สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

AUTONOMOUS CAR

นางสาว ณันธนา ตระการรัตนกุล
นาย เสฏฐวุฒิ ขันต้นธง

ปพ.
ฌ3893
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72969
วัน,เดือน,ปี 26 ส.ค. 2550

b 11175201
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

AUTONOMOUS CAR

นางสาว ณันธนา ตระการรัตนกุล
นาย เสฏฐวุฒิ ขันต้นชง

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. คณัฐ ตังติสานนท์
ผศ. สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

AUTONOMOUS CAR

ผู้จัดทำ

1. นางสาว ฉันธนา ตระการรัตนกุล รหัสนักศึกษา 46010228
2. นาย เสฏฐวุฒิ ขันต้นธง รหัสนักศึกษา 46010574

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ คณัฐ ดังติสานนท์)

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

นางสาว ณันธนา ตระการรัตนกุล 46010228
นาย เสฏฐวุฒิ ขันต้นธง 46010574
อ. คณัฐ ตังติสานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญหาอุบัติเหตุทางการจราจรมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากความหนาแน่นของรถยนต์ในท้องถนนเพิ่มมากขึ้นอย่างมาก แต่วินัยทางการจราจรรวมถึงความระมัดระวังในการขับขี่ของผู้ขับมีลดลง สิ่งนี้ส่งผลให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของคนในสังคมโดยสูญเปล่า การนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องจากความสามารถของการขับขี่โดยมนุษย์แต่ละบุคคลไม่เท่ากัน อาจเนื่องจากลักษณะนิสัย ประสบการณ์ สภาพร่างกายและจิตใจในขณะขับขี่ ซึ่งจะแตกต่างจากการควบคุมการขับเคลื่อนโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งเราสามารถกำหนดรูปแบบของการขับขี่ให้เป็นมาตรฐาน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการเดินทางในชีวิตประจำวันของคนในสังคม

ในการสร้างระบบขับเคลื่อนรถยนต์อัตโนมัติ จะใช้การประมวลผลภาพเป็นส่วนหลักในการควบคุม สาเหตุที่ใช้การตีความภาพในการควบคุมรถ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากภาพจะคล้ายกับการรับรู้ของมนุษย์ แต่มุมมองที่ได้จากภาพอาจไม่เพียงพอในการตัดสินใจทั้งหมด จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่ได้มาจากจากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งบนตัวรถมาประกอบ ลักษณะของการขับเคลื่อนที่จะพัฒนาขึ้นในระบบนี้ประกอบด้วย การบังคับให้รถยนต์วิ่งในช่องทางจราจรที่กำหนด สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หลบสิ่งกีดขวาง และเคลื่อนที่ผ่านทางแยกได้ นอกจากนี้ระบบจะสามารถตัดสินใจเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดในการขับขี่ไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างอัตโนมัติ เพื่อให้การเดินทางของผู้ขับขี่เป็นไปอย่างปลอดภัยและคุ้มค่ามากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Autonomous Car

Ms. Nanthana Trakanrattanakul 46010228
Mr. Setthawut Kuntonthong 46010574
Mr. Kanut Tangtisanon Advisor
Asst.Prof. Somkiat Wangsiripitak Advisor

ABSTRACT

Nowadays, the problem of traffic accident has been increased significantly and continually due to the higher amount of cars and other vehicles but the traffic discipline and cautiousness of the drivers has been decreased. This causes bad impact on human life and properties. Introducing computer technology in the automatic driving system is an interesting alternative. Each people has different level of driving ability which is resulting from personal habit, experience, physical and mental condition of the driver, while the computerized driving system can set the standard driving pattern in order to provide the other safe way of daily travel for people

In creating the automatic driving system, we used image processing to interpret data from video camera to make a decision. We applied image sensing in controlling an experimental car because the information derived from the pictures is closed to that received from human perception but our system still needs other data to support in decision making process. So the range sensors were attached on the car. The movement of our experimental car were move forward, turn left and right, move across the path in order to avoid the obstacles. Moreover, this computerized system can automatically choose the shortest path to the destination in order for the driver to save the time and travel safely.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี สืบเนื่องมาจากกลุ่มของข้าพเจ้าได้รับความเมตตา คำแนะนำ คำปรึกษาต่างๆทางด้านความรู้ และวิธีในการแก้ปัญหาจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 2 ท่านคือ ท่านอาจารย์ **คณัฐ** ตังติสานนท์ และ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานที่ผ่านมาในทุกขั้นตอน ทั้งยังให้การสนับสนุนในด้านอุปกรณ์ต่างๆที่กลุ่มของข้าพเจ้านำมาใช้ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ กลุ่มของข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับทุกสิ่งดีๆที่ท่านอาจารย์ทั้งสองได้มอบให้กับกลุ่มของข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการทำงานที่ผ่านมา

กลุ่มของข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ช่วยอบรมสั่งสอน เพิ่มพูนความรู้ความสามารถทางด้านสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ให้กลุ่มของข้าพเจ้ามาตลอดระยะเวลา 4 ปีที่ศึกษาอยู่ในสถาบันแห่งนี้ และทำให้กลุ่มของข้าพเจ้ามีความรู้ความสามารถในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จ

ขอขอบคุณ รุ่นพี่และเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยให้คำแนะนำทางด้านความรู้ และเทคนิคต่างๆในการทำงาน อีกทั้งยังให้กำลังใจตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

สุดท้ายกลุ่มของข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบุญคุณของบิดา มารดา ที่เลี้ยงดูพวกข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี คอยให้กำลังใจและสนับสนุนพวกข้าพเจ้าในทุกๆด้าน ส่งผลให้กลุ่มของข้าพเจ้ามีวันนี้ และสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและคุณประโยชน์อันสืบเนื่องจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทางกลุ่มของข้าพเจ้าขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาว ณันธนา ตระการรัตนกุล

นาย เสฏฐวุฒิ ขันต้นธง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1. บทนำ	1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3. ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4. ขั้นตอนการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1. โมเดลสีเอชเอสแอล	3
2.2. Basic global Thresholding	4
2.3. XVideoOCX	5
2.4. Dijkstra Shortest Path Algorithm	6
2.5. Averaging Filter	8
2.6. Gaussian Smoothing	9
2.7. การทำฮิสโตแกรม	11
2.8. โมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตราโซนิก	12
2.9. อุปกรณ์ตรวจวัดระยะทาง (GP2Y0A02YK)	13
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา	
3.1 บทนำ	14
3.1.1 หน้าที่ของส่วนต่างๆภายในระบบ	15
3.1.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ	16
3.1.3 การตรวจจับสิ่งกีดขวางและการหักหลบ	19
3.1.4 การแบ่งช่องทางจราจรเพื่อขับเคลื่อนรถในช่องทางที่ต้องการ	20
3.1.5 การเลี้ยวในทางแยก	21
3.1.6 การวิ่งในทางโค้ง	26
3.2 การออกแบบซอฟต์แวร์	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 คลาสไดอะแกรมของระบบบนพีซี 27
3.2.2 ฟังก์ชั่นที่ทำงานบนบอร์ดคอนโทรลเลอร์ 32
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง
4.1 คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลอง 36
4.1.2 การจับภาพ 36
4.1.3 คุณสมบัติที่แนะนำของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการนำโปรแกรมนี้ไปใช้งาน 36
4.2 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลอง 36
4.2.1 เซ็นเซอร์วัดระยะประเภทอินฟาเรด 36
4.2.2 เซ็นเซอร์วัดระยะประเภทอุลตร้าโซนิค 37
4.2.3 กล้องวีดีโอ ประเภท mini DV 37
4.2.4 คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค 38
4.2.5 วงจรควบคุม และ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 38
4.3 การทดลองโปรแกรม 39
4.3.1 การทดสอบการวิ่งในทางตรง 40
4.3.2 การทดสอบวิ่งในทางโค้ง 40
4.3.3 การทดสอบวิ่งตรงผ่านทางแยก 41
4.3.4 การทดสอบเลี้ยวซ้ายที่ทางแยก 41
4.3.5 การทดสอบหลบสิ่งกีดขวาง 41
4.3.6 การทดสอบการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด 42
บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ
5.1 ข้อสรุป 43
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 43
5.2.1 ปัญหาเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ 43
5.2.2 ปัญหาเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ 44
5.2.3 ปัญหาจากสิ่งแวดล้อม 45
5.3 ข้อเสนอแนะ 45
ภาคผนวก 47
ภาคผนวก ก. รายละเอียดของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ (Hardware Specification) 47
ภาคผนวก ข. การติดตั้งโปรแกรมและรันโปรแกรม 48
เอกสารอ้างอิง 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงเวลาในการทำงานที่ใช้ใน Dijkstra algorithm 7

ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่ของคลาสต่างๆ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 กรวยสีแสดงความสัมพันธ์ของสีในระบบHSL 3

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการเทรชโฮล(Threshold)ภาพ 4

รูปที่ 2.3 กราฟรูปดาวที่ใช้เวลา $\Omega(n \log n)$ 8

รูปที่ 2.4 แสดงการทำเอฟเวอเรจจิ้งฟิลเตอร์ 8

รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการทำเอฟเวอเรจจิ้งฟิลเตอร์ 8

รูปที่ 2.6 กราฟแสดงการแจกแจงความถี่หนึ่งมิติ 9

รูปที่ 2.7 กราฟแสดงการแจกแจงความถี่สองมิติ 10

รูปที่ 2.8 รูปแสดงการดิสครีทแอพพร็อกซิเมชั่นไปยังเกาส์เซี่ยนฟังก์ชั่นที่ $\sigma = 1.0$ 10

รูปที่ 2.9 รูปแสดงของ1มิติคอนโวลูชั่นเคอแนลที่ใช้ในการคำนวณรูปที่2.8ให้รวดเร็วขึ้น 11

รูปที่ 2.10 รูปแสดงถึงการตอบสนองต่อความถี่ของตัวกรองแบบหนึ่งมิติ 11
ของตัวกรองแบบค่าเฉลี่ย ที่ใช้ความกว้างเท่ากับ 7 กับตัวกรองเกาส์เซี่ยน
ที่มีค่า $\sigma = 3$

รูปที่ 3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ 14

รูปที่ 3.2 ตำแหน่งเซ็นเซอร์วัดระยะบนรถ 15

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 18

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสิ่งกีดขวางจากการประมวลผลภาพ 19

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการเลี้ยวซ้ายที่ทางแยก 21

รูปที่ 3.6 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเลี้ยวซ้ายที่ทางแยก 22

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเลี้ยวขวาที่ทางแยก 23

รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเลี้ยวขวาที่ทางแยก 24

รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงขั้นตอนการตรงข้ามทางแยก 25

รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิ่งในทางโค้ง 26

รูปที่ 3.11 คลาสไดอะแกรมของระบบบนพีซี 27

รูปที่ 4.1 เซ็นเซอร์วัดระยะประเภทอินฟราเรด 36

รูปที่ 4.2 เซ็นเซอร์วัดระยะประเภทอุลตร้าโซนิค 37

รูปที่ 4.3 กล้องวิดีโอประเภท mini DV 37

รูปที่ 4.4 วงจรควบคุมและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 38

รูปที่ 4.5 Graphic User Interface สำหรับผู้ใช้ 39

รูปที่ 4.6 การทดสอบวิ่งในทางตรง 40

รูปที่ 4.7 การทดสอบวิ่งในทางโค้ง 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 การทดสอบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1. บทนำ

ในปัจจุบันการเดินทางโดยยานพาหนะประเภทรถยนต์เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา ยิ่งมีปริมาณรถบนท้องถนนมากขึ้น ประกอบกับการฝ่าฝืนกฎจราจร ความประมาท และความอ่อนเพลียของผู้ขับขี่ ทำให้เราต้องพบเจอกับสภาพการจราจรที่ติดขัดและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เป็นเหตุให้เกิดแนวคิดในการสร้างระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติมาแทนการขับเคลื่อนโดยมนุษย์

ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติที่จะพัฒนาขึ้นจะใช้การประมวลผล และตีความจากข้อมูลที่ได้จากอิมเมจเซ็นเซอร์ และเซ็นเซอร์วัดระยะที่ติดอยู่บนรถ นอกจากขับเคลื่อนไปถึงจุดหมายปลายทางได้อย่างอัตโนมัติแล้ว ระบบจะมีการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเพื่อใช้ในการเดินทางอีกด้วย ประโยชน์ที่จะได้รับจากการพัฒนาระบบนี้คือเกิดความปลอดภัยในการขับขี่มากขึ้น ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้รถยนต์ ช่วยลดความเหน็ดเหนื่อยที่เกิดจากการขับขี่ยานพาหนะ และประหยัดพลังงาน

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนอัตโนมัติของรถยนต์

1.2.2. เพื่อสร้างระบบที่ควบคุมการขับเคลื่อนอัตโนมัติของรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพ และการตีความค่าจากเซ็นเซอร์ในการควบคุม

1.3. ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1. รถทดลองสามารถวิ่งในถนนได้เอง โดยปราศจากการควบคุมของมนุษย์ โดยมีข้อจำกัดของสภาพแวดล้อม ดังนี้

- สภาพแสงสว่าง : เป็นแสงตามธรรมชาติกลางแจ้ง ในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงสว่าง และไม่มีฝนตก
- สภาพถนน : ค่อนข้างเรียบ ไม่มีหลุมบ่อ (เนื่องจากหากมีการสั่นสะเทือนมากจะส่งผลต่อการรับภาพและเกิดความเสียหายต่อคอมพิวเตอร์) มีขอบถนนสูง 20 ซม. ความกว้างของถนนในทางตรงหรือทางโค้งก่อนที่จะถึงอีกแยกจะต้องมีความกว้างคงที่ไม่เกิน 8 เมตร (กรณีเป็นถนนทูเวย์ ที่มีรถสวนกัน) จะมีหรือไม่มีเส้นแบ่งเลนก็ได้ และไม่มีรถคันอื่นวิ่งบนถนนขณะทดสอบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2. รถทดลองสามารถขับเคลื่อนไปในช่องทางที่กำหนด ซึ่งคือ ช่องจราจรฝั่งซ้ายสุด เป็นหลักในกรณีที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง หรือเหตุการณ์อื่นที่ทำให้ต้องเปลี่ยนช่องทางจราจร

1.3.3. รถทดลองสามารถหลบสิ่งกีดขวางได้ โดยจะหลบในลักษณะของการแซงออกทางด้านขวาของสิ่งกีดขวาง ลักษณะของสิ่งกีดขวางมีข้อจำกัดดังนี้

- สิ่งกีดขวางสามารถมองเห็นได้ว่ามีแตกต่างจากพื้นถนน
- สิ่งกีดขวางอยู่ติดพื้นถนน (ไม่มีการแขวนห้อยจากด้านบน)
- สิ่งกีดขวางไม่มีการเคลื่อนที่

1.3.4. รถทดลองสามารถเคลื่อนที่ในทิศทางไปข้างหน้า เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวาได้

1.3.5. รถทดลองสามารถเคลื่อนที่ผ่านทางแยก(สามแยก หรือสี่แยก) ไปในทิศทางที่กำหนดตามแผนที่ขณะนั้น ซึ่งทิศทางที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ได้แก่ เคลื่อนที่ตรงผ่านทางแยก เลี้ยวซ้ายที่ทางแยก และเลี้ยวขวาที่ทางแยก

1.3.6. รถทดลองสามารถวิ่งในถนนที่มีลักษณะเป็นทางโค้งได้

1.4. ขั้นตอนการศึกษา

ในการทำโครงงานวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1.4.1. ศึกษาตัวอย่างงานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนอัตโนมัติของรถยนต์

1.4.2. กำหนดขอบเขตของโครงงาน

1.4.3. ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีทางด้านการประมวลผลภาพ การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์(บอร์ด OLIMEX LPC-H2124 ARM7) โดยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ได้ศึกษาจะมีรายละเอียดสรุปไว้ในเนื้อหาของบทที่2

1.4.4. ทำการออกแบบระบบ ทั้งในส่วนของซอร์ฟแวร์ และฮาร์ดแวร์ ซึ่งจะมีรายละเอียดแสดงในเนื้อหาของบทที่ 3

1.4.5. ทำการทดสอบระบบ

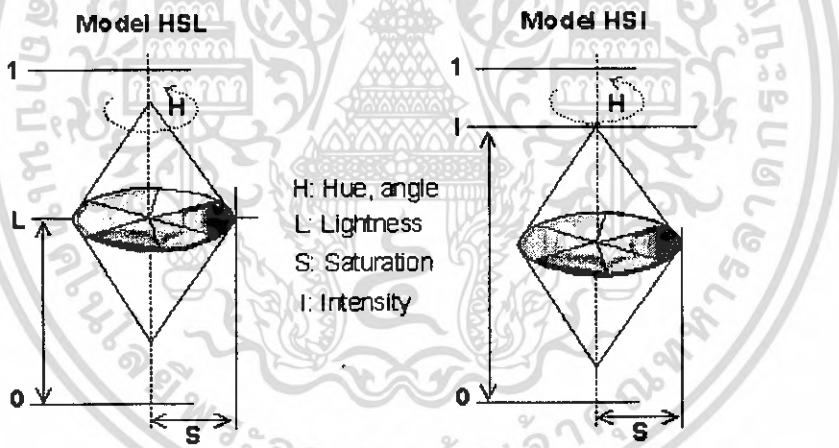
1.4.6. สรุปผลการศึกษา และสรุปผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1. HSL Color Model

โมเดลสีชนิดเอชเอสแอล(HSL Color Model)หรือที่ถูกเรียกว่า เอชแอลเอส,เอชเอสไอ (HLS,HSI)นั้น เป็นชื่อที่ย่อมาจาก Hue (เฉดสี) , Saturation (ความเข้มของสี) และ Lightness(Luminance , Luminosity) / Intensity(ระดับความเข้มของแสงสว่าง) ในขณะที่เอชเอสวี(HSV:Hue , Saturation , Value) สามารถแสดงได้ด้วยกราฟที่มีรูปแบบของโคนสี(color cone) หรือเฮกซ์โคน (hexcone) นั้น เอช-เอสแอลจะสามารถแสดงได้ด้วยกราฟที่มีรูปแบบเป็น ดับเบิ้ลโคน(double cone) หรือดับเบิ้ลเฮกซ์โคน (double hexcone) โดยสีระบบสีทั้ง2แบบนั้นจัดเป็นนอนลิเนียร์ดีฟอร์เมชั่น (non-linear deformation) ของลูกบาศก์สีอาร์จีบี(RGB color cube) จากกราฟที่แสดงความเป็นสีแบบเอชเอสแอล นั้นบริเวณส่วนปลายของเอชเอสแอลดับเบิ้ลเฮกซ์โคน นั้นจะสอดคล้องกับสีขาวและดำ ส่วนพารามิเตอร์ที่ทำมุมกันนั้นจะสอดคล้องกับค่าHue ระยะห่างจากแกนจะสอดคล้องกับค่าSaturationและระยะห่างตามแนวแกนสีดำ-สีขาวจะสอดคล้องกับค่า lightness



รูปที่2.1 กรวยสีแสดงความสัมพันธ์ของสีในระบบHSL

<u>การแปลงจากอาร์จีบีไปเป็นเอชเอสแอล</u>

ค่า R ,G ,B นั้นจะถูกแสดงแทนด้วยตัวเลข ตั้งแต่ 0 ถึง I โดยกำหนดให้MAXมีค่าเท่ากับ ค่าที่มากที่สุดของค่าทั้งสาม(R , G , B) และให้MINมีค่าเท่ากับค่าที่น้อยที่สุดของค่าเหล่านั้น ดังสมการที่(2.1), (2.2) และ (2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H = \begin{cases} \text{ไม่สามารถนิยามได้} & \text{ถ้า } MAX = MIN \\ 60° \times \frac{G-B}{MAX-MIN} + 0°, & \text{ถ้า } MAX = R \text{ และ } G \geq B \\ 60° \times \frac{G-B}{MAX-MIN} + 360°, & \text{ถ้า } MAX = R \text{ และ } G < B \\ 60° \times \frac{B-R}{MAX-MIN} + 120°, & \text{ถ้า } MAX = G \\ 60° \times \frac{R-G}{MAX-MIN} + 240°, & \text{ถ้า } MAX = B \end{cases} \quad (2.1)$$

$$S = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } MAX = MIN \\ \frac{MAX-MIN}{MAX+MIN} = \frac{MAX-MIN}{2L}, & \text{ถ้า } 0 < L \leq \frac{1}{2} \\ \frac{MAX-MIN}{2-(MAX+MIN)}, & \text{ถ้า } L > \frac{1}{2} \end{cases} \quad (2.2)$$

$$L = \frac{1}{2}(MAX + MIN) \quad (2.3)$$

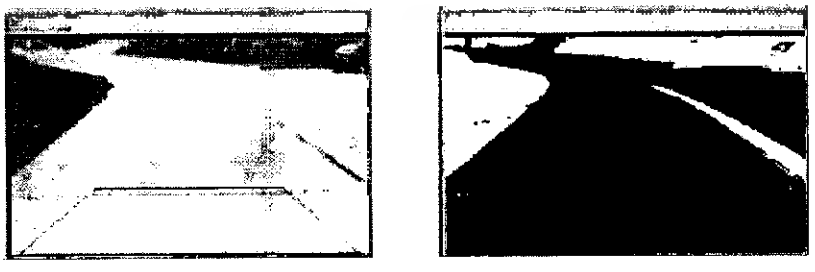
ค่า H นั้นตามปกติแล้วจะถูกทำการนอมอลไลซ์ให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0° ถึง 360° และถ้าเรากำหนดให้ค่า H = 0 นั้นจะทำเพื่อเป็นการปล่อยให้เกิดค่า H ที่ไม่มีคำนิยาม,คลุมเครือ ค่าHueของทั้งเอชเอสแอล และ เอชเอสวี จะถูกนิยามแบบเดียวกันแต่ค่าที่เหลือนั้นจะไม่เหมือนกันโดยค่า S และ V ของเอชเอสวี นั้นจะเป็นไปตามสมการที่ (2.4) และ (2.5)

$$S = \frac{MAX - MIN}{MAX} = 1 - \frac{MAX}{MIN} \quad (2.4)$$

$$V = MAX \quad (2.5)$$

2.2. Basic Global Thresholding

เป็นการนำเอาระดับความแตกต่างของเกรย์เลเวล(gray level) ของภาพมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ คือ วัตถุ(object) หรือ พื้นหลัง(background) โดยจำทำการแปลงภาพเป็นฮิสโตแกรมออกมาแล้วทำการแบ่งออกเป็น 2 ระดับในที่นี้คือ ขาวและดำ



รูปที่2.2 ตัวอย่างการเทรชโฮล(Threshold)ภาพ

ด้านซ้ายคือภาพต้นฉบับ และภาพด้านขวาคือภาพเอาท์พุทที่แบ่งออกเป็นสองระดับสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3. XVideoOCX

เอ็กซ์วีดีโอโอซีเอ็กซ์(XVideoOCX) คือ แอกทีฟเอ็กซ์คอนโทรลที่สามารถทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถรวมเอา การจับภาพจากกล้อง และความสามารถในการประมวลผลของภาพมายังโปรแกรมประยุกต์ของเราได้ โดยการใช้งานนั้นมีความเหมาะสมกับ อุปกรณ์วีดีโอที่ใช้กับวินโดวส์เป็นส่วนใหญ่(VFW: Video-for-Windows) เช่น เว็บแคม ตัวจับเฟรมในกล้องวีดิโอแบบซีซีดี หรือกล้องบันทึกโทรทัศน์ เอ็กซ์วิดีโอโอซีเอ็กซ์นั้นทำให้เราสามารถจับภาพวิดีโอได้ง่าย เพียงแค่นำเอ็กซ์วีดีโอโอซีเอ็กซ์ไปไว้ในโปรแกรมประยุกต์แล้วทำการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมอีกไม่มากก็สามารถใช้งานเอ็กซ์วีดีโอโอซีเอ็กซ์ ได้

<u>ฟังก์ชันที่นำมาใช้งาน</u>

XSobel()

เราใช้ฟังก์ชันในการตรวจจับขอบของรูปภาพ(รูปต้นแบบ) แต่ละพิกเซลของภาพผลลัพธ์ที่เราได้มาจะประกอบไปด้วย แกรเดียนแมกนิจูด(ความเข้มของขอบ)

XThreshold()

วิธีการทำเทรชโชลนั้นจะเป็นการกำหนดค่าพิกเซลทุกพิกเซลในรูปภาพที่มีค่าเกรย์แวลูน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโชลที่เรากำหนดเอาไว้ให้มีค่าเป็น 0 และพิกเซลที่เหลือให้มีค่าเป็น255

XNormalize()

จะเป็นการเปลี่ยนแปลงการขยายค่าเกรย์แวลูทั้งหมดในรูปภาพเพื่อให้ค่านั้นอยู่ในช่วงของค่าน้อยที่สุดและมากที่สุด เราจะใช้การนอร์มอลไลซ์ในการเพิ่มค่าคอนทราสต์ของรูปภาพหรือกำหนดสเปกตรัมของเกรย์แวลูเพื่อที่จะใช้ในการประมวลผลต่อๆไป

XToGrayScale()

เราใช้สำหรับการแปลงภาพจาก RGB-24บิท ไปเป็นภาพในรูปแบบเกรย์สเกล

XCapture()

ใช้ในการจับภาพอินพุทโดยที่ไม่สนใจว่าเราจะใช้อินพุทโหมดแบบไหน พารามิเตอร์ image handleนั้นจะได้รับการติดต่อโดยการเรียกฟังก์ชัน XgetImageHandle() ก่อนที่เราจะเรียกฟังก์ชัน XCapture() เราสามารถใช้ฟังก์ชัน XShow() ในการแสดงภาพที่เราทำการจับภาพมาได้ ในกรณีที่พารามิเตอร์ imagehandle เป็นภาพเกรย์สเกลขนาด 8 บิท ภาพที่ได้จากการจับภาพมานั้นจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเกรย์สเกล

XInit()

ใช้ในการเริ่มติดต่อกับ XVideoOCX และใช้ทำการเปิดแหล่งข้อมูลภาพที่เราต้องการนำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4. Dijkstra Shortest Path Algorithms

เป็นอัลกอริธึมที่ใช้วิธีการค้นหาเส้นทางโดยใช้ทิศทางและไม่ใช้ทิศทางในการค้นหา และจัดว่าเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากเหมาะสำหรับการศึกษาเพื่อที่จะมาช่วยในการค้นหาเส้นทาง และนอกจากนี้อัลกอริธึมนี้จัดว่าเป็นอัลกอริธึมที่มีคนเลือกใช้ในโปรแกรมหลายๆอย่าง เช่น โปรแกรมหาเส้นทางสำหรับการจราจรทางบก โปรแกรมจัดหาเส้นทางบนเว็บ เป็นต้น

โปรแกรมจัดหาเส้นทางบนเว็บนั้น อาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เรียบง่ายรวมเข้ากับฐานข้อมูลที่เก็บตำแหน่งของสถานที่ โดยฐานข้อมูลที่เก็บตำแหน่งของสถานที่นี้เรียกว่า Geographic Information System (GIS) ข้อมูลที่เก็บในนี้รวมไปถึงถนนต่างๆ ขนาดของถนน และทิศทางที่ถนนไป ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการหาเส้นทางที่ต้องการ

รูปภาพเป็นตัวแทนของปัญหา ซึ่งรูปภาพเหล่านี้เรียกว่า เน็ทเวิร์ก(Network) หรือ กราฟ (Graph) ซึ่งเน็ทเวิร์กนี้ประกอบไปด้วยเซ็ทของวงกลมที่เรียกว่า โหนด(Node) และเชื่อมโยงด้วยเส้นที่เรียกว่า อาร์ก(Arc)

ในการนำเน็ทเวิร์กไปใช้ส่วนมากจะให้โหนดทำหน้าที่แทนเมือง สี่แยก ป้ายรถเมล์ สถานีรถไฟ ข้อต่อของท่อน้ำ สำหรับอาร์กจะนำไปใช้เป็นตัวแทนของสิ่งเชื่อมระหว่างโหนดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นถนน รางรถไฟ ท่อน้ำ สายเคเบิล หรือแม้กระทั่งสิ่งที่ไม่มีตัวตน เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างโหนด หรือการติดต่อเชื่อมโยงระหว่างโหนด ในบางครั้งบนอาร์กจะมีตัวเลขที่แสดงถึงระยะทางที่ใช้เดินทางระหว่างโหนด หรือระยะเวลาที่ใช้ระหว่างโหนด หรือค่าใช้จ่ายบนเส้นทางนั้น

สำหรับวิธีการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาในการหาเส้นทางบนเว็ปนั้นเรียกว่าวิธีการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด(Shortest Path) ระหว่างโหนด ซึ่งวิธีการนี้ได้ถูกนำมาเสนอในปี ค.ศ. 1959 โดย Edsger Wybe Dijkstra และวิธีการนี้ก็ได้ชื่อว่า Dijkstra's Algorithm

ขั้นตอนของ Dijkstra's Algorithm

1. ในตอนเริ่มต้นทุกโหนดจะมีค่า d(v) = Infinity และ pred(v) = 0
2. สำหรับอาร์กที่เชื่อมระหว่างโหนด i และ j เราจะเรียกว่า arc(i,j) ส่วนระยะทางระหว่างโหนด i และ j เราจะเรียกว่า weight(i,j)
3. เราจะแบ่งกลุ่มของโหนดเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มโหนดสีแดง และ กลุ่มโหนดสีเหลือง ในตอนเริ่มต้นทุกโหนดจะมีสีเหลือง
4. เลือกโหนดเริ่มต้นจากกลุ่มสีเหลือง สมมติว่าเป็นโหนด k และให้ d(k) = 0
5. (ขั้นเลือกโหนดระบายสีแดง) เลือกโหนด j จากกล่มสีเหลือง โดยที่มีค่า d(j) น้อยที่สุดในกลุ่มสีเหลือง ระบายสีแดงใส่โหนด j และ arc(j,pred(j))
6. (ขั้นปรับปรุงระยะทาง) พิจารณาทุกอาร์กที่มีปลายหนึ่งติดกับโหนดที่มีสีแดง และอีกปลายหนึ่งยังไม่มีสีแดง สมมติว่าเป็น arc(i,j) เราจะได้โหนด i สีแดง และโหนด j สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลือง และเรียกโหนด j เป็นโหนดที่ติดกับโหนด i (Adjacent node) ถ้า d(i) + weight(i,j) < d(j) เราก็จะเปลี่ยนค่าของ d(j) โดยให้ d(j) = d(i) + weight(i,j) และ pred(j) = i

7. กลับไปทำที่ขั้น 5 และขั้นที่ 6 จนกระทั่งทุกโหนดมีสีแดง แล้วก็จะได้เส้นทางที่สั้นที่สุดจากโหนดที่เริ่มต้นไปยังทุกๆโหนด

ฟังก์ชัน d(v) และ pred(v) คือ เป็นฟังก์ชั่นที่บอกระยะทางที่สั้นที่สุดจากโหนดเริ่มต้นถึงโหนด v ต้องเดินทางเป็นระยะทางอย่างน้อยเท่ากับ d(v) และต้องเดินทางผ่านโหนด pred(v)

Psudo code ของ Dijkstra's Algorithm

D[s] ⟵ 0, D [v] ⟵ ∞ , for all v

s ⟵ 0

Initialize (Q)

While s ≠ v do

u ⟵ extract min Q ---------> O (n) ครั้ง

For (u, v) ∈ G

If D [v] > D [u] + ℓ (u, v) then

D [v] ⟵ D [u] + ℓ (u, v)

Decrease key (Q, v, D [v]) ----------> O (m) ครั้ง

s ⟵ s U {v}

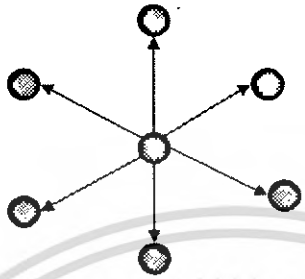
เวลาในการทำงานของ Dijkstra จะใช้เวลาในการทำงาน $O(n^2)$ เปรียบเทียบเวลาในการ extract และ decrease

	Extract	Decrease	Algorithm
Array(Dij)	$O(n)$	O(1)	$O(n^2)$
Binary heep	$O(\log n)$	$O(\log n)$	$O(n \log n + m \log n)$
Fibonacci heep	$O(\log n)$	O(1)	$O(n \log n + m)$
Ram,Integer	-	-	$O(m + n)$ [⌜horup]
Planar graph	-	-	$O(n)$

ตารางที่ 2.1 แสดงเวลาในการทำงานที่ใช้ใน Dijkstra algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

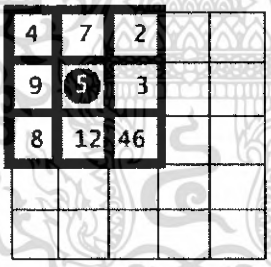
สังเกตว่าลำดับในการทำงานของdijkstra จะทำการสแกนโหนดจากระยะทางน้อยไปมาก ซึ่งเราสามารถนำdijkstra มาทำการซอท(sort)ตัวเลขได้ โดยนำไปสร้างกราฟรูปดาวขึ้นมาได้ แล้วนำเวท(weight) ใส่ตามเอดจ์(edge) โดยมีตัวเลข n ตัว ต้องการซอท จะใช้เวลา $\Omega(n \log n)$



รูปที่ 2.3 กราฟรูปดาวที่ใช้เวลา $\Omega(n \log n)$

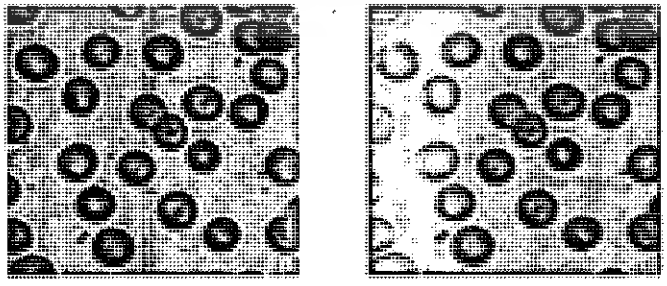
2.5. Averaging Filters

ใช้สำหรับการทำให้ภาพเบลอและสำหรับการลบสัญญาณรบกวนออก โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้แอฟเวอเรจจิ้งฟิลเตอร์(averaging filter)ในแต่ละจุดก็คือ ค่าเฉลี่ยของพิกเซลทุกพิกเซลที่อยู่ในหน้าต่างของฟิลเตอร์(filter) นั้นๆ เช่น การใช้ฟิลเตอร์ ขนาด 3x3 ดังรูปที่ 2.4



รูปที่2.4 แสดงการทำแอฟเวอเรจจิ้งฟิลเตอร์

จะได้ค่าที่จุดกึ่งกลางเป็น (4+7+2+9+5+3+8+12+46)/9 = 10.67



รูปที่2.5 แสดงตัวอย่างการทำแอฟเวอเรจจิ้งฟิลเตอร์

ซ้ายคือภาพต้นฉบับ ขวาคือรูปที่ผ่านแอฟเวอเรจจิ้งฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

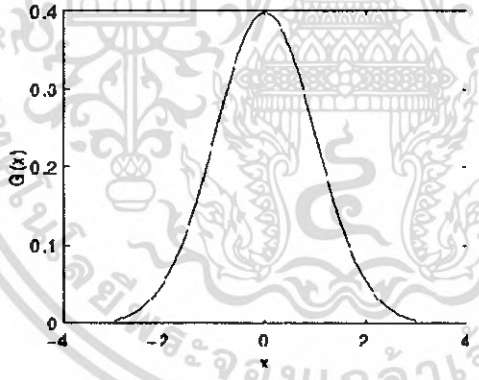
2.6. Gaussian Smoothing

การดำเนินการของเกาส์เซียนสมูทติงนั้นจัดเป็นตัวดำเนินการแบบ คอนโวลูชันสองมิติ ที่ใช้สำหรับการทำภาพให้เบลอ,มัว(blur) และทำการกำจัดรายละเอียด และสัญญานรบกวนออกจากภาพ จากที่กล่าวมามันอาจจะดูเหมือนกับการใช้ฟิลเตอร์แบบค่าเฉลี่ย (mean filter) แต่เกาส์เซียนสมูทติงนั้นจะใช้เคอแนล (kernel) ที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงถึงลักษณะของเกาส์เซียนฮัมป์ (Hump)ในรูปแบบของระฆังคว่ำ โดยเคอแนลที่กล่าวถึงนี้ จะมีลักษณะพิเศษตามรายละเอียดต่อไปที่จะกล่าวถึงนี้

ลักษณะการแจกแจงความถี่ของเกาส์เซี่ยนใน1มิติจะเป็นดังสมการที่ 2.6

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \qquad (2.6)$$

โดย σ คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงความถี่ และสมมติให้ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงความถี่(mean) มีค่าเท่ากับ 0(ยกตัวอย่างเช่นจุดกึ่งกลางของเส้น x = 0) การแจกแจงความถี่นั้นสามารถแสดงได้ตามรูปด้านล่าง (ค่าเฉลี่ย=0 , $\sigma = 1$)



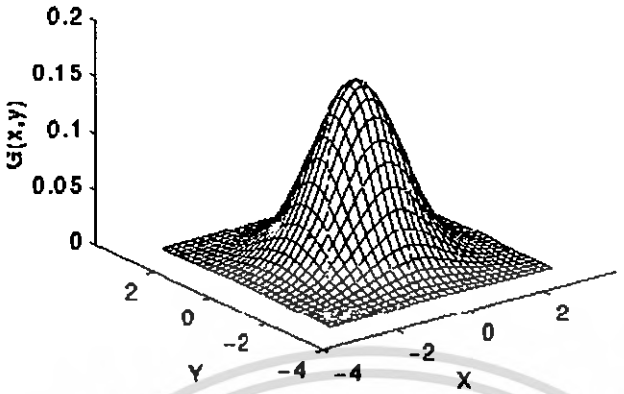
รูปที่ 2.6 กราฟแสดงการแจกแจงความถี่หนึ่งมิติ

ในรูปแบบสองมิติ กราฟของเกาส์เซียนนั้นมีลักษณะดังสมการที่ 2.7

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \qquad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกแจงความถี่นั้นสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.7(ค่าเฉลี่ย=0 ,$\sigma = 1$)



รูปที่2.7 กราฟแสดงการแจกแจงความถี่สองมิติ

แนวความคิดของเกาส์เซียนสมูทดิงนี้ คือการนำไปใช้กับการแจกแจงความถี่ในรูปแบบสองมิติในแบบพอยน์สเปรดฟังก์ชัน (point-spread function) ซึ่งได้มาจากการคอนโวลูชัน เนื่องมาจากการที่เราทำการเก็บภาพไว้ในรูปแบบชุดของพิกเซลที่ไม่ต่อเนื่องกัน เราจำเป็นที่จะต้องสร้างค่าโดยประมาณที่ไม่ต่อเนื่องกันให้กับ ฟังก์ชันเกาส์เซียนก่อนที่เราจะทำการคอนโวลูชัน ในทางทฤษฎีนั้นการแจกแจงความถี่ของเกาส์เซียนนั้นจะมีค่าไม่เท่ากับ 0 ในทุกๆตำแหน่ง ซึ่งจะต้องการคอนโวลูชันเคอแนลที่ใหญ่มาก แต่ในทางปฏิบัตินั้นจะไม่เป็นเช่นนั้นเราสามารถตัดเคอ-แนลดังกล่าวออกไป ในรูปที่2.8นี้จะแสดงให้เห็นถึงค่าจำนวนเต็มของคอนโวลูชันเคอแนลที่ใช้ในการประมาณเกาส์เซียน ซึ่งมีค่า $\sigma = 1.0$

$$\frac{1}{273}\begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ 7 & 26 & 41 & 26 & 7 \\ 4 & 16 & 26 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

รูปที่2.8 รูปแสดงการดิสครีทแอพพร็อกซิเมชันไปยังเกาส์เซียนฟังก์ชั่นที่ $\sigma = 1.0$

เมื่อเราได้ค่าเคอแนลที่เหมาะสมแล้วเกาส์เซียนสมูทดิงก็จะทำงานได้โดยใช้วิธีคอนโวลูชันแบบมาตรฐาน คอนโวลูชันนั้นสามารถทำได้อย่างรวดเร็วเนื่องมาจาก สมการไอโซโทปิกเกาส์เซียน 2 มิติที่แสดงไว้นั้นแยกออกเป็น x และ y เนื่องจากการที่คอนโวลูชันสองมิตินั้นสามารถทำได้โดย ขั้นแรกคือ คอนโวลว์(convolve)เกาส์เซียนหนึ่งมิติตามทิศทางของ x แล้วทำการคอนโวลว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกาส์เซียนหนึ่งมิติตามทิศทางของ y ในรูปด้านล่างนี้จะแสดงให้เห็น ถึงส่วนประกอบของ x ในเคอแนลหนึ่งมิติที่จะถูกนำไปใช้กับเคอแนลตามรูปที่2.8 สำหรับส่วนประกอบของ y ก็ทำเช่นเดียวกัน แต่เป็นไปตามแนวตั้ง

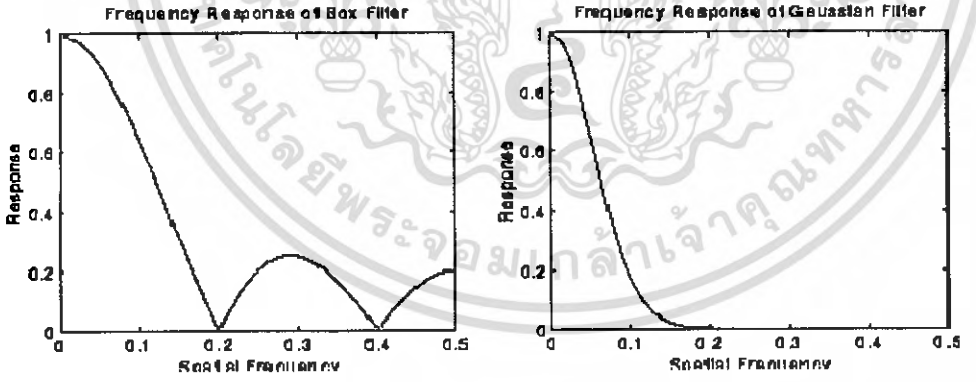
.006	.061	.242	.383	.242	.061	.006

รูปที่2.9 รูปแสดงคอนโวลูชันเคอแนล 1 มิติที่ใช้ในการคำนวณรูปที่2.8ให้รวดเร็วขึ้น

สำหรับวิธีการที่ใช้ในการคำนวณเกาส์เซียนสมูทติงที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานขนาดใหญ่ นั่นก็สามารถทำได้ด้วยการคอนโวลว์ภาพหลายครั้งด้วยเกาส์เซียนที่มีขนาดเล็กกว่า

เทคนิคการใช้เกาส์เซียนสมูทติงนั้นคือเพื่อทำการเบลอภาพ โดยระดับของการทำสมูทติงนั้นจะถูกกำหนดด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเกาส์เซียน

หลักการตัดสินใจนำวิธีการเกาส์เซียนไปใช้เป็นตัวกรองแบบสมูทติงนั้นขึ้นอยู่กับการตอบสนองของความถี่ของสิ่งนั้น โดยตัวกรองแบบสมูทติงที่ใช้พื้นฐานของการคอนโวลูชันนั้นส่วนใหญ่จะเป็น ตัวกรองความถี่แบบให้ความถี่ต่ำผ่าน(low-pass frequency filter) หมายความว่ามันจะทำการกำจัดเอาส่วนประกอบที่เป็นความถี่สูง (high spatial frequency) ออกไปจากภาพ



รูปที่2.10 รูปแสดงถึงการตอบสนองต่อความถี่ของตัวกรองแบบหนึ่งมิติ ของตัวกรองแบบค่าเฉลี่ย ที่ใช้ความกว้างเท่ากับ 7 กับตัวกรองเกาส์เซียนที่มีค่า $\sigma = 3$

2.7. Histogram

ฮิสโตแกรมบล็อกนั้นจะทำการคำนวณการกระจายของความถี่ของส่วนประกอบใน แต่ละคอลัมน์ของอินพุท หรือทำการแทรค (track) การกระจายของความถี่ในรูปแบบของชุดข้อมูลอินพุทในช่วงระยะเวลาหนึ่ง พารามิเตอร์ running histogram จะทำการเลือกระหว่างเบสิกออเพอเรชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(basic operation) กับ รันนิงออเพอเรชัน(running operation) โดยฮิสโตแกรมบล็อกนี้จะทำงานได้กับค่าอินพุทที่เป็นค่า real , complex floating-point , floating point

บล็อกจะทำการเรียงลำดับส่วนประกอบของคอลัมน์ ไปยังจำนวนของดิสครีตบินที่ถูกกำหนดโดย พารามิเตอร์ของจำนวนบิน(bin)ทั้งหมด,n

$$y = hist(u, n) \tag{2.8}$$

ค่าของฮิสโตแกรมสำหรับบินนั้น จะแสดงถึงความถี่ของข้อมูลอินพุทที่มาอยู่ในบินนั้นๆ เราสามารถกำหนดขอบเขตบนสำหรับบินที่ค่าสูงที่สุดให้เป็น พารามิเตอร์ของค่าที่มากที่สุดของอินพุท , B_M และค่าขอบเขตล่างสำหรับบินที่ค่าต่ำที่สุดเป็น พารามิเตอร์ของค่าที่น้อยที่สุดของอินพุท , B_m เราจะได้ความกว้างของแต่ละบินจากสมการที่ 2.9

$$\Delta = \frac{B_M - B_m}{n} \tag{2.9}$$

โดยจะมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่ง

$$B_m + \left(k + \frac{1}{2}\right)\Delta \qquad k = 0,1,2,\ldots,n-1 \tag{2.10}$$

ค่าของข้อมูลอินพุทที่อยู่บริเวณขอบระหว่างบินสองบินนั้นจะถูกจัดให้เป็นค่าของบินที่อยู่ต่ำกว่า ค่าที่ถูกนำมาใช้สำหรับพารามิเตอร์ของค่าที่มากที่สุดของอินพุท และพารามิเตอร์ของค่าที่น้อยที่สุดของอินพุทนั้นจะต้องเป็นค่า real-valued scalars

2.8 โมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตร้าโซนิก

มีคุณสมบัติดังนี้

- ใช้ไฟเลี้ยง +5V ต้องการกระแสไฟฟ้า 30 มิลลิแอมป์
- ใช้ตัวรับและส่งคลื่นอัลตร้าโซนิก ใช้ความถี่ 40 กิโลเฮิตซ์ในการทำงาน
- วัดระยะทางในช่วง 1 เซนติเมตรถึง 4 เมตร
- สัญญาณพัลส์สำหรับกระตุ้นการทำงาน ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาที
- ให้ผลลัพธ์จากการวัดระยะเป็นค่าความกว้างพัลส์ซึ่งเป็นสัดส่วนกับระยะทางที่วัดได้
- มีขนาด 43 มม.×20 มม.×17 มม. (กว้าง×ยาว×สูง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถติดต่อได้ 2 แบบคือ แบบ 2 สัญญาณ (Echo กับ Trigger) และแบบอนุกรมสัญญาณเส้นเดียว

SRF05 เป็นแผงวงจรวัดตรวจจับและวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิกที่มีความเที่ยงตรงสูงโดยสามารถวัดระยะได้ตั้งแต่ 1 เซนติเมตรถึง 4 เมตร ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับไมโครคอนโทรเลอร์ได้ง่ายโดยใช้ขาเชื่อต่อเพียง 1 หรือ 2 ขา ขึ้นอยู่กับการกำหนดรูปแบบการทำงานทางฮาร์ดแวร์ เหมาะอย่างยิ่งกับการใช้งานทางด้านหุ่นยนต์

SRF05 จะทำการส่งสัญญาณอัลตราโซนิกออกไป แล้ววัดระยะที่มีสัญญาณสะท้อนตอบกลับมา เอาต์พุตที่ได้จาก SRF05 จะอยู่ในรูปของความกว้างพัลส์ซึ่งสัมพันธ์กับระยะทางของวัตถุที่ตรวจจับได้ ความถี่สัญญาณอัลตราโซนิกของ SRF05 คือ 40 กิโลเฮิตซ์ ถูกส่งออกไปในอากาศด้วยความเร็ว 1.125 ฟุตต่อมิลลิวินาที (ประมาณ 346 เมตรต่อวินาที) ดังนั้นเมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น , เวลาเริ่มต้นส่งคลื่น และเวลาที่รับเสียงสะท้อนกลับมา จึงสามารถคำนวณหาค่าของระยะทางได้ โดย SRF05 จะประมวลผลค่าทางคณิตศาสตร์เอาไว้ แล้วส่งผลลัพธ์ที่วัดได้ออกมาเป็นพัลส์ที่มีความกว้างสัมพันธ์กับระยะทางที่วัดได้

การส่งผลลัพธ์ที่วัดได้ออกมาในเชิงความกว้างของสัญญาณพัลส์ อาจจะดูยุ่งยากกว่าการส่งเป็นข้อมูลดิจิตอลออกมา แต่การส่งออกมาเป็นข้อมูลดิจิตอลอาจต้องใช้สายสัญญาณจำนวนมาก ซึ่งทำให้ต้องใช้ขาพอร์ตในการเชื่อมต่อจำนวนมากตามไปด้วย ดังนั้นหากส่งผลลัพธ์ออกมาในรูปของสัญญาณพัลส์ จะใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียว จึงทำให้สะดวกมากในการนำมาเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.9 อุปกรณ์ตรวจวัดระยะทาง (GP2Y0A02YK)

มีคุณสมบัติดังนี้

-สีผิวของวัตถุต่างๆ จะมีผลกระทบน้อยต่อสัญญาณของตัวเซนเซอร์ จะมีผลบ้างในวัตถุที่เป็นสีดำ ซึ่งเป็นสีที่ทำให้การสะท้อนของสัญญาณอินฟราเรดทำได้ไม่ดีนัก

-ระยะทางในการตรวจจับวัตถุ จะมีอยู่หลายขนาดขึ้นอยู่กับอุปกรณ์แต่ละตัวดังนั้นในการเลือกใช้ควรพิจารณาในเรื่องของระยะทางที่เราต้องการใช้งาน โดยในรุ่นนี้จะให้เอาต์พุตออกมาเป็นแรงดัน ซึ่งเป็นอัตราส่วนกับระยะทาง โดยมีระยะในการตรวจจับมีความยาว 20 ถึง 150 ซม.

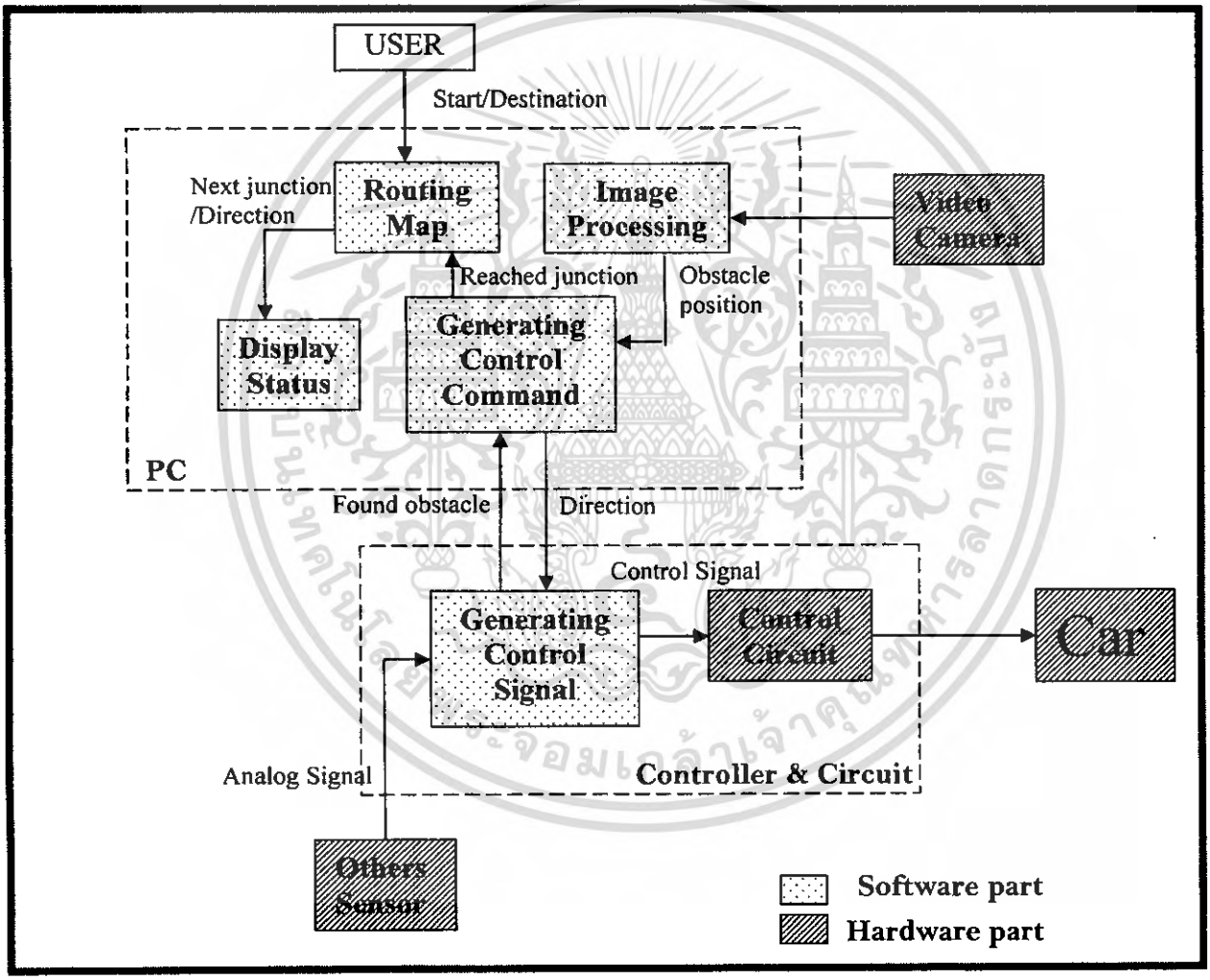
-ไม่จำเป็นต้องมีวงจรควบคุมภายนอกเพียงแค่จ่ายไฟเลี้ยง (VCC,GND) ก็สามารถนำเอาต์-พุตของตัวเซนเซอร์ไปใช้งานได้เลย ซึ่งแรงดัน Vcc ที่ใช้จะอยู่ในช่วง 4.5 ถึง 5.5 โวลต์ โดยปกติจะใช้ที่ 5 โวลต์ แต่สามารถทนแรงดันต่ำสุดและสูงสุดได้ -0.3 ถึง +7 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

3.1. บทนำ

ระบบรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัตินี้มีการออกแบบให้อยู่ในลักษณะของstand-alone system โดยในส่วนของซอร์ฟแวร์จะมีการพัฒนาบนพีซีและบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ในส่วนฮาร์ดแวร์ตัวรถจะทำการดัดแปลงจากรถยนต์ขนาดเล็กซึ่งขับเคลื่อนด้วยแบตเตอรี่ และเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ส่วนควบคุมกับระบบควบคุมของรถ ซึ่งภาพรวมของระบบสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบรถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1. หน้าที่ของส่วนต่างๆภายในระบบ

- ส่วนซอร์ฟแวร์

1)Routing Map

เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลแผนที่ รับอินพุทเป็นจุดเริ่มต้นและปลายทางที่ผู้ใช้ต้องการ แล้วทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

2)Image Processing

เป็นส่วนประมวลผลภาพของระบบ ซึ่งจะทำการตรวจสอบหาสิ่งกีดขวาง ทำการหาขอบของถนน และทำการแบ่งช่องทางจราจร รวมทั้งระบุลักษณะของถนนขณะนั้นว่าเป็นทางตรง ทางโค้ง หรือทางแยก

3)Generating Control Command

เป็นส่วนที่ใช้ตัดสินใจบังคับรถให้ไปในทิศทางต่างๆโดยรับข้อมูลจากส่วนประมวลผลภาพ และจากเซ็นเซอร์มาใช้ในการตัดสินใจ

4)Generating Control Signal

เป็นส่วนที่รับคำสั่งจากเครื่องพีซี เพื่อควบคุมฮาร์ดแวร์ให้บังคับรถไปในทิศทางที่ต้องการ รวมถึงรับค่าจากเซ็นเซอร์วัดระยะ และส่งข้อมูลไปยังพีซี ในกรณีตรวจพบสิ่งกีดขวาง รวมถึงการเลี้ยวที่ทางแยกและการควบคุมรถให้อยู่ในเลนที่ต้องการ

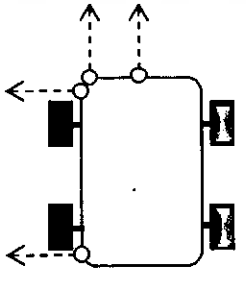
- ส่วนฮาร์ดแวร์

1)กล้องวีดีโอ

ทำหน้าที่รับภาพและส่งข้อมูลที่เป็นสัญญาณอนาล็อกไปยังการ์ดจับภาพบนเครื่องคอมพิวเตอร์

2)เซ็นเซอร์วัดระยะ

ทำหน้าที่วัดระยะจากขอบถนนเพื่อช่วยในการควบคุมระยะห่างจากขอบถนน และใช้ตรวจจับสิ่งกีดขวาง ซึ่งจะติดตั้งไว้สี่ตัวบนรถดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งเซ็นเซอร์วัดระยะบนรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3)วงจรควบคุม

เป็นวงจรเชื่อมต่อกับรีโมทคอนโทรลเพื่อควบคุมรถไปในทิศทางที่ต้องการ

3.1.2. ขั้นตอนการทำงานของระบบ

1) ผู้ใช้ทำการกำหนดจุดเริ่มต้นและปลายทางที่ต้องการให้รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติเดินทางไป โดยการป้อนข้อมูลผ่านทางโปรแกรมบนเครื่องพีซีที่มีจียูไอ (GUI:Graphic User Interface) และสั่งเริ่มการทำงานของระบบ
2) ส่วน "Routing Map" ในโปรแกรมจะทำการประมวลผลเพื่อเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไปถึงตำแหน่งปลายทาง และทำการส่งข้อมูลตำแหน่งโหนดแรก(ทางแยก)ที่จะต้องไปถึงไปยังส่วน "Generating Control Command" ในข้อ 5
3) ส่วน "Image Processing" เริ่มรับข้อมูลอนาล็อก จากกล้องวีดีโอผ่านพอร์ทs-video เข้าสู่การ์ดจับภาพ(card capture) เพื่อแปลงข้อมูลเป็นดิจิตอลในโมเดลสีชนิดอาร์จีบี และทำการประมวลผลเพื่อตรวจสอบหาสิ่งกีดขวาง เพื่อระบุตำแหน่งสิ่งกีดขวาง หาตำแหน่งกึ่งกลางเลนที่ต้องการให้รถปรับล้อไปยังทิศทางนั้น นอกจากนี้ยังคอยตรวจสอบว่าพบทางแยกหรือไม่ แล้วทำการส่งข้อมูลไปยังไปยังส่วน "Generating Control Command" ในข้อ 5
4) ส่วน "Generating Control Signal" ทำการรับค่าจาก IR Range finder ตัวที่ติดอยู่ใต้รถ แล้วทำการตีความว่าในขณะนั้นมีสิ่งกีดขวางอยู่ในทิศทางที่รถมุ่งไปหรือไม่ (ในระยะ 120 ซม.) แล้วส่งข้อมูลไปบอกยังส่วน "Generating Control Command" ในข้อ 5
5) ส่วน "Generating Control Command" จะนำข้อมูลตำแหน่งโหนดแรกที่จะต้องไปถึงและข้อมูลตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง มาประมวลผล เพื่อสั่งควบคุมทิศทาง โดย

5.1)ขณะนี้รถอยู่กึ่งกลางเลนหรือไม่

- ถ้าอยู่กึ่งกลางเลน ไม่ต้องทำอะไร
- ถ้าไม่อยู่กึ่งกลางเลน ทำการปรับล้อให้หันไปยังทิศทางที่ต้องการ

5.2) มีสิ่งกีดขวางอยู่บนถนนหรือไม่

- ถ้ามี ให้ตรวจสอบว่าอยู่ในทิศทางที่รถกำลังมุ่งหน้าไปหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลจากการข้อ 3 และ 4 ถ้าข้อมูลทั้งสองส่วนตรงกันแสดงว่าสิ่งกีดขวางไม่สามารถลอดผ่านใต้รถ และรถไม่สามารถขับผ่านไปได้ ให้สั่งหลบสิ่งกีดขวางโดยการแซงทางด้านขวา แต่มีแค่ข้อมูลจากข้อที่ 3 (จากกล้องวีดีโอ) แต่ข้อที่ 4 (จาก IR Range Finder) ไม่พบสิ่งกีดขวาง แสดงว่าสิ่งกีดขวางนั้นมีลักษณะค่อนข้างแบนราบติดพื้น หรืออาจเป็นรอยเปื้อนบนถนน ซึ่งรถสามารถข้ามผ่านไปได้ จึงไม่ต้องสั่งหลบ
- ถ้าไม่มี สิ่งกีดขวาง ให้ทิศทางคงเดิม และสั่งเดินหน้าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3) พบทางแยกหรือไม่

- ถ้าพบทางแยก แสดงว่ารถยนต์ได้เคลื่อนที่มายังโหนดที่ต้องการแล้ว ให้ทำการบันทึกตำแหน่งขณะนั้นและรับข้อมูลทิศทางของโหนดใหม่ที่จะต้องเคลื่อนที่ไปถึงจากส่วน "Routing Map" เพื่อกำหนดทิศทางต่อไปจะเดินหน้าผ่านแยก หรือเลี้ยวซ้าย หรือเลี้ยวขวา
- ถ้าไม่พบทางแยก ให้ทิศทางคงเดิม และสั่งเดินหน้าปกติ

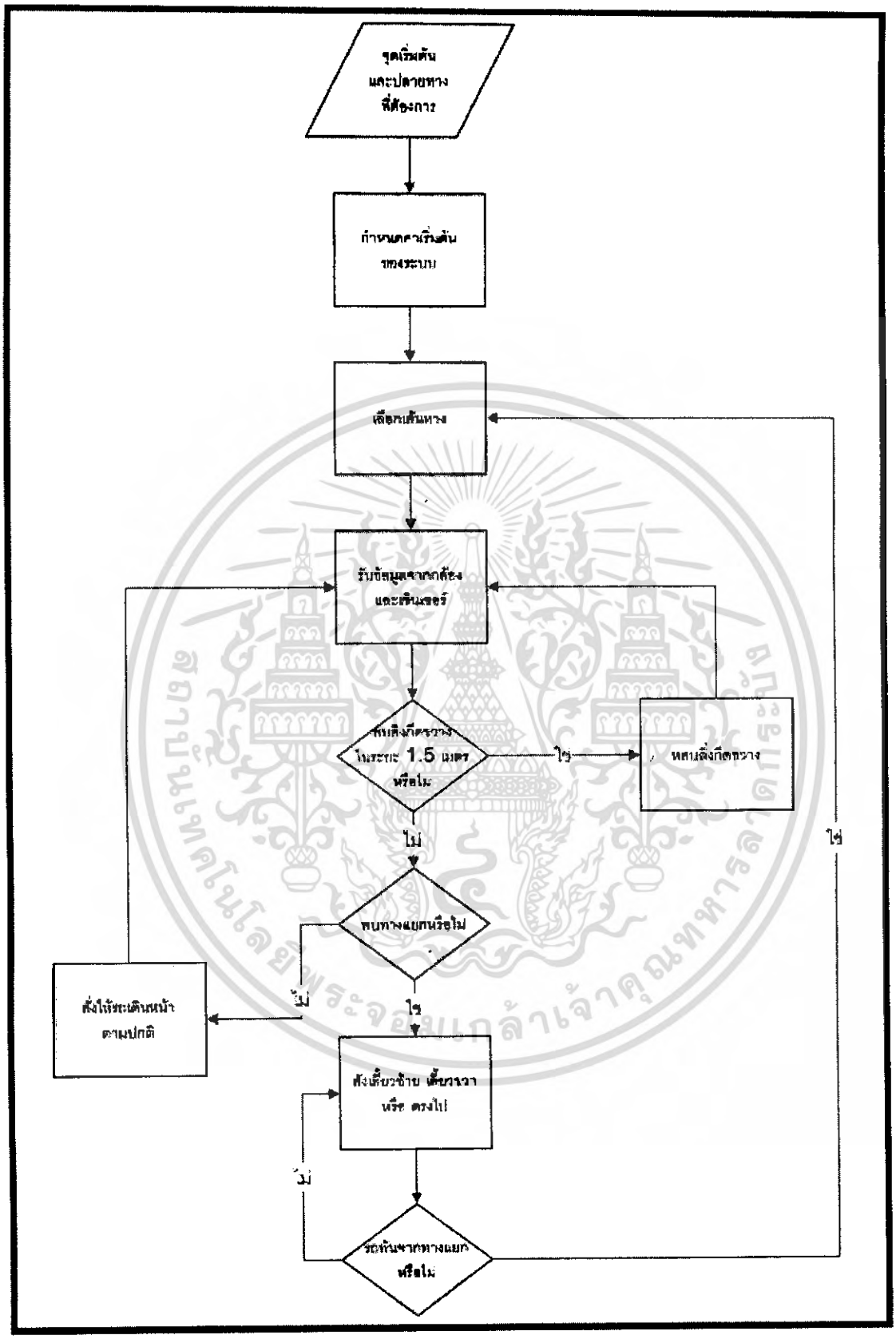
5.4) ในการปรับทิศทาง และสั่งเดินหน้าจะต้องส่งคำสั่งควบคุมรถไปยังส่วน "Generating Control Signal"

6) ส่วน "Generating Control Signal" รับข้อมูลจากข้อ 5 เพื่อนำไปสร้างสัญญาณควบคุมสวิตช์บังคับทิศทางบนรีโมตคอนโทรลของรถ

สามารถสรุปขั้นตอนการทำงานโดยรวมดังรูปที่ 3.3

72969

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

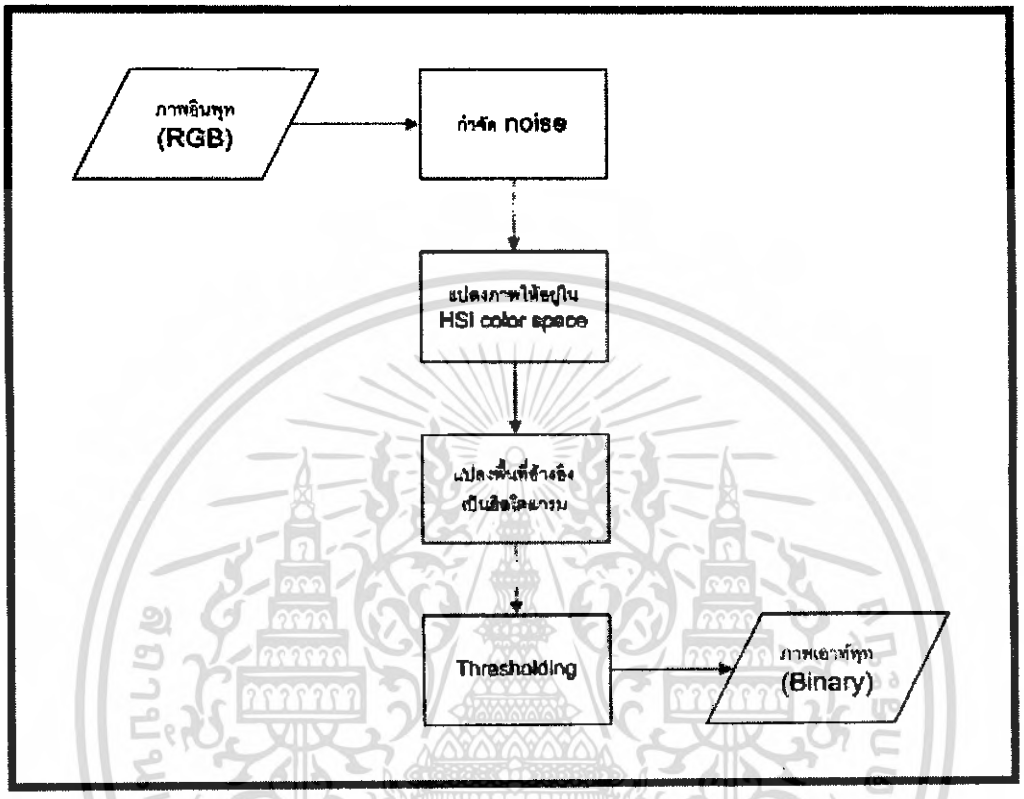


รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3. การตรวจจับสิ่งกีดขวางและการหักหลบ

การวิเคราะห์หาสิ่งกีดขวางจะใช้ข้อมูลจากการประมวลผลภาพ และข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์วัดระยะประกอบกัน



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสิ่งกีดขวางจากการประมวลผลภาพ

ในส่วนของการประมวลผลภาพจะมีขั้นตอนดังนี้ (ใช้รูปที่ 3.2 ประกอบ)

1) ทำการกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพ โดยใช้เกาส์เซียนฟิลเตอร์ขนาด 5×5
2) ทำการแปลงภาพจากโหมดสีอาร์จีบี ให้เป็นโหมดสีเอชเอสไอ
3) ทำการฮิสโตแกรมพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูที่เป็นพื้นที่อ้างอิงเพื่อแบ่งแยกถนนกับสิ่งกีดขวางออกเป็นฮิสโตแกรมหนึ่งมิติ สองชุดคือ hueฮิสโตแกรม และintensityฮิสโตแกรม
4) ทำการเปรียบเทียบค่าบิน(Bin :ค่าความสูงของแท่งกราฟ) ของทุกพิกเซลในภาพอินพุท (ที่ผ่านการแปลงเป็นเอชเอสไอแล้ว) กับค่าเทรชโฮล โดยจะระบุว่าพิกเซลนั้นเป็นส่วนของสิ่งกีดขวางตามเงื่อนไขนี้
   - ค่าบินจาก hue ฮิสโตแกรมของพิกเซลนั้น มีค่าต่ำกว่าค่า hue เทรชโฮล

   หรือ
   - ค่าบินจาก intensity ฮิสโตแกรมของพิกเซลนั้นมีค่าต่ำกว่าค่า intensity เทรชโฮล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพเอาท์พุทที่ได้จะเป็นภาพขาวดำ โดยส่วนที่เป็นถนนจะเป็นสีดำ และสิ่งกีดขวางจะเป็นสีขาว

ในส่วนของเซ็นเซอร์วัดระยะที่ใช้ในการตรวจจับสิ่งกีดขวางจะติดตั้งอยู่ที่กึ่งกลางด้านหน้าของรถ โดยใช้ A/D(Analog to digital converter) ทำการแปลงค่าโวลท์เตจ (Voltage) ที่ได้จากเซ็นเซอร์ ให้เป็นค่าตัวเลขดิจิตอล แล้วทำการตีความและตรวจสอบว่าค่าที่ได้มาขณะนั้นมีระยะน้อยกว่า 1.5 เมตรหรือไม่ ถ้าเป็นเช่นนั้นแสดงว่าพบสิ่งกีดขวางให้ทำการส่งข้อมูลแจ้งไปยังโปรแกรมบนพีซีส่วน "Generating Control Command"

การตีความและการตัดสินใจหักหลบสิ่งกีดขวางนั้นจะรับผิดชอบโดยโปรแกรมส่วน "Generating Control Command" บนพีซี โดยการคำนวณขนาดของสิ่งกีดขวางรวมถึงระยะห่างจากสิ่งกีดขวางนั้นจะใช้ข้อมูลจากการประมวลผลภาพ ส่วนข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะใช้เพื่อยืนยันว่าสิ่งกีดขวางที่เห็นในภาพจำเป็นต้องหักหลบจริง หรือมีสิ่งกีดขวางจริงไม่ให้เกิดความสับสนในกรณีที่ถนนมีรอยเปื้อนขนาดใหญ่ กรณีที่ถนนมีเส้นแบ่งเลน หรือกรณีที่มีแสงเงาอื่นๆมาตกกระทบ

เมื่อสรุปว่าสิ่งกีดขวางที่พบเป็นสิ่งกีดขวางที่ต้องหักหลบ โปรแกรมจะสั่งให้รถเปลี่ยนเลน โดยจะทำในลักษณะของการแซงทางขวาของสิ่งกีดขวาง และตรวจสอบค่าจากเซ็นเซอร์อีกสองตัวที่ติดอยู่ข้างซ้ายหน้า และซ้ายหลังของรถ ว่าขณะนั้นรถได้แซงผ่านสิ่งกีดขวางแล้วหรือไม่ เมื่อแซงพ้นก็จะทำการบังคับรถให้เปลี่ยนเลนกลับมายังเลนซ้ายสุดเช่นเดิม

3.1.4. การแบ่งช่องทางจราจรเพื่อขับเคลื่อนรถในช่องทางที่ต้องการ

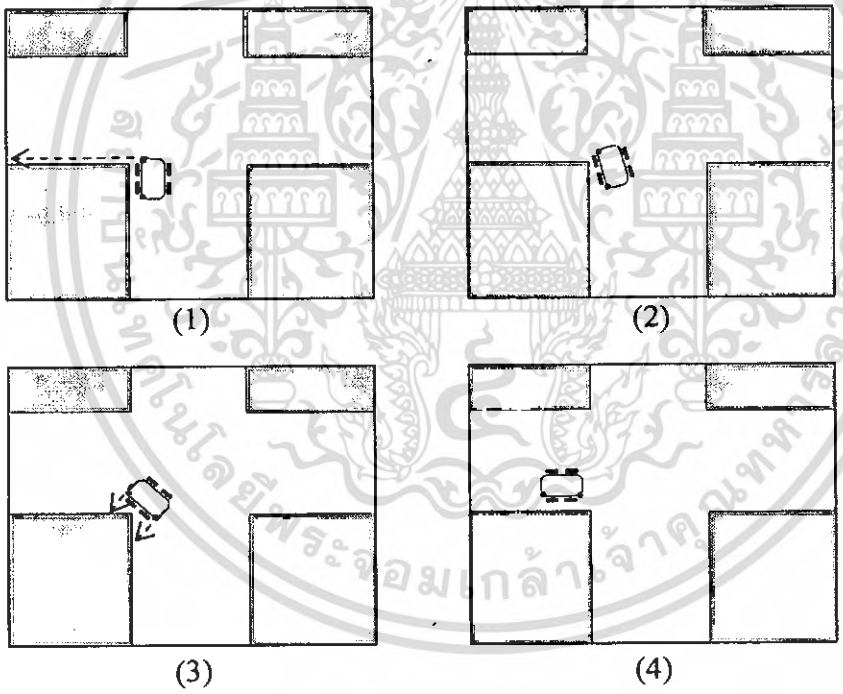
ในการบังคับรถให้เคลื่อนที่ในช่องทางจราจรที่เราต้องการ จะต้องใช้การตีความ จากภาพที่รับจากกล้องวีดีโอ เริ่มจากหาเส้นขอบถนนจากภาพ แล้วทำการลากเส้นจำลอง ในแนวนอนจำนวน 3 เส้น เริ่มเส้นที่ 1 ที่ตำแหน่ง 20 พิกเซลลงมาจากขอบบนของภาพ เส้นที่ 2 ที่ตำแหน่ง 50 พิกเซลลงมาจากขอบบนของภาพ และเส้นที่ 3 ที่ตำแหน่ง 80 พิกเซลลงมาจากขอบบนของภาพ ในตอนเริ่มต้นเปลี่ยนแยกใหม่ทุกครั้งจะต้องทำการวัดความกว้างของถนนโดยใช้ความยาวระหว่างจุดตัดของเส้นขอบถนนทั้งสองกับเส้นแนวนอนที่ 3 และทำการคำนวณจากอัตราส่วนของภาพที่เราทราบแน่ชัด (เนื่องจากกล้องไม่มีการหมุน) เมื่อเราทราบความกว้างของถนนแล้วจะทำการคำนวณแบ่งเลน และหาระยะกึ่งกลางเลน จากนั้นจะลากเส้นจำลองตำแหน่งกึ่งกลางเลนเพื่อให้รถมุ่งหน้าไปตามทิศทางของเส้นนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5. การเลี้ยวในทางแยก

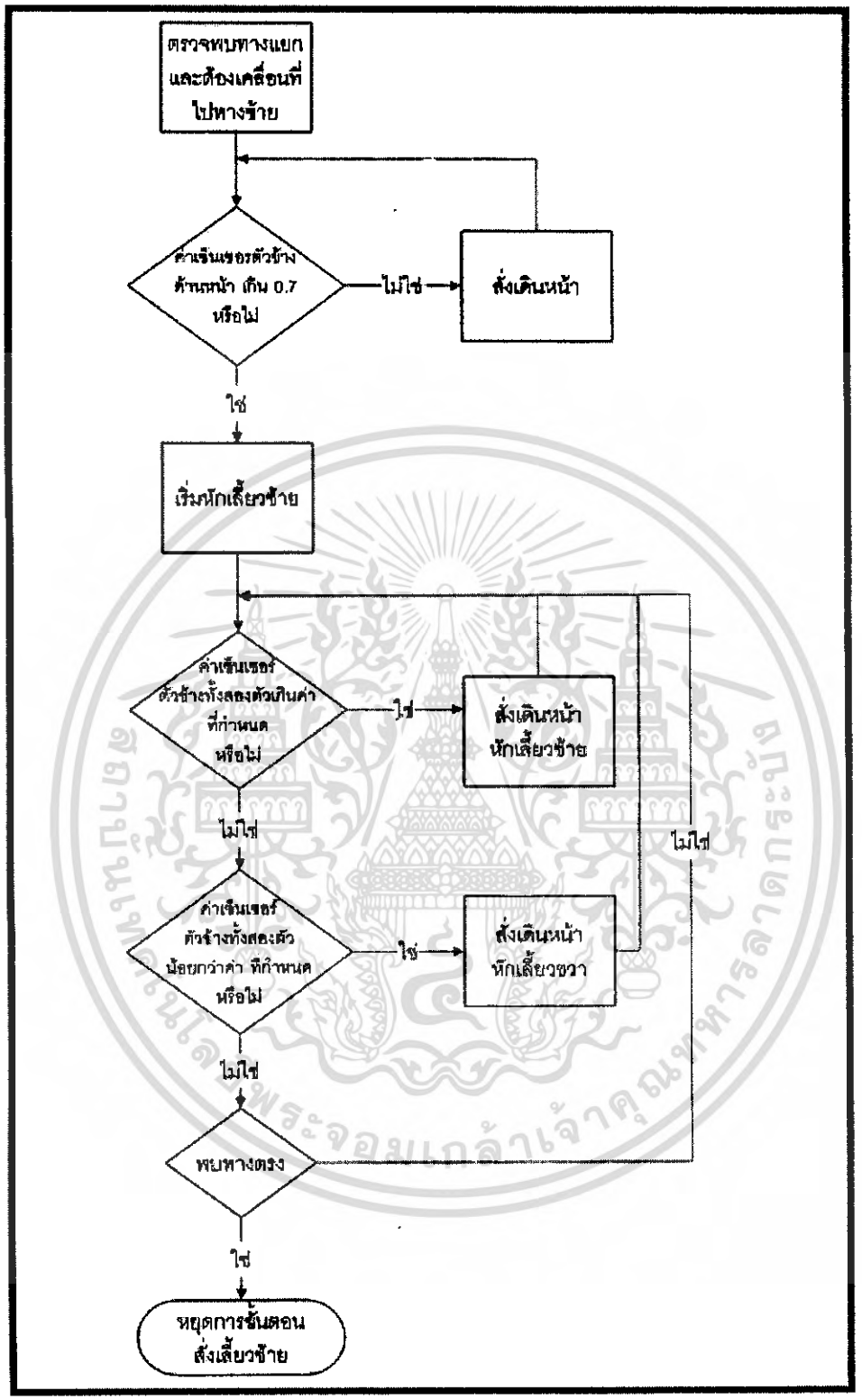
ระบบจะตรวจสอบการมาถึงทางแยกโดย การหาความต่อเนื่องของเส้นขอบถนน ถ้าเส้นขอบถนนที่ได้ขาดหายก่อนที่จะถึงตำแหน่ง 20 พิกเซลลงมาจากขอบด้านบนของภาพแสดงว่าพบทางแยก (พบโหนดปลายทางที่ต้องการ) โปรแกรมก็จะสั่งบังคับรถไปในทางที่ต้องการที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะแบ่งได้เป็น 3 กรณี

1) เลี้ยวซ้ายที่ทางแยก : โปรแกรมจะเริ่มตรวจสอบค่าจากเซ็นเซอร์วัดระยะที่อยู่ด้านข้างของรถ เมื่อค่าของเซ็นเซอร์ตัวหน้ารถออกจากช่วงที่กำหนด (0.7 เมตรจากขอบทาง) หมายความว่าหน้ารถได้หลุดออกจากขอบทางแยกแล้ว ให้เริ่มทำการสั่งเลี้ยวซ้ายแล้วตรวจสอบค่าจากเซ็นเซอร์ตัวหน้า และตัวหลังรถเพื่อบังคับรถให้เลี้ยวจนกว่าค่าจากเซ็นเซอร์ทั้งสองเข้ามาอยู่ช่วงที่กำหนด(สามารถเลี้ยวได้สำเร็จ) ขั้นตอนการเลี้ยวจะเป็นไปตามรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการเลี้ยวซ้ายที่ทางแยก

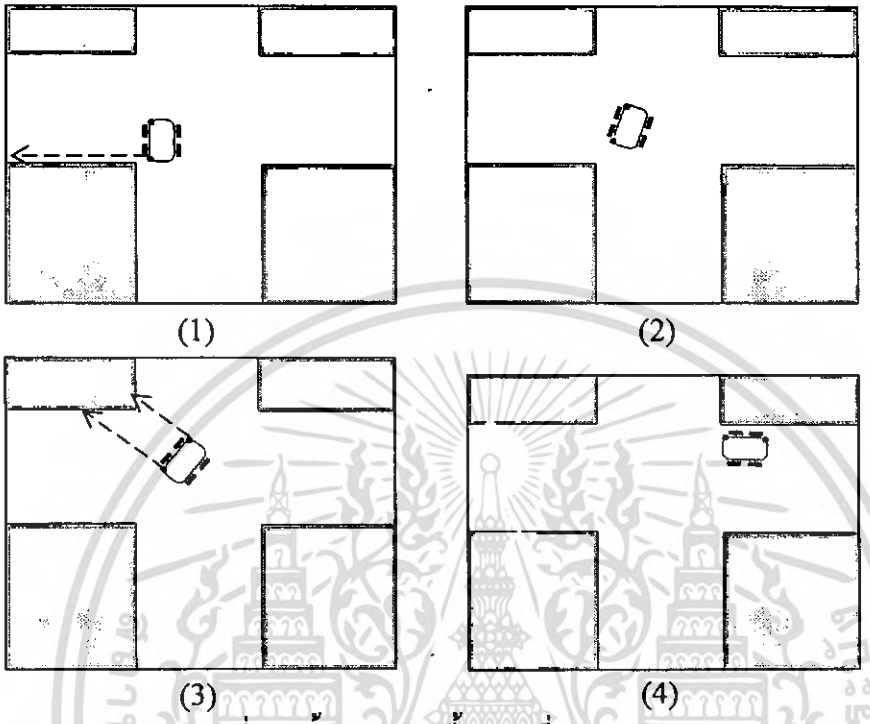
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเลี้ยวซ้ายที่ทางแยก

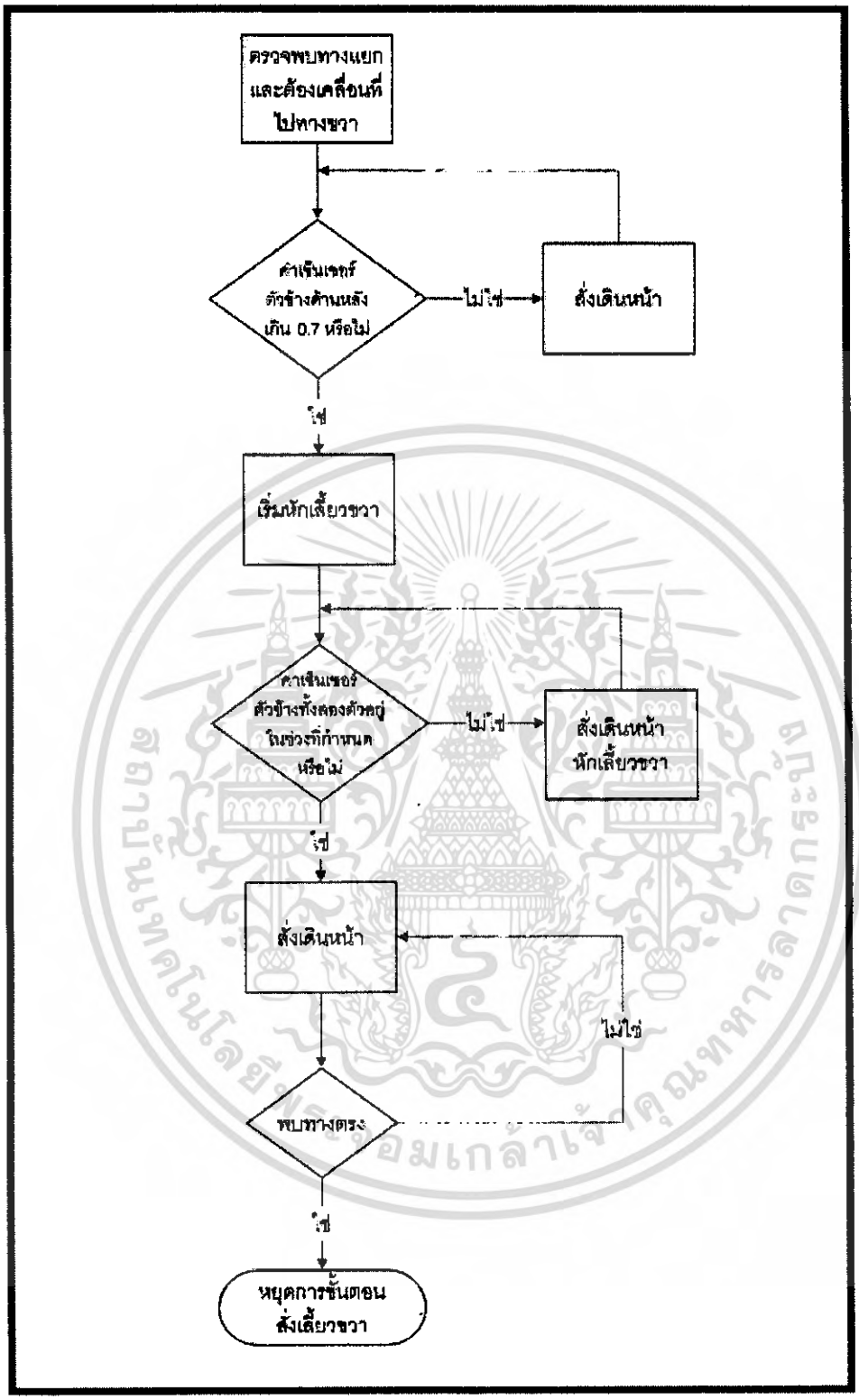
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เลี้ยวขวาที่ทางแยก : จะแตกต่างจากการเลี้ยวซ้ายคือ จะเริ่มเลี้ยวเมื่อเซ็นเซอร์ตัวหลังรถพ้นจากทางแยก(ค่าที่วัดได้ออกจากช่วงที่กำหนด) ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเลี้ยวขวาที่ทางแยก

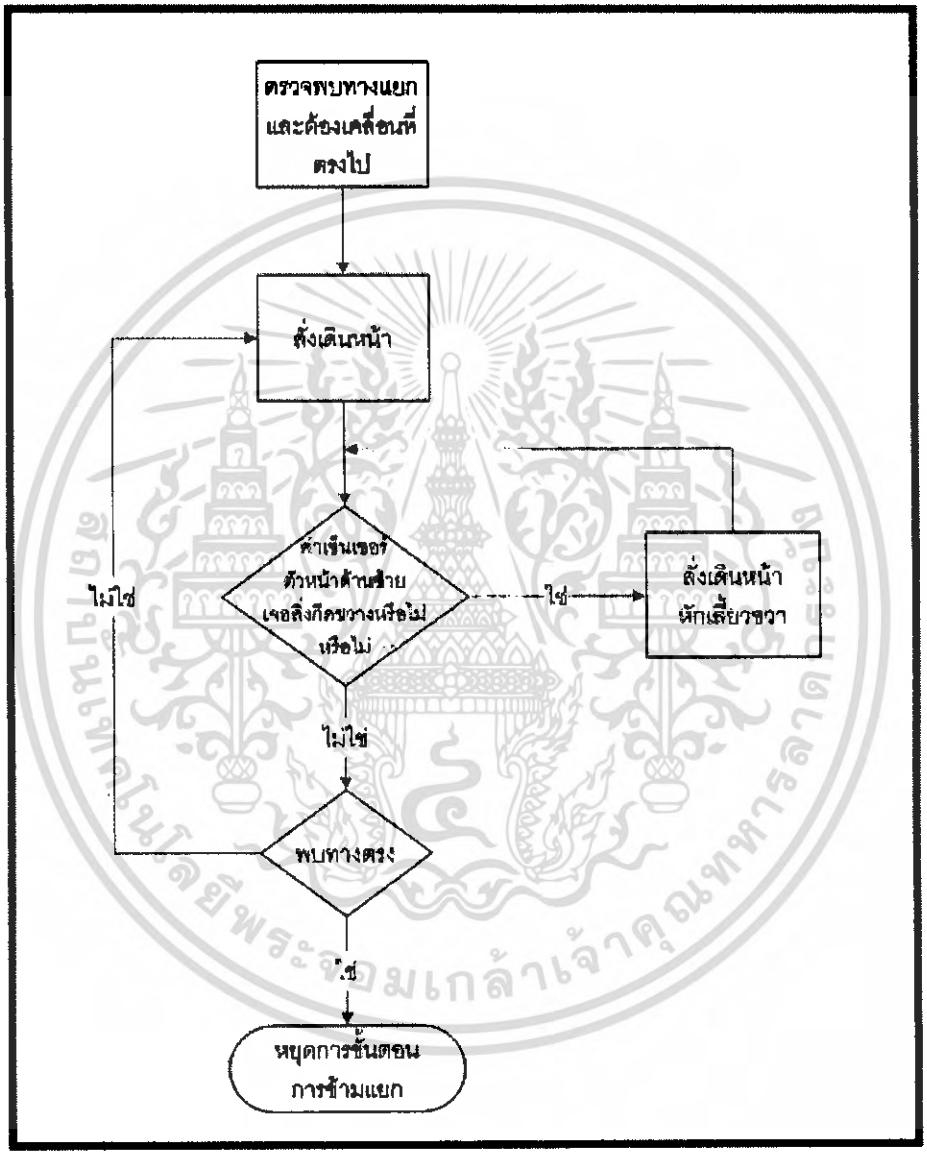
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเลี้ยวขวาที่ทางแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตรงข้ามทางแยก : โปรแกรมจะคอยตรวจสอบระยะห่างจากขอบทางจากเซ็นเซอร์ด้านข้างรถจนกระทั่งเซ็นเซอร์ตัวหลังรถหลุดออกจากแยก หลังจากนั้นโปรแกรมจะคอยตรวจสอบค่าจากเซ็นเซอร์ด้านหน้ารถตัวมุมซ้ายเพื่อป้องกันการชนขอบทาง จนกระทั่งเซ็นเซอร์ตัวข้างด้านหน้า และด้านหลังพบขอบทางใหม่ แล้วปรับตำแหน่งรถได้ถูกต้องตามระยะที่กำหนด

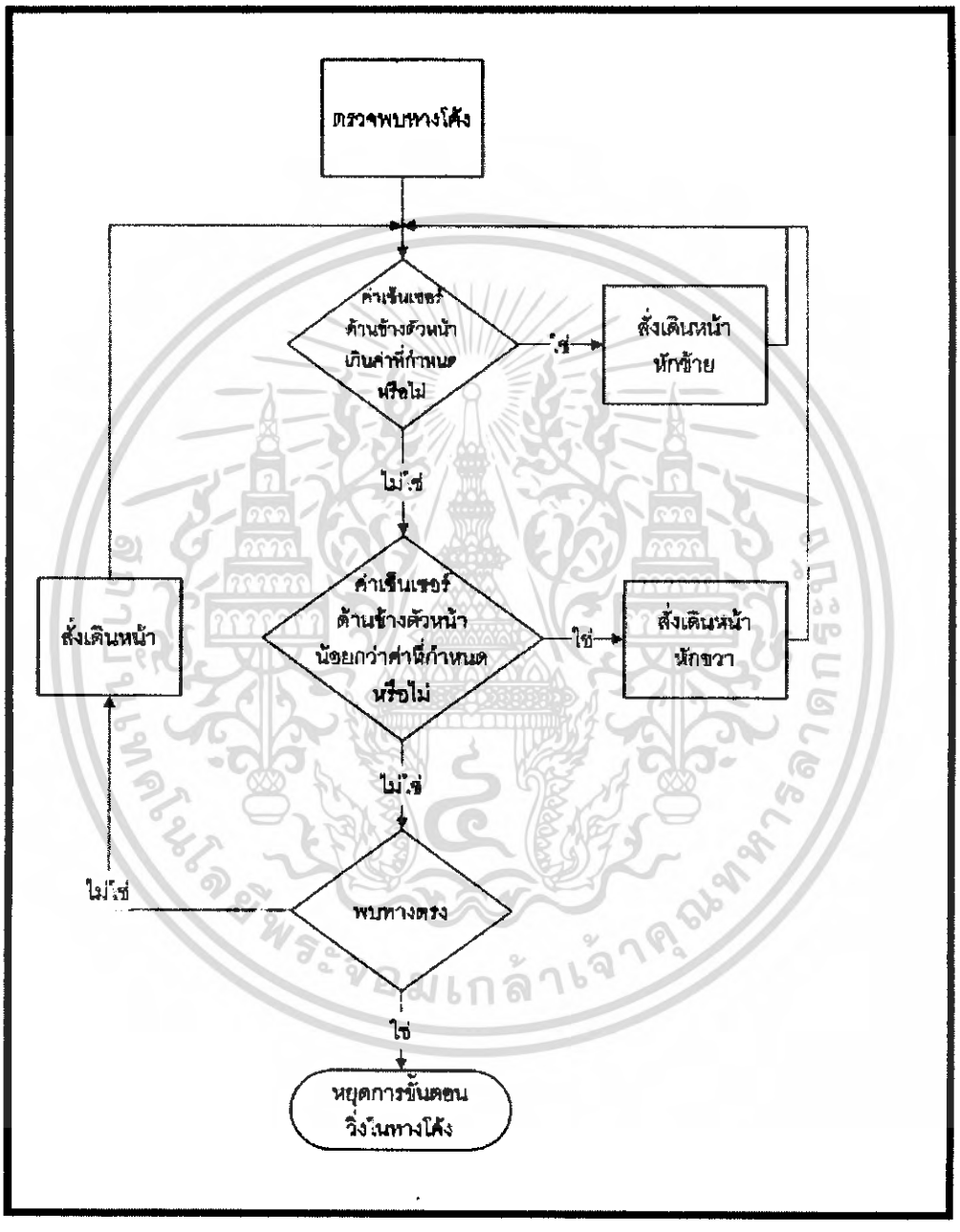


รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงขั้นตอนการตรงข้ามทางแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6. การวิ่งในทางโค้ง

ระบบจะตรวจสอบทางโค้งจากองศาของเส้นขอบทาง เมื่อระบุว่าเป็นทางโค้ง วิธีในการแล่นให้อยู่กึ่งกลางเลนจะใช้เซ็นเซอร์ด้านข้างสองตัวเป็นหลักโดยจะรักษาระยะห่างจากขอบถนนตามที่กำหนด (ระยะห่างที่ได้คือระยะที่หาจากความกว้างของถนนในตอนแรก)



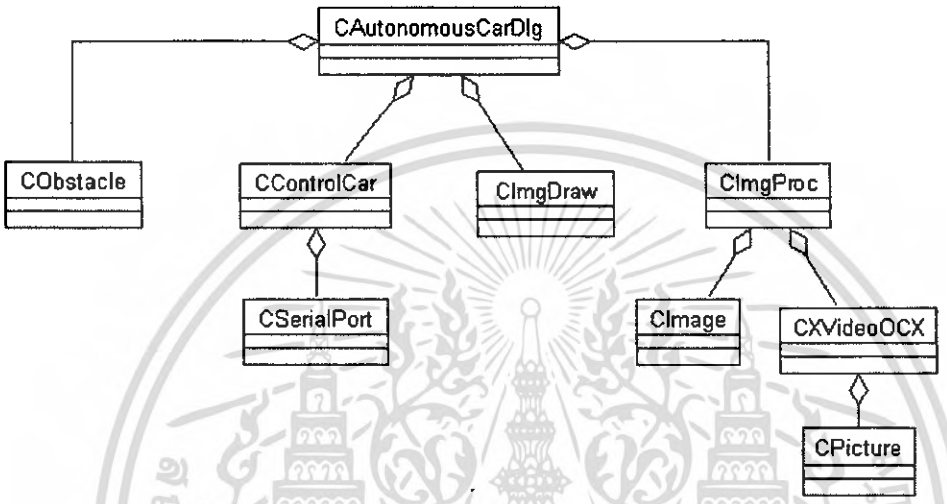
รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิ่งในทางโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. การออกแบบซอร์ฟแวร์

โปรแกรมซอร์ฟแวร์ของระบบที่พัฒนาขึ้นจะทำงานสองส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งบนเครื่องพีซี และส่วนที่สองบนบอร์ดคอนโทรลเลอร์ LPC-2124

3.2.1. คลาสไดอะแกรมของระบบบนพีซี



รูปที่ 3.11 คลาสไดอะแกรมของระบบบนพีซี

หน้าที่ของคลาสต่างๆ

ลำดับ	ชื่อคลาส	หน้าที่
1	CAutonomousCarDlg	ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด
2	CControlCar	ออกคำสั่งควบคุมรถ
3	CSerialPort	ติดต่อกับคอนโทรลเลอร์ผ่าน serial communication
4	CObstacle	แสดงผลภาพที่ผ่านการตรวจสอบสิ่งกีดขวาง
5	CImgDraw	วาดเส้นสมมติและเครื่องหมายบอกตำแหน่ง
6	CImgProc	ควบคุมการประมวลผลภาพ
7	CImage	ช่วยในการจัดการ bitmaps
8	CXVideoOCX	แปลงภาพที่รับจากกล้องวีดีโอให้อยู่ในโหมดสี RGB
9	CPicture	เก็บข้อมูลคุณสมบัติต่างๆของภาพ

ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่ของคลาสต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการพัฒนาโปรแกรมบนพีซีจะใช้ภาษา C++ ในการพัฒนา และมีการเรียกใช้ MFC Library ในการสร้าง Graphic User Interface

ฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญภายในแต่ละคลาส มีดังนี้

คลาส CAutonomousCarDlg

- **void CAutonomousCarDlg::OnStart(void)**

จุดมุ่งหมาย

กำหนดค่าเริ่มต้นและเริ่มการทำงานของการรับภาพจากกล้องวีดีโอ

ขั้นตอนการทำงาน

1. กำหนดคุณสมบัติของการ capture
2. ส่งค่า handle ต่างๆให้กับ คลาสอื่นๆ
3. เริ่มการรับภาพ

- **void CAutonomousCarDlg::FindPath(CMapTable *m_Table, int start, int dest)**

จุดมุ่งหมาย

ทำการค้นหาจากจุดที่รถอยู่ไปยังปลายทางให้ได้ระยะทางสั้นที่สุด

ขั้นตอนการทำงาน

1. ค้นหาเส้นทางจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทางให้ครบทุกแบบ
2. เลือกเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด

- **void CAutonomousCarDlg::ConnectPort(void)**

จุดมุ่งหมาย

ทำการเชื่อมต่อกับ Serial Port

ขั้นตอนการทำงาน

1. ตรวจสอบการใช้งานของพอร์ตนั้นว่าเปิดใช้งานอยู่หรือไม่
2. ทำการเปิดพอร์ตนั้นเพื่อใช้งาน

- **void CAutonomousCarDlg::CloseSys(void)**

จุดมุ่งหมาย

ปิดการทำงานของระบบ

ขั้นตอนการทำงาน

1. ปิดการทำงานของการรับภาพจากกล้องวีดีโอ
2. ปิดการทำงานของ Serial Port
3. ปิดโปรแกรม

- **void CAutonomousCarDlg::PauseCar(void)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดมุ่งหมาย

หยุดการเคลื่อนที่ของรถชั่วคราว

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำการตั้งค่า flag การทำงานของระบบให้เป็น pause
2. ทำการส่งคำสั่งหยุดรถไปยังคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง serial port

- **void CAutonomousCarDlg::ResumeCar(void)**

จุดมุ่งหมาย

เริ่มการเคลื่อนที่ของรถอีกครั้ง

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำการตั้งค่า flag การทำงานของระบบให้เป็น resume
2. ตั้งค่าให้ระบบทำงานตามปกติเช่นเดิม

- **void CAutonomousCarDlg::DrawMap(CDC* pDC)**

จุดมุ่งหมาย

วาดแผนที่ของเส้นทางเพื่อนำเสนอกับผู้ใช้

ขั้นตอนการทำงาน

1. อ่านค่าแผนที่จากตารางที่กำหนด
2. ทำการวาดเส้นตามแผนที่
3. ทำการวาด node ตามแผนที่

- **void CAutonomousCarDlg::DrawLine(CDC* pDC, int iSize, COLORREF crPen, Junc* pJuncA, Junc* pJuncB)**

จุดมุ่งหมาย

วาดเส้นทางที่รถจะเคลื่อนที่ไปลงบนแผนที่

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำการอ่านค่า co-ordinate ของตำแหน่งของแยกจากตารางที่กำหนด
2. ทำการวาดเส้นเชื่อมโหนดทางแยกเหล่านั้น

- **void CAutonomousCarDlg::DrawPoint(CDC* pDC, int iRadius, COLORREF crPen, COLORREF crBrush, Junc* pJunc)**

จุดมุ่งหมาย

วาดตำแหน่งของทางแยกต่างๆในแผนที่

ขั้นตอนการทำงาน

วาดวงกลมลงบนตำแหน่งที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลาส CImgProc

- **CPoint CImgProc::FindCenterofLend(Cpoint * Ref)**

จุดมุ่งหมาย

หาจุดกึ่งกลางเลนเพื่อบังคับรถให้ไปยังทิศทางนั้น

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำการแปลงภาพให้เหลือแค่เส้นขอบถนนสองข้าง
2. ทำการสแกนตามแนวนอน เพื่อหาตำแหน่งจุดตัดกับเส้นขอบถนน
3. ทำการหาตำแหน่งกึ่งกลางของเลนโดยใช้ระยะ ¼ ของความกว้างของถนน ตามแนวเส้นสแกนแต่ละเส้น
4. เปรียบเทียบกับจุดอ้างอิงเดิม และเลือกจุดที่น่าจะเป็นกึ่งกลางเลนมากที่สุด

- **bool CImgProc::FindJunction(void)**

จุดมุ่งหมาย

ทำการตรวจสอบว่าพบทางแยกหรือไม่ ในเส้นทางด้านหน้า

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำการตรวจสอบความต่อเนื่องของเส้นขอบถนน ในส่วนที่กำหนด ทั้งสองข้าง
2. ถ้าพบทางแยกให้เปลี่ยนโหมดการควบคุมรถไปใช้เซ็นเซอร์ด้านข้างรถ

ถ้าไม่พบทางแยก ให้ทำงานตามปกติ คือควบคุมการเคลื่อนที่ของรถโดยใช้การประมวลผลภาพ

คลาส CImage

- **bool Cimage::IsNoise(int x, int y)**

จุดมุ่งหมาย

เพื่อตรวจสอบว่าจุดนั้นเป็นสัญญาณรบกวนหรือไม่

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำการรับข้อมูลภาพ
2. หาขนาดของจุดพิกเซลที่ต่อเนื่อง
3. เปรียบเทียบกับขนาดพื้นที่อ้างอิงที่กำหนด ถ้าข้อมูลจากข้อ 2 มีขนาดใหญ่กว่าแสดงว่าตำแหน่งนั้นไม่ได้เป็นสัญญาณรบกวน

- **bool CImage::SobelThreshold(int ThresholdValue)**

จุดมุ่งหมาย

เพื่อทำการหาเส้นขอบของวัตถุในภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำการแปลงภาพเป็น grayscale

2. ทำ sobel operation เพื่อหาเส้นขอบ

3. ทำการ normalize ภาพที่ได้จากข้อสอง เพื่อเพิ่มระดับความต่างของความเข้มแสงภายในภาพ (ทำให้เส้นที่ได้จาก sobel operation เห็นได้ชัดเจนมากขึ้น)

4. ทำการ threshold ภาพที่ได้จากข้อ 3 จะได้เส้นขอบของวัตถุที่ต้องการ

- **void Cimage::Histogram (float * source, float * dest, int data_range, int sourceL, int destL)**

จุดมุ่งหมาย

ทำการกระจายข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปของ histogram

ขั้นตอนการทำงาน

1. หาค่ามากสุด ในชุดข้อมูลอินพุท

2. ทำการคำนวณหา factor ที่จะใช้ในการระบุ output offset

3. คำนวณค่า output offset

4. เพิ่มค่าชุดข้อมูลเอาพุท ด้วย 1 ในตำแหน่งที่เป็น output offset

- **void Cimage::MarkArrow(Cimage &Target, int posX, int posY, F_PIXEL &color)**

จุดมุ่งหมาย

ทำการวาดลูกศรลงบนภาพ เพื่อระบุตำแหน่งของกึ่งกลางเลนที่ต้องการให้รถมุ่งหน้าไป

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับตำแหน่งที่ต้องการวาด

2. วาดรูปลงไปในตำแหน่งที่กำหนด

คลาส CControlCar

- **void CControlCar::SendCommand(char *Data, int Port_No)**

จุดมุ่งหมาย

ทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกไปยังคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง serial port

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับคำสั่งตัวอักษรที่ต้องการ

2. ส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตหมายเลขที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **void CControlCar::GetFrontSensor(void)**

จุดมุ่งหมาย

ทำหน้าที่แสดงค่าระยะทางที่ได้จากเซ็นเซอร์อินฟาเรดหน้ารถ ทั้งสองตัว

ขั้นตอนการทำงาน

1. ส่งคำสั่งไปยังคอนโทรลเลอร์ให้ทำการส่งข้อมูลที่ต้องการ
2. รับค่าและทำการแสดงค่าที่ได้ออกทางอินเตอเฟสบนพีซี

- **void CControlCar::GetSideSensor(void)**

จุดมุ่งหมาย

ทำหน้าที่แสดงค่าระยะทางที่ได้จากเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคข้างรถ ทั้งสองตัว

ขั้นตอนการทำงาน

เช่นเดียวกับฟังก์ชัน void CControlCar::GetFrontSensor()

3.2.2. ฟังก์ชันที่ทำงานบนบอร์ดคอนโทรลเลอร์

- **void FrecInit(void)**

จุดมุ่งหมาย: กำหนดความถี่ที่ต้องการจ่ายให้โพรเซสเซอร์และอุปกรณ์บนบอร์ด ให้เหมาะสมตามการใช้งาน

ขั้นตอนการทำงาน:

1. ทำการกำหนดค่าตัวคูณ และตัวหารใน PLL Configuration register
2. ทำการ enable การทำงานของ Phase locked loop ผ่าน PLL Control register
3. ทำการโหลดค่าจาก PLL Configuration register และ PLL Control register

- **unsigned int processorClockFrequency(void)**

จุดมุ่งหมาย: เรียกดูค่าความถี่ที่จ่ายให้โพรเซสเซอร์

เอาท์พุท: ตัวแปรประเภท unsigned integer ที่เป็นค่าความถี่ที่จ่ายให้โพรเซสเซอร์

- **unsigned int peripheralClockFrequency(void)**

จุดมุ่งหมาย: เรียกดูค่าความถี่ที่จะจ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆบนบอร์ด

เอาท์พุท: ตัวแปรประเภท unsigned integer ที่เป็นค่าความถี่ที่จ่ายอุปกรณ์ต่างๆบนบอร์ด

- **void UART0Initialize(unsigned int baud)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการตั้งค่าเริ่มต้นในการใช้งานพอร์ต UART0

อินพุท: ค่า baud rate ที่ต้องการใช้ในการสื่อสาร

- **void PWMInit(int period)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดมุ่งหมาย: ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นเพื่อใช้งาน Pulse Width Modulator

ขั้นตอนการทำงาน:

1. ทำการตั้งค่า pin 0.7 ให้ทำงานเป็น PWM2

2. ทำการตั้งค่าการทำงานของ PWM2 ให้เป็นโหมด single edge controlled สำหรับ output

3. ทำการคำนวนค่าจำนวนครั้งใน counter ที่ต้องการให้ PWM2 ให้สัญญาณ high โดยคำนวณจาก period ที่รับค่าเข้ามา กับค่าความถี่ของอุปกรณ์(PCLK)

- **void ADCInit(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นเพื่อใช้งาน Analog to Digital Converter

ขั้นตอนการทำงาน:

1. กำหนดค่าพอร์ตที่ต้องการให้ทำงานเป็นพอร์ตอินพุท ที่รับค่าเข้าสู่ Analog to digital converter channel ต่างๆ

2. ตั้งค่าความละเอียดของการเก็บค่าเป็น 10 บิต

3. ทำการเลือก channel ที่จะทำการรับค่า

4. สั่งเริ่มการทำงาน

- **void TIMER0initstart(int period)**

จุดมุ่งหมาย: กำหนดค่าเริ่มต้นเพื่อใช้งาน Timer0 ในการสร้าง pulse

อินพุท: คาบเวลาของ pulse ที่เราต้องการ

ขั้นตอนการทำงาน:

1. ทำการกำหนดพอร์ต 0.16 ให้ทำงานเป็นพอร์ตอินพุทที่รับค่าสัญญาณจากภายนอก เพื่อสั่งเริ่มการทำงานของ Timer0

2. ทำการตั้งค่าให้มีการเซ็ตค่าอินเทอรัพ flag เมื่อสัญญาณที่รับเข้ามาเป็นขาขึ้นและขาลง

3. ทำการตั้งค่าให้มีการ capture ค่าของ counter เมื่อมีการเซ็ต flag ในข้อสอง

4. เริ่มการทำงาน

- **void InitSystem(void)**

จุดมุ่งหมาย: กำหนดค่าเริ่มต้นของฮาร์ดแวร์ต่างๆที่ต้องใช้งานภายในระบบ

- **char CheckCommand(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการอ่านคำสั่งที่ส่งมาจากโปรแกรมบนเครื่องพีซี ซึ่งประเภทของคำสั่งที่มีได้แก่

เดินหน้า, เลี้ยวซ้าย,

เลี้ยวขวา, เคลื่อนที่ในทางโค้ง,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลบสิ่งกีดขวาง, ต้องการค่าเรียกดูค่าจากเซ็นเซอร์

หยุดรถ

- **void GoForward(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการควบคุมให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

- **void TurnLeft(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการควบคุมให้รถเลี้ยวซ้าย

- **void TurnRight(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการควบคุมให้รถเลี้ยวขวา

- **void StopCar(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการหยุดรถ

- **int DistanceIR(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการคำนวณค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์อินฟาเรดให้เป็นระยะทางในหน่วยเซนติเมตร

เอาท์พุท: ค่าระยะทางที่ได้ในหน่วยเซนติเมตร

ขั้นตอนการทำงาน :

1. ทำการอ่านค่าจากพอร์ตอินพุทเข้าสู่ Analog to digital converter
2. ทำการแปลงค่าที่ได้เป็นข้อมูล 10 บิต
3. ทำการแปลงค่าระดับข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปของ voltage
4. ทำการเทียบค่า voltage ที่ได้เป็นระยะทาง

- **int DistanceUS(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการคำนวณค่าที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคให้เป็นระยะทางในหน่วยเซนติเมตร

ขั้นตอนการทำงาน:

1. นำค่าที่ได้จากการ capture ค่าของ counter ของ Timer0 ในขาขึ้น และขาลง มาคำนวณหาคาบเวลาของสัญญาณ

2. ทำการคำนวณหาระยะทางจากคาบเวลาที่ได้และอัตราเร็วของคลื่น

- **void TriggerUS(int period)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการส่งคลื่นเพื่อให้สัญญาณเริ่มการทำงานของเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิค

อินพุท: ช่วงเวลาที่ต้องการให้สัญญาณเป็น high

- **void GetSensor(void)**

จุดมุ่งหมาย: จัดการการรับค่าและแปลงค่าจากเซ็นเซอร์บนรถทั้งหมด

ขั้นตอนการทำงาน:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของ serial port ว่าว่างหรือไม่

2. เมื่อพอร์ตว่าง ทำการส่งข้อมูลระยะทางจากเซ็นเซอร์ทั้งสี่ตัวไปยังเครื่องพีซี

- **void ControlByself(int type)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการควบคุมรถในการวิ่งในทางโค้งโดยการตรวจสอบค่าจากเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคข้างรถทั้งสองตัว

ขั้นตอนการทำงาน:

1. ทำการตรวจสอบค่าระยะห่างจากขอบทางด้วยเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคข้างรถ

2.ทำการควบคุมรถโดยให้ระยะห่างจากขอบทางของเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคตัวหน้า กับเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคตัวหลังอยู่ในช่วงที่กำหนด

- **void AvoidObs(void)**

จุดมุ่งหมาย: ทำการหลบสิ่งกีดขวางโดยการตรวจสอบค่าของเซ็นเซอร์ด้านหน้าและด้านข้างของรถ

ขั้นตอนการทำงาน:

1. ทำการตรวจสอบค่าระยะห่างจากสิ่งกีดขวางหน้ารถโดยใช้เซ็นเซอร์อินฟาเรดที่ติดตั้งอยู่หน้ารถทั้งสองตัว

2. เมื่อค่าของเซ็นเซอร์อยู่ในช่วง 1.5 เมตร จากสิ่งกีดขวาง ให้เริ่มทำการหักเลี้ยวขวา

3. ทำการตรวจสอบค่าระยะห่างจากสิ่งกีดขวางด้วยเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคด้านข้างรถ ทั้งสองตัว

4. พิจารณาค่าของเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคด้านข้างตัวหลัง เพื่อระบุว่าพ้นจากสิ่งกีดขวางหรือไม่

5.เมื่อไม่พบสิ่งกีดขวางแล้วให้ควบคุมรถกลับเข้าสู่เลนเดิมโดยให้ค่าของเซ็นเซอร์อุลตร้าโซนิคด้านข้างรถอยู่ในช่วงที่กำหนด เพื่อให้กลับไปควบคุมรถด้วยการตีความจากภาพเช่นเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
ผลของการทดสอบ

4.1 คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลอง

4.1.1 การจับภาพ

ในการทดลองนี้เราใช้สาย Firewire ในการส่งผ่านข้อมูลที่เป็นดิจิตอลจากกล้องถ่ายวิดีโอ มายังเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาเลย โดยใช้โปรแกรม XVideoOCX ในการจับภาพเป็นหลัก

4.1.2 คุณสมบัติที่แนะนำของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการนำโปรแกรมนี้ไปใช้งาน

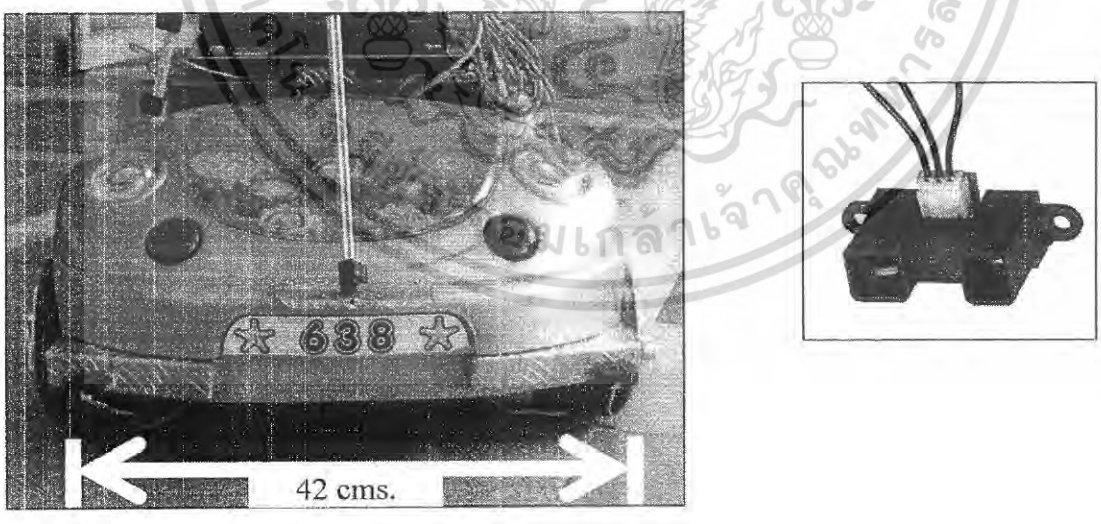
- CPU Intel Centrino ความเร็วไม่ต่ำกว่า 1.5 GHz.
- Ram 512 MB.
- Display Card 32-Bit Color supported
- Harddisk 15 MB.
- Operating System : Windows XP

4.2 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

รถทดลองที่ใช้ เป็นรถขนาดเล็กซึ่งใช้แบตเตอรี่ในการขับเคลื่อน บนตัวรถจะทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

4.2.1 เซ็นเซอร์วัดระยะประเภทอินฟาเรด จำนวน 2 ตัว

ตำแหน่งที่ติดตั้งคือ ด้านหน้ารถ โดยตัวที่หนึ่งติดที่มุมซ้ายสุด และตัวที่สองติดตรงกลาง ดังรูปที่ 4.1

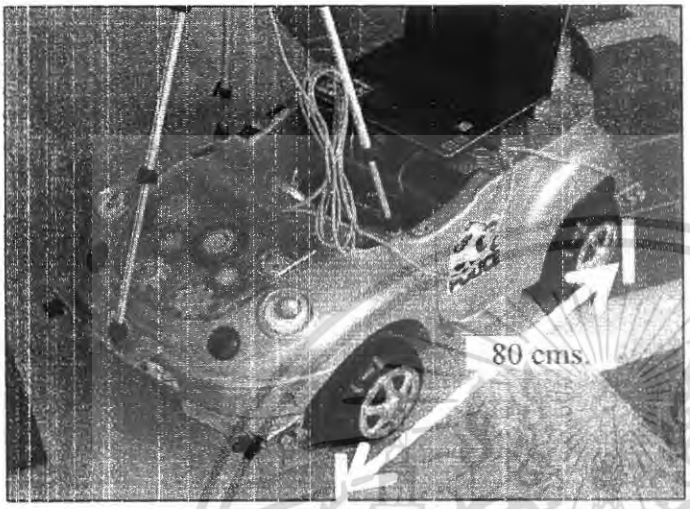


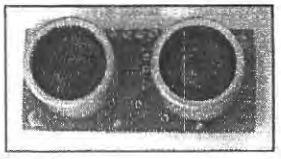
รูปที่ 4.1 เซ็นเซอร์วัดระยะประเภทอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 เซ็นเซอร์วัดระยะประเภทอุลตร้าโซนิค จำนวน 2 ตัว

ตำแหน่งที่ติดตั้งคือ ด้านข้างรถ โดยตัวที่หนึ่ง ติดที่มุมด้านหน้าของล้อหน้า และตัวที่สองติดที่มุมด้านหลังของล้อหลัง ดังรูปที่ 4.2

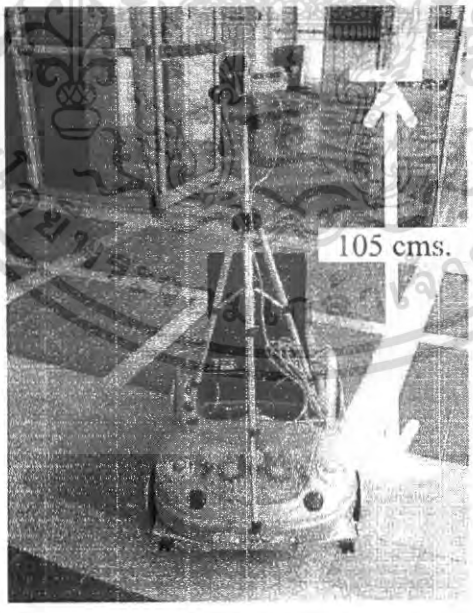




รูปที่ 4.2 เซ็นเซอร์วัดระยะประเภทอุลตร้าโซนิค

4.2.3 กล้องวีดีโอ ประเภท mini DV

ตำแหน่งที่ติดตั้ง คือ ด้านหน้ารถ โดยมีความสูงจากพื้น 105 เซนติเมตร ดังรูป



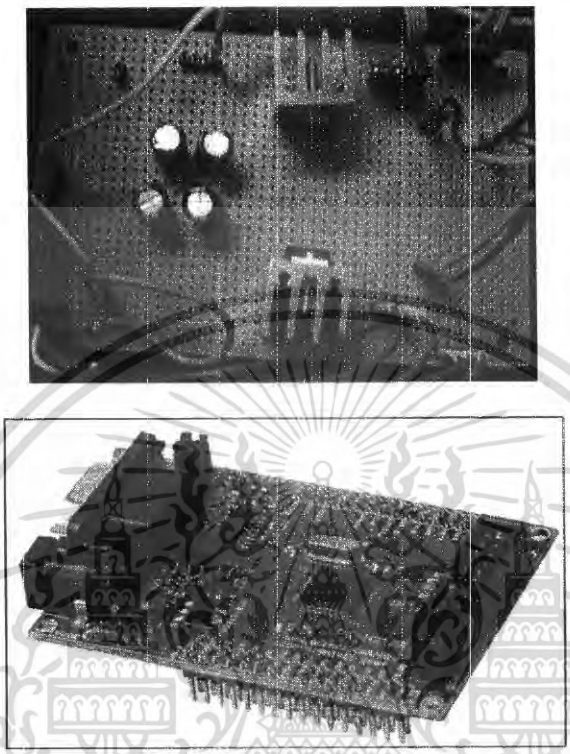
รูปที่ 4.3 กล้องวีดีโอประเภท mini DV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค

ตำแหน่งที่ติดตั้ง คือ บนฐานวางที่ต่อเติมขึ้นบนตัวรถ ดังรูปที่ 4.2

4.2.5 วงจรควบคุม และ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

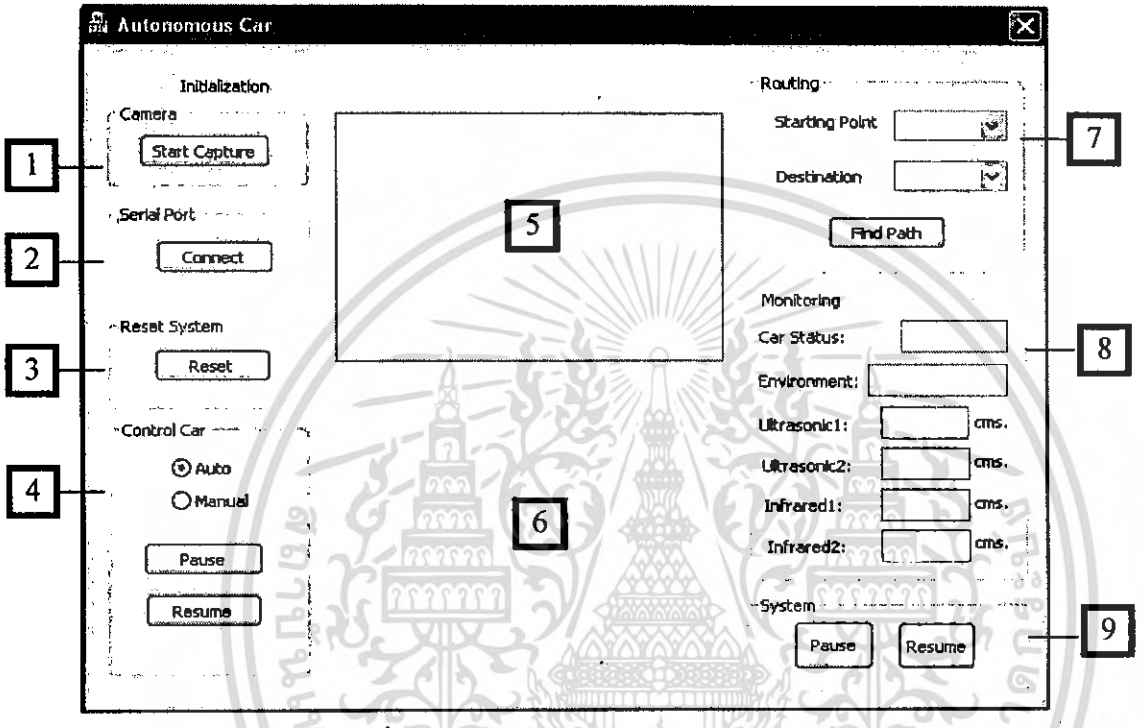


รูปที่ 4.4 วงจรควบคุมและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองโปรแกรม

โปรแกรมในระบบจะพัฒนาเป็นสองส่วนดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 คือ ส่วนที่พัฒนาบนคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค และส่วนที่พัฒนาบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ในบทนี้จะนำเสนอโปรแกรมส่วนที่พัฒนาบนโน๊ตบุ๊ค ซึ่งจะมี Graphic User Interface สำหรับผู้ใช้ดังรูป



รูปที่ 4.5 Graphic User Interface สำหรับผู้ใช้

ส่วนต่างๆของ GUI

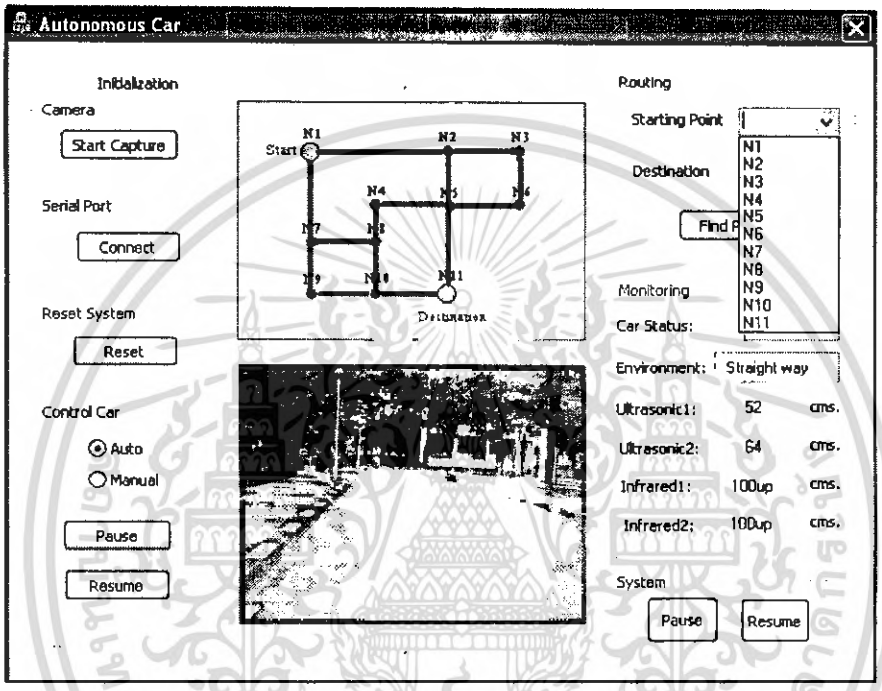
1. เริ่มทำการรับภาพจากกล้องวีดีโอ
2. ทำการเชื่อมต่อ Serial Port
3. ทำการ reset ระบบ
4. ทำการเลือกรูปแบบในการควบคุมรถ mode Auto คือใช้โปรแกรมในการควบคุมการเคลื่อนที่ทั้งหมด mode Manual คือควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้คนบังคับ ซึ่ง mode นี้จะใช้ในการตรวจสอบความพร้อมของฮาร์ดแวร์ ที่ควบคุมรถ
5. แสดงแผนที่
6. แสดงภาพที่รับมาจากกล้องวีดีโอ
7. ทำการเลือกจุดเริ่มต้น และปลายทางที่ต้องการ แล้วทำการค้นหาเส้นทาง
8. ดูค่าสถานะต่างๆ ของโปรแกรม และรถทดลอง
9. สั่งหยุดระบบชั่วคราว / สั่งเริ่มการทำงานของระบบต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การทดสอบการวิ่งในทางตรง

การวิ่งในทางตรง จะใช้การตัดสินใจจากข้อมูลของการประมวลผลภาพ โดยจะทำการหาขอบของถนนทั้งสองข้าง แล้วหาจุดกึ่งกลางของเลนเพื่อบังคับให้รถทดลองวิ่งอยู่ในเลนที่กำหนด

ผลการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ผิดพลาด 2 ครั้ง



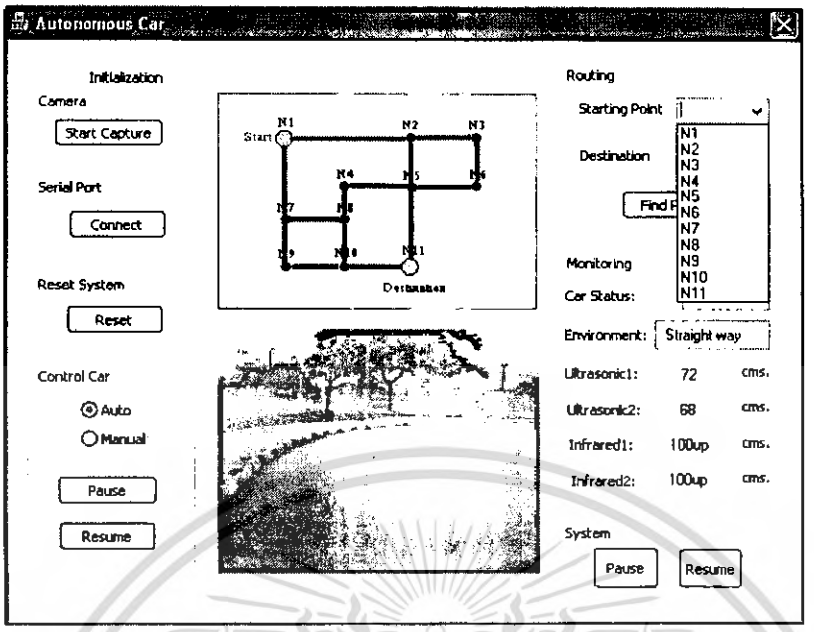
รูปที่ 4.6 การทดสอบวิ่งในทางตรง

4.3.2 การทดสอบวิ่งในทางโค้ง

การวิ่งในทางโค้ง จะใช้การตัดสินใจจากข้อมูลของเซ็นเซอร์ด้านข้างรถ โดยจะทำการรักษาระยะห่างจากขอบทางให้คงที่

ผลการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ผิดพลาด 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การทดสอบวิ่งในทางโค้ง

4.3.3 การทดสอบวิ่งตรงผ่านทางแยก

การตรวจพบทางแยก จะพิจารณาจากความไม่ต่อเนื่องของเส้นขอบถนนในตำแหน่ง 1/3 จากขอบล่างของภาพ ถ้าพบก็จะเริ่มเปลี่ยนไปใช้การตัดสินใจจากเซ็นเซอร์ด้านข้างของรถแทน จนสามารถเคลื่อนที่ผ่านทางแยกได้สำเร็จ ก็จะเปลี่ยนโหมดการควบคุมโดยใช้การประมวลผลภาพเช่นเดิม

ผลการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ผิดพลาด 4 ครั้ง

4.3.4 การทดสอบเลี้ยวซ้ายที่ทางแยก

เมื่อตรวจพบทางแยก จะเปลี่ยนหน้าที่การตัดสินใจจากการประมวลผลภาพเป็นเซ็นเซอร์ด้านข้างรถ และคอยรักษาระยะห่างจากขอบทางให้อยู่ในช่วงที่กำหนด

ผลการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ผิดพลาด 2 ครั้ง

4.3.5 การทดสอบหลบสิ่งกีดขวาง

ในการหลบสิ่งกีดขวาง ในขั้นตอนการตรวจหาสิ่งกีดขวางจะใช้การประมวลผลภาพ เมื่อพบสิ่งกีดขวางในภาพ จะเริ่มตรวจสอบค่าจากเซ็นเซอร์หน้ารถ เมื่อมีระยะห่างจากสิ่งกีดขวางอยู่ในช่วง 1.5 เมตร ให้เริ่มทำการหักเลี้ยวหลบในลักษณะของการแซงขวา

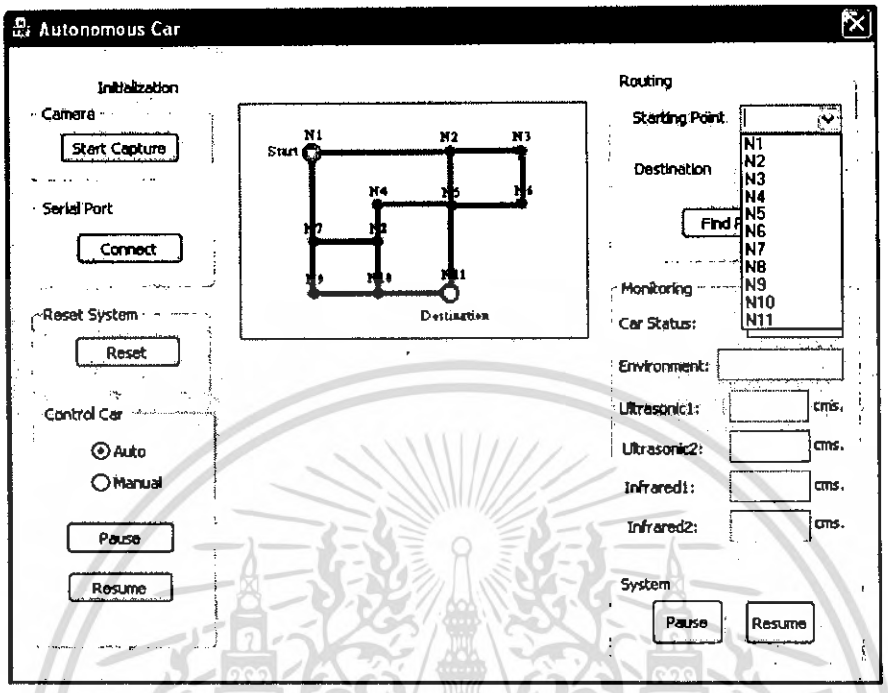
ผลการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ผิดพลาด 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 การทดสอบการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

ใช้ dijkstra อัลกอริธึมในการคำนวณ

ผลการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ผิดพลาด 0 ครั้ง



รูปที่ 4.8 การทดสอบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อสรุป

ระบบสามารถทำงานได้ดีในระดับหนึ่ง ระบบสามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้จากแผนที่ในโปรแกรมที่ระบุเอาไว้และสามารถขับเคลื่อนไปในทิศทางที่ถูกต้องตามที่คำนวณหาเอาไว้ได้ ตัวรถทดลองสามารถเลี้ยวซ้ายในทางแยกได้ รถทดลองสามารถขับเคลื่อนไปในทิศทางตรงหรือทางโค้งตามขอบถนนได้ รถทดลองสามารถวิ่งไปในทิศทางตรงผ่านทางแยกได้ และรถทดลองสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่มีสภาวะนิ่งที่ตั้งขวางการวิ่งของรถทดลองอยู่ได้ แต่จะเห็นว่าผลการทดลองของบางกรณีได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งจะทำการสรุปเพิ่มเติมไว้ในส่วนของปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ปัญหาเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์

- เซ็นเซอร์ทำงานได้ไม่ตาม specification ที่ได้ศึกษาจาก datasheet

วิธีการแก้ไข :

1) หาสาเหตุของความผิดปกติ
2) ทำการตรวจสอบค่าที่ได้จากการดีความของซอฟต์แวร์ และค่าที่ได้จากออสซิลโลสโคป
3) ปรับเปลี่ยนอัลกอริธึมให้สอดคล้องกับความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์

- ค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ ออกนอกช่วงที่ควรจะเป็น เช่น ค่าติดลบ หรือ ในการทำงานแต่ละครั้งทั้งที่ระยะเท่ากัน แต่ค่าที่ได้ไม่ตรงกัน

วิธีการแก้ไข :

1) ทำการตรวจสอบค่าที่ได้จากการดีความของซอฟต์แวร์ และค่าที่ได้จากออสซิลโลสโคป
2) ทำการบันทึกค่าที่วัดได้จริง และหาค่า error ที่เกิดขึ้น
3) ในการเขียนโปรแกรม จะทำการตัดค่าที่ติดลบ หรือค่าที่ออกนอกช่วงที่เป็นไปได้ออก โดยไม่นำมาตีความ
4) ทำการหาค่าเฉลี่ยโดยมีการใช้น้ำหนักถ่วง จากค่าที่เก็บเข้ามาก่อนหน้าจนถึงปัจจุบัน โดยให้น้ำหนักค่าที่เก็บเข้ามาก่อนน้อยลงไปตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ชำรุด เสียหาย หรือใช้งานไม่ได้ ซึ่งในการทำโครงงานที่เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ มักมีปัญหาเช่นนี้เกิดขึ้นเสมอ

วิธีการแก้ไข :

1) ตรวจหาสาเหตุของความผิดปกติ ตัวอย่างเช่น

-บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่สามารถโหลดโปรแกรมลงไปได้ ก็ทำการตรวจสอบสายที่ใช้เชื่อมต่อ ว่าทำงานได้ตามปกติหรือไม่ ตรวจสอบพอร์ตของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ว่าใช้งานได้ตามปกติหรือไม่ ทดลองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ตรวจสอบการทำงานของซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการโหลดโปรแกรม เป็นต้น

2) แก้ปัญหาตามสาเหตุ

- แก้ปัญหาตามความรู้ที่มี
- หาข้อมูลจากในอินเตอร์เนต
- สอบถามผู้รู้หรือผู้ที่เคยใช้อุปกรณ์ประเภทเดียวกัน

- ปัญหาในการติดตั้งอุปกรณ์ ในการติดตั้งมีการคำนวณระยะที่ไม่ละเอียดพอ หรือวางตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ไม่ดี ทำให้ส่งผลต่อการทำงานของระบบ เช่น ตำแหน่งและลักษณะที่ติดตั้งขาตั้งกล้อง มีฐานที่แคบไปรองรับน้ำหนักของกล้องได้ไม่ดี เกิดการสั่นสะเทือนมาก , องศาของเซ็นเซอร์ที่ติดไม่ได้ฉากพอดีทำให้ไม่ได้แนวการวัดที่ต้องการ
- ปัญหาการควบคุมการหักเลี้ยวของล้อ บางครั้งในการทำงานที่จ่ายสัญญาณเดียวกันให้กับฮาร์ดแวร์ส่วนควบคุมการหักเลี้ยว แต่ผลการทำงานแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน
- ปัญหาการเลือกใช้งานฮาร์ดแวร์ไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เนื่องจากรถทดลองที่นำมาใช้ ไม่เหมาะกับการวิ่งในสภาพถนนที่ขรุขระ ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน และเกิดความเสียหายต่อรถทดลองและอุปกรณ์อื่นที่ติดตั้งบนรถ

5.2.2 ปัญหาเกี่ยวกับซอฟต์แวร์

- อัลกอริธึมที่เลือกใช้ไม่ครอบคลุมเพียงพอต่อสิ่งแวดล้อมที่ทำการทดลอง ตัวอย่างเช่น เมื่อสภาพแสงเปลี่ยนแปลงอาจทำให้ไม่สามารถทำงานได้
- โปรแกรมที่ทำงาน รวมถึงรูปแบบของการ coding ไม่ optimize ทำให้เกิดปัญหาการประมวลผลเพื่อควบคุมรถได้ไม่ทัน

วิธีแก้ไข :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการ optimize โค๊ดส่วนที่ทำได้ และใช้การ interrupt มาช่วยในการทำงาน รวมถึงมีการทำ delay สัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่เพื่อให้สัญญาณควบคุมใหม่ที่ส่งไปเกิดจากการประมวลผลครั้งล่าสุด

5.2.3 ปัญหาจากสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากการทดลองทำในถนนที่เป็นสิ่งแวดล้อมจริง สิ่งแวดล้อมจึงมีผลต่อการทดลองมาก แต่อัลกอริธึมที่ออกแบบมาอาจไม่ครอบคลุมทุกกรณี บางครั้งจึงเกิดปัญหา เช่น ถนนลักษณะขอบทางแบบที่ต้องการ แต่มีความขรุขระมากจนไม่สามารถทำงานได้ ทั้งในส่วนของการประมวลผลภาพ และการควบคุมรถ ทิศทางของแสงสว่างบางครั้งในเวลาเดียวกันแต่สถานที่ทดลองต่างกัน ก็ส่งผลต่อการทำงานของระบบได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

- ในการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ควรระวังเรื่องไฟฟ้าสถิตที่อาจจะสร้างความเสียหายให้กับชิพ หรืออุปกรณ์บนบอร์ด ควรเก็บบอร์ดไว้ในซองหรือวัสดุที่ใช้ห่อหุ้มแบบป้องกันไฟฟ้าสถิต และระวังอย่าให้วัสดุประเภท ใยผ้า ที่อาจก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิต สัมผัสกับคอนโทรลเลอร์
- ในการติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ควรวางแผน และคำนวณวัดระยะให้แน่นอนก่อนลงมือติดตั้ง และออกแบบรวมทั้งระบบ เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างติดตั้งแล้วไม่สามารถแก้ไขได้
- ในการเลือกอุปกรณ์สำหรับรับภาพ ควรเลือกคุณสมบัติของเวลาในการตอบสนองของเวลาและมีเฟรมเรตสูง รวมถึงพิจารณารูปแบบของการส่งข้อมูลระหว่างกล้องกับคอมพิวเตอร์ด้วย หากต้องการนำไปใช้ในระบบที่รถมีความเร็วเพิ่มขึ้น รวมถึงอุปกรณ์ที่นำมาใช้นั้นควรจะมีระบบป้องกันการสั่นของกล้องในขณะทำการรับภาพ เพื่อไม่ให้ข้อมูลภาพที่ได้มานั้นสั่นไหวมากจนเกินไป
- มอเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการหักเลี้ยวรถ ควรเป็นเซอร์โวมอเตอร์ที่สามารถควบคุมองศาการเลี้ยวได้แน่นอน จะช่วยลดปัญหาในส่วนของการควบคุมทิศทางได้
- ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของรถทดลอง นอกจากอิมเมจเซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์วัดระยะที่ใช้ อาจจะใช้หลักการของ timing รวมถึงการใช้ distance control sensor เข้ามาประกอบจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และสามารถรู้ตำแหน่งของรถทดลองในช่วงที่อยู่ระหว่างสองทางแยกด้วย ซึ่งจากเดิมไม่สามารถรู้ตำแหน่งที่แน่นอนของรถได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก่อนการใช้งานอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ทุกครั้ง ควรอ่านคู่มือให้ละเอียด และตรวจสอบขาของสายสัญญาณว่าตรงตาม specification ที่กำหนดไว้ใน datasheet หรือไม่ เนื่องจากอาจมีการสลับสายที่ปลายขั้วสายไฟในขั้นตอนของการผลิต แล้วอาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้ หากมีการต่อไปกลับขั้ว หรือจ่ายไฟไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.blackice.com/colorspaceHSI.htm

[2] http://ei.cs.vt.edu/~mm/s98/sspace/imgproc/index.html

[3] http://en.wikipedia.org/wiki/Image_histogram

[4] http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/gsmooth.htm

[5] http://semmix.pl/color/models/emo18.htm

[6] http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/dspblks/index.html?/access/helpdesk/help/toolbox/dspblks/histogram.html

[7] http://www.xvideoocx.de/

[8] Iwan Ulrich , Illah Nourbakhsh "Appearance-Based Obstacle Detection with Monocular Color Vision" Proceedings of the AAAI National Conference on Artificial Intelligence, Austin,TX, July/August 2000

[9] Gonzalez, Rafael C. and Richard E. Woods 2002. **Digital Image Processing , 2nd edition.**

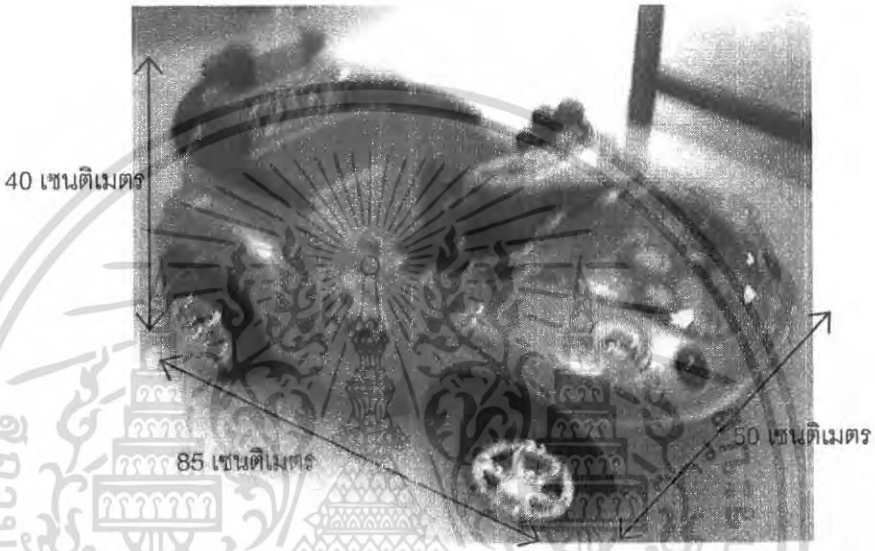
Mark Priestley 2004. **Practical Object-Oriented Design With UML, 2nd edition**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. รายละเอียดของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ (Hardware Specification)

a. รถยนต์ขนาดเล็กซึ่งใช้แบตเตอรี่ในการขับเคลื่อน
   - น้ำหนักสูงสุดที่รองรับได้ 30 กิโลกรัม
   - แหล่งจ่ายไฟ เป็นแบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ 450 มิลลิแอมป์อาวน์



b. กล้องวีดีโอระบบดิจิตอล JVC รุ่น GR-33

c. การ์ดขับภาพ Snazzi EzVCD+DVD รุ่น SD2052
   - ขนาดเฟรม 352×240
   - Frame rate 30 เฟรมต่อวินาที
   - อินพุท composite 2 พอร์ต
   - อินพุท s-video พอร์ต

d. Infrared Sensor ของ Sharp รุ่น GP2Y0A02YK
   - แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 4.5-5.5 โวลต์
   - ระยะที่วัดได้ 20 ถึง 150 เซนติเมตร

e. Ultrasonic Sensor รุ่น SRF05 ultra sonic ranger
   - แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5 โวลต์
   - ระยะที่วัดได้ 1 ถึง 4 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. การติดตั้งโปรแกรมและรันโปรแกรม

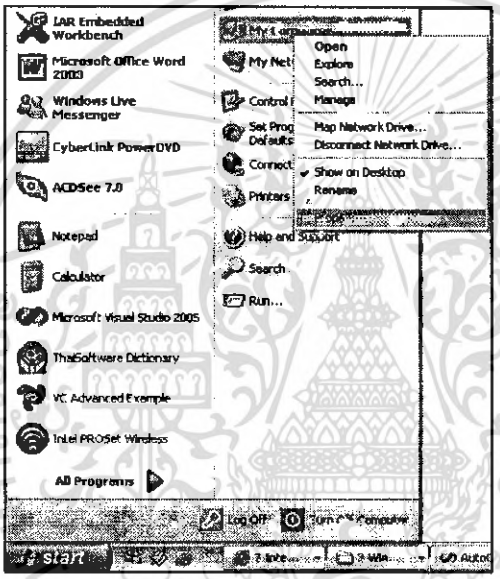
โปรแกรมที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค

1. ทำการติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2005

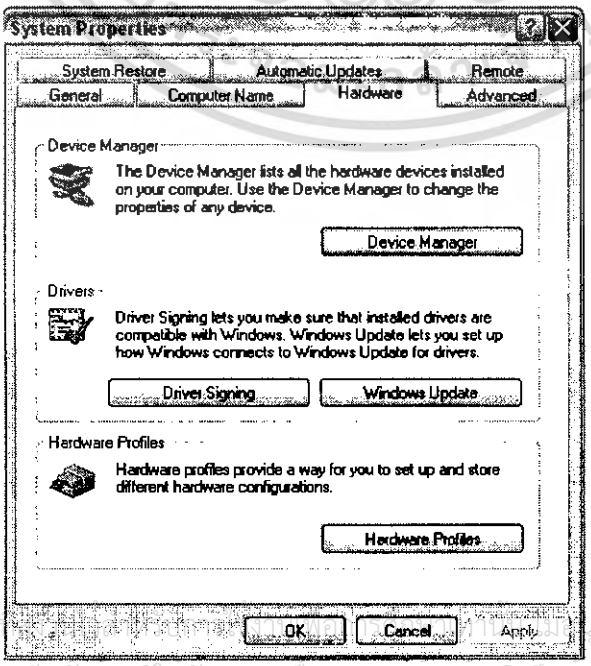
2. ทำการติดตั้งโปรแกรม XVideoOCX ซึ่งสามารถทำการดาวน์โหลดได้จาก http://www.xvideoocx.de

3. ทำการ copy folder AutonomousCar ลงใน disk space ที่ต้องการ

4. ทำการต่อสาย firewire เข้ากับกล้องและโน๊ตบุ๊ค และทำการเปิดกล้อง Window จะพบอุปกรณ์ใหม่ ตรวจสอบการเชื่อมต่อกับกล้องวีดีโอโดยการclick ปุ่ม start ที่ task bar แล้วชี้ที่ My Computer แล้วคลิกขวาเลือก properties

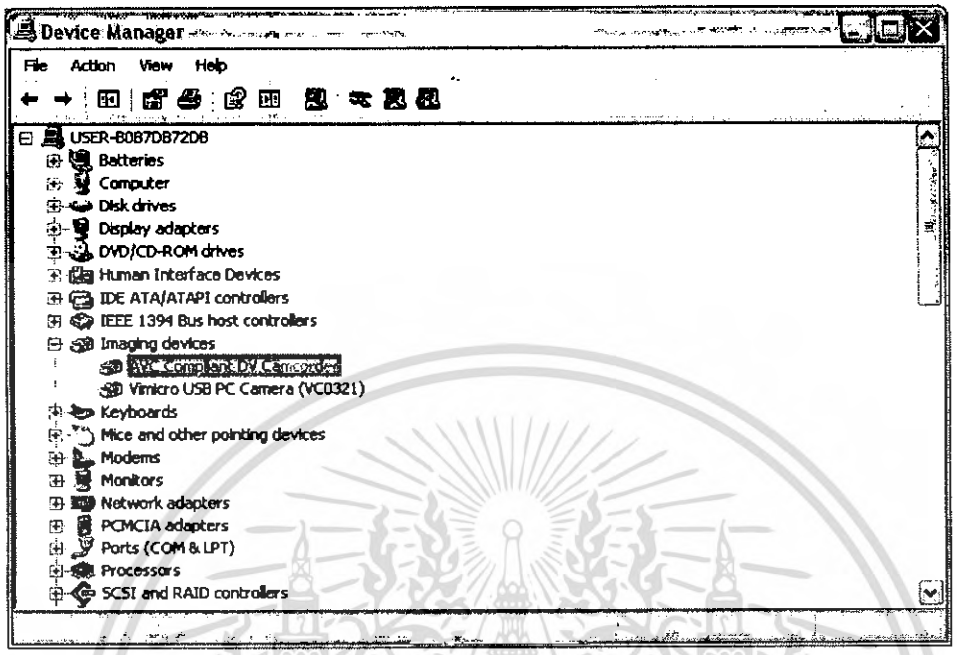


จะปรากฏ dialog System Properties ดังรูป

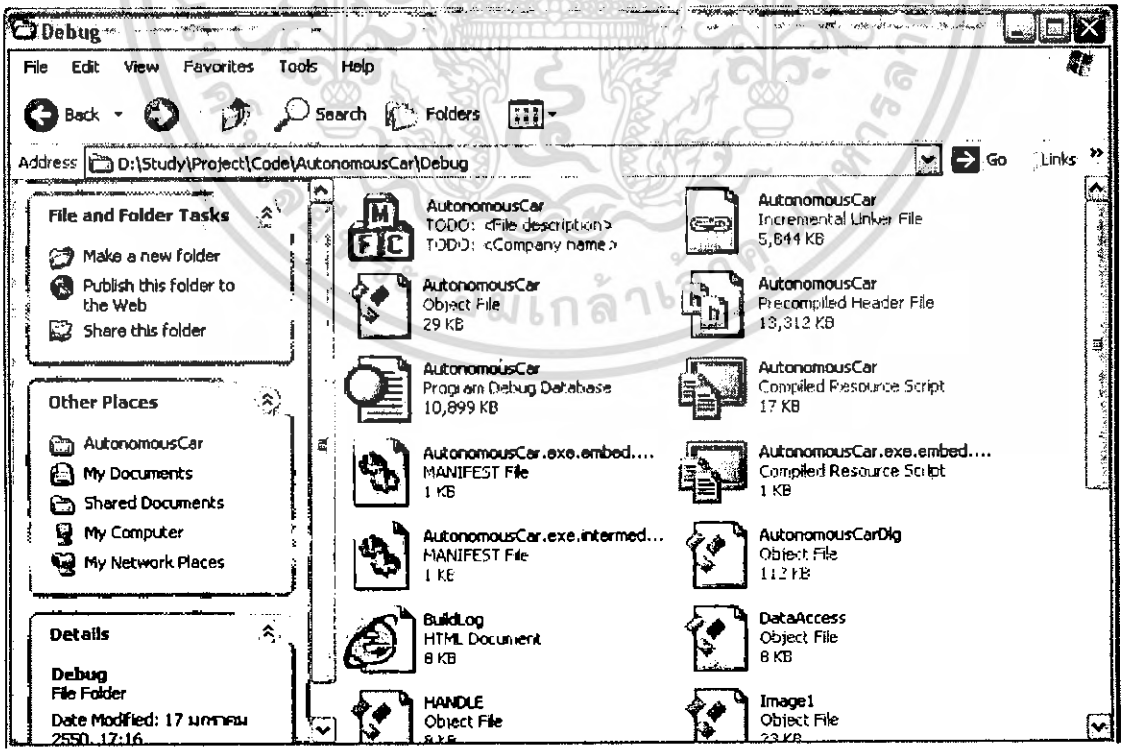


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือก device manager จะเห็นอุปกรณ์ใหม่ในหัวข้อ Imaging Device จากภาพตัวอย่างชื่อของกล้องวีดีโอที่ใช้ คือ AVC Compliant DV CamCorder



5. ทำการเปิดfolder AutonomousCar >> Debug แล้วเลือก ไฟล์ AutonomousCar ที่เป็น MFC Application



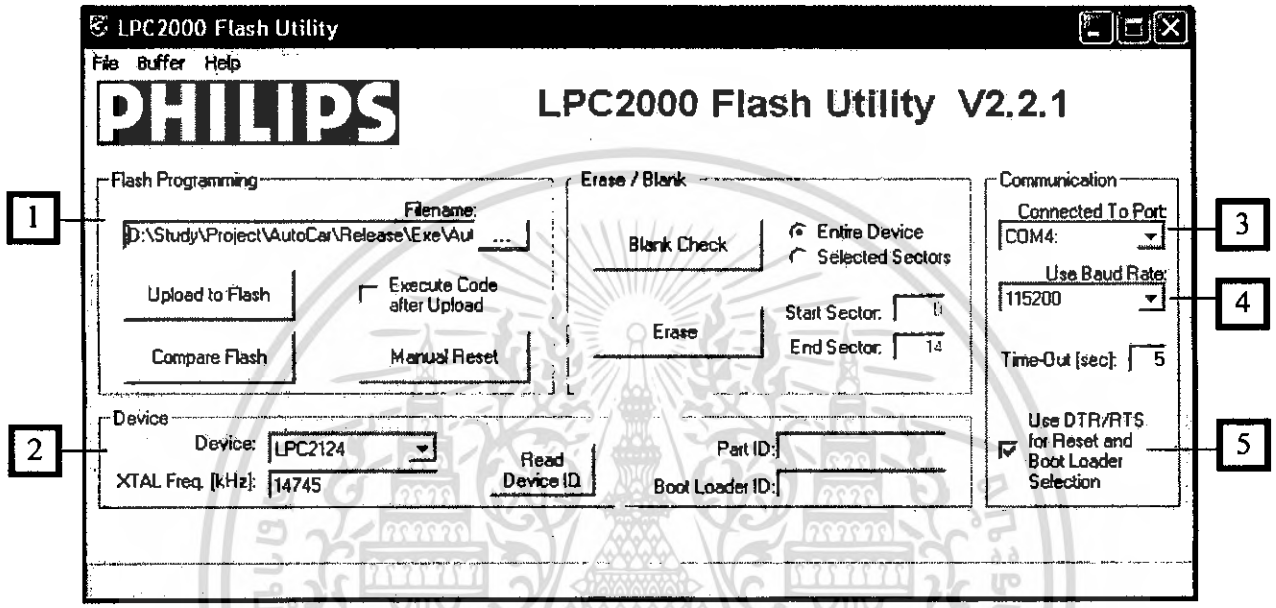
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์

i. ทำการติดตั้งโปรแกรม LPC2000 Flash Utility V2.2.1

ii. ทำการติดตั้ง driver ของสาย USB to Serial ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างโน๊ตบุ๊คกับไมโครคอนโทรลเลอร์

iii. เปิดโปรแกรม LPC2000 Flash Utility V2.2.1 จะได้หน้าต่างโปรแกรมดังรูป



iv. ทำการตั้งค่าในส่วนหมายเลข 1 โดยการคลิกที่ ... แล้วทำการเลือก file Autonomous.a79 ใน Folder AutoCar >> Release >> Exe

v. ทำการตั้งค่าในส่วนหมายเลข 3 โดยเปิดดูจาก system properties แล้วเลือก Device manager ว่า port ที่ทำการเชื่อมต่อ สาย USB to Serial ที่ port หมายเลขใด ให้ทำการเลือกให้ตรงตามนั้น

vi. ทำการตั้งค่าในส่วนหมายเลข 2, 4, 5 ตามรูปในข้อ iii

vii. เมื่อทำการตั้งค่าเรียบร้อยแล้วให้ต่อ jumper เพื่อของขา JRST และ BSL บนบอร์ด LPC2124 แล้วคลิกปุ่ม Read Device ID จะมีข้อความ Readed part ID successfully หลังจากนั้นให้คลิกปุ่ม Upload to Flash

viii. ให้ทำการถอด jumper ของขา JRST และ BSL บนบอร์ด LPC2124 เพื่อรันโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้