วยลดอัตราการเกิดอันตรายได้

การทดสอบรถยนต์จำลองทั้ง 5 เหตุการณ์จำลองนั้น รถยนต์จำลองสามารถควบคุมความเร็วให้ทำการเบรกได้ เมื่ออยู่ในระยะอันตราย และสามารถควบคุมความเร็วให้ทำการวิ่งตามปกติได้ หากอยู่ในระยะปลอดภัย ซึ่งการทดสอบนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ (Ultrasonic Sensor) มีการตรวจจับระยะทางในลักษณะคล้ายกับไฟฉาย ซึ่งเป็นลักษณะการตรวจจับแบบกระจายออกจากเซ็นเซอร์ จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจจับระยะทาง ในกรณีที่สิ่งกีดขวางอยู่ด้านข้าง แต่เซ็นเซอร์ทำการตรวจจับระยะทาง และทำการเบรก ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสิ่งกีดขวางไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่ขวางทางรถยนต์ จึงไม่ควรจะทำการเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์นั้นมีลักษณะการรับข้อมูลระยะทางจากจุด 2 จุด บนตัวเซ็นเซอร์ ซึ่งทำให้หาระยะทางที่ห่างจากสิ่งกีดขวางเป็นไปในแนวเฉียง ไม่ขนานกับตัวเซ็นเซอร์ จะทำให้จุดที่รับระยะทางทั้ง 2 จุดบนเซ็นเซอร์ รับระยะทางได้ไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลให้การคำนวณภายในระบบผิดพลาดได้

3. การรับส่งค่าจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังตัวเอ็นเอ็กซ์ที (NXT Intelligent Brick) โดยผ่านทางบลูทูธ (Bluetooth) นั้นมีความล่าช้า (Delay) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้งานและสั่งการควบคุมความเร็ว

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. พัฒนาในด้านการตรวจจับสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขที่มากขึ้น
2. พัฒนาในส่วนของตัวอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น
3. พัฒนาด้านการรับส่งข้อมูลผ่านทางบลูทูธไม่ให้ความล่าช้า
4. พัฒนาให้สามารถควบคุมความเร็วรถยนต์ในรถยนต์จริงได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] **Mindstorms Education.** [Online]. Available :
http://cache.lego.com/downloads/education/9797_LME_UserGuide_US_low.pdf.
 2553
- [2] **NXT® motor internals.** [Online]. Available :
<http://www.philohome.com/nxtmotor/nxtmotor.htm>. 2553.
- [3] การหมุน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม. [Online]. Available :
https://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75912. 2553.
- [4] ไทยรัฐ. เหนือครองแชมป์ สถิติอุบัติเหตุทั่วประเทศ. [Online]. Available :
<http://www.thzaa.com/thread-1705-1-1.html>. 2553.
- [5] ชานูวัฒน์ ชินโกมุท. 2553. คู่มือการติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาโปรแกรมบนชุดทดลอง LEGO NXT. ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2553
- [6] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร. แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน. [Online]. Available : http://sm.skc.rmuti.ac.th/Physics_E/5.pdf. 2553.
- [7] สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม ๘. อุบัติเหตุและการปฐมพยาบาล. [Online]. Available :
<http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK8/chapter7/t8-7-11.htm>. 2553.
- [8] สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์. แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ. [Online]. Available :
<http://psc.pbru.ac.th/lesson/index-power.html>. 2553.
- [9] สถิติอุบัติเหตุช่วงปีใหม่ย้อนหลัง 6 ปี. [Online]. Available :
<http://kreddee.exteen.com/20071229/entry>. 2550.
- [10] การเคลื่อนที่. [Online]. Available : <http://th.wikipedia.org/wiki/การเคลื่อนที่>. 2553.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Mindstorms Education. [Online]. Available :

http://cache.lego.com/downloads/education/9797_LME_UserGuide_US_low.pdf.
2553

NXT[®] motor internals. [Online]. Available :

<http://www.philohome.com/nxtmotor/nxtmotor.htm>. 2553.

การหมุน ความเร็วเชิงมุมและความเร่งเชิงมุม. [Online]. Available :

https://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=75912. 2553.

ไทยรัฐ. เหนือครองแชมป์ สถิติอุบัติเหตุทั่วประเทศ. [Online]. Available :

<http://www.thzaa.com/thread-1705-1-1.html>. 2553.

ชานูวัลท์ ชิน โคมุท. 2553. คู่มือการติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาโปรแกรมบนชุดทดลอง LEGO NXT. ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2553

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร. แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน. [Online]. Available : http://sm.skc.rmuti.ac.th/Physics_E/5.pdf. 2553.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม ๘. อุบัติเหตุและการปฐมพยาบาล. [Online]. Available :

<http://kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK8/chapter7/t8-7-11.htm>. 2553.

สุนันทศักดิ์ ระวังวงศ์. แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ. [Online]. Available :

<http://psc.pbru.ac.th/lesson/index-power.html>. 2553.

สถิติอุบัติเหตุช่วงปีใหม่ออนหลัง 6 ปี. [Online]. Available :

<http://kreddee.exteen.com/20071229/entry>. 2550.

การเคลื่อนที่. [Online]. Available : <http://th.wikipedia.org/wiki/การเคลื่อนที่>. 2553.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาควงก ก.
คู่มือการติดตั้งชุดทดลอง LEGO Mindstorms NXT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

คู่มือการติดตั้งชุดทดลอง LEGO Mindstorms NXT

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับชุดทดลอง LEGO NXT จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องมือพัฒนาบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และ ติดตั้ง Firmware บนชุดทดลอง LEGO NXT มีขั้นตอนการติดตั้งดังนี้ (ชานูวัลท์ ชิน โคมุท. 2553)

1. ติดตั้งชุดพัฒนาภาษาจาวา (Java) บนเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ติดตั้งไดรเวอร์ (Driver) สำหรับชุดทดลอง LEGO NXT บนเครื่องคอมพิวเตอร์
3. ติดตั้ง leJOS เฟิร์มแวร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ และชุดทดลอง LEGO NXT
4. ติดตั้ง NetBeans IDE สำหรับการพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์
5. ติดตั้ง LibUSB และปรับแต่งค่าการใช้งานสำหรับ Windows Vista และ Windows 7


1. ติดตั้งชุดพัฒนาภาษาจาวา (Java) บนเครื่องคอมพิวเตอร์

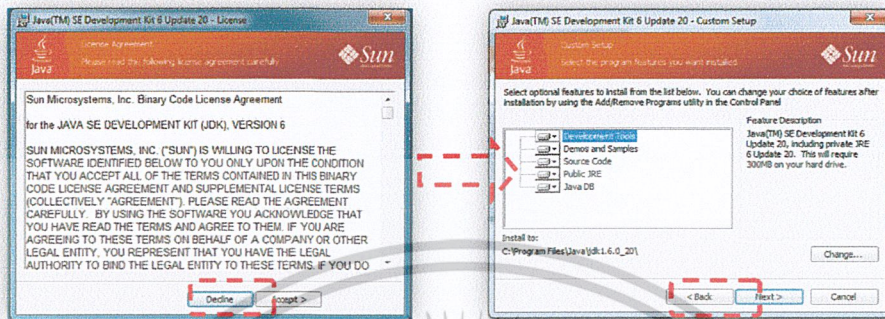
ชุดพัฒนาภาษาจาวา คือเครื่องมือที่ทำให้คอมพิวเตอร์นั้นสามารถแปลโปรแกรมหรือคอมไพลเลอร์ (Compiler) เพื่อให้โปรแกรมใช้กับชุดทดลอง LEGO NXT ได้ ซึ่งมีโปรแกรมที่ต้องติดตั้งคือ Java SE (Standard Edition) JRE (Java Runtime Environment) และ JDK (Java Developer Kit) สามารถดาวน์โหลด (Download) ชุดพัฒนาภาษาจาวาได้จากเว็บดังรูปที่ ก.1
Download: <http://java.sun.com/javase/downloads/index.jsp>



รูปที่ ก.1 ภาพหน้าเว็บสำหรับดาวน์โหลด ชุดพัฒนาภาษาจาวา (ชานูวัลท์ ชิน โคมุท. 2553)

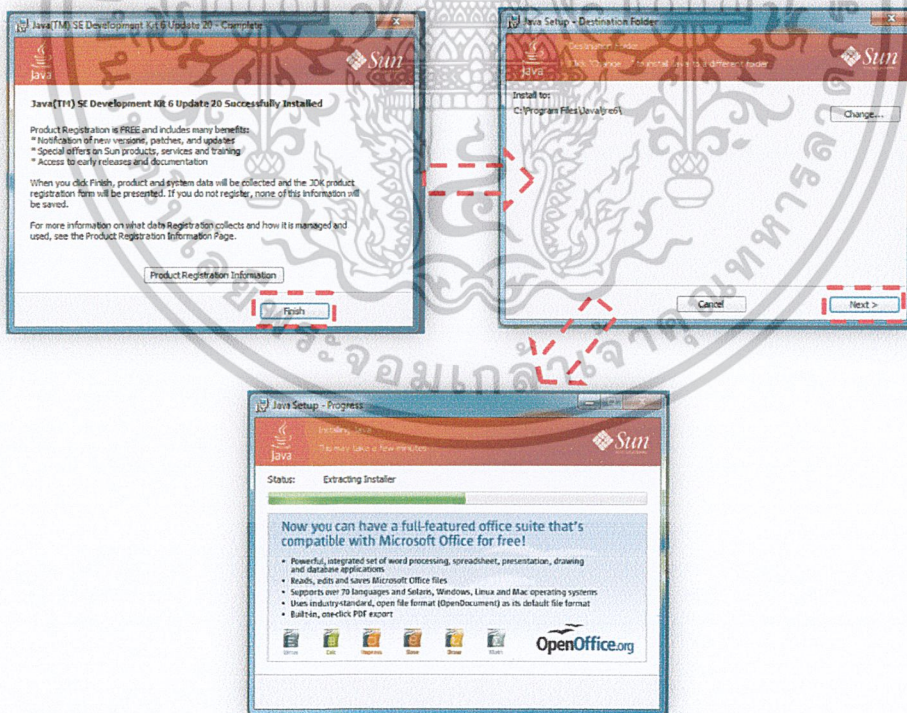
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อการติดตั้งชุดพัฒนาภาษาจาวาบนเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากได้ดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดที่ไอคอน  jdk-6u20-windows-i586.exe และเริ่มการติดตั้งโดยสามารถกำหนดพาธ (Path) สำหรับชุดพัฒนาภาษาจาวา โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_20 ดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 ภาพการติดตั้งชุดพัฒนาภาษาจาวา (ชานูว์ลท์ ชินโกมุท. 2553)

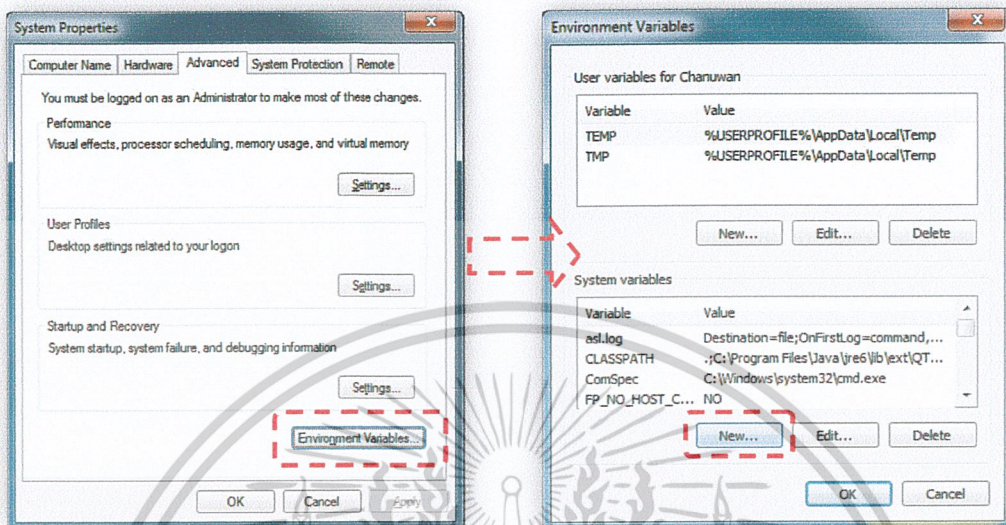
เมื่อกำหนดพาธ เสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจสอบพาธ อีกครั้งเพื่อความถูกต้อง และจะดำเนินการติดตั้งจนเสร็จสมบูรณ์ ดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 ภาพดำเนินการชุดพัฒนาภาษาจาวา (ชานูว์ลท์ ชินโกมุท. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากติดตั้งชุดพัฒนาภาษาจาวา เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เพิ่มค่า Environment Variables โดยไปที่ Control Panel > System > Advanced > Environment Variables ดังรูปที่ ก.4



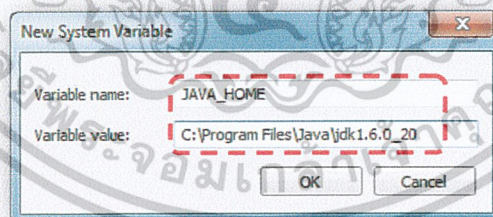
รูปที่ ก.4 ภาพ System Properties (ชานูวัลท์ ชินโกมุท. 2553)

สามารถเพิ่มค่า ดังนี้

Variable name: JAVA_HOME

Variable value: C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_20

ดังรูปที่ ก.5

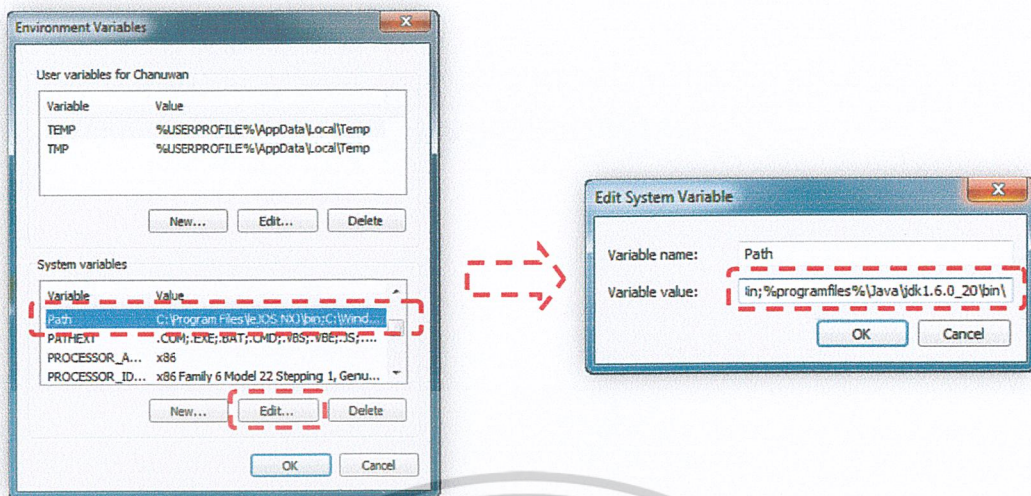


รูปที่ ก.5 ภาพ New System Variable (ชานูวัลท์ ชินโกมุท. 2553)

แก้ไขพาธ โดยกำหนดค่า ;C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_20\bin\ ต่อท้าย Variable value ดังรูปที่

ก.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.6 ภาพ Edit System Variable (ชานูวัลท์ ชิน โโกมุต. 2553)

เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้รีสตาร์ท (Restart) คอมพิวเตอร์ เป็นอันเสร็จเรียบร้อยแล้วสำหรับการติดตั้งชุดพัฒนาภาษาจาวาบนเครื่องคอมพิวเตอร์

2. ติดตั้งไดรเวอร์สำหรับชุดทดลอง LEGO NXT บนเครื่องคอมพิวเตอร์

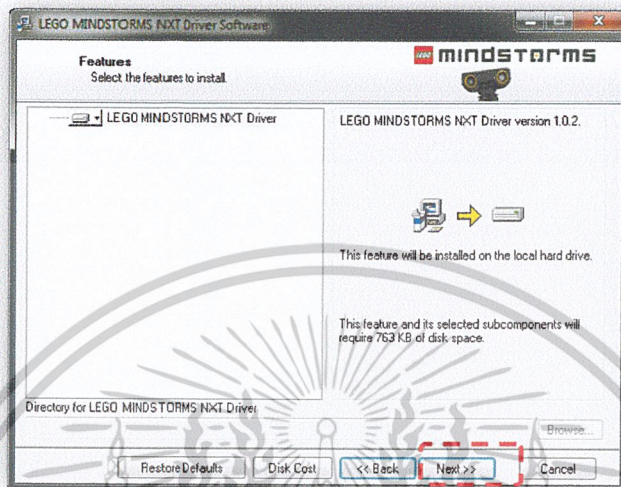
MINDSTORMS NXT Driver v1.02 คือ ไดรเวอร์สำหรับชุดทดลอง LEGO NXT เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถโอนย้ายโปรแกรมเข้าสู่ชุดทดลอง LEGO NXT สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บดังรูปที่ ก.7 Download: <http://mindstorms.lego.com/en-us/support/files/default.aspx>



รูปที่ ก.7 ภาพหน้าเว็บสำหรับดาวน์โหลด MINDSTORMS NXT Driver v1.02 (ชานูวัลท์ ชิน โโกมุต. 2553)

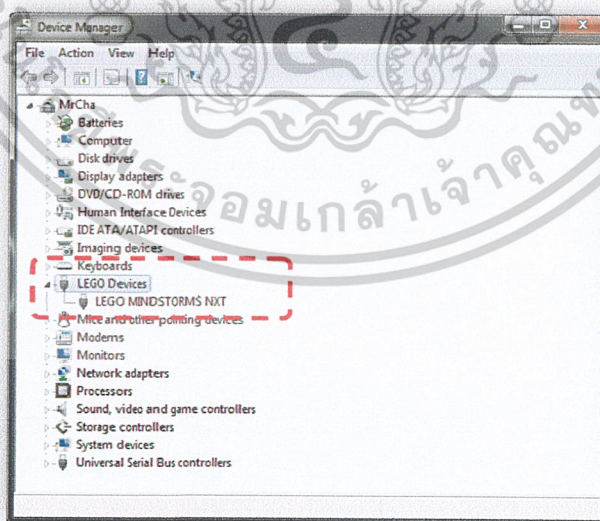
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อดาวน์โหลดเสร็จจะได้ไฟล์ .zip ให้ทำการแตกไฟล์ .zip และ การติดตั้งไดรเวอร์ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยกดที่ไอคอน  setup.exe The LEGO Group Installer The LEGO Group ขณะติดตั้งนั้นให้เชื่อมต่อชุดทดลอง LEGO NXT กับคอมพิวเตอร์ พร้อมกับเปิดการทำงานชุดทดลอง LEGO NXT ดังรูปที่ ก.8



รูปที่ ก.8 ภาพติดตั้ง MINDSTORMS NXT Driver v1.02 (ชานูวัลท์ ชิน โภมุต. 2553)

เมื่อติดตั้งไดรเวอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับชุดทดลอง LEGO NXT โดยดูได้จาก Device Manager ดังรูปที่ ก.9

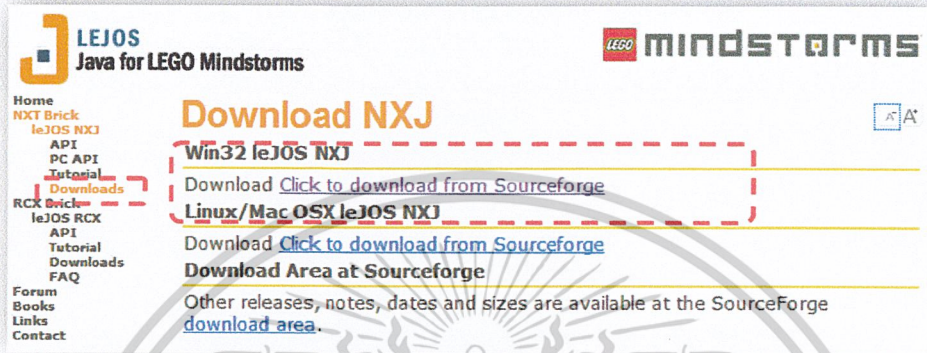


รูปที่ ก.9 ภาพตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อของชุดทดลอง LEGO NXT (ชานูวัลท์ ชิน โภมุต. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

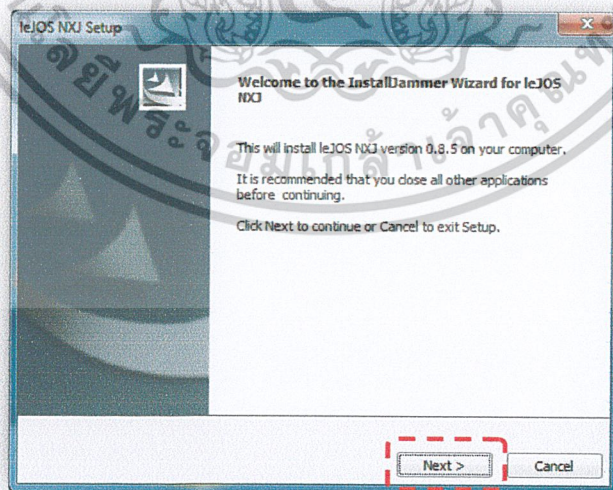
3. ติดตั้ง leJOS firmware บนเครื่องคอมพิวเตอร์ และชุดทดลอง LEGO NXT

leJOS firmware เป็นคำสั่งของโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของชุดทดลอง LEGO NXT ซึ่งต้องติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และชุดทดลอง LEGO NXT สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บ ดังรูปที่ ก.10 Download: <http://lejos.sourceforge.net/index.php>



รูปที่ ก.10 ภาพหน้าเว็บสำหรับดาวน์โหลด leJOS firmware (ขานูวัลท์ ชิน โคมุท. 2553)

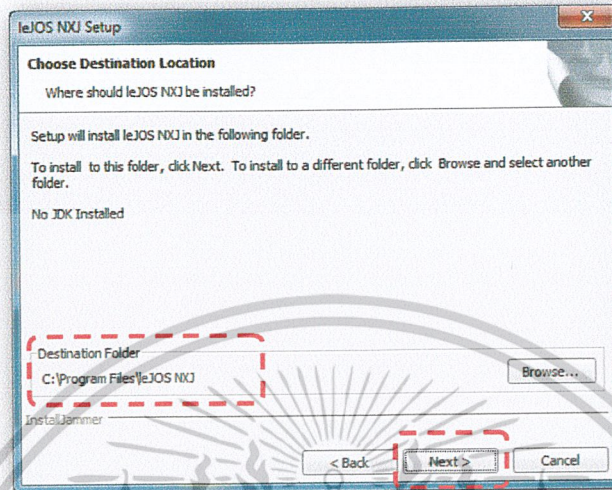
การติดตั้ง leJOS firmware ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากได้โหลด leJOS firmware เสร็จเรียบร้อยแล้วให้กดที่ไอคอน  โดยขณะติดตั้งนั้นให้เชื่อมต่อชุดทดลอง LEGO NXT กับคอมพิวเตอร์ พร้อมกับเปิดการทำงานของชุดทดลอง LEGO NXT แล้วจึงเริ่มต้นการติดตั้ง leJOS firmware ดังรูปที่ ก.11



รูปที่ ก.11 ภาพเริ่มต้นการติดตั้ง leJOS firmware (ขานูวัลท์ ชิน โคมุท. 2553)

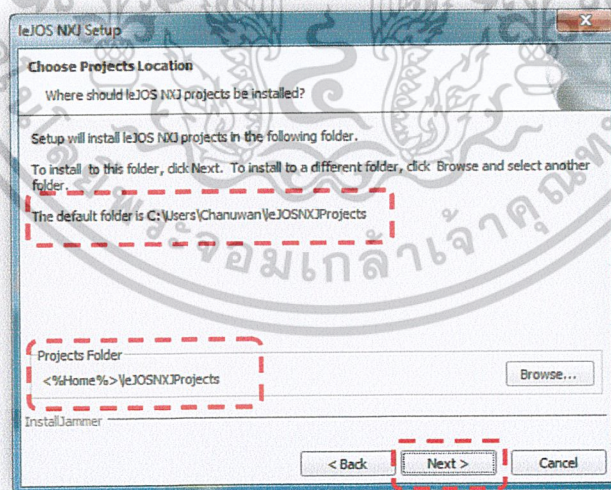
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนด Destination Folder สำหรับติดตั้ง leJOS firmware ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ C:\Program Files\leJOS NXJ ดังรูปที่ ก.12



รูปที่ ก.12 ภาพการกำหนด Folder (ชานูว์ลท์ ชิน โคมุท. 2553)

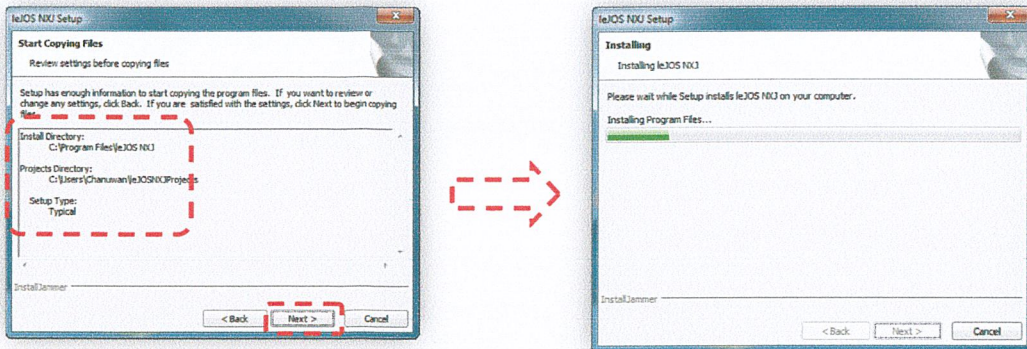
กำหนด Projects Folder สำหรับเก็บโปรเจกต์ตัวอย่างที่มาพร้อมกับการติดตั้ง โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ <%Home%>\leJOSNXJProjects หรือ C:\Users\Chanuwan\leJOSNXJProjects ดังรูปที่ ก.13



รูปที่ ก.13 ภาพการกำหนด Projects Folder (ชานูว์ลท์ ชิน โคมุท. 2553)

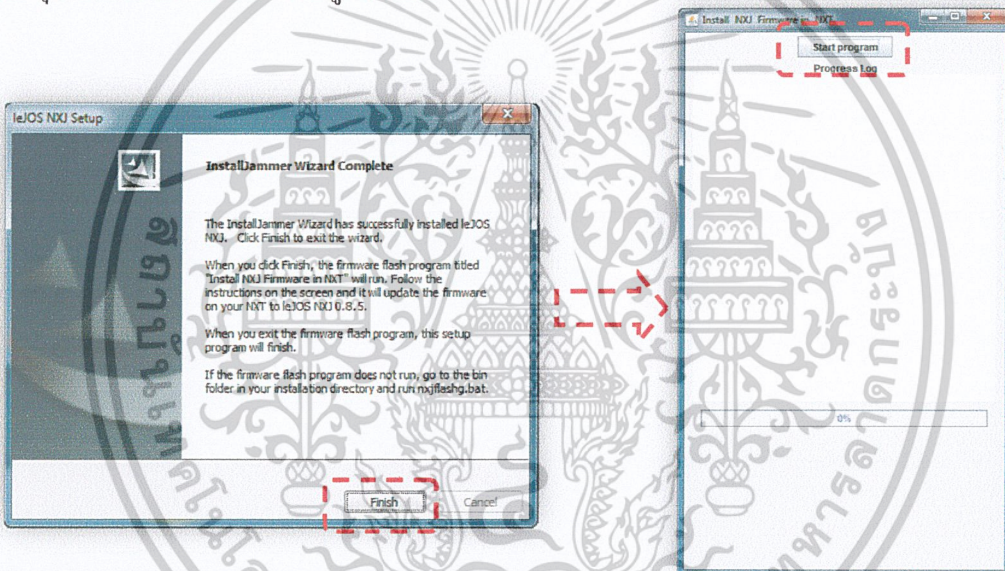
ตรวจสอบการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ และดำเนินการติดตั้ง ดังรูปที่ ก.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



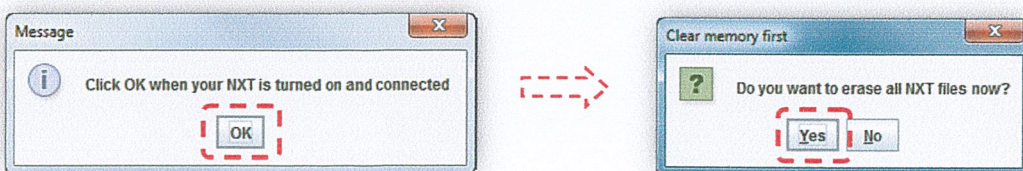
รูปที่ ก.14 ภาพตรวจสอบการกำหนด Folder และดำเนินการติดตั้ง (ชานูวัลท์ ชิน โภมุต, 2553)

เมื่อติดตั้ง leJOS firmware ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะเริ่มขั้นตอนติดตั้ง ลงบนชุดทดลอง LEGO NXT ดังรูปที่ ก.15



รูปที่ ก.15 ภาพเริ่มการติดตั้ง leJOS firmware ลงบนชุดทดลอง LEGO NXT (ชานูวัลท์ ชิน โภมุต, 2553)

หลังจากได้เริ่มการติดตั้ง โปรแกรมจะถามสถานะต่างๆ ดังรูปที่ ก.16

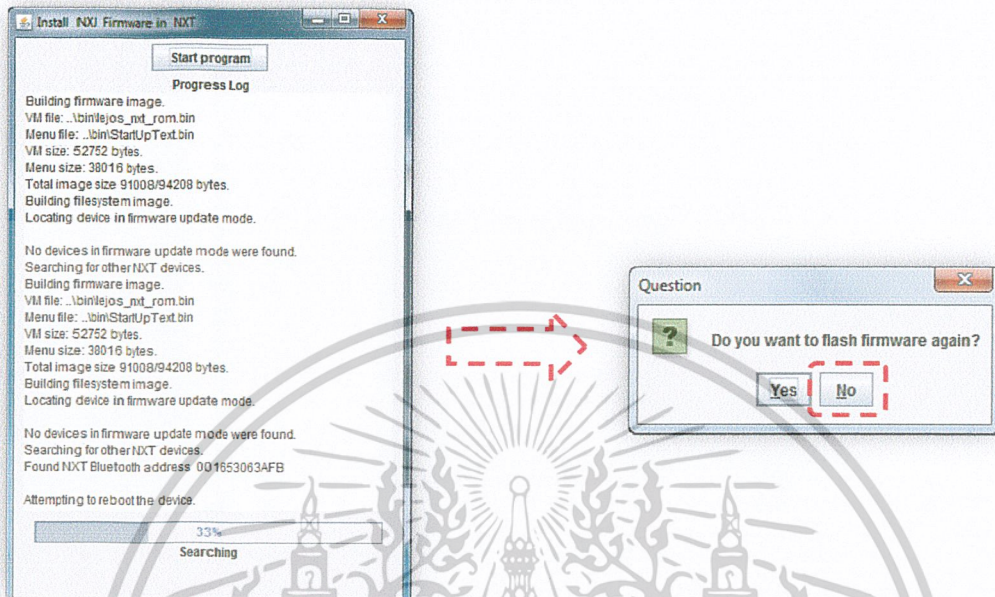


รูปที่ ก.16 ภาพให้เปิดการทำงานของชุดทดลอง LEGO NXT และ การลบ firmware เดิม

(ชานูวัลท์ ชิน โภมุต, 2553)

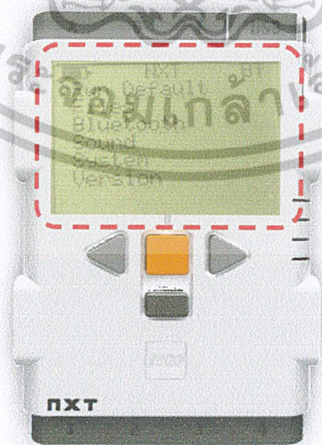
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะดำเนินการติดตั้ง leJOS firmware ลงบนชุดทดลอง LEGO NXT และเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะถามเกี่ยวกับการติดตั้งใหม่อีกครั้ง ดังรูปที่ ก.17



รูปที่ ก.17 ภาพดำเนินการติดตั้ง leJOS firmware และ สอบถามการติดตั้งใหม่อีกครั้ง (ชานูว์ลท์ ชิน โคมุท. 2553)

เมื่อดำเนินการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความถูกต้องของ leJOS firmware โดยไปที่ชุดทดลอง LEGO NXT หน้าจอ LCD จะแสดงเมนู ดังรูปที่ ก.18



รูปที่ ก.18 ภาพตรวจสอบความถูกต้องของชุดทดลอง LEGO NXT (ชานูว์ลท์ ชิน โคมุท. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ติดตั้ง NetBeans IDE สำหรับการพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์

NetBeans IDE เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรมที่ใช้กับชุดทดลอง LEGO NXT สามารถดาวน์โหลด NetBeans IDE 6.8 หรือ NetBeans IDE 6.9 ได้ที่เว็บดังรูปที่ ก.19
Download: <http://netbeans.org/downloads/index.html>

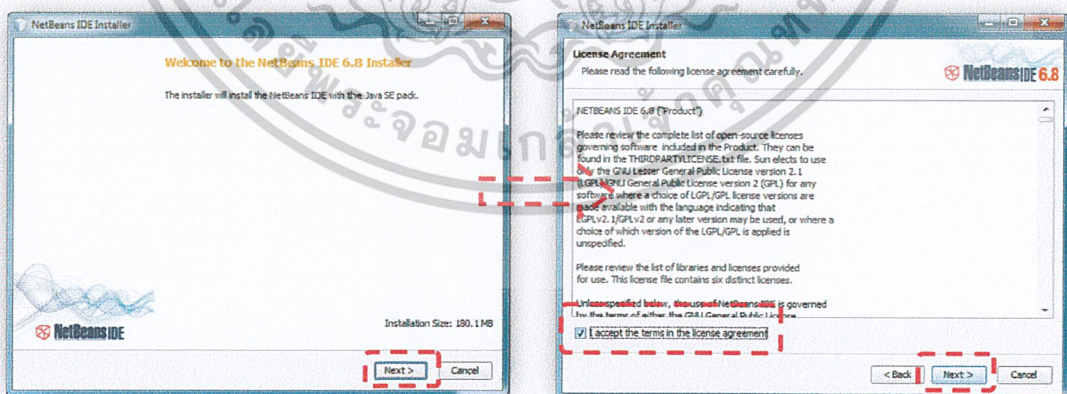


รูปที่ ก.19 ภาพหน้าเว็บสำหรับดาวน์โหลด NetBeans IDE (ชานูวัลท์ ชิน โทมูท. 2553)

เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรม NetBeans IDE เสร็จเรียบร้อย ให้กดที่ไอคอน
ดำเนินการติดตั้ง ดังรูปที่ ก.20

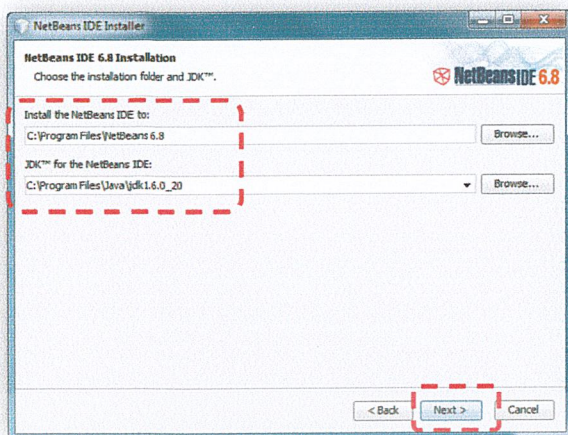


และ



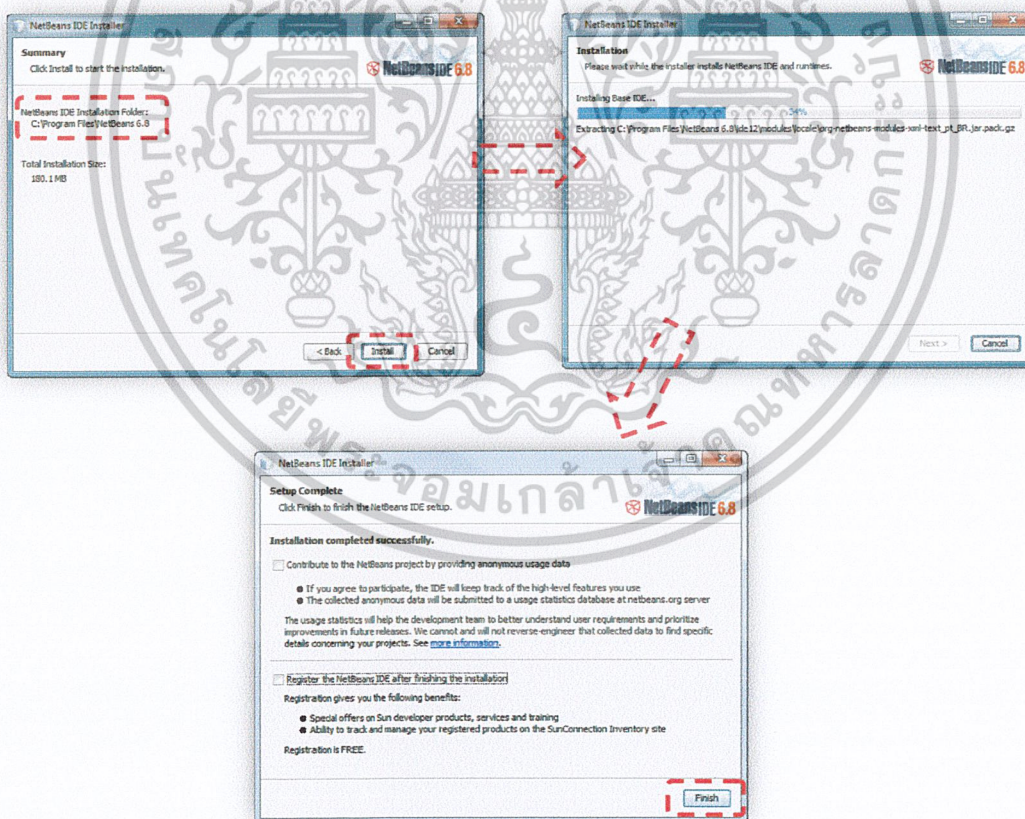
รูปที่ ก.20 ภาพเริ่มต้นการติดตั้ง NetBeans (ชานูวัลท์ ชิน โทมูท. 2553)

กำหนด Folder สำหรับการติดตั้งโปรแกรม NetBeans IDE ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ C:\Program Files\NetBeans 6.8 และกำหนด Folder ชุดพัฒนาภาษาจาวา ที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 โดยปกติจะกำหนดไว้ที่ C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_20 ดังรูปที่ ก.21 ยืนยันด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.21 ภาพกำหนด Folder สำหรับ NetBeans IDE และชุดพัฒนาภาษาจาวา (ชานูว์ลท์ ซิน โคมุท. 2553)

ตรวจสอบการกำหนด Folder ต่างๆ และดำเนินการติดตั้ง ดังรูปที่ ก.22



รูปที่ ก.22 ภาพตรวจสอบการกำหนด Folder และดำเนินการติดตั้งจนเสร็จสิ้น (ชานูว์ลท์ ซิน โคมุท. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อติดตั้ง NetBeans เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้แก้ไขพาธ ในไฟล์ ที่อยู่ใน NXJSampleProject.zip โดยไปที่ C:\Users\Chanuwan\leJOSNXJProjects\NXJPlugin\src\nxjplugin ที่มาพร้อมกับการติดตั้ง leJOS firmware ในขั้นตอนที่ 3 ดังรูปที่ ก.23

Name	Date modified	Type	Size
Bundle	3/9/2552 0:16	PROPERTIES File	1 KB
layer	3/9/2552 0:16	XML Document	1 KB
NXJSampleDescription	3/9/2552 0:16	Firefox Document	1 KB
NXJSamplePanelVisual.form	3/9/2552 0:16	FORM File	8 KB
NXJSamplePanelVisual.java	3/9/2552 0:16	JAVA File	12 KB
NXJSampleProject	3/9/2552 0:16	WinRAR ZIP archive	5 KB
NXJSampleWizardIterator.java	3/9/2552 0:16	JAVA File	7 KB
NXJSampleWizardPanel.java	3/9/2552 0:16	JAVA File	3 KB

รูปที่ ก.23 ภาพไฟล์ NXJSampleProject.zip (ชานูวัฒน์ ชิน โภมุต. 2553)

ให้แก้ไขพาธ ในไฟล์ build.properties และ private\project.xml ดังรูปที่ ก.24

Name	Type	Compressed size	Password ...	Size
nbproject	File folder			
src	File folder			
.classpath	CLASSPATH File	1 KB	No	
project	PROJECT File	1 KB	No	
build	PROPERTIES File	1 KB	No	
build	XML Document	1 KB	No	

Name	Type	Compressed size	Pass
private	File folder		
ide-file-targets	XML Document	1 KB	No
project	XML Document	1 KB	No

รูปที่ ก.24 ภาพ build.properties และ private\project.xml (ชานูวัฒน์ ชิน โภมุต. 2553)

แก้ไขดังนี้

1. แก้ไขไฟล์ build.properties

เดิม nxj.home = ../snapshot

แก้ไขเป็น nxj.home = C:/Program Files/leJOS NXJ

(ตามที่ติดตั้ง leJOS firmware ในขั้นตอนที่ 3) ดังรูปที่ ก.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<pre> 1 nxj.home=../snapshot 2 nxj.classes.home=\${nxj.home} 3 nxj.jtools.home=\${nxj.home} 4 nxj.pctools.home=\${nxj.home} 5 nxj.pccomm.home=\${nxj.home} 6 nxj.library.path=\${nxj.home}/b </pre>	<pre> 1 nxj.home=C:/Program Files/leJOS NXJ 2 nxj.classes.home=\${nxj.home} 3 nxj.jtools.home=\${nxj.home} 4 nxj.pctools.home=\${nxj.home} 5 nxj.pccomm.home=\${nxj.home} 6 nxj.library.path=\${nxj.home}/bin </pre>
---	--

รูปที่ ก.25 ภาพแก้ไขไฟล์ build.properties (ชานูวักข์ ชิน โภมุต. 2553)

2. แก้ไขไฟล์ project.xml ที่อยู่ใน Folder private

เดิม `<classpath mode="compile">../classes/lib/classes.jar</ classpath >`

แก้ไขเป็น

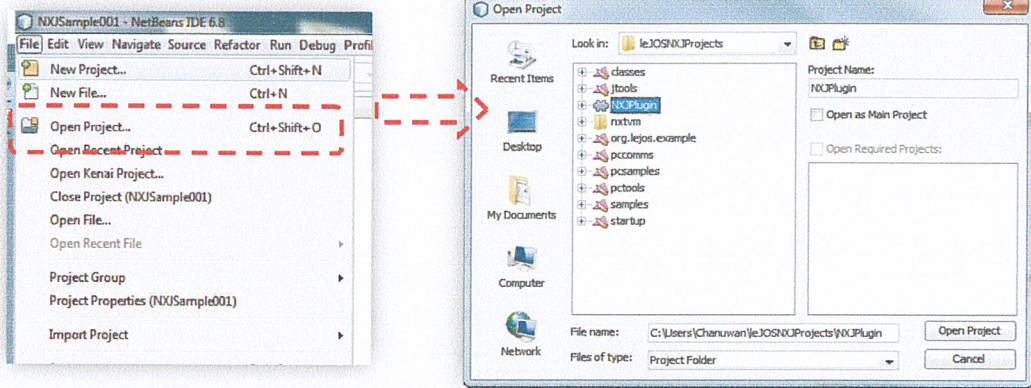
`<classpath mode="compile">C:\Program Files\leJOS NXJ\lib\classes.jar</ classpath >`

(ตามที่ติดตั้ง leJOS firmware ในขั้นตอนที่ 3) ดังรูปที่ ก.26

<pre> 85 <java-data xmlns="http://www.netbeans.org/ns/freeform-project-java/1"> 86 <compilation-unit> 87 <package-root>src</package-root> 88 <classpath mode="compile">../classes/lib/classes.jar</classpath> 89 <source-level>1.5</source-level> 90 </compilation-unit> 91 </java-data> 92 <preferences xmlns="http://www.netbeans.org/ns/auxiliary-configuration-preferences/1"> </pre>	<pre> 85 <java-data xmlns="http://www.netbeans.org/ns/freeform-project-java/1"> 86 <compilation-unit> 87 <package-root>src</package-root> 88 <classpath mode="compile">C:\Program Files\leJOS NXJ\lib\classes.jar</classpath> 89 <source-level>1.5</source-level> 90 </compilation-unit> 91 </java-data> 92 <preferences xmlns="http://www.netbeans.org/ns/auxiliary-configuration-preferences/1"> </pre>
---	---

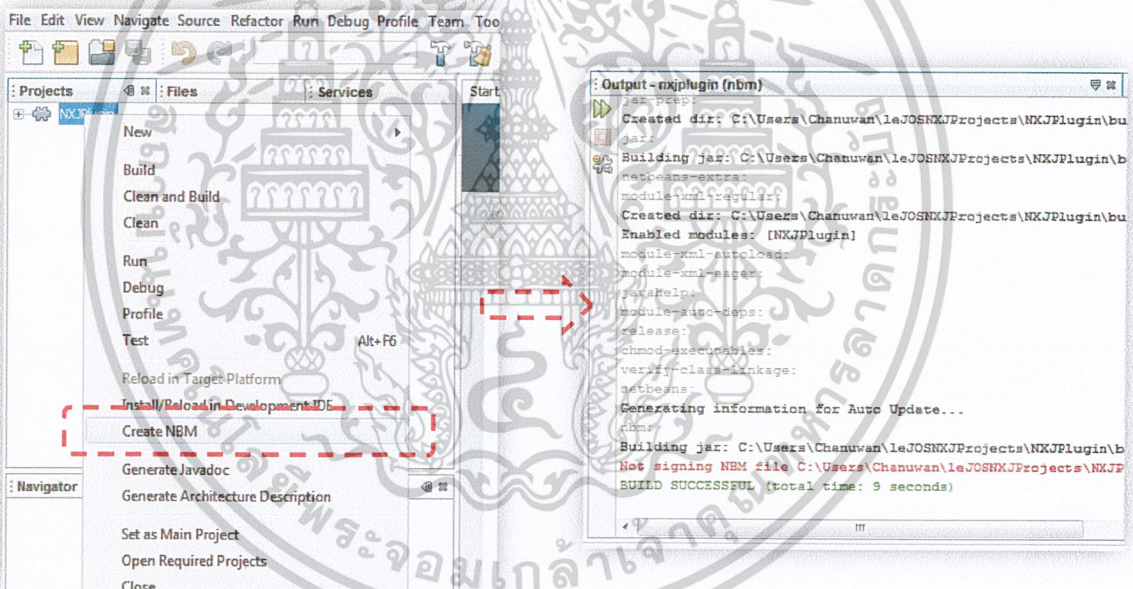
รูปที่ ก.26 ภาพแก้ไขไฟล์ project.xml (ชานูวักข์ ชิน โภมุต. 2553)

เมื่อแก้ไขพาร เซ็ทเรียบร้อยแล้ว ให้สร้าง Plugin ของ leJOS firmware เพื่อให้ NetBeans สามารถพัฒนาโปรแกรมสำหรับชุดทดลอง LEGO NXT ได้ โดยเปิดโปรแกรม NetBeans IDE ไปที่ File > Open Project... แล้วจึงเลือก C:\Users\Chanuwan\leJOSNXJProjects\NXJPlugin\ ดังรูปที่ ก.27



รูปที่ ก.27 ภาพเลือก Open Project แล้วเลือก NXJPlugin (ชานูวรัลค์ ชิน โภท. 2553)

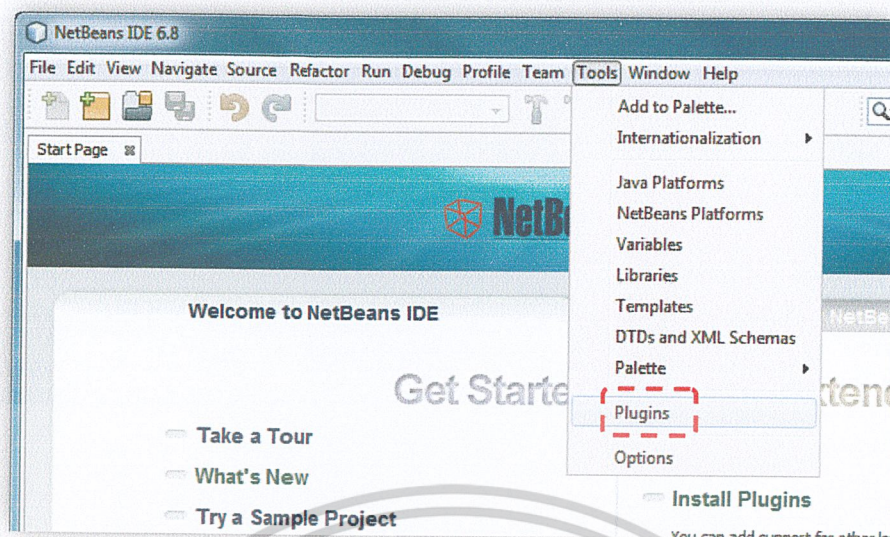
เมื่อเลือก NXJPlugin เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้สร้าง Plugin ขึ้นมาโดยคลิกขวาที่ NXJPlugin และไปที่ Create NBM โปรแกรมจะสร้าง NXJPlugin ตาม path ที่ได้กำหนดไว้ ดังรูปที่ ก.28



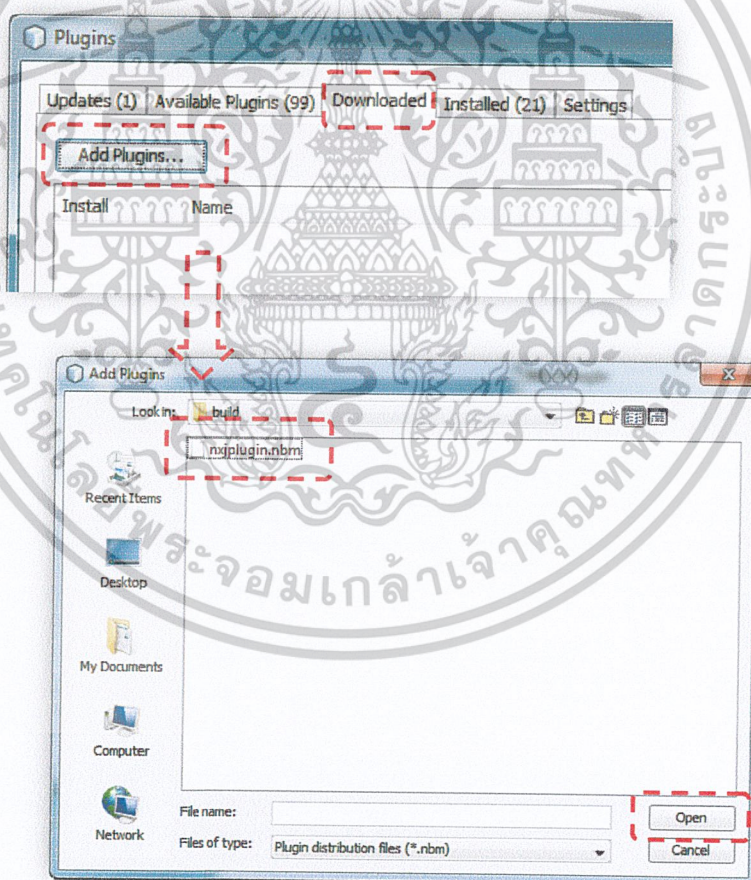
รูปที่ ก.28 ภาพ Create NBM (ชานูวรัลค์ ชิน โภท. 2553)

หลังจากนั้นให้ติดตั้ง NXJPlugin โดยไปที่ Tools > Plugins > Downloaded > Add Plugins... และเลือกไฟล์ nxjplugin.nbm ซึ่งอยู่ใน C:\Users\Chanuwan\leJOSNXJProjects\NXJPlugin\build ดังรูปที่ ก.29 และรูปที่ ก.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.29 ภาพ Tools > Plugins (ชานูว์ลท์ ชิน โคมุท. 2553)

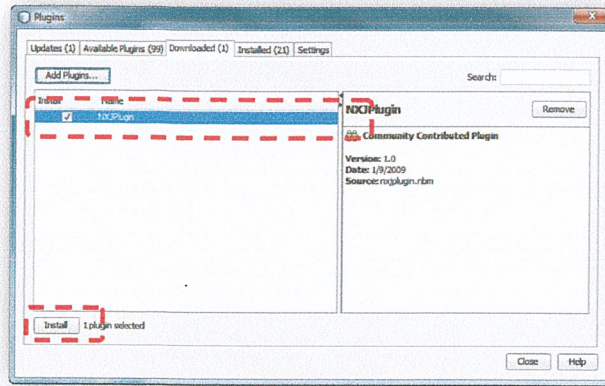


รูปที่ ก.30 ภาพการเลือกไฟล์ nxjplugin.nbm สำหรับติดตั้ง Plugin (ชานูว์ลท์ ชิน โคมุท. 2553)

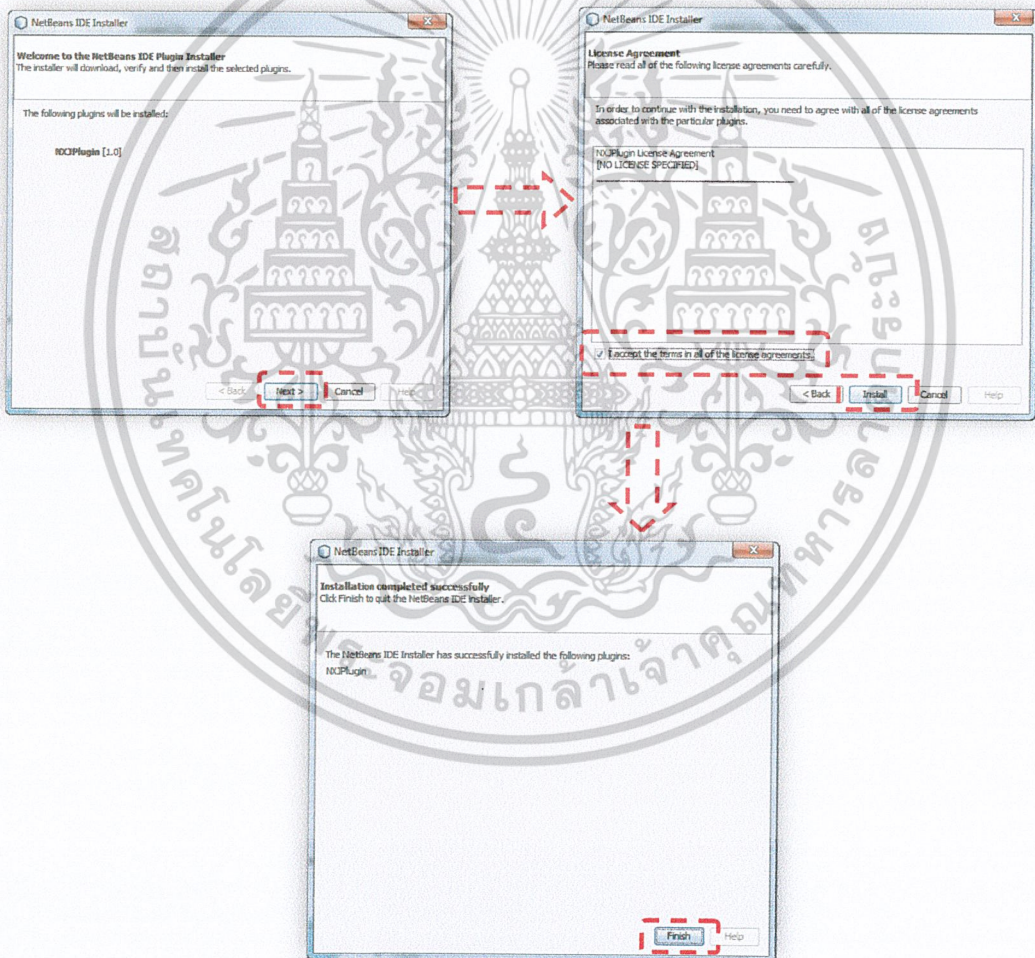
เมื่อเลือกเลือกไฟล์ nxjplugin.nbm แล้วสามารถติดตั้ง Plugin ของ leJOS firmware โดยกด Install

ดังรูปที่ ก.31 และรูปที่ ก.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



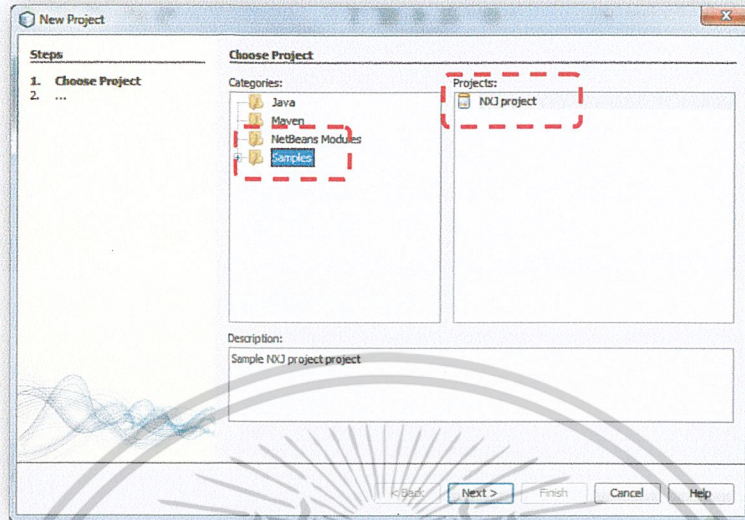
รูปที่ ก.31 ภาพ Install nxjplugin.nbm (ชานูว์ลั๊ก ชิน โคมุท. 2553)



รูปที่ ก.32 ภาพการติดตั้ง Plugin ของ leJOS firmware สำหรับ NetBeans IDE (ชานูว์ลั๊ก ชิน โคมุท. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากติดตั้ง Plugin แล้วสามารถตรวจสอบสถานะได้โดยไปที่ File > New Project และ Categories เลือก Samples จะปรากฏ NXJ project ทางด้านขวา ดังรูปที่ ก.33

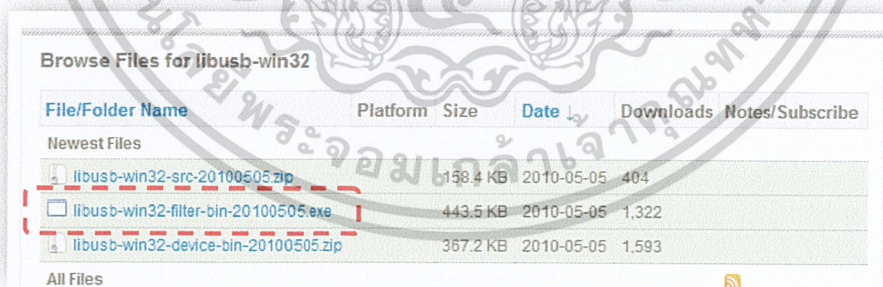


รูปที่ ก.33 ภาพ New Project: NXJ project (ชานูวัลย์ ชิน โภมุต. 2553)

5. ติดตั้ง LibUSB และปรับแต่งการใช้งานสำหรับ Windows Vista และ Windows 7

ติดตั้ง LibUSB ในกรณีที่ไม่สามารถลงโปรแกรมในชุดทดลอง LEGO NXT โดยสามารถโหลดโปรแกรม libusb-win32-filter-bin-20100519.exe ได้ที่เว็บดังรูปที่ ก.34

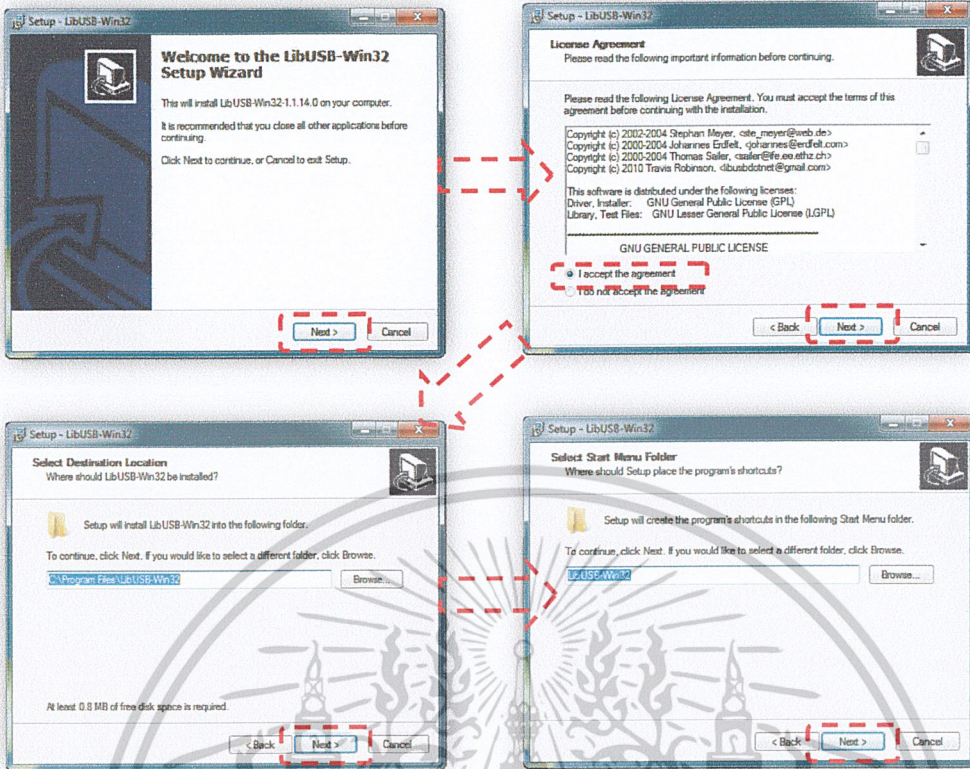
Download: <http://sourceforge.net/projects/libusb-win32/files/>



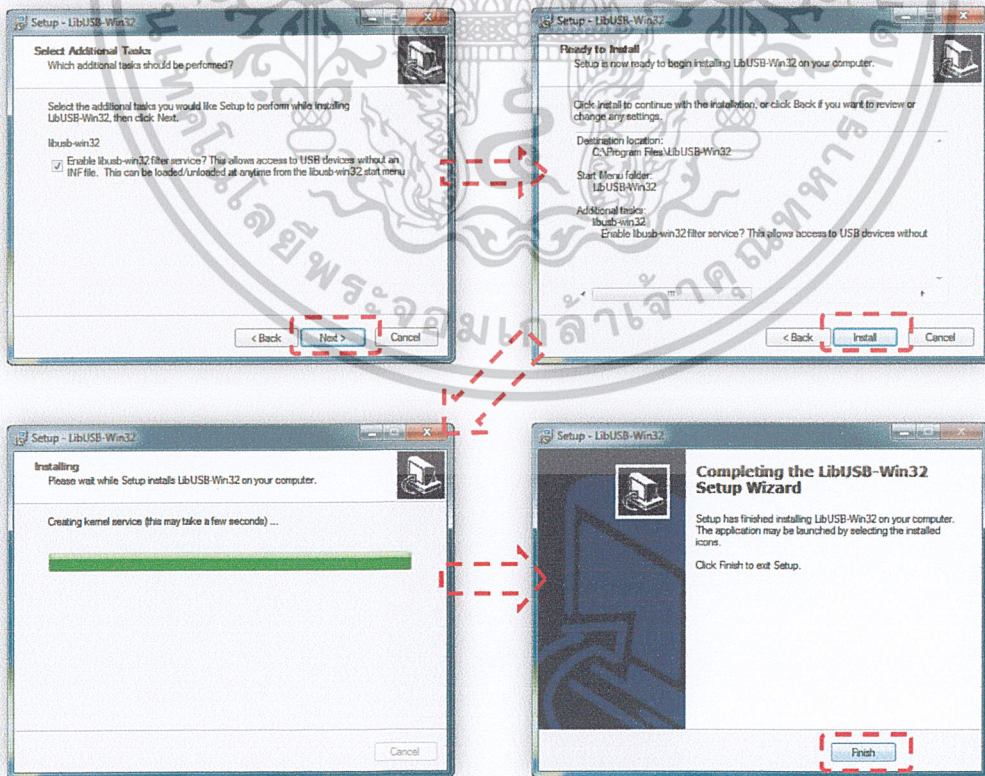
รูปที่ ก.34 ภาพหน้าเว็บสำหรับดาวน์โหลด LibUSB (ชานูวัลย์ ชิน โภมุต. 2553)

การติดตั้งโปรแกรม LibUSB ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากได้โหลดเสร็จเรียบร้อยแล้ว กำหนด Folder สำหรับติดตั้งโปรแกรม LibUSB และดำเนินการติดตั้ง ดังรูปที่ ก.35 และรูปที่ ก.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.35 ภาพกำหนด Folder สำหรับติดตั้งโปรแกรม LibUSB (ชาณุวัลล์ ชิน โคมุต. 2553)

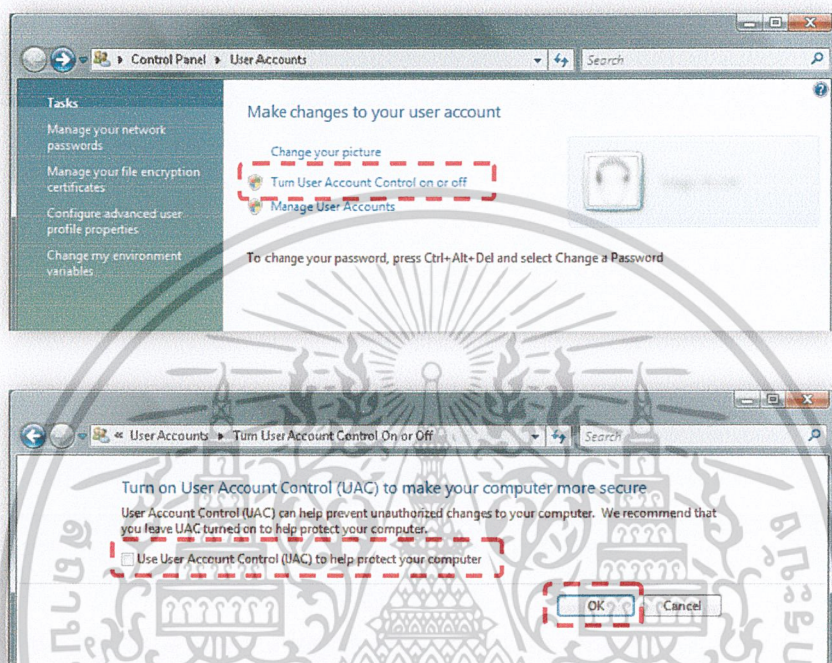


รูปที่ ก.36 ภาพดำเนินการติดตั้งจนกระทั่งการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว (ชาณุวัลล์ ชิน โคมุต. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สำหรับผู้ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows Vista

ให้ปลดล็อก User account โดยไปที่ Control Panel > User Accounts > Turn User Account Control on or off > แล้วนำเครื่องหมายcheckboxตอกออก แล้วให้รีสตาร์ทคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ ก.37

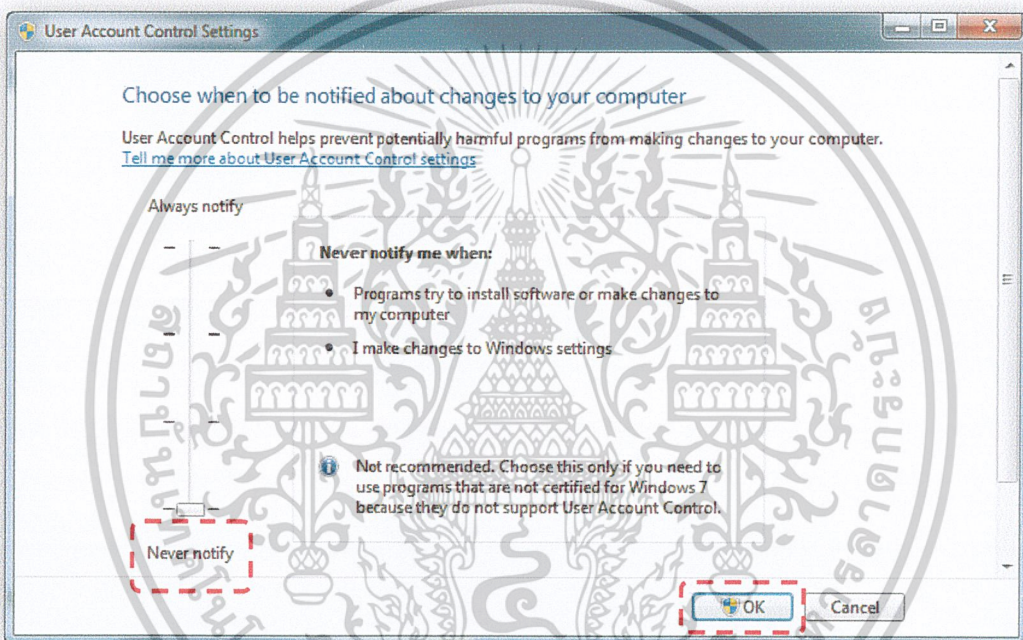
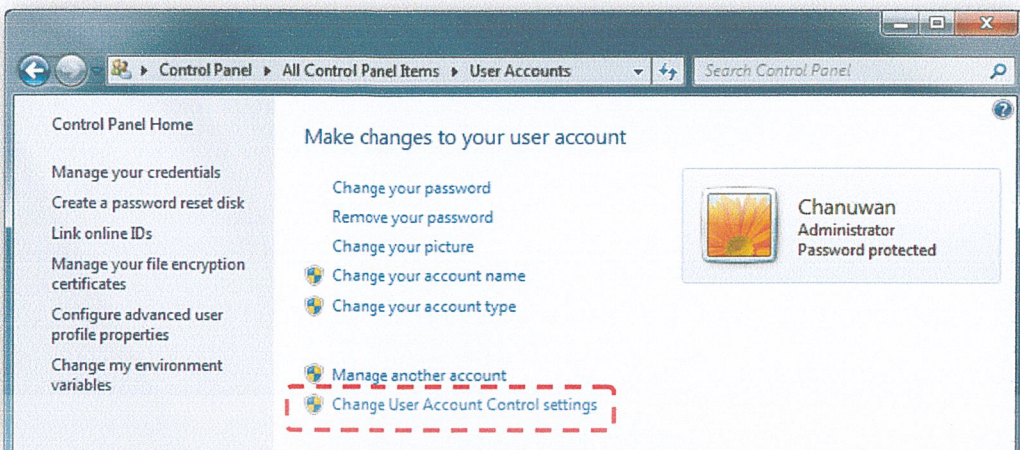


รูปที่ ก.37 ภาพปลดล็อก User account สำหรับ Windows Vista (ชานูว์ลท์ ชินโกมุต. 2553)

5.2 สำหรับผู้ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 7

ให้ปลดล็อก User account โดยไปที่ Control Panel > User Accounts > Change User Account Control settings > เลื่อนแท็บลงมาด้านล่าง (Never notify) แล้วให้รีสตาร์ทคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ ก.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.38 ภาพปัดคลิก User account สำหรับ Windows 7 (ชานูวิทย์ ชิน โภมุต. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



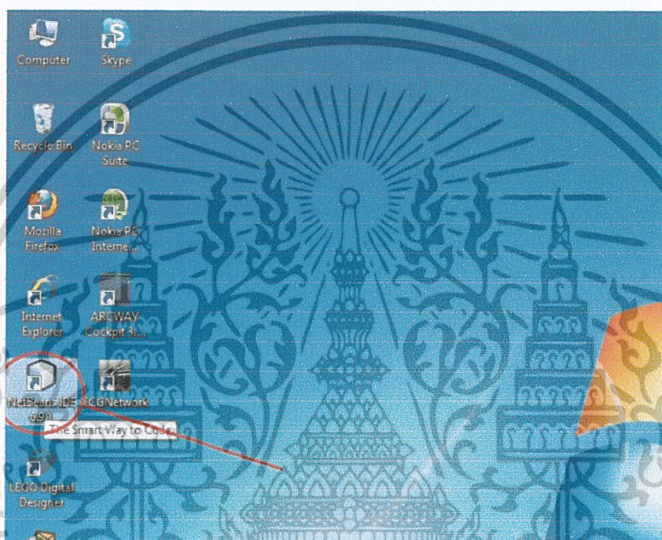
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

คู่มือการบังคับรถยนต์จำลอง

1. เปิดโปรแกรม Netbean IDE

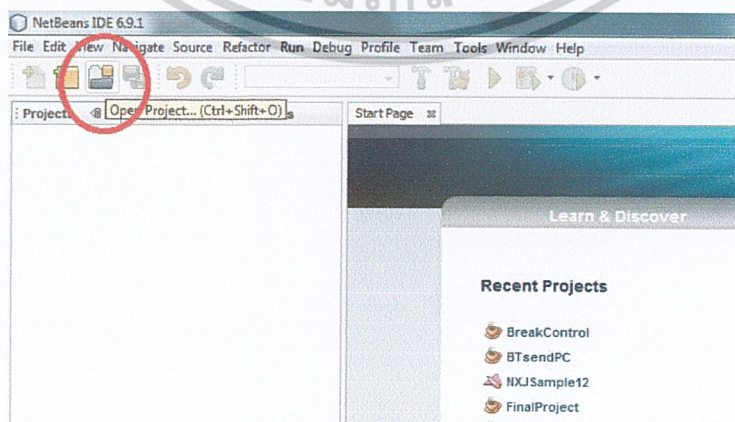
ทำการเปิดโปรแกรม Netbean IDE โดยการเลือกที่ภาพไอคอน (Icon) Netbean IDE ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 ภาพการเลือกไอคอน Netbean IDE

เมื่อทำการเปิดโปรแกรม Netbean IDE แล้ว ให้ทำการเลือกที่ภาพไอคอน Open Project ดังรูปที่ ข.

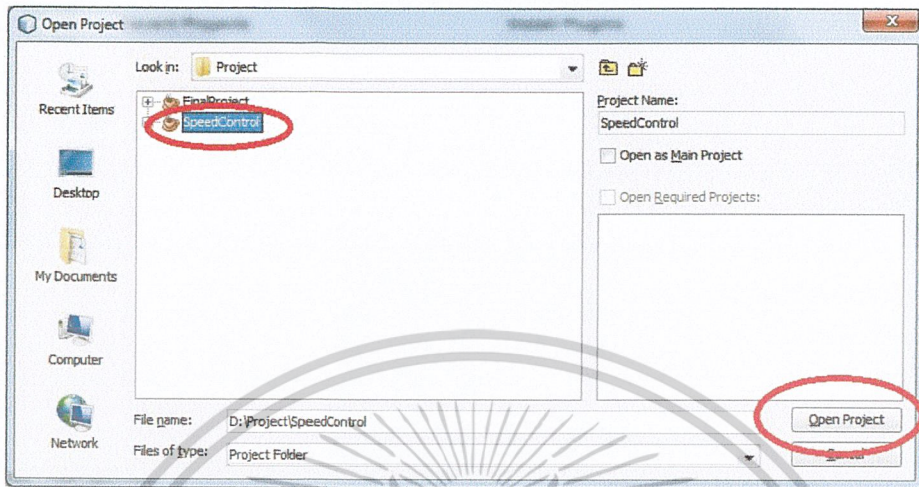
2



รูปที่ ข.2 ภาพการเลือกไอคอน Open Project

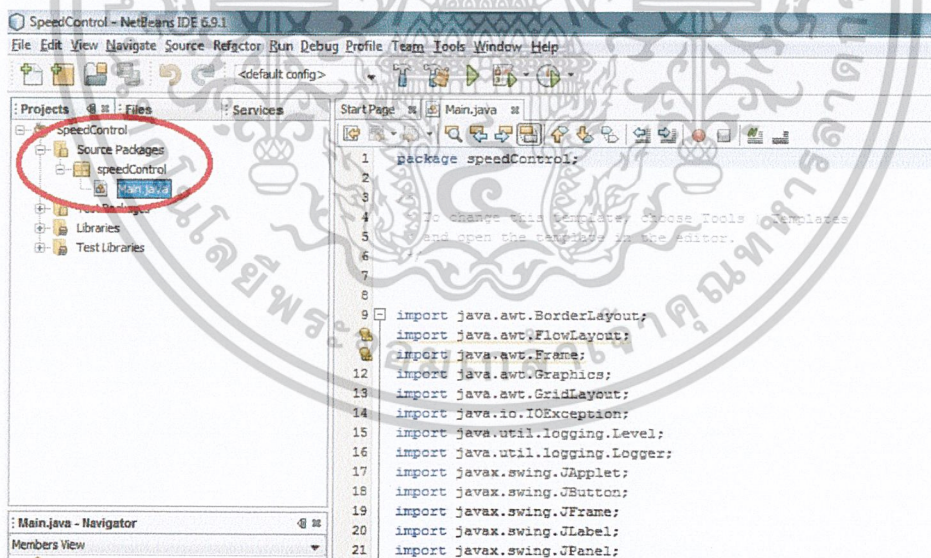
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเลือก ไอคอน Open Project แล้ว ให้เลือกที่ SpeedControl และกดที่ปุ่ม Open Project ดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 ภาพการเลือกเปิดโปรเจกต์ SpeedControl

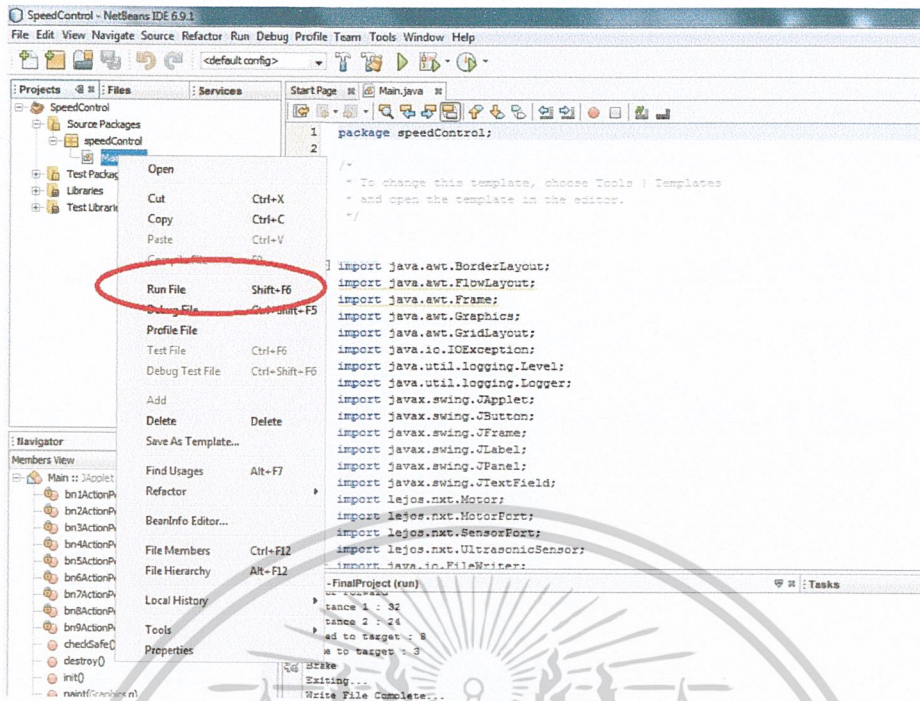
เมื่อทำการเปิด โปรเจกต์ SpeedControl แล้ว ให้กดดับเบิลคลิก (Double Click) ที่ SpeedControl เลือก Source Packages เลือก speedControl และเลือก Main.java ดังรูปที่ ข.4



รูปที่ ข.4 ภาพการเลือกเปิดโค้ด (Code)

เมื่อทำการเปิด โค้ดแล้ว ให้กดขวาที่เมาส์ (Mouse) ที่ Main.java และเลือก Run File ดังรูปที่ ข.5

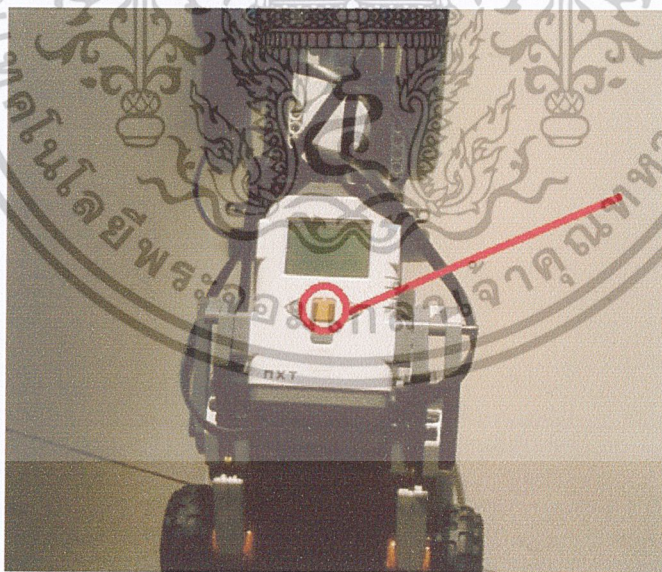
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 ภาพการเลือก Run File

2. เปิดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ (NXT) เพื่อรับการเชื่อมต่อ

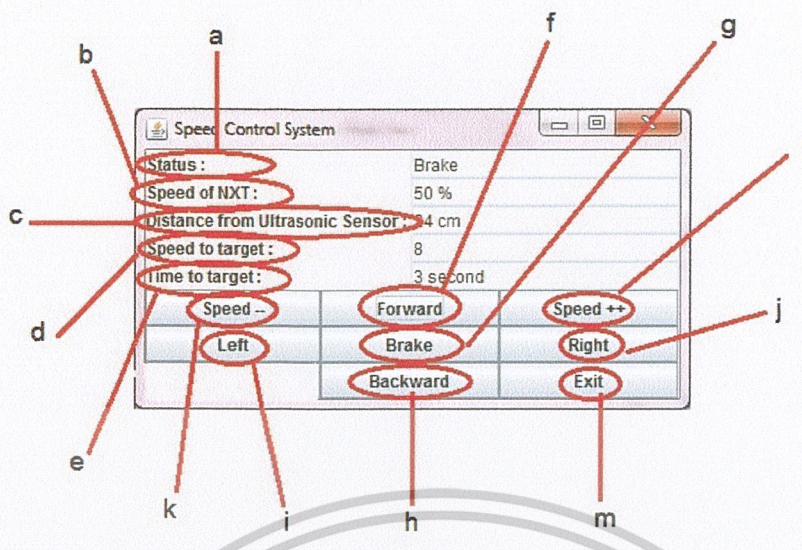
ทำการกดที่ปุ่มสี่เหลี่ยมตรงกลางอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ (NXT) ดังรูปที่ ข.6



รูปที่ ข.6 ภาพการเปิดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่

เมื่อโปรแกรมทำการเชื่อมต่อกับรถยนต์จำลองเรียบร้อยแล้ว ที่อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่จะมีหน้าจอสําหรับควบคุมการทำงานของรถยนต์จำลองขึ้นมา โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังรูปที่ ข.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 ภาพแสดงรายละเอียดสำหรับควบคุมรถยนต์จำลอง

- a. แถบ Status แสดงสถานการณ์ทำงานของมอเตอร์
- b. แถบ Speed แสดงความเร็วของมอเตอร์ (เปอร์เซ็นต์)
- c. แถบ Distance from Ultrasonic Sensor แสดงระยะห่างที่อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ตรวจจับได้
- d. แถบ Speed to target แสดงความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาสิ่งกีดขวาง
- e. แถบ Time to target แสดงเวลาที่เหลือก่อนที่จะชนสิ่งกีดขวาง
- f. ปุ่ม Forward สำหรับควบคุมรถยนต์จำลองให้วิ่งไปข้างหน้า
- g. ปุ่ม Break สำหรับควบคุมรถยนต์จำลองให้หยุด
- h. ปุ่ม Backward สำหรับควบคุมรถยนต์จำลองให้วิ่งถอยหลัง
- i. ปุ่ม Left สำหรับควบคุมรถยนต์จำลองให้เลี้ยวซ้าย
- j. ปุ่ม Right สำหรับควบคุมรถยนต์จำลองให้เลี้ยวขวา
- k. ปุ่ม Speed -- สำหรับลดความเร็วรถยนต์จำลอง
- l. ปุ่ม Speed ++ สำหรับเพิ่มความเร็วรถยนต์จำลอง
- m. ปุ่ม Exit สำหรับออกจากตัวโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายปภาณ เจริญพร
 วัน เดือน ปีเกิด 05 พฤษภาคม 2532
 ที่อยู่ 45/2 หมู่ 5 ตำบลถนนขาด อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
 ประวัติการศึกษา 2549 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย
 2553 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
 คุ่มทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล นางสาวอรุณี วิสุทธิโชติกร
 วัน เดือน ปีเกิด 04 สิงหาคม 2531
 ที่อยู่ 42/160 ซอย4 หมู่บ้านจามจุรี ถนนกิ่งแก้ว ตำบลราชาเทวะ
 อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540
 ประวัติการศึกษา 2549 โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว
 2553 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
 คุ่มทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้