สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

AUTONOMOUS CAR

นาย พชร จิรไพศาลสกุล
นาย ชัยณรงค์ กรโกษา

วศ.
W179ว
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61363
วัน,เดือน,ปี 17 ก.ค. 2549

b 11595474
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

AUTONOMOUS CAR

จัดทำโดย

นาย พชร จิรไพศาลสกุล

นาย ชัยณรงค์ กรโกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

AUTONOMOUS CAR

ผู้จัดทำ

1. นาย พชร จิรไพศาลสกุล รหัสประจำตัว 45015376
2. นาย ชัยณรงค์ กรโกษา รหัสประจำตัว 45015361

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ

นาย พชร จิรไพศาลสกุล 45015376
นาย ชัยณรงค์ กรโกษา 45015361
อาจารย์สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันการจราจรขนส่งนั้นเป็นเรื่องที่ไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้ หลายฝ่ายจึงมุ่งที่จะพัฒนาระบบการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ สะดวกรวดเร็ว และมีความปลอดภัย แต่ในสภาพการณ์ปัจจุบันการขับเคลื่อนยานพาหนะจะกระทำโดยมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะรถยนต์ มนุษย์จะเป็นผู้ตัดสินใจในการบังคับพาหนะให้ไปในทิศทางที่ตนต้องการ บางครั้งอาจเกิดการฝ่าฝืนกฎจราจร เนื่องจากความจงใจ ประมาทเลินเล่อ หรือความเหนื่อยล้า เป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ ความล่าช้า ขาดประสิทธิภาพ ดังนั้นโครงการนี้จึงมุ่งพัฒนารถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติโดยให้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ตัดสินใจในการขับเคลื่อนรถยนต์แทนมนุษย์

เพื่อวิเคราะห์สภาพถนนและวัตถุ รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัตินี้จะใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากกล้องที่ติดอยู่บนตัวรถและข้อมูลจาก Infrared Sensor รอบข้าง โดยรถยนต์สามารถวิ่งในถนนโดยปราศจากผู้ขับขี่ ซึ่งสามารถขับขี่ได้อย่างถูกต้องตามกฎจราจรและวิ่งถูกช่องทางจราจร สามารถวิ่งทางตรง ทางโค้ง ตรวจสอบสัญญาณไฟจราจร เลี้ยวในทางแยก หลบหลีกสิ่งกีดขวางที่ขวางช่องทางการจราจร และขับเคลื่อนไปยังจุดหมายปลายทางที่ผู้ใช้ระบุได้ โดยระบบจะเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด และจะขับเคลื่อนไปยังจุดหมายโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Autonomous Car

Mr.Pachara Jirapisanzakun 45015376

Mr.Chainarong Kornkosar 45015361

A.Somkiat Wangsiripitak Advisor

ABSTRACT

Nowadays, avoiding from the traffic circulation is so difficult. So development of transportation's efficiency and safety have been done by many sectors. Nowadays, a vehicle control especially the car control, is mostly done by human. The human could cause the violations of traffic rules by his intention, careless, or exhausting. As the resalt, the accident or the traffic jams occour. So an automatic driving by computer is proposed in this project.

This automatic driving car uses the data from cameras and infrared sensors attached on the car to analyze the status and conditions of roads, traffic light, obstack, etc. Nobody drives the car but it can follow the rules in the right way. The system could control the car to drive in the correct lane, go straight on the street, follow the curves, understand the traffic lights, turn left or turn right at the junction, press over the obstacles, and drive to the desired destination. Moreover, the system could search for the shotest path from the starting point to the destination.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับเมตตาจาก อาจารย์สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในทุกๆ เรื่อง ตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียไม่ได้คือ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจและเพื่อนๆ ทุกๆ คนที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พชร จิรไพศาลสกุล

ชัยณรงค์ กรโกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 1

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 โมเดลของสีชนิดเอชเอสวี(HSV Color Model) 3

2.2 Dijkstra Shortest Path Algorithms 4

2.3 The Traveling Salemans Problem 5

2.4 Shortest Path Algorithms 6

2.5 Dijkstra's Algorithm 6

2.6 Basic Global Thresholding 8

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 8

2.7.1 คุณสมบัติของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 8

2.7.2 การใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม 9

2.7.3 การทำงานทั้ง 4โหมดของพอร์ต์สื่อสารอนุกรม 9

2.8 หลักการทำงานของ DC SERVO MOTOR 10

บทที่ 3 หลักการและทฤษฎีที่ใช้ออกแบบ 12

3.1 รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค (Software Specification) 12

3.2 โครงสร้างของซอฟต์แวร์ (Design) 14

3.2.1 ไดอะแกรมในส่วนของการควบคุมและตัดสินใจ 14

3.2.2 ไดอะแกรมในส่วนของตัวรถ 15

3.3 การวิเคราะห์เพื่อขับเคลื่อนทางตรงและทางโค้ง 16

3.4 การหลบสิ่งกีดขวาง 17

3.5 การขับผ่านทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

		หน้าที่
	3.5.1 การเลี้ยวในทางแยก (การเลี้ยวซ้าย)	19
	3.5.2 การเลี้ยวในทางแยก (การเลี้ยวขวา)	20
	3.6 คลาสไดอะแกรมของระบบ	21
	3.7 รายละเอียดการทำงานของแต่ละส่วน	22
บทที่	4 ผลของการทดสอบ	28
	4.1 คุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับโปรแกรม (Hardware Specification)	28
	4.1.1 กล้องถ่ายภาพวิดีโอ	28
	4.1.2 อุปกรณ์จับภาพ (Video Capture Device)	28
	4.1.3 คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานโปรแกรม	28
	4.2 ส่วนประกอบการทดลอง	29
	4.2.1 รถจำลองพร้อมกล้อง	29
	4.2.2 สนามจำลองและสัญญาณไฟจราจร	29
	4.2.3 โปรแกรมควบคุม	30
	4.3 การทดลองโปรแกรม	31
	4.3.1 การทดสอบวิ่งในทางตรง ทางโค้ง	31
	4.3.2 การทดสอบการเคลื่อนที่ผ่านทางแยก (3, 4 แยก)	33
	4.3.3 การทดสอบเลี้ยวซ้ายและขวาในทางแยก	33
	4.3.4 การทดสอบการตรวจสอบสัญญาณไฟจราจร	33
	4.3.5 การทดสอบการตรวจสอบทางม้าลาย	35
	4.3.6 การทดสอบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและเคลื่อนที่ไปยังจุดหมาย	35
	4.4 ปัญหาและอุปสรรค	36
	4.5 ข้อจำกัดของโปรแกรม	36
บทที่	5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	37
	แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่นๆ	37
บรรณานุกรม		38
ภาคผนวก		30
	ภาคผนวก ก. คู่มือการติดตั้งอย่างละเอียด(Installation Manual)	39
	ภาคผนวก ข. คู่มือการยกเลิกการติดตั้ง (Uninstallation Manual)	41
	ภาคผนวก ค. การติดตั้งระบบ (System Installation)	42
	ภาคผนวก ง. คู่มือการใช้งานอย่างละเอียด(User Manual)	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
2-1	รายละเอียดการทำงานของ SCON Register	10
2-2	แสดงรายละเอียดของโหมดการสื่อสารอนุกรม	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้าที่
2-1	กรวยซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของสีในระบบเอชเอสวี	3
2-2	แสดงภาพตัดขวางของกรวยเอชเอสวี	4
2-3	ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	4
2-4	กราฟแสดงระยะทางระหว่างเมือง 5 เมือง	5
2-5	ตัวอย่างโปรแกรมวัดหาเส้นทางบนเว็บ	6
2-6	แสดงการทำ Basic Global Thresholding	8
2-7	แสดงโครงสร้าง SCON Register	9
2-8	แสดง Server Motor	11
2-9	แสดงลักษณะของ Pulse สำหรับควบคุมให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา	11
2-10	แสดงลักษณะของ Pulse สำหรับควบคุมให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา	11
3-1	ภาพรวมของระบบ	12
3-2	แสดงการประมวลผลในการควบคุมรถยนต์จำลอง	13
3-3	ไดอะแกรมในส่วนของการควบคุมตัดสินใจ	14
3-4	ไดอะแกรมในส่วนของตัวรถ	15
3-5	การวิเคราะห์เพื่อขับเคลื่อนทางตรงและทางโค้ง	16
3-6	การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง	17
3-7	การขับผ่านทางแยก ที่มีสัญญาณไฟจราจร	18
3-8	การควบคุมรถให้เลี้ยวซ้าย	19
3-9	การตรวจสอบการตั้งฉากของเส้น	20
3-10	การควบคุมรถให้เลี้ยวขวา	20
4-1	แสดงรถจำลองพร้อมกล้อง	29
4-2	แสดงภาพสนามจำลอง	30
4-3	แสดงภาพสัญญาณไฟจราจร	30
4-4	แสดงโปรแกรมควบคุม	31
4-5	แสดงการหาจุดกึ่งกลางของเลนส์ถนน	32
4-6	แสดงการหาระยะที่ทำให้รถวิ่งในทางตรงและโค้ง	32
4-7	แสดงการตรวจพบแยก	33
4-8	แสดงการตรวจพบไฟเขียว	34
4-9	แสดงการตรวจพบสัญญาณไฟแดง	34
4-10	แสดงการตรวจพบทางม้าลาย	35
4-11	แสดงการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุจูงใจของการวิจัย

จากปัญหาการจราจรบนท้องถนนที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เกิดจากการขาดวินัย ความประมาท หรือสภาพร่างกาย ของผู้ขับขี่ขวดยานบนท้องถนน ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด อุบัติเหตุรถยนต์ชนคน หรือรถยนต์ชนกันเอง รวมถึงการเลือกเส้นทางการเดินทางที่ไม่เหมาะสม ทำให้สิ้นเปลืองน้ำมัน

โครงการนี้มุ่งหวังที่จะพัฒนารถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติที่สามารถขับเคลื่อนด้วยตนเอง โดยการตัดสินใจบนข้อมูลที่ได้จาก Image Sensor และ Infrared Sensor ผู้บังคับเพียงแต่ระบุจุดหมายปลายทางที่จะไป จากนั้นระบบจะคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุด และขับเคลื่อนอย่างปลอดภัยไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

- เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างระบบการขับเคลื่อนอัตโนมัติ
- เพื่อสร้างระบบจำลองการขับเคลื่อนอัตโนมัติ
- เพื่อสร้างระบบจำลองที่ช่วยผู้ขับขี่ ในการตัดสินใจ หรือ เตือนภัย

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- รถยนต์จำลองสามารถวิ่งในช่องทางการจราจรที่กำหนด
- รถยนต์จำลองสามารถตัดสินใจในการหลบสิ่งกีดขวางที่ช่องทางการจราจรได้
- รถยนต์จำลองสามารถตรวจสอบสัญญาณไฟจราจรได้
- รถยนต์จำลองสามารถวิ่งตรงในทางแยกได้
- รถยนต์จำลองสามารถเลี้ยว ซ้าย-ขวา ผ่านทางแยกได้
- รถยนต์จำลองสามารถวิ่งในทางโค้งได้
- สามารถระบุจุดหมายปลายทางที่ต้องการจะไป ระบบจะค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุด แล้วขับเคลื่อนไปโดยอัตโนมัติ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

การทำโครงการวิจัยในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ มีขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเช่น ทฤษฎีทางด้านอิมเมจโปรเซสซิ่ง ทฤษฎีที่เกี่ยวกับ MCS-51 การใช้งาน RF-Module Wireless-Camera ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในบทที่ 2 จากนั้นจะนำความรู้ที่ได้ศึกษาทั้งหมดมาทำการออกแบบระบบซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในบทที่ 3 ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ การพัฒนาโปรแกรม การประมวลผลในส่วนต่างๆ และอธิบายฟังกชันต่างๆที่จำเป็นในระบบที่ออกแบบมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับบทที่ 4 จะเป็นการทดสอบระบบทั้งหมด และในบทที่ 5 ซึ่งเป็นบทสุดท้ายจะสรุปการทำงาน ผลที่ได้รับจากงานวิจัยชิ้นนี้ แนวทางในการพัฒนางานวิจัยเพิ่มเติม และแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้

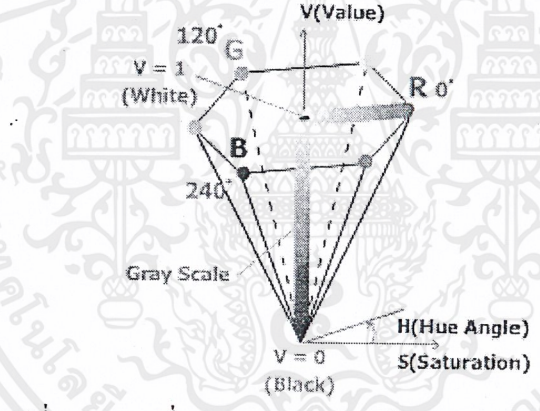
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โมเดลของสีชนิดเอชเอสวี(HSV Color Model)

HSV Model (Hue, Saturation, Value) เป็นโมเดลที่แสดงคุณลักษณะของสีได้ดีกว่าโมเดลอาร์จีบี (RGB Model) เราสามารถเลือกสีโดยการกำหนดค่า HUE แล้วทำการปรับความเข้มของสีดำและขาว พารามิเตอร์ที่สนใจมีอยู่ 3 พารามิเตอร์ด้วยกัน ได้แก่ Hue, Saturation และ Value การปรับค่า Saturation นั้นจะเป็นการเพิ่มหรือลดค่าของสีขาว และการปรับค่า Value จะเป็นการเพิ่มหรือลดความเข้มของสีดำ

โมเดลของเอชเอสวีนี้ได้มาจากรูปแสดงของอาร์จีบี โดยถ้ามองจากแกนของเกรย์ (Gray Diagonal) จะเห็นเป็นรูปหกเหลี่ยมซึ่งก็คือโคนหกเหลี่ยมซึ่งแสดงเอชเอสวีโมเดลนั่นเอง ค่า HUE ก็คือค่ามุมที่ทำในแนวแกนตั้ง (Vertical Axis) โดยสีแดง (Red) ทำมุม 0 องศา สีเหลือง (Yellow) ทำมุม 60 องศา สีเขียว (Green) ทำมุม 120 องศา สีน้ำทะเล (Cyan) ทำมุม 180 องศา สีฟ้า (Blue) ทำมุม 240 องศา และ สีบานเย็น (Magenta)ทำมุม 300 องศา

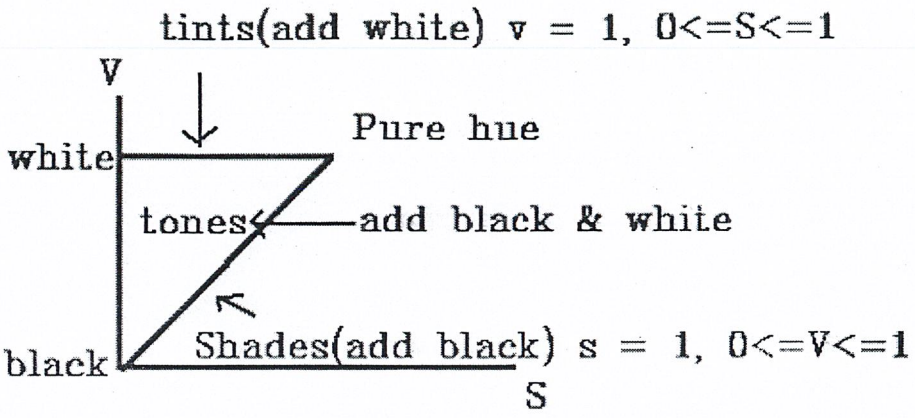


รูปที่ 2.1 กรวยซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของสีในระบบเอชเอสวี

ค่าแซททูเรชั่น (Saturation) จะมีค่าตั้งแต่ 0.0 ถึง 1.0 และเป็นอัตราส่วนกับความบริสุทธิ์ของ HUE นั้นๆ โดยจะมีค่ามากที่สุดที่ S=1 และที่ S=0 จะเป็นเกรย์สเกล (Gray Scale) ดังนั้นจะเห็นว่าแกนของ RGB จะสัมพันธ์กับค่า V ใน HSV และสีตรงกันข้าม (Complementary) ได้แก่ Red+Cyan, Blue+Yellow, Green+Magenta คือแกนที่มีทิศตรงกันข้ามนั่นเอง การเลือกสีทำได้โดยการเลือกค่า HUE บริสุทธิ์ (ที่ S=V=1) โดยลดค่า S เพื่อเพิ่มสีขาว และลดค่า V เพื่อเพิ่มสีดำ

ตัวอย่างเช่น หลักการผสมสีของศิลปินก็คือการเริ่มต้นด้วยแม่สี (Pure Hue) แล้วจึงค่อยๆ เติมสีดำหรือขาว โดยถ้ายิ่งเพิ่มสีดำ ก็จะได้สีที่มีเฉดเข้ม หรือถ้าเพิ่มสีขาวก็จะได้สีเฉดอ่อน ถ้าเพิ่มทั้ง 2 อย่างก็จะได้สีที่มีโทนสีแตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

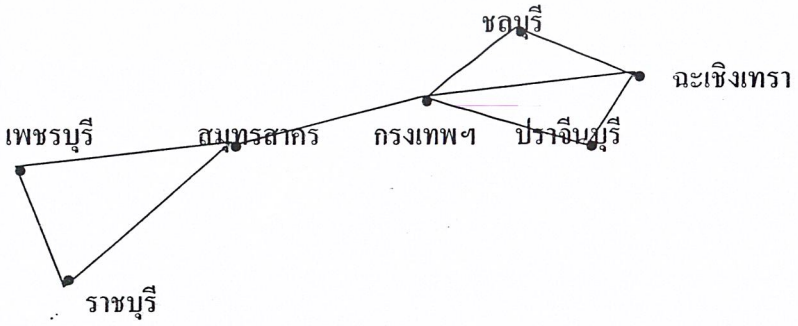


รูปที่ 2.2 แสดงภาพตัดขวางของกรวยเอชเอสวี

ตามนุษย์โดยปกติสามารถแยกแยะความแตกต่างได้ 128 Hue 130 Tints (ระดับของ Saturation) และ 16 ถึง 23 เฉด ดังนั้นมนุษย์จึงแยกแยะความแตกต่างสีได้เท่ากับ 128 x 130 x 23 = 380,000 สี

2.2 Dijkstra Shortest Path Algorithms

ทฤษฎีกราฟสามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในหลายสาขาได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเช่น กราฟสามารถใช้ในการตัดสินใจได้ว่าวงจรไฟฟ้านี้ สามารถสร้างโดยใช้แผ่นวงจรชั้นเดียวหรือไม่ เราสามารถบอกถึงความแตกต่างระหว่างสารประกอบทางเคมีที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่ต่างกันที่โครงสร้างโดยใช้กราฟ กราฟที่ถูกกำหนดน้ำหนักให้แต่ละเส้นบนกราฟสามารถใช้ในการหาระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างเมืองสองเมืองในแผนที่จราจร หรืออาจใช้กราฟในการออกแบบ และกำหนดระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์และสายโทรศัพท์ที่เชื่อมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เราแทนเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยจุด (Vertices) และสายโทรศัพท์ด้วยเส้นเชื่อม (Edges) ดังแสดงในรูป

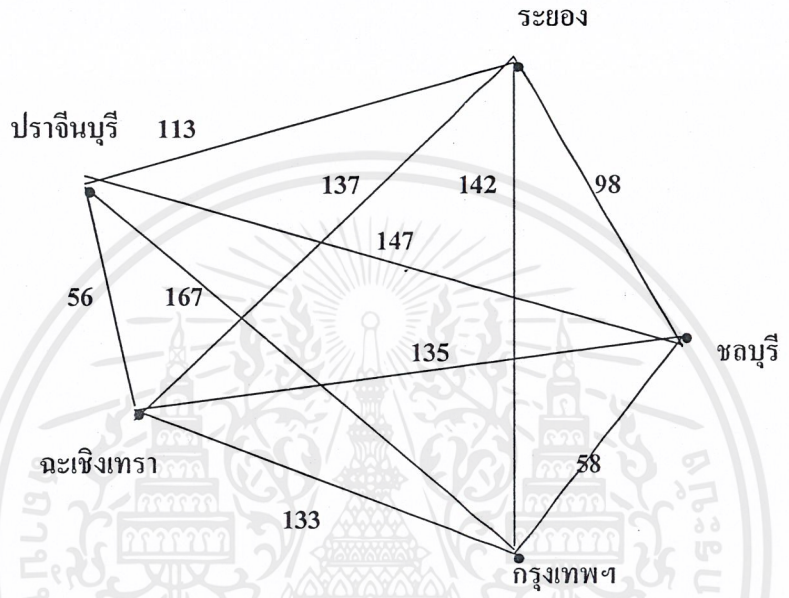


รูปที่ 2.3 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 The Traveling Salemans Problem

จากทฤษฎีกราฟ ถ้าเรากำหนดให้จุดแต่ละจุดแทนเมืองแต่ละเมือง เส้นเชื่อมแต่ละเส้นแทนเส้นทาง และแต่ละเส้นเชื่อมจะมีค่าน้ำหนัก (Weight) เราจะเรียกกราฟนี้ว่า Weighted Graphs เราจะใช้ weight graphs พิจารณาปัญหาการเดินทางของเซลล์แมนที่ต้องการไปขายของในเมืองจำนวน n เมืองเพียงครั้งเดียว และกลับมาที่เมืองเริ่มต้น ตังอย่างเช่นในรูป พนักงานขายคนหนึ่งต้องการไปที่เมือง 5 เมือง คือ ชลบุรี กรุงเทพฯ ระยอง ปราจีนบุรี และฉะเชิงเทรา โดยให้ระยะทางรวมน้อยที่สุด



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงระยะทางระหว่างเมือง 5 เมือง

ในการแก้ปัญหานี้ สมมุติให้เริ่มต้นที่เมือง ชลบุรี และพิจารณาทุกทางที่จะไปที่เหลือทั้ง 4 เมือง แล้วกลับมาที่ชลบุรี จะเห็นได้ว่าจะมี 24 เส้นทาง ที่เป็นไปได้ แต่ระยะทางจะเท่ากันเมื่อเราย้อนทางของเส้นทาง ดังนั้นจะต้องคำนวณทั้งหมด 12 เส้นทาง ซึ่งจากเส้นทางทั้งหมด จะเห็นว่าทางที่สั้นที่สุดคือ 485 กม. โดยไปทาง ชลบุรี-กรุงเทพฯ-ฉะเชิงเทรา-ปราจีนบุรี-ระยอง-ชลบุรี หรือกลับกับทางเดิม

ปัญหาในลักษณะนี้เรียกว่า traveling salesman proplem ซึ่งก็คือปัญหาที่ต้องการ circuit (เส้นทาง) ที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด โดยผ่านจุดต่างๆ เพียงแค่จุดเดียว ซึ่งก็คือ Hamilton circuit ที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดนั้นเอง

วิธีในการแก้ปัญหานี้ วิธีหนึ่งคือคิดทุกทางที่เป็นไปได้ แล้วเลือกเส้นทางที่มีน้ำหนักรวมน้อยที่สุด ถ้าใช้วิธีนี้จะมีเส้นทางที่เป็นไปได้ (n-1)! แต่ในทิศทางตรงกันข้ามระยะทางรวมจะมีค่าเท่ากันดังนั้นจะมี (n-1)!/2 เส้นทางที่ต้องคำนวณ ตัวอย่างเช่นถ้ามีเมืองจำนวน 25 เมือง จะมีเส้นทางที่ต้องคำนวณจำนวนทั้งสิ้น $24!/2 = 3.1x\ 10^{23}$ ถ้าสมมุติว่า 1 เส้นทางใช้เวลาเพียง 1 นาโนวินาที (10^{-9} วินาที) ก็ยังต้องใช้เวลาในการคำนวณทั้งหมดประมาณ 10 ล้านปี ซึ่งใช้เวลานานมาก จะมีปัญหาแบบนี้หลายแบบซึ่งเราไม่สามารถรู้ถ้าไม่มี Algorithms ที่มีประสิทธิภาพที่ใช้คำนวณ

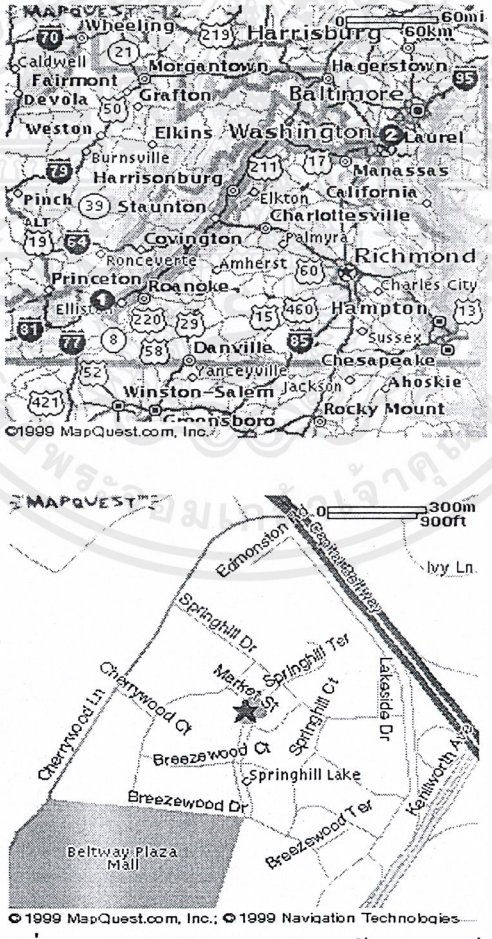
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Shortest Path Algorithms

อัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางคือ กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางหรือ การเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง อัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางนี้มีผู้คิดค้นขึ้นหลายคนด้วยกัน เช่น Kruskal's Algorithm, Prim's Algorithm, Warshall's Algorithm, Ford-Fulkerson's Labeling Algorithm, Dijkstra Algorithm เป็นต้น ซึ่งอัลกอริทึมต่างๆ ที่คิดค้นขึ้นนี้เป็นการนำเอาทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับการหาเส้นทางมาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดกฎที่จะใช้ในการหาเส้นทางที่เหมาะสม

2.5 Dijkstra's Algorithm

เป็นอัลกอริทึมที่ใช้วิธีการค้นหาส้นทางโดยใช้ทิศทางและไม่ใช้ทิศทางในการค้นหา และจัดว่าเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากเหมาะสำหรับการศึกษาเพื่อที่จะมาช่วยในการค้นหาเส้นทาง และนอกจากนี้อัลกอริทึมนี้จัดว่าเป็นอัลกอริทึมที่มีคนเลือกใช้ในโปรแกรมหลายๆ อย่าง เช่น โปรแกรมหาเส้นทางสำหรับการจราจรทางบก โปรแกรมจัดหาเส้นทางบนเว็บ เป็นต้น



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างโปรแกรมจัดหาเส้นทางบนเว็บ

โปรแกรมจัดหาเส้นทางบนเว็บ นี้อาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เรียบง่าย รวมเข้ากับฐานข้อมูลที่เก็บตำแหน่งของสถานที่ และฐานข้อมูลที่เก็บตำแหน่งของสถานที่ นี้เรียกว่า Geographic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information Systems (GIS) ข้อมูลที่เก็บในนี้รวมไปถึงถนนต่างๆ ขนาดของถนน และ ทิศทางที่ถนนไป ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการหาเส้นทางที่ต้องการ

รูปภาพเป็นตัวแทนของปัญหา ซึ่งรูปภาพเหล่านี้เรียกว่า เน็ทเวิร์ก (Network) หรือ กราฟ (Graph) ซึ่ง Network นี้ประกอบไปด้วย เซ็ทของวงกลมที่เรียกว่า โหนด (Node) และ เชื่อมโยงด้วยเส้นที่เรียกว่า อาร์ก (Arc)

ในการนำ Network ไปใช้ส่วนมากจะให้โหนดแทนเมือง สี่แยก ป้ายรถเมล์ สถานีรถไฟ ข้อต่อของท่อน้ำ สำหรับอาร์กจะนำไปใช้เป็นตัวแทนของ สิ่งเชื่อมระหว่างโหนดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นถนน ราง รถไฟ ท่อน้ำ สายเคเบิล หรือแม้กระทั่งสิ่งที่ไม่มีตัวตน เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างโหนด หรือ การติดต่อเชื่อมโยงระหว่างโหนด ในบางครั้งบนอาร์กจะมีตัวเลขที่แสดงถึงระยะทางที่ใช้เดินทางระหว่างโหนด หรือ ระยะเวลาที่ใช้ระหว่างโหนด หรือ ค่าใช้จ่ายบนเส้นทางนั้น

สำหรับวิธีการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาในการหาเส้นทางบนเว็ปนั้นเรียกว่าวิธีการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest path) ระหว่างโหนด ซึ่งวิธีการนี้ได้นำมาเสนอในปี 1959 โดย Edsger Wybe Dijkstra และ วิธีการนี้ก็ได้มีชื่อว่า Dijkstra's algorithm เพื่อเป็นการให้เกียรติ แก่ Dijkstra

ขั้นตอนของ Dijkstra's Algorithm

1. ในตอนเริ่ม ทุกโหนดจะมีค่า 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 กลุ่ม คือ กลุ่ม โหนดสีแดง และ กลุ่ม โหนดสีเหลือง ในตอนเริ่มต้นทุกโหนดจะมีสีเหลือง

4. เลือกโหนดเริ่มต้น จากกลุ่มสีเหลือง สมมุติว่าเป็นโหนด k และ ให้ d(k) = 0

5. (ขั้นเลือกโหนดระบายสีแดง) เลือกโหนด j จากกลุ่มสีเหลือง โดยที่มีค่า d(j) น้อยที่สุดในกลุ่มสีเหลือง ระบายสีแดงใส่โหนด j และ arc (j , pred(j))

6. (ขั้นปรับปรุงระยะทาง) พิจารณาทุกอาร์กที่มีปลายหนึ่งติดกับโหนดที่มีสีแดง และ อีกปลายหนึ่งยังไม่มีสีแดง สมมุติว่าเป็น arc(i,j) เราจะได้โหนด i สีแดง และ โหนด j สีเหลือง และ เรียกโหนด 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

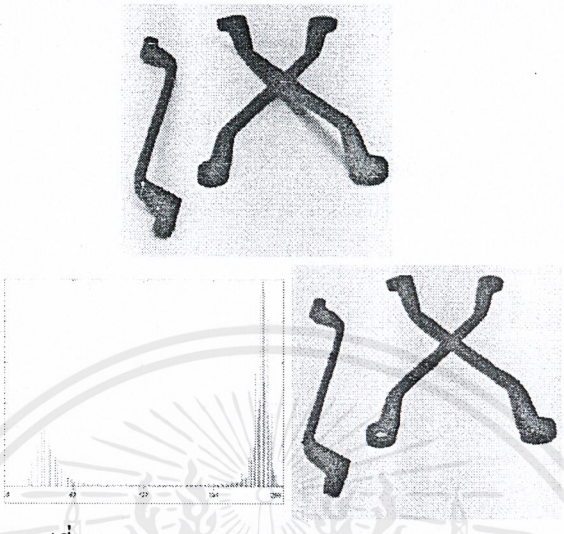
7. กลับไปที่ทำขั้นที่ 5 และ 6 จนกระทั่งทุกโหนดมีสีแดง แล้วก็จะได้เส้นทางที่สั้นที่สุดจากโหนดที่เริ่มต้นไปยังทุกๆโหนด

ฟังก์ชัน d(v) และ pred(v) คือ เป็นฟังก์ชันที่บอกระยะทางที่สั้นที่สุดจากโหนดเริ่มต้นถึง โหนด v ต้องเดินทางเป็นระยะทางอย่างน้อยเท่ากับ d(v) และ ต้องเดินทางผ่านโหนด pred(v)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Basic Global Thresholding

Basic Global Thresholding คือการแบ่งแยกความแตกต่างของระดับ gray-level แบ่งได้ 2 แบบ คือ Object และ Background โดยใช้ Object point ในการสร้าง Histogram ขึ้นมา แล้วแบ่งเป็น 2 ระดับคือ ขาวกับดำ ดังรูป



รูปที่ 2.6 แสดงการทำ Basic Global Thresholding

จากรูปภาพบนเป็นภาพต้นฉบับก่อนการทำ Thresholding ภาพล่างซ้ายคือการวาดลงไปใน Histogram เพื่อทำการแยกแยะความแตกต่างของภาพระหว่าง Object และ Background

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51 เป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบชิพเดี่ยวที่ผลิตโดยบริษัทอินเทลมีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ซึ่งแต่ละเบอร์นั้นมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ตามแต่จะเลือกใช้งานให้เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วคุณสมบัติที่แตกต่างกันในแต่ละเบอร์ก็คือ จำนวน Memory ROM RAM bit I/O

2.7.1 คุณสมบัติของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ ชุดเดียว
- มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์สำหรับเบอร์ 8051 และ8031 สำหรับเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำถึง 8 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์ สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปมีถึง 256 ไบต์
- หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
- มีไทม์เมอร์ เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต 2 ชุด (สำหรับ 8052 มี 3 ชุด) ทำงานได้ 4 โหมด
- รับอินเตอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์ สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปมี 8 แหล่ง 6 เวคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) 2 พอร์ตแบบ Full Duplex เลือกรูปแบบได้ 4 โหมด
- มีคำสั่งในการทำ AND, OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิตและ 1 บิต

2.7.2 การใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม

พอร์ตสื่อสารอนุกรมมีโครงสร้างการทำงานในแบบที่เรียกว่า ฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกัน โดยทางด้านส่งใช้ขา TxD (P3.1) ทางด้านรับใช้ขา RxD (P3.0) และใช้ SBUF เป็นบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลอนุกรม พอร์ตสื่อสารอนุกรมสามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยกันโดยเลือกที่บิต SM1 และ SM0 ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์ควบคุม

SM0	SM1	SM2	REN	TBS	RBS	TI	RI

รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้าง SCON Register

2.7.3 การทำงานทั้ง 4 โหมดของพอร์ตสื่อสารอนุกรม มีดังนี้

- โหมด 0 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 8 บิต โดยการส่งจะเลื่อนออกทีละบิตโดยส่งบิต D0 ออกไปก่อนทางขา RxD และไม่มีการส่งบิตเริ่มต้น แต่จะส่ง ชิฟต์คล็อก (Shift clock) ทางขา TxD0 (ความเร็ว 1/12 เท่าของสัญญาณนาฬิกาของ ซีพียู)
- โหมด 1 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 10 บิต แบ่งเป็นข้อมูล 8 บิต บิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตสิ้นสุด 1 บิต และสามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วในการส่งข้อมูลได้โดยขึ้นอยู่กับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์ 1
- โหมด 2 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 11 บิต แบ่งเป็นข้อมูล 9 บิต บิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตสิ้นสุด 1บิต (TB8 นิยมนำมาใช้ส่ง Parity Bit) ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเท่ากับ 1/32 และ 1/64 ของสัญญาณนาฬิกาของ ซีพียู โดยขึ้นกับ SMOD ใน PCON BaudRateโหมด 2=(1/32)(ความถี่สัญญาณนาฬิกา) เมื่อ SMOD=1 BaudRateโหมด 2=(1/64)(ความถี่สัญญาณนาฬิกา) เมื่อ SMOD=0
- โหมด 3 พอร์ตสื่อสารอนุกรม 11 บิต แบ่งเป็นข้อมูล 9 บิต บิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตสิ้นสุด 1 บิต เหมือนโหมด 2 ยกเว้นอัตราความเร็วจะขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของไทม์เมอร์ 1, 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	ชื่อบิต	การทำงาน
SCON.7	SM0	บิตเลือกโหมดการทำงาน
SCON.6	SM1	บิตเลือกโหมดการทำงาน
SCON.5	SM2	บิตเลือกการทำงานแบบ Single หรือ Multiprocessor 1 เลือก Multiprocessor ใช้ได้กับโหมด 2 และ 3 0 เลือก Single Processor ใช้ได้กับทุกโหมด
SCON.4	REN	บิตควบคุมให้รับหรือไม่รับข้อมูล 1 ให้รับข้อมูลได้ 0 ไม่รับข้อมูล
SCON.3	TB8	ข้อมูลบิตที่ 9 ที่จะส่งออกไปในโหมด 2, 3
SCON.2	RB8	ข้อมูลบิตที่ 9 จะรับเข้ามาในบิตนี้
SCON.1	TI	จะเป็น 1 เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล 1 ไบต์
SCON.0	RI	จะเป็น 1 เมื่อสิ้นสุดการรับข้อมูล 1 ไบต์

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการทำงานของ SCON Register

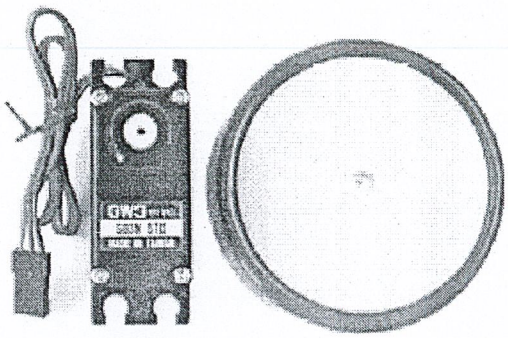
SM0	SM1	โหมด	การทำงาน
0	0	0	Shift Register อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลเท่ากับ 1/12 ของความถี่สัญญาณนาฬิกาของ ซีพียู
0	1	1	การสื่อสารข้อมูลอนุกรม 8 บิต อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดได้จากไทม์เมอร์ 1, 2
1	0	2	การสื่อสารข้อมูลอนุกรม 9 บิต อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลเท่ากับ 1/32 หรือ 1/64 ของความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON
1	1	3	การสื่อสารข้อมูลอนุกรม 9 บิต อัตราเร็วในการรับหรือส่งข้อมูลกำหนดได้จากไทม์เมอร์ 1, 2

ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดของโหมดการสื่อสารอนุกรม

2.8 หลักการทำงานของ DC SERVO MOTOR

ตามปรกติทั่วๆ ไปแล้วนั้น DC SERVO MOTOR นั้น จะสามารถหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาได้ เพียงแค่ 180 องศา หรือ ครึ่งวงกลมเท่านั้น ซึ่งวิธีการสั่งงานให้ SERVO หมุนไปในตำแหน่งใดๆ นั้น จะอาศัยสัญญาณ Pulse เป็นตัวบ่งบอก

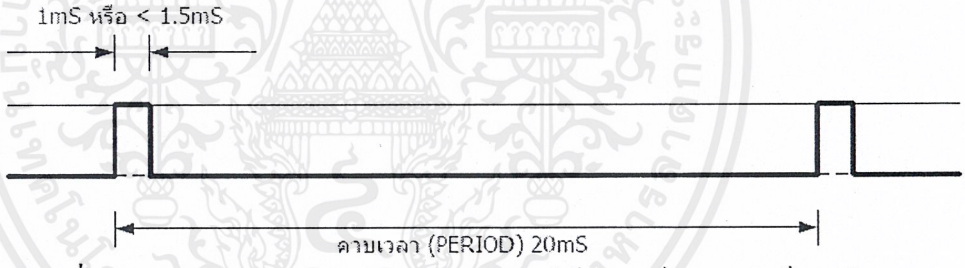
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดง Servo Motor

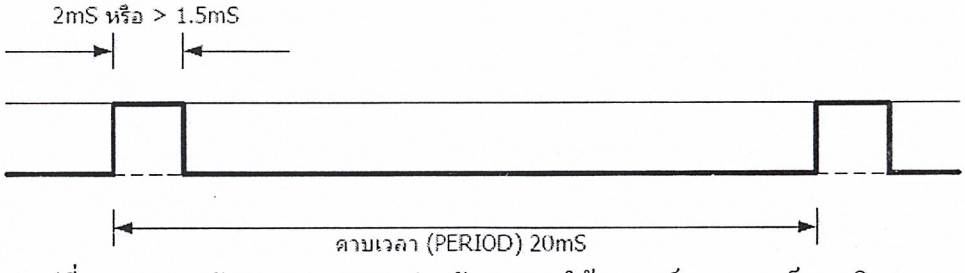
แต่สำหรับ DC SERVO MOTOR ที่เรานำมาใช้ในการขับเคลื่อนล้อเพื่อนำพาตัวรถให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางต่าง ๆ ได้นั้นจะต้องทำการดัดแปลงหรือ Modify ให้สามารถหมุนได้รอบตัวหรือ 360 องศาเสียก่อน โดย DC SERVO MOTOR ที่ได้จัดให้ในชุดของ ET-ROBOT RD2 นั้นได้ผ่านการปรับแต่งการทำงานของมอเตอร์ให้สามารถหมุนเป็นวงรอบ (360 องศา) ได้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยวิธีในการควบคุมให้มอเตอร์ ซึ่งทำการดัดแปลงแล้วให้หมุนไปในทิศทางต่าง ๆ นั้น จะมีลักษณะดังนี้

- การควบคุมให้มอเตอร์หมุนทางด้านซ้าย หรือหมุนตามทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจะต้องป้อนสัญญาณ Pulse ที่มีขนาดความกว้างด้านบวก 1 ms หรือให้น้อยกว่า 1.5 msโดยจะต้องป้อนสัญญาณ Pulse นี้ทุกๆ 20 ms (หรือในช่วงประมาณ 20ms – 30ms) เพื่อให้มอเตอร์หมุนต่อเนื่องไปในทิศทางเดิม



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของ Pulse สำหรับควบคุมให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

- การควบคุมให้มอเตอร์หมุนทางด้านขวาหรือทิศทางตามเข็มนาฬิกา จะต้องป้อนสัญญาณ Pulse ที่มีขนาดความกว้างด้านบวก 2 ms หรือ ไม่ต่ำกว่า 1.5 ms และจะต้องป้อนสัญญาณ Pulse นี้ ทุกๆ 20 ms (หรือในช่วงประมาณ 20ms – 30ms) เพื่อควบคุมให้มอเตอร์หมุนต่อเนื่องไปในทิศทางเดิม



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของ Pulse สำหรับควบคุมให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา

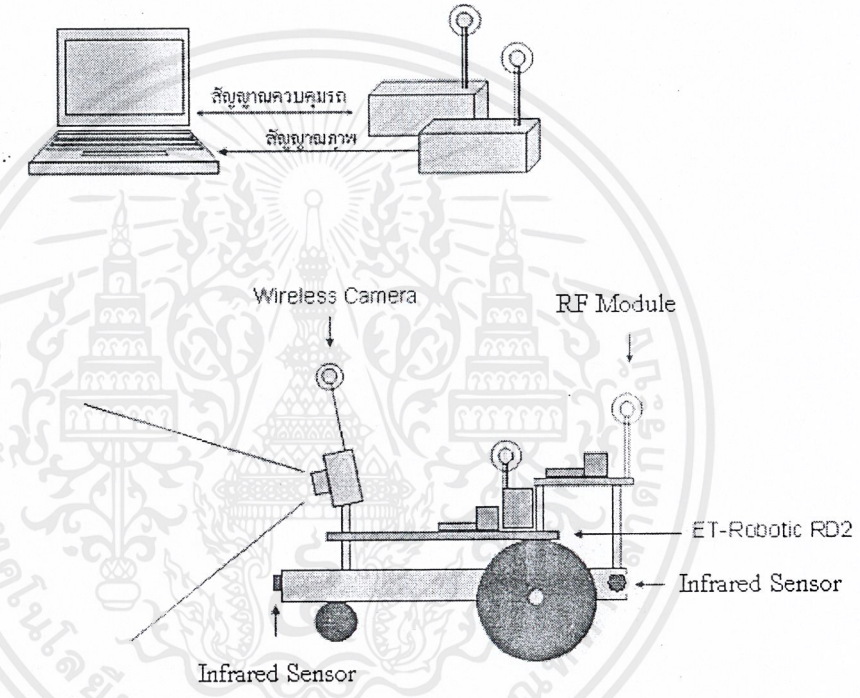
การควบคุมให้มอเตอร์หยุดหมุน ทำได้โดยการส่งโลจิก "0" หรือ "1" ให้กับมอเตอร์ ตลอดคาบเวลาที่ต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุน ซึ่งก็คือการไม่จ่ายสัญญาณ Pulse ให้กับมอเตอร์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการและทฤษฎีที่ใช้ออกแบบ

3.1 รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค (Software Specification)

ในโครงการนี้ได้ออกแบบระบบให้เป็นแบบ Stand-alone System ระบบจะทำการรับภาพจากกล้องที่ติดอยู่ที่ตัวรถจำลอง มาทำการประมวลผลภาพแล้วส่งข้อมูลไปควบคุมรถ ให้สามารถวิ่งไปในทิศทางที่ถูกต้องในแผนที่ โดยมีโครงสร้างรวมดังภาพที่ 3.1



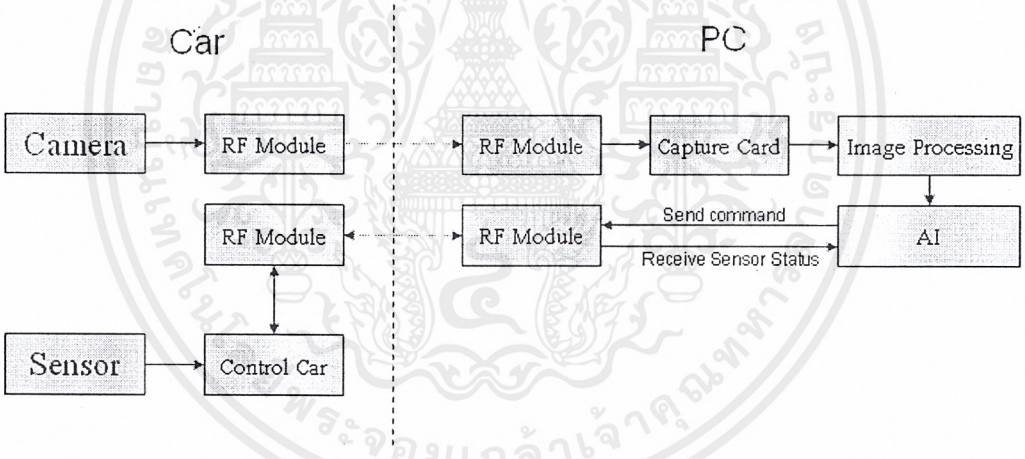
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input/Output Specification

Input	ภาพวิดีโอ
- Specification	สำหรับภาพวิดีโอที่จะรับเข้ามาได้นั้น จะต้องเป็นภาพวิดีโอที่สนับสนุนโดยมาตรฐาน DirectShow ของ Microsoft เช่น Webcam หรือการ์ดจับภาพ เป็นต้น ในกรณีที่เป็น Webcam ก็สามารถใช้งานได้ทันทีโดยต่อผ่านพอร์ต USB แต่หากเป็นกล้องวิดีโอที่ส่งสัญญาณอนาล็อกมา (เช่น PAL/NTSC) หรือ DV จะต้องต่อเข้ากับการ์ดจับภาพ (Video Capture Card) ก่อนเพื่อทำหน้าที่จับภาพเข้ามา
Output	คำสั่งในการควบคุมการวิ่งของรถยนต์จำลอง
- Specification	ควบคุมรถจากแยกเริ่มต้นเพื่อไปยังแยกปลายทาง มีการสั่ง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เดินหน้า หมุนกล้อง และสั่งหยุดรถได้ เมื่อถึงแยกปลายทางหรือว่าพบทางม้าลาย

Functional Specification



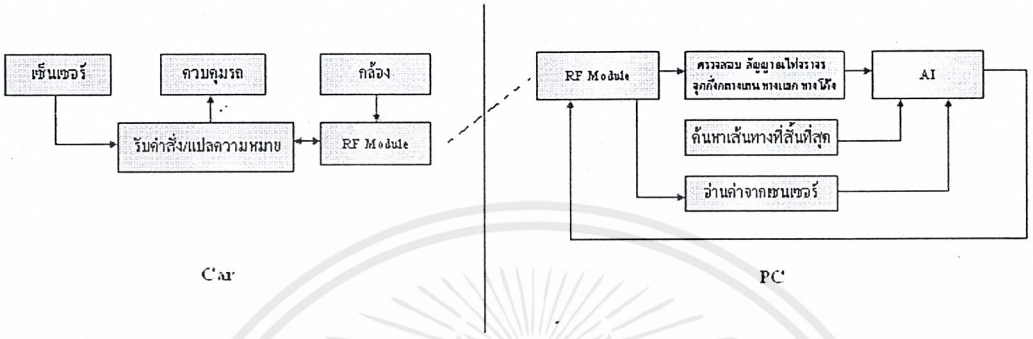
รูปที่ 3.2 แสดงการประมวลผลในการควบคุมรถยนต์จำลอง

โปรแกรมจะทำการรับภาพมาจากกล้องบนตัวรถทั้ง 3 ตัวพร้อมกัน หลังจากนั้นจะทำการประมวลผลภาพเพื่อบังคับรถให้ไปยังทิศทางที่ต้องการ โดยจะสอดคล้องกับการ Route เส้นทางในการวิ่งบนสนามจำลองที่ออกแบบไว้ การส่งข้อมูลผ่านทาง Serial Port มีทั้งการส่งไปและส่งกลับเพื่อให้รถบอกสถานะของรถที่เกิดขึ้นในสนามจำลองในขณะนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โครงสร้างของซอฟต์แวร์ (Design)

3.2.1 ไดอะแกรมในส่วนของการควบคุมและตัดสินใจ



รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมในส่วนของการควบคุมและตัดสินใจ

RF Module

เป็นในส่วนของการ รับ/ส่งข้อมูล และสัญญาณภาพ เพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างสื่อสารระหว่าง PC และรถ

เซ็นเซอร์

ทำหน้าที่ตรวจสอบสิ่งกีดขวางร่วมทั้งตรวจสอบการแซง

กล้อง

ทำหน้าที่บันทึกภาพและส่งไปยัง PC เพื่อที่จะประมวลผลต่อไป

รับคำสั่งและแปลความหมาย

ทำหน้าที่รับคำสั่งจาก PC และทำการแปลความหมายของคำสั่งนั้น จากนั้นจะส่งสัญญาณไปควบคุมรถ ให้เคลื่อนที่ตามคำสั่งนั้น

ตรวจสอบ สัญญาณไฟจราจร จุดกึ่งกลางเลน ทางแยก ทางโค้ง

ทำหน้าที่ประมวลผลภาพที่ได้รับจาก ชุดรับสัญญาณภาพ จะทำการกำจัดสัญญาณรบกวน(Noise) ที่แทรกมาพร้อมกับภาพออก และตรวจสอบขอบของถนน สัญญาณไฟจราจร, ทางแยก,ทางเลี้ยว,ทางโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

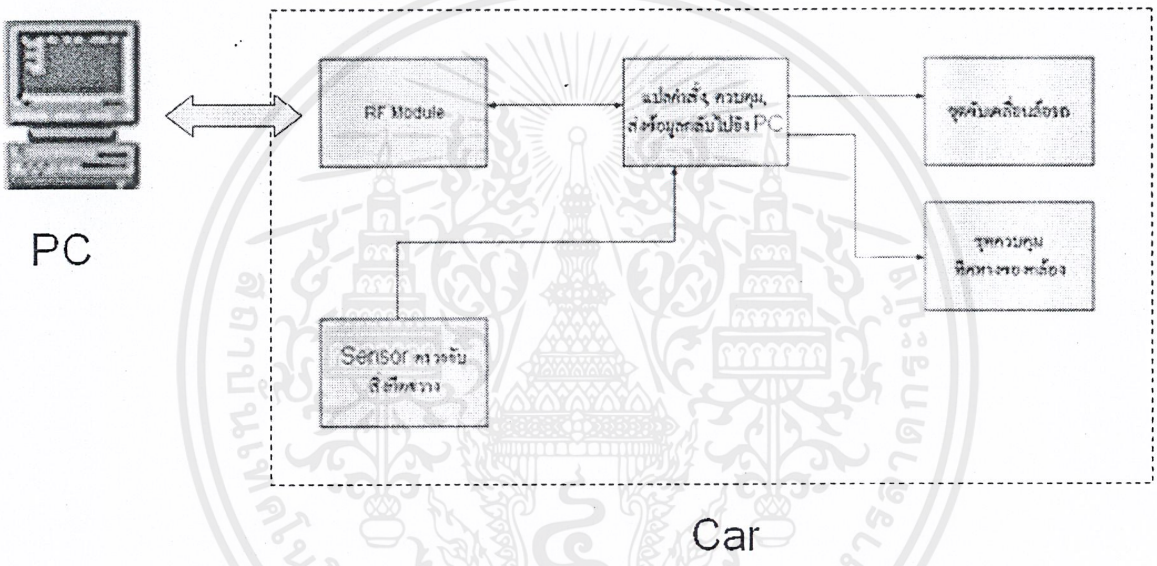
AI

ทำหน้าที่ตัดสินใจการควบคุม รถให้ไปในทิศทางใด โดยจะรับข้อมูล ต่างๆ เข้ามาช่วยในการตัดสินใจแล้วจะส่งคำสั่งนั้น ออกไปยัง RF Module เพื่อส่งต่อไปยังรถเพื่อควบคุม

ค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

เป็นการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดที่รถอยู่ไปยังปลายทางที่มี Cost น้อยที่สุดโดยใช้ least-cost-search algorithms ในการค้นหา

3.2.2 ไดอะแกรมในส่วนของตัวรถ



รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมในส่วนของตัวรถ

RF Module

เป็นในส่วนของการ รับ/ส่งข้อมูลเพื่อการติดต่อระหว่าง PC และตัวรถ

แปลคำสั่ง,ควบคุม,ส่งข้อมูลกลับไปยังPC

ทำหน้าที่รับคำสั่งจาก PC โดยผ่านมาทาง RF Module แล้วทำการแปลความหมายของคำสั่งนั้น เพื่อส่งไปควบคุมการขับเคลื่อนของรถและทิศทางของกล้อง และทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Sensor ตรวจจับสิ่งกีดขวาง และ Sensor รับสัญญาณตำแหน่งของรถ เพื่อนำค่าที่ได้ส่งไปยัง PC เพื่อประมวลผล

ชุดขับเคลื่อนล้อรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นส่วนที่ตอบสนองต่อคำสั่งในการควบคุมรถ การขับเคลื่อนของตัวรถ

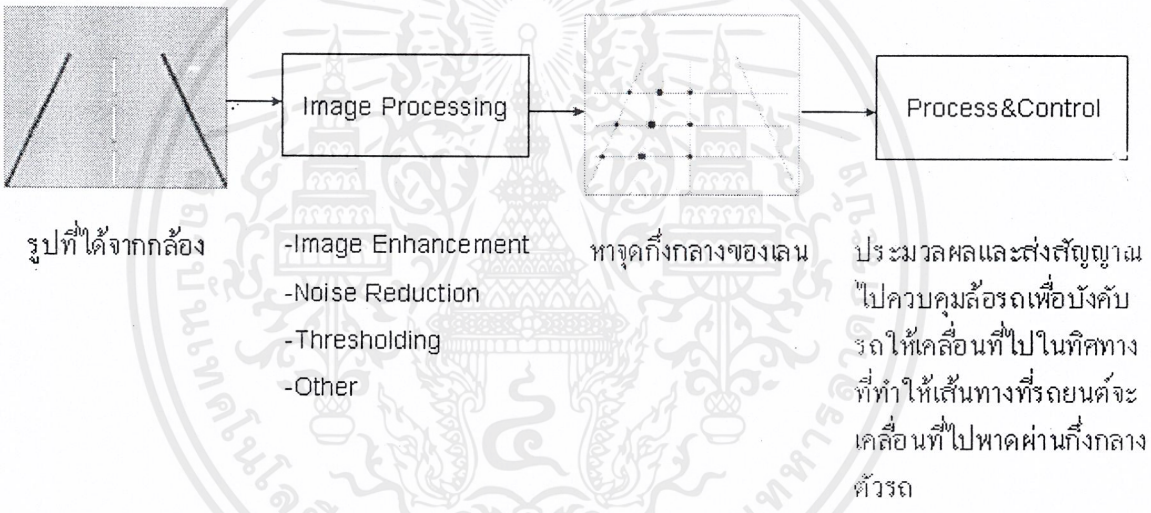
ชุดควบคุมทิศทางกล้อง

เป็นส่วนที่ตอบสนองต่อคำสั่งในการควบคุมกล้องให้หันไปในทิศทางที่ต้องการ

Sensor ตรวจจับสิ่งกีดขวาง

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจสอบสิ่งกีดขวางโดยใช้ Infrared ในการตรวจสอบ

3.3 การวิเคราะห์เพื่อขับเคลื่อนทางตรงและทางโค้ง



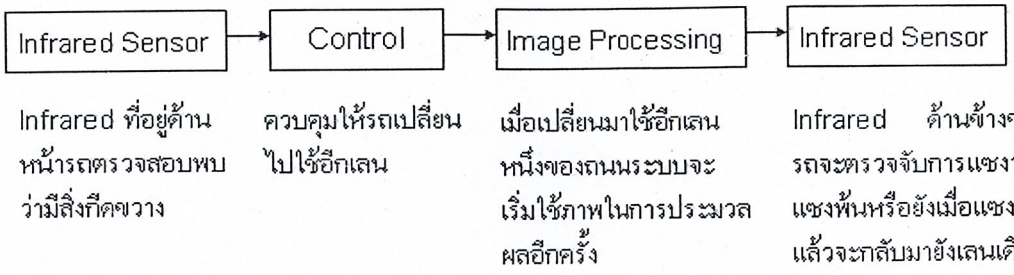
รูปที่ 3.5 การวิเคราะห์เพื่อขับเคลื่อนทางตรงและทางโค้ง

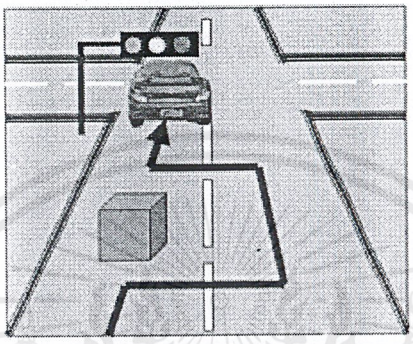
การวิเคราะห์การขับเคลื่อนในทางตรงและทางโค้ง จะเริ่มจากรับสัญญาณภาพเข้ามาแล้วจากนั้นจะทำการประมวลผลภาพเพื่อหาจุดกึ่งกลางของเลนโดย ทำการลากเส้นทางด้านแนวนอนตั้งแต่ ในตำแหน่ง 1/2 ของภาพลงไปถึง 5/6 ของภาพ โดยจะทำทั้งหมดประมาณ 7 เส้น โดยแต่ละเส้นจะทำการหาจุดตัดของของเส้น เมื่อได้จุดตัดต่างๆ จากนั้นจะมาตรวจสอบว่าระยะทางระหว่าง จุดตัดถึงจุดตัดถัดไปเส้นไหนมีความยาวที่สุด และเมื่อได้เส้นที่ยาวที่สุดแล้วก็ทำการหาค่าตำแหน่งกึ่งกลางของปลายทั้ง 2 เส้นนั้น แล้ว วาดไปลงบนจอภาพ (monitor)

3.4 การหลบสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



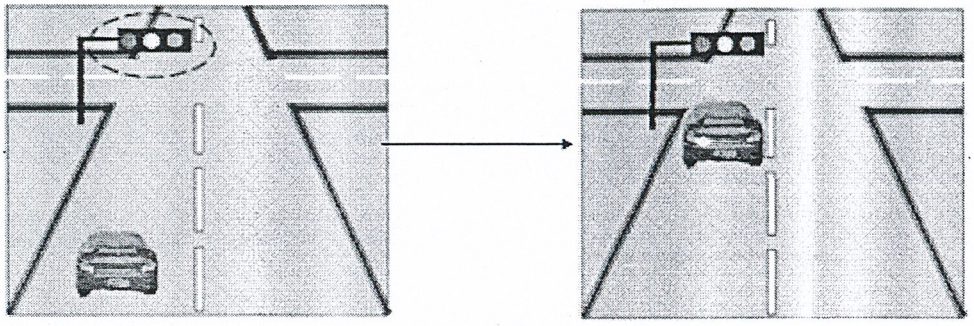


รูปที่ 3.6 แสดงการหลบสิ่งกีดขวาง

การหลบสิ่งกีดขวาง ที่ตัวรถจะติดตั้ง infrared sensor เอาไว้ที่ตัวรถ 3 จุด โดยเมื่อ sensor ที่อยู่ด้านหน้ารถตรวจสอบพบสิ่งกีดขวาง(ระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางและรถน้อยกว่า 20 cm) จะส่งสัญญาณไปบอกกับ pc และหยุดการควบคุมที่เกิดจากการประมวลผลภาพ จากนั้น pc จะส่งสัญญาณไปควบคุมให้รถเปลี่ยนเลน โดยตรวจสอบจาก sensor ที่ติดอยู่ที่ตัวรถทางด้านข้างทั้ง 2 ตัว และจะบังคับให้รถเคลื่อนที่ไปอีกเลนหนึ่ง ระบบจะต้องจำว่าขณะนี้รถอยู่ในเลนใด เมื่อมาอยู่อีกเลนแล้วจะเริ่มใช้การประมวลผลจากภาพอีกครั้ง และบังคับให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและระหว่างนั้นจะตรวจสอบจาก sensor ด้านข้างว่าสามารถแซงพ้นหรือยัง เมื่อแซงพ้นแล้ว ระบบจะบังคับให้รถเปลี่ยนเลนกลับมาเลน ปกติ โดยอาศัย sensor ที่อยู่ด้านข้างของตัวรถตรวจสอบเมื่อสามารถกลับมาเลนปกติได้แล้วนั้นระบบก็ไปเริ่มทำงานในสภาวะปกติต่อไป

3.5 การขับผ่านทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61363



ถ้าหากกล้องจับภาพสัญญาณไฟจราจรได้จะตรวจสอบสัญญาณไฟจราจรขณะนั้น

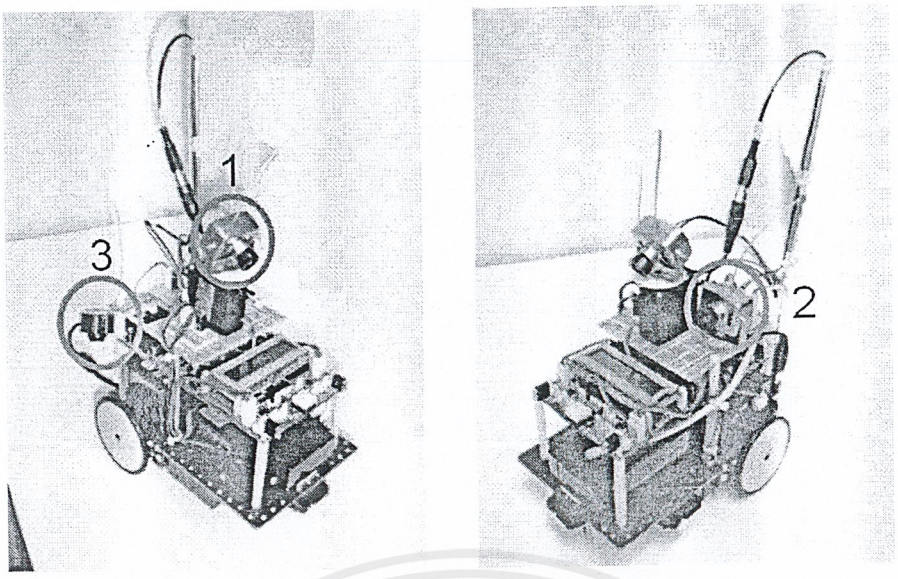
ถ้าพบว่าเป็นสัญญาณไฟแดง ระบบจะสั่งให้รถหยุดจนกว่าจะเป็นไฟเขียว

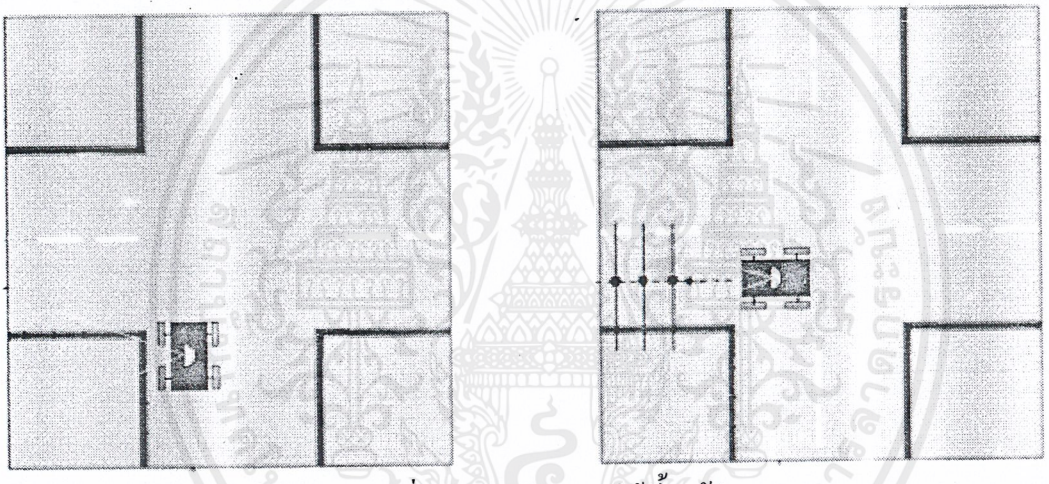
รูปที่ 3.7 การขับผ่านทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร

การตรวจสอบสัญญาณไฟจราจรนั้น ระบบจะตรวจสอบจาก ขนาด สี รูปทรง ตำแหน่งการเรียงตัวของสัญญาณไฟจราจร(ระยะห่างระหว่างไฟแต่และดวงและการเรียงตัวในแนวดิ่ง) โดยการระบุว่าเป็นสัญญาณไฟเขียว หรือว่าไฟแดงนั้น เช่น ถ้าตรวจพบสัญญาณไฟเขียว และไฟเหลือง เราจะระบุว่าขณะนี้เป็นสัญญาณไฟแดงสว่างอยู่ ที่ต้องทำอย่างนี้เพราะภาพที่ได้จากกล้อง เมื่อสัญญาณไฟจราจรติดภาพที่ออกมานั้นจะเป็นสีขาวที่ตำแหน่งดวงไฟนั้นๆ จึงไม่สามารถตรวจสอบการติดของหลอดไฟนั้นได้ จึงอาศัยความสัมพันธ์ของสัญญาณไปจราจรคือ ในช่วงเวลาหนึ่งจะมีไฟเพียงหลอดเดียวเท่านั้นที่จะติด

3.5.1 การเลี้ยวในทางแยก (การเลี้ยวซ้าย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

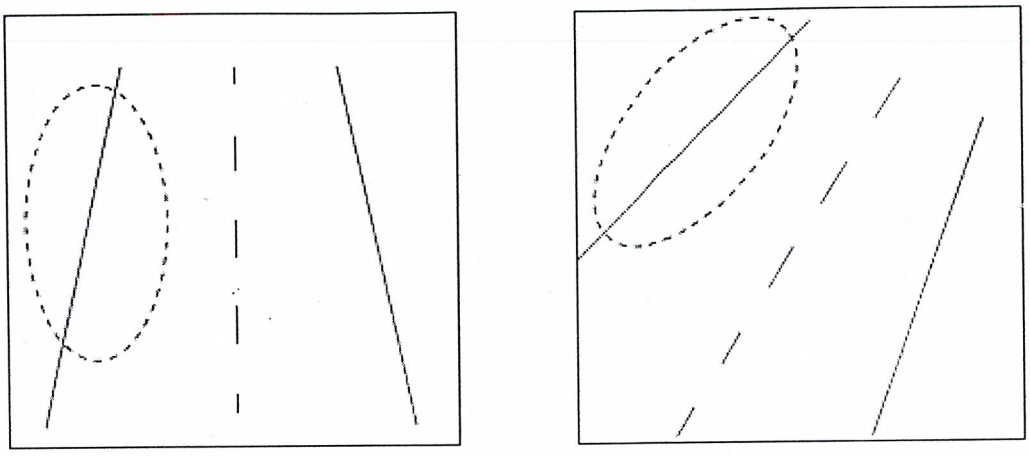




รูปที่ 3.8 การควบคุมรถให้เลี้ยวซ้าย

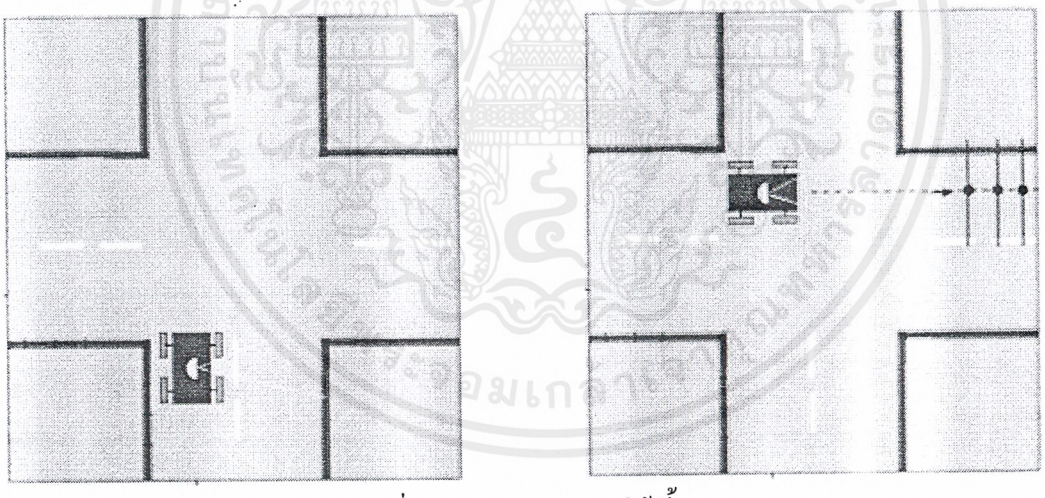
ระบบจะตรวจสอบการมาถึงทางแยกโดยตรวจสอบจากกล้องตัวที่ 2 ถ้าพบเส้นขีดกลางถนนแสดงว่าได้มาถึงทางแยกแล้ว จะทำการปรับกล้องตัวที่ 2 ไปทางซ้ายเพื่อมองหาเลนที่ต้องการไป โดยปกติการควบคุมการเคลื่อนที่ของรถจะเป็นของกล้องตัวที่ 2 แต่เมื่อกล้องตัวที่ 2 ถูกใช้งานอื่นการควบคุมจะถูกเปลี่ยนให้กล้องตัวที่ 1 ทำงานแทน และกล้องตัวที่ 2 จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่าถึงจุดที่สมควรเลี้ยวแล้วหรือยัง เมื่อมาถึงจุดที่สมควรเลี้ยวระบบจะสั่งให้รถหยุดการเคลื่อนที่ จากนั้นจะทำการเลี้ยวรถจนกว่าภาพเส้นแบ่งเลนจะไม่ตั้งฉาก เมื่อภาพเส้นแบ่งเลนไม่ตั้งฉากแล้วจะทำการปรับกล้องจนกว่าจะตั้งฉาก แล้วรถก็จะถูกสั่งให้เลี้ยวจนไม่ตั้งฉากอีก ดังภาพที่ 3.9 จะกระทำอย่างนี้จนกว่ากล้องจะหันตรงกับรถซึ่งในระบบจะรู้ว่าขณะนี้กล้องหมุนเป็นมุมเท่าใดโดยตรวจสอบจากคำสั่งก่อนหน้านี้ เมื่อกล้องหันตรงแล้วแสดงว่ารถได้สามารถเข้าเลนได้แล้ว จากนั้นก็จะขับเคลื่อนไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 การตรวจสอบการตั้งฉากของเส้น

3.5.2 การเลี้ยวในทางแยก (การเลี้ยวขวา)

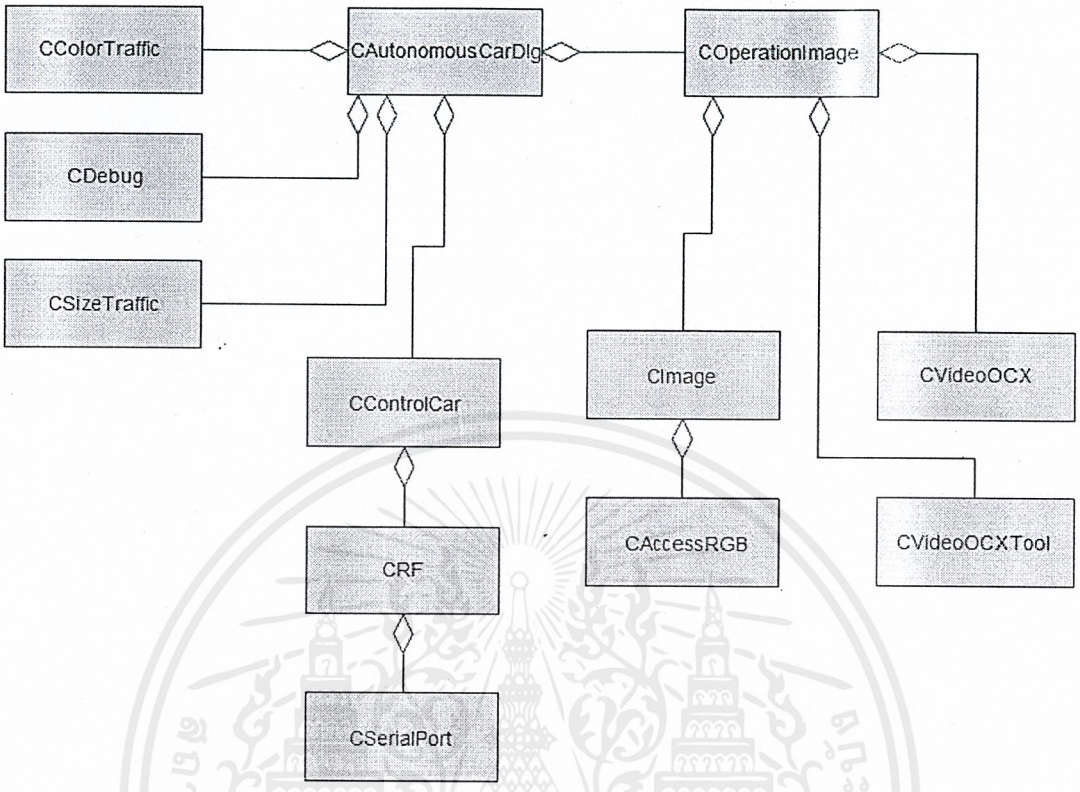


รูปที่ 3.10 การควบคุมรถให้เลี้ยวขวา

การควบคุมการเลี้ยวขวา การทำงานจะเหมือนกับการเลี้ยวซ้ายทุกประการ แต่จะแตกต่างกันตรงที่ ระยะทางที่รถจะหยุดเมื่อถึงจุดที่สมควรจะเลี้ยว จะไกลกว่าการเลี้ยวซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 คลาสไดอะแกรมของระบบ



หน้าที่ของคลาสต่างๆ

ลำดับ	Class	หน้าที่
1	CAutonomousCarDlg	ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ
2	CControlCar	ตัดสินใจว่าจะควบคุมรถอย่างไร
3	CRF	ควบคุมการส่งคำสั่งไปที่ Serial Port
4	CSerialPort	ติดต่อ Serial Port
5	CColorTraffic	กำหนดสีของสัญญาณจราจร
6	CDebug	แสดงผลของการประมวลผลภาพ
7	CSizeTraffic	กำหนดขนาดของสัญญาณจราจร
8	COperationImage	ควบคุมการประมวลผลภาพ
9	CImage	ประมวลผลภาพ
10	CAccessRGB	ควบคุมการเข้าถึงข้อมูลของภาพ
11	CVideoOCX	จัดการรับสัญญาณภาพจากการ์ด capture
12	CVideoOCXTool	ช่วยเหลือการคัดลอกรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 รายละเอียดการทำงานของแต่ละส่วน

- void CAutonomousCarDlg::OnStart()

- void CAutonomousCarDlg::OnStart2()

- void CAutonomousCarDlg::OnStart3()

จุดมุ่งหมาย

เริ่มต้นการรับสัญญาณภาพจากการ์ด Capture โดยมีทั้งหมด 3 กล้อง

ขั้นตอนการทำงาน

1. กำหนดคุณสมบัติของการ Capture
2. ส่งค่า Handle ต่างๆ ให้แก่คลาสหลัก
3. เริ่มต้นการ Capture

- void CAutonomousCarDlg::FindShortestPath(CTableDijkstra *m_RealTablet,int x, int sum,int num,char m_Roadt)

จุดมุ่งหมาย

ค้นหาเส้นทางจากจุดที่รถอยู่ไปยังปลายทางที่สั้นที่สุด

ขั้นตอนการทำงาน

1. ค้นหาจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทางให้ครบทุกรูปแบบ(ดูได้จาก 2.5 หน้า 6)
2. เปรียบเทียบหาเส้นทางที่สั้นที่สุด
3. return เส้นทางที่สั้นที่สุด

- void CAutonomousCarDlg::OnDebugMonitor()

จุดมุ่งหมาย

แสดงผลของการประมวลผลภาพ

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับ input มาว่าต้องการแสดงภาพรูปแบบใด จากกล้องใด
2. แสดงภาพตามเงื่อนไขข้อ 1

- void CAutonomousCarDlg::OnSettingConfigtrafficcolor()

จุดมุ่งหมาย

กำหนดสีของสัญญาณจราจรเพื่อใช้ในการตรวจสอบในภายหลัง

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับ input มาว่าต้องการกำหนดสัญญาณจราจรสีใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รับ สีจากการคลิกเมาส์ที่จุดสีนั้นๆ
3. บันทึกสีในข้อ 2 ให้กับค่าสัญญาณไฟจราจรสีใน ข้อ 1

- void CAutonomousCarDlg::OnSettingSizetrafficlight()

จุดมุ่งหมาย

กำหนดขนาดของสัญญาณจราจร

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับขนาดที่เล็กที่สุดของไฟสัญญาณจราจร(เราเป็นผู้กำหนดเองก่อนการใช้งาน)
2. รับขนาดที่ใหญ่ที่สุดของไฟสัญญาณจราจร(เราเป็นผู้กำหนดเองก่อนการใช้งาน)
3. บันทึกค่าทั้งหมดเอาไว้

- void CAutonomousCarDlg::SetWeight(int index)

จุดมุ่งหมาย

กำหนดค่าระยะทางของเส้นทาง

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับตำแหน่งเส้นทางที่ต้องการเปลี่ยน
2. รับค่าใหม่
3. บันทึกค่าใหม่ลงในเส้นทางนั้นๆ

- bool COperationImage::DetectLightTraffic()

จุดมุ่งหมาย

ตรวจสอบว่าสัญญาณไฟจราจรในขณะนี้เป็นสัญญาณไฟสีใด

ขั้นตอนการทำงาน

1. ตรวจสอบสี
2. ตรวจสอบขนาด(จำนวน Pixel) โดยอ้างอิงจากขนาดที่เรากำหนดก่อนการใช้งานและระบบจะคำนวณออกจากขนาดที่เรากำหนดออกมาเป็น pixel แล้วเปรียบเทียบ
3. ตรวจสอบรูปทรง(ความกว้างและความสูง)โดยอ้างอิงจากขนาดที่เรากำหนดก่อนการใช้งาน
4. ตรวจสอบ ระยะห่างระหว่างสัญญาณไฟแต่ละดวง และการเรียงตัวของสัญญาณจราจร โดยตรวจสอบว่า เรียงตัวในแนวดิ่งตรงกันหรือไม่
5. นำผลจากข้อที่ 1-4 มาวิเคราะห์ว่าเป็นสัญญาณจราจรสีใด

- bool COperationImage::FindJunctionoForGo()

จุดมุ่งหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบว่ามีทางแยกอยู่หรือไม่

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับสัญญาณภาพ
2. ตรวจสอบขนาดของเส้นทางแนวนอนถ้ามีขนาด มากกว่า3/5 ของความกว้างของภาพ

- int COperationImage::FindYellowLine()

จุดมุ่งหมาย

ตรวจสอบว่าเส้นแบ่งเลนเป็นเส้นทึบหรือเส้นประ และมีหรือไม่

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับสัญญาณภาพ
2. ตรวจสอบความต่อเนื่องของเส้นโดยตรวจสอบจากเส้นสแกนทางแนวนอน จำนวน 3 เส้น ถ้าทั้ง 3 มีจุดตัดทั้ง 3 เส้น แสดงว่าเป็นเส้นทึบ ถ้ามีเส้นใดเส้นหนึ่ง ไม่มีจุดตัดแสดงว่าเป็นเส้นประ แต่ถ้าไม่มีจุดตัดทั้ง 3 เส้นแสดงว่าไม่มีเส้นแบ่งเลน

- void COperationImage::ThresholdbySelf(CV target,int forword)

จุดมุ่งหมาย

ทำการ threshold ภาพโดยจะหาค่า Threshold ที่เหมาะสมกับภาพนั้นๆ

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับสัญญาณภาพ
2. หาค่า threshold ที่เหมาะสมกับความสว่างของภาพนั้นๆ โดยแปลงภาพเป็นภาพขาว-ดำ แล้วนำเข้า ฮิสโตรแกรม เราจะพบว่า จะเกิดกลุ่มของข้อมูลทั้งหมด 2 กลุ่ม โดย กลุ่มแรกเป็นกลุ่มของข้อมูลพื้นถนน และ อีกกลุ่มที่มีความสว่างของภาพมากกว่าจะ เป็นกลุ่มของเส้น เราจะหาค่า threshold ได้จากจุดกึ่งกลางระหว่างกลุ่มข้อมูลทั้งสอง
3. ทำการ threshold ภาพด้วยค่าที่หาได้จากข้อ 2

- bool CMImage::IsLineZebra(int Line)

จุดมุ่งหมาย

ค้นหาว่ามีทางม้าลายอยู่หรือไม่

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับสัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตรวจสอบภาพว่ามีลักษณะที่เป็นทางม้าลายหรือไม่ โดยตรวจสอบจากเส้นสแกนทางแนวนอนว่า เกิดกลุ่มของข้อมูลที่เรียงตัวกัน มากกว่า 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขนาดที่อยู่ในช่วงที่กำหนด

- void CAutonomousCarDlg::OnConnect()

จุดมุ่งหมาย

ติดต่อกับ Serial Port

ขั้นตอนการทำงาน

1. ตรวจสอบว่า Serial Port นั้นๆ เปิดใช้อยู่หรือไม่
2. ถ้ายังไม่ได้ถูกเปิดไว้ก็เปิด Port นั้นๆ

- void CAutonomousCarDlg::OnClose()

จุดมุ่งหมาย

ปิดการทำงานของระบบ

ขั้นตอนการทำงาน

1. ปิดการทำงานของ Thread
2. ปิดการทำงานของการ Capture ภาพ
3. ปิดการทำงานของ Serial Port
4. ปิดโปรแกรม

- void CAutonomousCarDlg::OnPause()

จุดมุ่งหมาย

หยุดการเคลื่อนที่ของรถชั่วคราว

ขั้นตอนการทำงาน

1. กำหนดค่าให้ flag ให้เป็น Pause
2. เปลี่ยนคำสั่งควบคุมรถทุกคำสั่งให้ เป็นคำสั่งหยุดรถแทน
3. ส่งคำสั่งนั้นออกไป

- void CAutonomousCarDlg::OnRun()

จุดมุ่งหมาย

เริ่มการเคลื่อนที่ของรถ

ขั้นตอนการทำงาน

1. กำหนดค่าให้ flag ให้เป็น Run

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่งคำสั่งควบคุมรถตามปกติ

- void CAutonomousCarDlg::OnStartpoint()

จุดมุ่งหมาย

เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นของรถเพื่อใช้ในการ Route หาเส้นทางที่สั้นที่สุด

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับจุดที่ เมาส์คลิก
2. เปลี่ยนตำแหน่งที่เมาส์คลิกเป็นตำแหน่งในฐานข้อมูล
3. บันทึกจุดนั้นเป็นจุดเริ่มต้น

- void CAutonomousCarDlg::Quit()

จุดมุ่งหมาย

เพื่อหยุดการทำงานของเทรด **(Thread)**

ขั้นตอนการทำงาน

1. เปลี่ยนค่า flag ให้เป็น FALSE
2. ทำลายเทรด **(Thread)**

- bool COperationImage::FindCenterLendToGO (CPoint *Out)

จุดมุ่งหมาย

เพื่อหาจุดกึ่งกลางของเลนเพื่อใช้ในการควบคุมรถ

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับสัญญาณภาพ
2. หาจุดกึ่งกลางของเลน (อ้างอิง 3.3)
3. อ้างอิงกับจุดอื่น
4. return จุดที่น่าจะเป็นจุดกึ่งกลางของเลนที่สุด

- bool COperationImage::IsStopForJunction()

จุดมุ่งหมาย

เพื่อหาตำแหน่งที่จะต้องหยุดรถเพื่อทำการเลี้ยว

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับสัญญาณภาพ
2. หาระยะห่างจากทางแยก
3. ถ้าเข้าใกล้เส้นมากกว่า 5 ซม.สมควรหยุดแล้วให้เปลี่ยนสถานะเป็นการเลี้ยวแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- bool CMImage::IsNoise(int X, int Y, int NoiseVal,CV type)

จุดมุ่งหมาย

เพื่อตรวจสอบว่าจุดนั้นๆ เป็นสัญญาณรบกวนหรือไม่

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับสัญญาณภาพ
2. หาขนาดของจุดพิกเซลที่ต่อเนื่อง
3. ถ้ามีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดแสดงว่าเป็นไม่ได้เป็นสัญญาณรบกวน

- void CMImage::MarkArrow(CPoint up, CPoint down)

จุดมุ่งหมาย

เพื่อวาดภาพรูปลูกศรบนจอภาพ

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับตำแหน่งที่จะวาด
2. ทำการวาดรูปลงไปในตำแหน่งที่กำหนด

- void CMImage::MarkDot(CPoint Point,CAccessRGB color)

จุดมุ่งหมาย

เพื่อวาดภาพรูปจุดบนจอภาพ

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับตำแหน่งที่จะวาด
2. ทำการวาดจุดลงไปในตำแหน่งที่กำหนด

- void CRF::ClearBufferRead()

จุดมุ่งหมาย

เพื่อลบข้อมูลที่อยู่ในบัฟเฟอร์ของ Serial Port

ขั้นตอนการทำงาน

1. ลบข้อมูลในส่วนของการอ่านของ Serial Port นั้นๆ

- void CRF::SendCommand(char *Data,int Number)

จุดมุ่งหมาย

เพื่อส่งข้อมูลออกไปทาง Serial Port

ขั้นตอนการทำงาน

1. รับคำสั่งอักษรที่จะส่งออกไป
2. ส่งอักษรนั้นออกไปยัง Serial Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

ผลของการทดสอบ

4.1 คุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับโปรแกรม (Hardware Specification)

4.1.1 กล้องถ่ายภาพวิดีโอ

1. ควรใช้กล้องวิดีโอกับการ์ดจับภาพ เพราะจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้กล้องแบบ Webcam แต่ทั้งนี้ขึ้นกับคุณภาพของกล้องและการ์ดจับภาพด้วย เนื่องจากกล้องเว็บแคมส่วนมากมักมี Respond Time ต่ำ
2. ควรเลือกใช้กล้องถ่ายภาพและการ์ดจับภาพที่มีเฟรมเรตสูงๆ เพราะหากสามารถถ่ายภาพได้เฟรมเรตสูงเท่าใด จะทำให้สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น และภาพที่จับได้แต่ละเฟรมก็จะชัดเจนยิ่งขึ้นส่งผลให้ตรวจจับได้ง่าย
3. ตัวกล้องหรือระบบจับภาพ (ขึ้นกับ Driver) ควรเลือกปรับแสงสี White Balance และ Gain Control ได้เอง เพราะหากใช้กล้องที่มีระบบ Auto White Balance หรือ Auto Gain Control จะทำให้เราไม่สามารถควบคุมแสงและสีของภาพได้ ทำให้ได้ภาพที่มีสีผิดเพี้ยนไปจนตรวจจับไม่ได้

อย่างไรก็ตามโครงการนี้เลือกใช้กล้องไร้สายที่เลือกปรับ White Balance และ Gain ได้เอง เพราะใช้สนามขนาดจำลองทดสอบ อีกทั้งการหากล้องวิดีโอกับการ์ดจับภาพคุณภาพดีนั้น ค่อนข้างยากและหากจะซื้อจะต้องใช้งบประมาณมาก

4.1.2 อุปกรณ์จับภาพ (Video Capture Device)

1. ควรเลือกใช้การ์ดที่มีเฟรมเรตสูงๆ (ซึ่งโดยทั่วไปจะมีอัตราขั้นต่ำอยู่ที่ 25 ถึง 30 เฟรมต่อวินาที) คุณภาพของภาพที่จับได้ขึ้นอยู่กับทั้งตัวกล้องถ่ายภาพและตัวการ์ดจับภาพด้วย
2. ควรเลือกใช้อุปกรณ์จับภาพแบบติดตั้งภายใน (Internal) แบบการ์ด PCI หรือใช้แบบการ์ดแสดงผลที่รับสัญญาณเข้าได้ เพราะจะมีเฟรมเรตและการตอบสนองที่ไวกว่าแบบใช้งานภายนอก (External) ที่เชื่อมต่อผ่านทาง USB

4.1.3 คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานโปรแกรม (Minimum System Requirement)

- CPU ที่มีความเร็วอย่างน้อย 2 GHz หรือเทียบเท่า
- RAM 512 MB
- Display Card 32-bit color supported
- Harddisk Space 5 MB
- Video Input Device (Video Capture Card) with DirectShow Supported
- Mirosoft Window XP

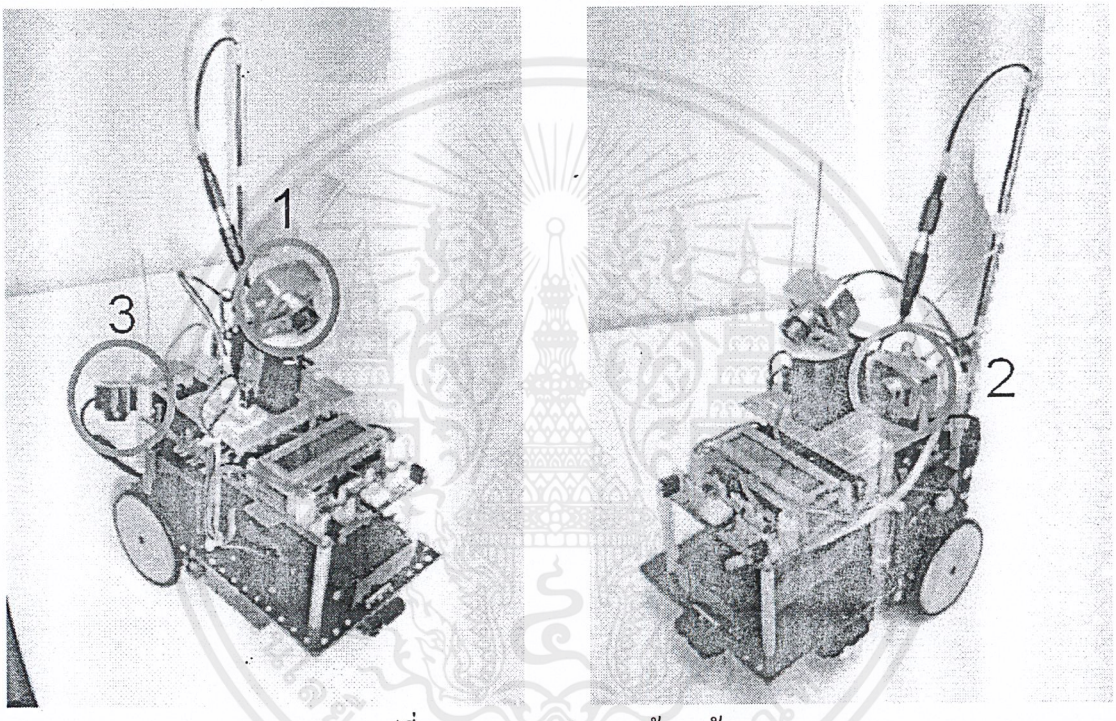
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Microsoft DirectX 8.1 or higher installed
- VideoOCX installed

4.2 ส่วนประกอบการทดลอง

4.2.1 รถจำลองพร้อมกล้อง

รถจำลองเราจะใช้รถ 3 ล้อ และมีกล้องไร้สายที่ติดอยู่ที่ตัวรถ 3 ตัว ใช้การควบคุมโดย Microcontroler MCS51 มีชุดรับส่งข้อมูลในรถยนต์จำลอง 1 ตัว และ คอมพิวเตอร์ 1 ตัว กล้องจะต้องว่างอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องระบบจึงจะทำงานได้อย่างถูกต้อง

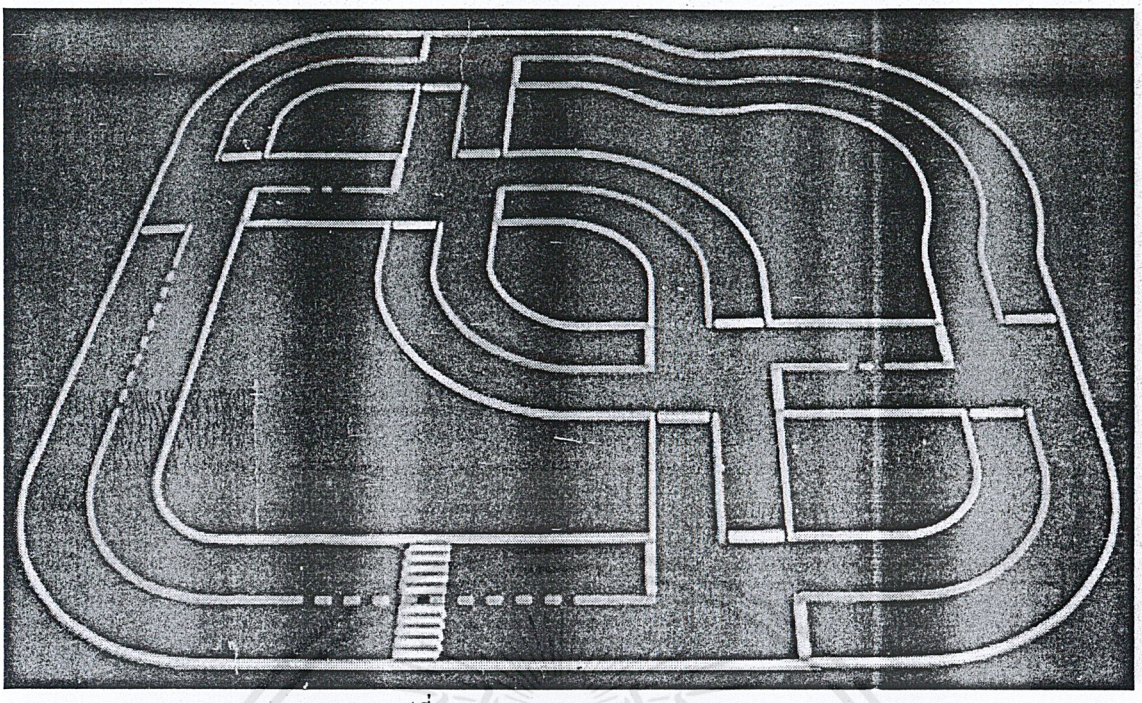


รูปที่ 4.1 แสดงรถจำลองพร้องกล้อง

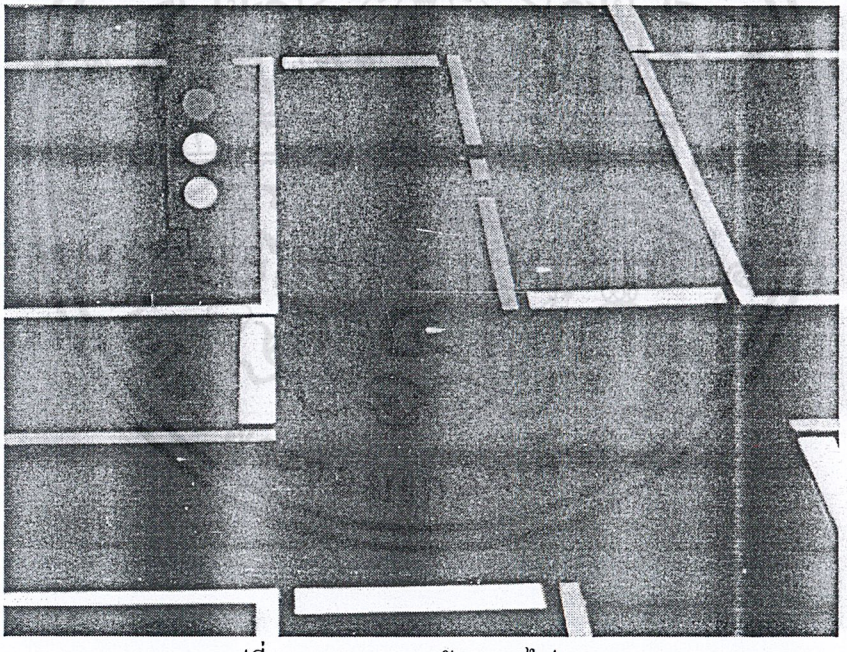
4.2.2 สนามจำลองและสัญญาณไฟจราจร

สนามจำลองจะประกอบไปด้วยแยก 6 แยก โดยแยกที่มี 4 แยก มีทั้งหมด 2 แยก และแยกที่มี 3 แยกมีทั้งหมด 4 แยก สัญญาณไฟจราจรเป็นลักษณะแนวตั้งใช้สวิทต์ในการเปลี่ยนสัญญาณไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงภาพสนามจำลอง



รูปที่ 4.3 แสดงภาพสัญญาณไฟจราจร

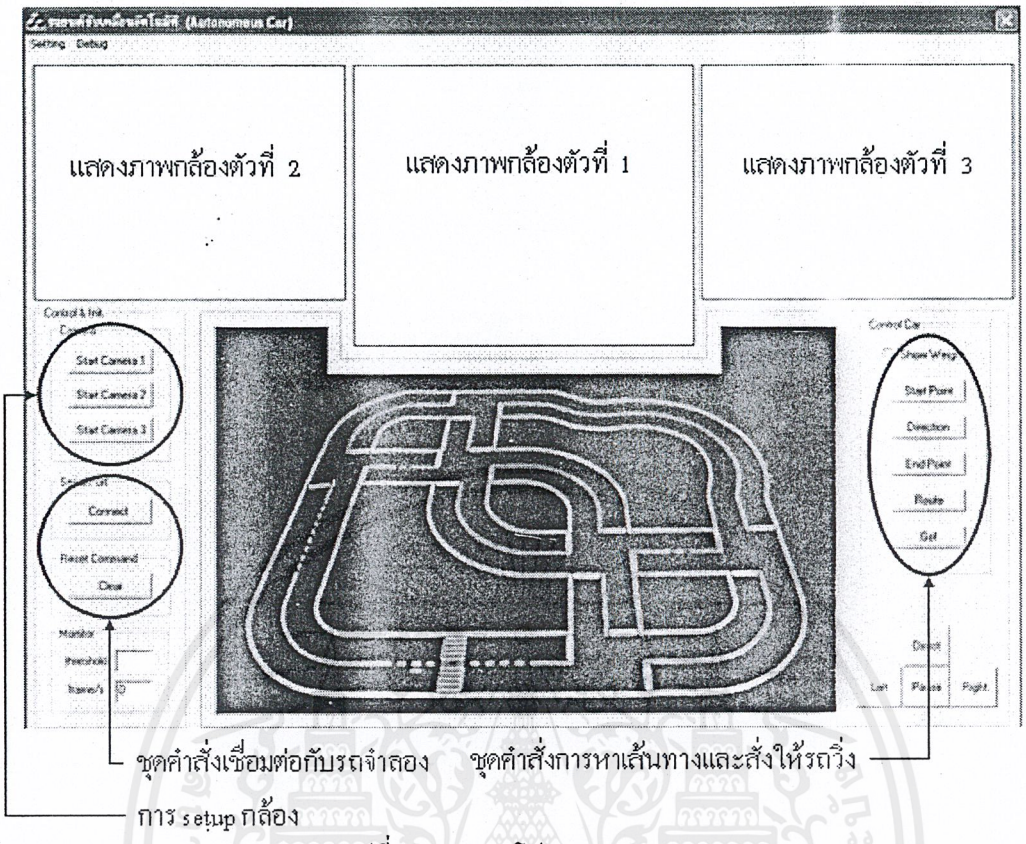
4.2.3 โปรแกรมควบคุม

โปรแกรมควบคุมจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆคือ

1. ส่วนนำภาพออกมาแสดงและประมวลผลภาพ
2. ส่วนชุดคำสั่งการเชื่อมต่อกับรถยนต์จำลอง
3. ส่วนของการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดแล้วสั่งให้รถจำลองวิ่งไปโดยอัตโนมัติ
4. ส่วนของการ setup กล้องให้โปรแกรมมองเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยรายละเอียดการติดตั้งและการใช้งานโปรแกรมดูได้ในภาคผนวก



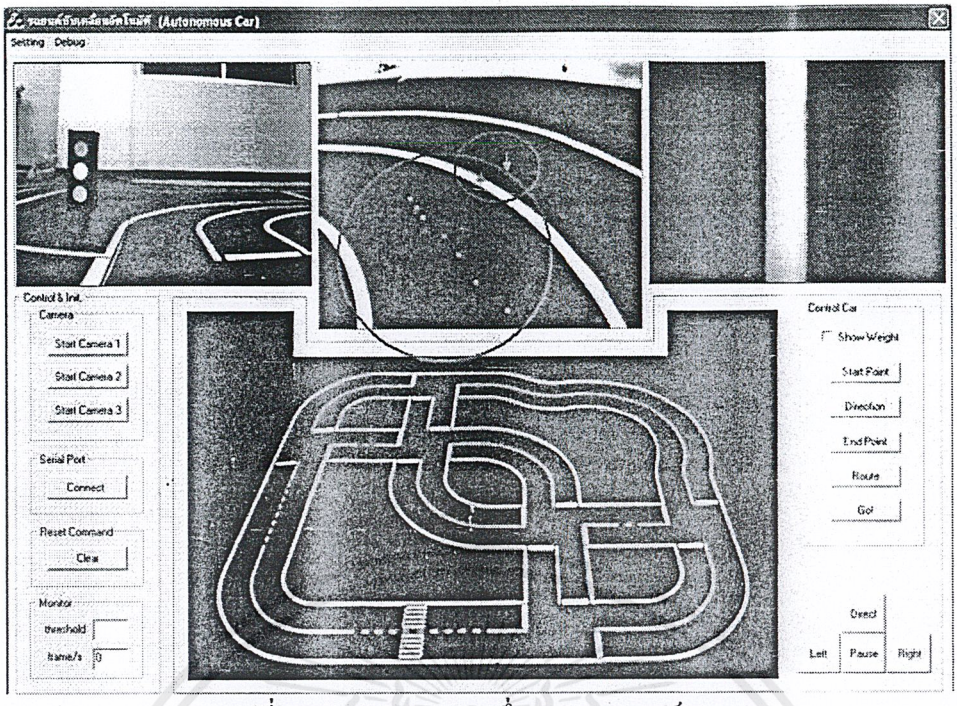
รูปที่ 4.4 แสดงโปรแกรมควบคุม

4.3 การทดลองโปรแกรม

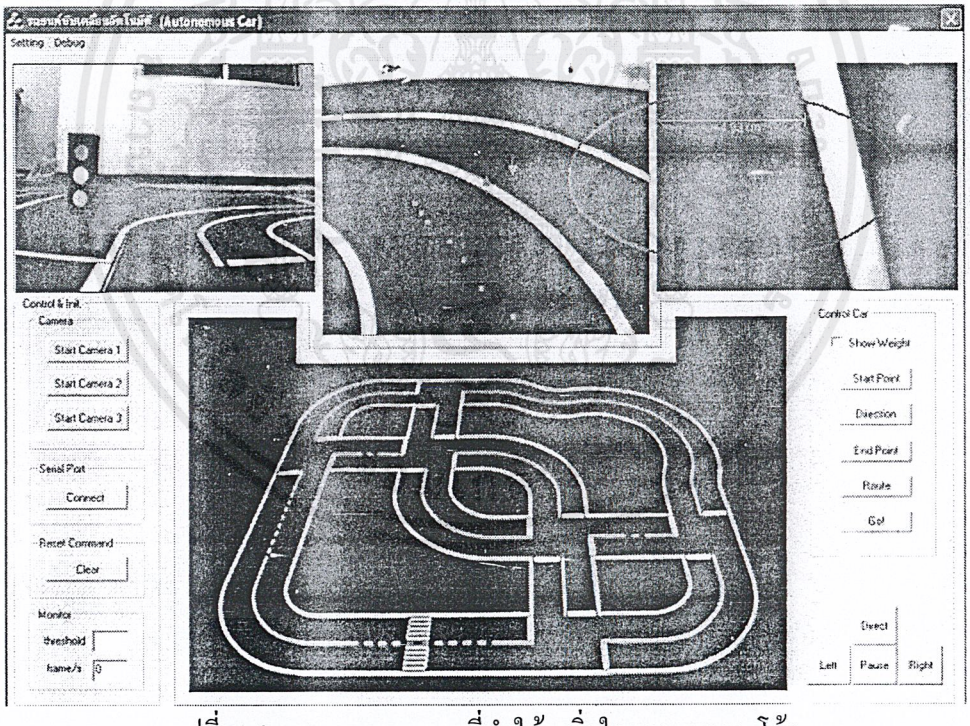
4.3.1 การทดสอบวิ่งในทางตรง ทางโค้ง

การวิ่งในทางตรงปกติเราจะใช้การหาจุดกึ่งกลางของถนนและบังคับให้รถจำลองวิ่งอยู่ในถนน โดยดูได้จากภาพของกล้องตัวที่ 1 ส่วนการบังคับรถในทางโค้งจะใช้กล้องตัวที่ 3 ในการหาระยะห่างระหว่างตัวรถจำลองกับถนน ให้มีขนาดพอดีไม่ออกห่างหรือเข้าใกล้มากเกินไป ทำรถไม่หลุดออกนอกถนน ผลการทดสอบ 10 ครั้ง ผิดพลาด 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงการหาจุดกึ่งกลางของเลนส์ถนน

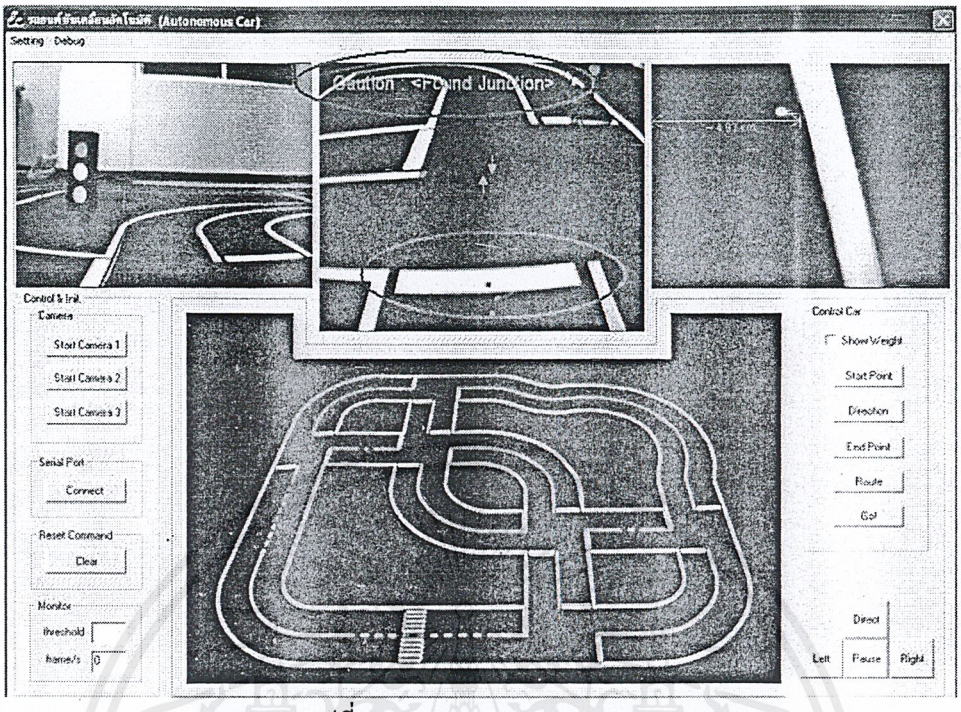


รูปที่ 4.6 แสดงการหาระยะที่ทำให้รถวิ่งในทางตรงและโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดสอบการเคลื่อนที่ผ่านทางแยก (3, 4 แยก)

การควบคุมรถจำลองให้วิ่งผ่านทางแยกนั้นระบบต้องตรวจพบเจอแยกก่อน ดังรูป



รูปที่ 4.7 แสดงการตรวจพบแยก

การเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหลังจากพบแยกแล้ว ผลการทดสอบ 10 ครั้ง ผิดพลาด 1 ครั้ง

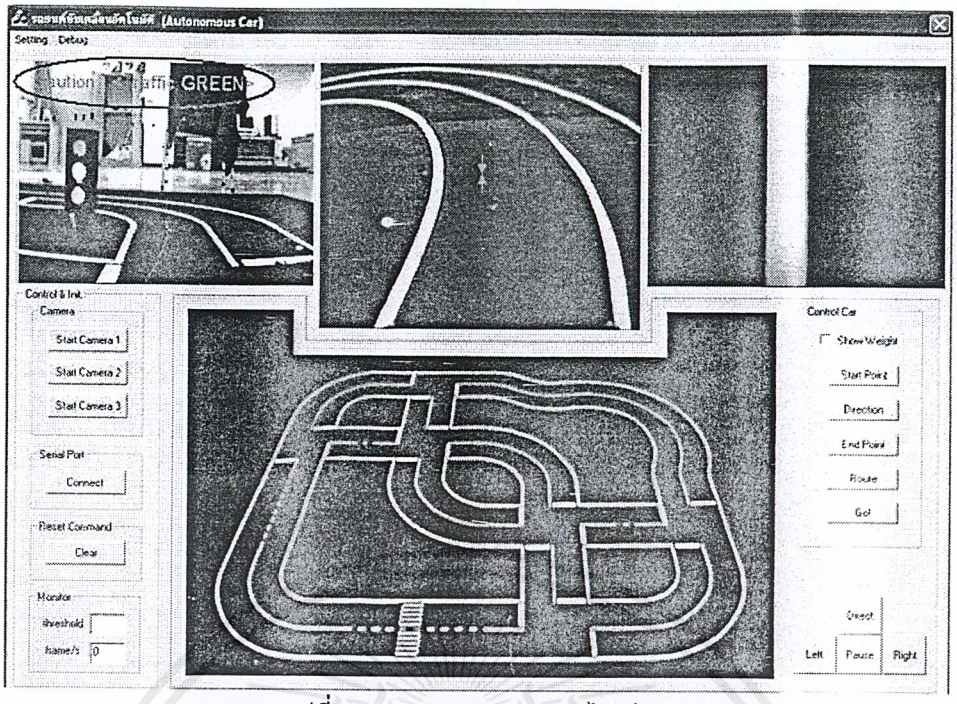
4.3.3 การทดสอบเลี้ยวซ้ายและขวาในทางแยก

การควบคุมรถจำลองให้เลี้ยวซ้ายและขวา จำเป็นต้องตรวจพบแยกเหมือนกับ รูปที่ 4.7 แล้วสั่งให้รถจำลองเลี้ยวซ้าย หรือว่าเลี้ยวขวาตามเส้นทางที่กำหนดไว้แล้วก่อนหน้า ผลการทดสอบ 10 ครั้ง ผิดพลาด 3 ครั้ง

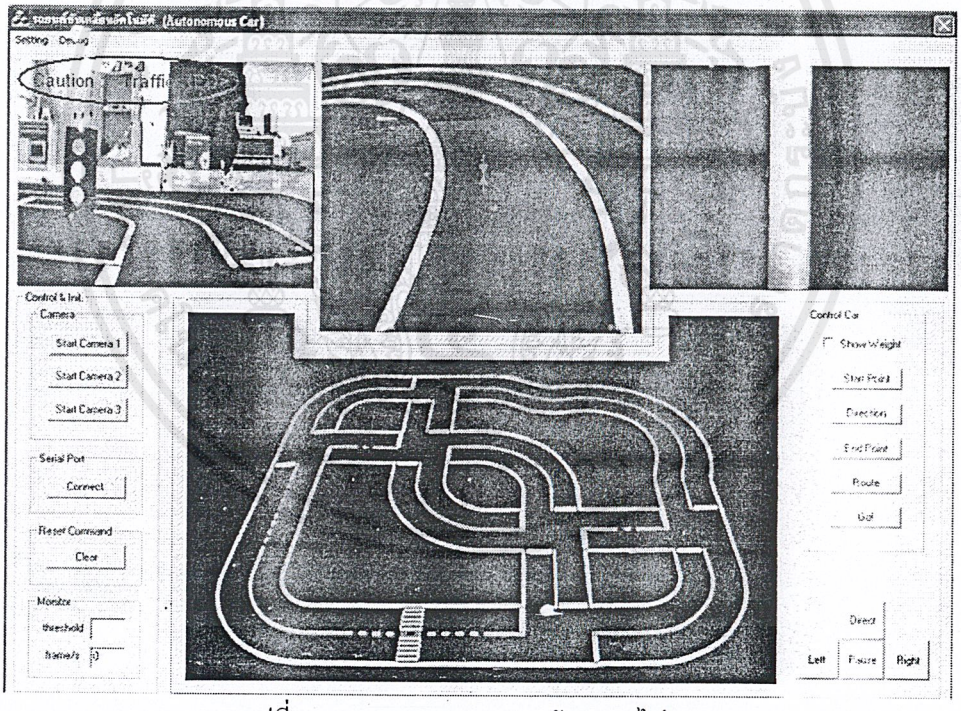
4.3.4 การทดสอบการตรวจสอบสัญญาณไฟจราจร

การตรวจสอบสัญญาณไฟมี 2 สี คือ สัญญาณไฟแดงกับสัญญาณไฟเขียว โดยใช้กล้องตัวที่ 2 ในการตรวจสอบ การตั้งค่าการตรวจสอบสามารถดูวิธีการตั้งค่าได้จาก ภาคผนวก ผลการทดสอบสัญญาณไฟแดง 10 ครั้ง ผิดพลาด 1 ครั้ง และ ผลการทดสอบสัญญาณไฟเขียว 10 ครั้ง ผิดพลาด 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงการตรวจพบไฟเขียว

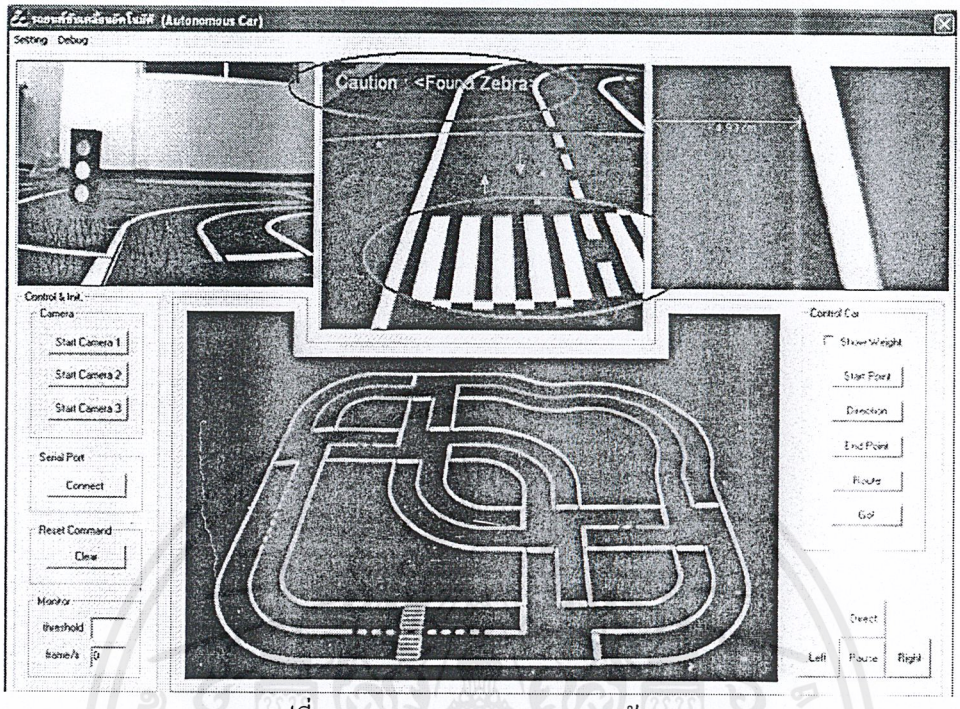


รูปที่ 4.9 แสดงการตรวจพบสัญญาณไฟแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 การทดสอบการตรวจสอบทางม้าลาย

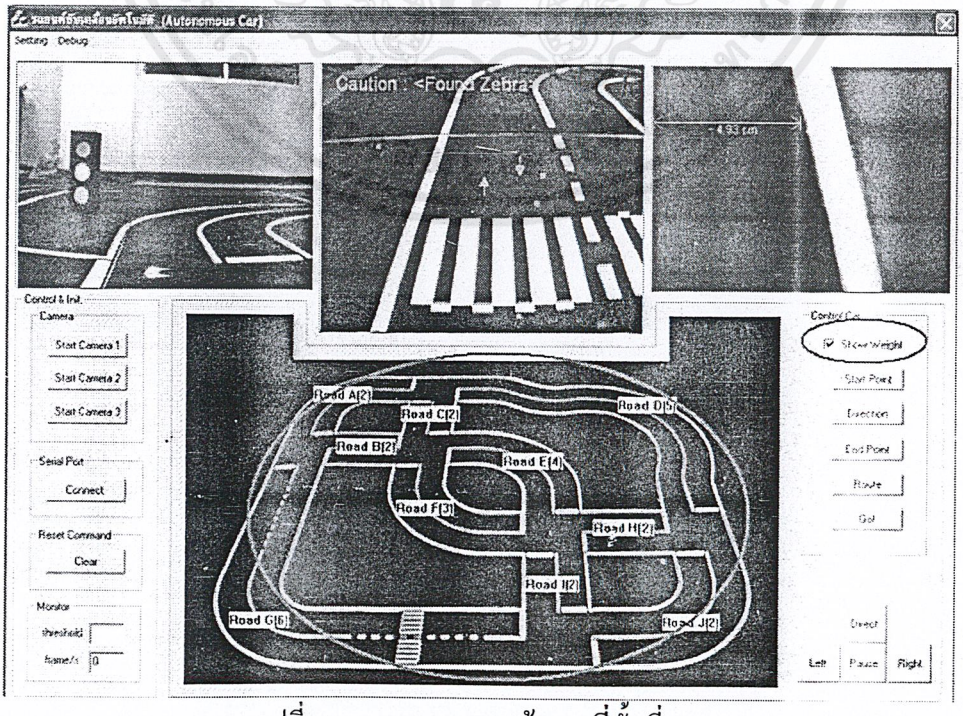
การตรวจสอบทางม้าลายจะใช้กล้องตัวที่ 1 ระบบจะตรวจสอบเองโดยอัตโนมัติ เมื่อตรวจพบทางม้าลายจะขึ้นข้อความแสดงว่าเจอแล้ว ผลการทดสอบ 10 ครั้ง ผิดพลาด 1 ครั้ง



รูปที่ 4.10 แสดงการตรวจพบทางม้าลาย

4.3.6 การทดสอบการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและเคลื่อนที่ไปยังจุดหมาย

การหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ดูวิธีการหาได้จากภาคผนวก ผลการทดสอบ 10 ครั้ง ผิดพลาด 0 ครั้ง



รูปที่ 4.11 แสดงการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ปัญหาและอุปสรรค

1. เกิดการสะท้อนของแสงของถนนจำลอง
2. การตรวจสอบสีเหลืองทำได้ยาก เนื่องจากเกิดการสะท้อนของแสง และตัวกล้องจะทำการปรับแสงทำให้ภาพที่ได้จากกล้องที่เป็นสีเหลืองกลายเป็นสีขาวทำให้ยากต่อการตรวจสอบ
3. ตัวกล้องจะปรับแสง (Auto White Balance) ทำให้ภาพที่ได้ยากต่อการตรวจสอบ
4. ตัวกล้องเป็นชนิดไร้สาย ทำให้บางครั้งเมื่อมี สิ่งกีดขวาง หรือ บุคคลมาบังทิศทางของการส่งสัญญาณ จะทำให้ภาพกระพือ หรือภาพล้ม
5. การติดตั้ง Driver ของ Card Capture เนื่องจาก Video OCX แยกแยะความแตกต่างของ Card Capture จากชื่อทำให้จะต้องใช้การ์ดที่ชื่อต่างกัน
6. แสงของสภาพแวดล้อมส่งผลต่อการทำงานของระบบ

4.5 ข้อจำกัดของโปรแกรม

1. แสงที่สว่างมากเกินไปอาจทำให้การประมวลผลภาพผิดเพี้ยนได้
2. ในสนามจำลองยังสามารถมีรถได้เพียงแค่คันเดียวเท่านั้น
3. ในสนามจำลองมีสิ่งกีดขวางเพียงจุดเดียวเท่านั้น
4. ยังไม่สามารถเลี้ยวในโค้งที่หักศอกที่ไม่ใช่แยกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ระบบสามารถทำงานได้ดีในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้จริงในถนน อาจพัฒนาปรับปรุงให้สามารถใช้ได้จริง ระบบสามารถทำการหาเส้นทางที่ดีที่สุดได้ในแผนที่ในโปรแกรมเท่านั้น และสามารถควบคุมให้รถวิ่งไปในทิศทางที่ถูกต้องได้ รถยนต์จำลองสามารถเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวาในทางแยกได้ สามารถวิ่งในทางตรงและทางโค้งได้ สามารถวิ่งผ่านทางแยกได้ โดยไม่ต้องมีเส้นแบ่งเลนในทางแยก สามารถควบคุมให้รถยนต์ทำการแซงสิ่งกีดขวางที่ขวางช่องทางการจราจรได้ สามารถหยุดได้เมื่อพบทางม้าลาย และหยุดในทางแยกเมื่อพบสัญญาณไฟจราจรสีแดง และเมื่อพบสัญญาณไฟจราจรสีเขียวก็สามารถวิ่งผ่านไปได้เลย

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อ อุปกรณ์จำพวกกล้องต้องการความแม่นยำและความคมชัดสูงและระยะในการควบคุมที่ดีพอสมควร แต่อุปกรณ์ดังกล่าวจะมีราคาแพง ถ้าสามารถใช้อุปกรณ์ดังกล่าวได้ก็จะทำให้ระบบทำงานดีขึ้น และมีความแม่นยำมากขึ้น รวมถึงสามารถใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายยิ่งขึ้น

แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่นๆ

1. ปรับปรุงให้สามารถทนต่อแสงที่รบกวน เช่นแสงในถนนจริง
2. เพิ่มเติมในส่วนของการมองวัตถุ เพื่อแยกแยะออกจากถนน
3. เพิ่มเติมในส่วนของการชะลอรถ เพื่อตัดสินใจ
4. เพิ่มเติมในส่วนของการตรวจสอบป้ายจราจร
5. เพิ่มเติมในส่วนของการวิ่งในถนนที่ไม่มีเส้นแบ่งการจราจร
6. เพิ่มเติมในส่วนของการมองด้านหลัง เพื่อควบคุมการถอย
7. เพิ่มเติมในส่วนการจอดข้างทางเท้าให้ชิดที่สุด
8. เพิ่มเติมในส่วนของการควบคุมให้รถสามารถเข้าไปจอดยังที่จอดรถได้โดยอัตโนมัติ
9. เพิ่มเติมในส่วนของการหาเส้นทางที่ดีที่สุด เช่น จากข้อมูลการจราจรที่คับคั่ง เวลา สถานที่ และจำนวนที่ต้องผ่านสัญญาณไพจราจร เป็นต้น
10. เพิ่มเติมการเรียนรู้เส้นทางใหม่ที่ไม่รู้จัก(ไม่มีข้อมูลในระบบ) เพื่อ Update ข้อมูลเส้นทางในระบบโดยอัตโนมัติ
11. ปรับปรุงและเพิ่มเติมให้ระบบสามารถใช้งานได้จริงในถนนจริง
12. เพิ่มเติมในส่วนของการตรวจสอบสภาพถนน ภูมิอากาศ สภาพแสง เพื่อใช้ในการ กำหนดความเร็วของรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. Rafael C. Gonzalez,Richard E. Woods,Digital Image Processing. New Jersey : Prentice-Hall,2002.
2. Richard M. Jones, Introduction MFC Programming with Visual C++, Prentice Hall, Inc.,2000
3. สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล,การออกแบบและวิเคราะห์อัลกอริทึม.กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น,2540
4. นิรุธ อำนวยศิลป์, คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual C++ Version 6.0, พิมพ์ที่ บริษัท ส. เอเซียเพลส(1989) จำกัด
5. Richard Johnsonbaugh and Martin Kalin, Application Programming in C++, Prentice Hall Inc., 1999
6. Marvelsoft. "VideoOCX" URL:http://www.videoocx.de/

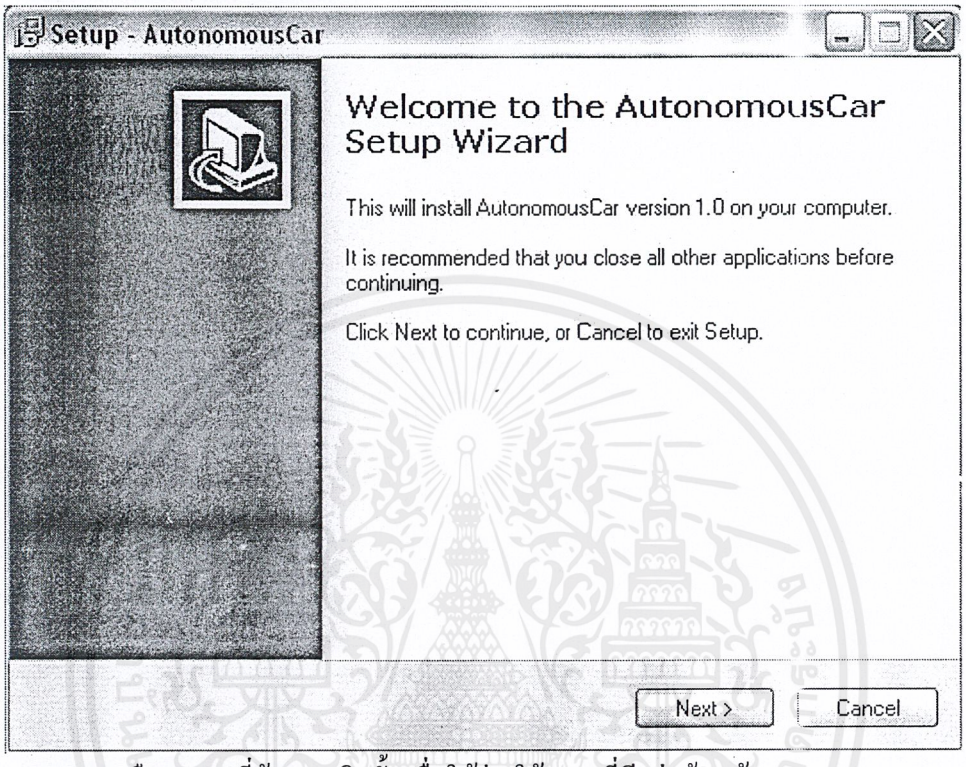
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (Appendix)

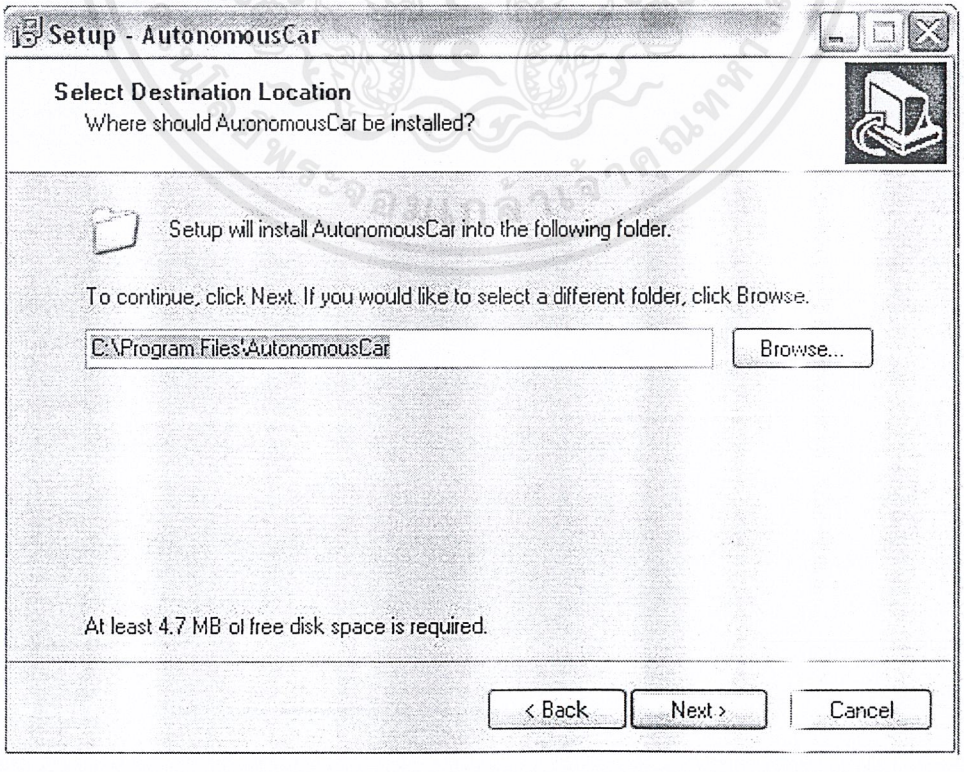
ภาคผนวก ก. คู่มือการติดตั้งอย่างละเอียด(Installation Manual)

การติดตั้งโปรแกรม AutonomousCar

1. เปิดโปรแกรมติดตั้ง setup.exe ที่อยู่ใน Folder Install บน CD-ROM
2. Click Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป

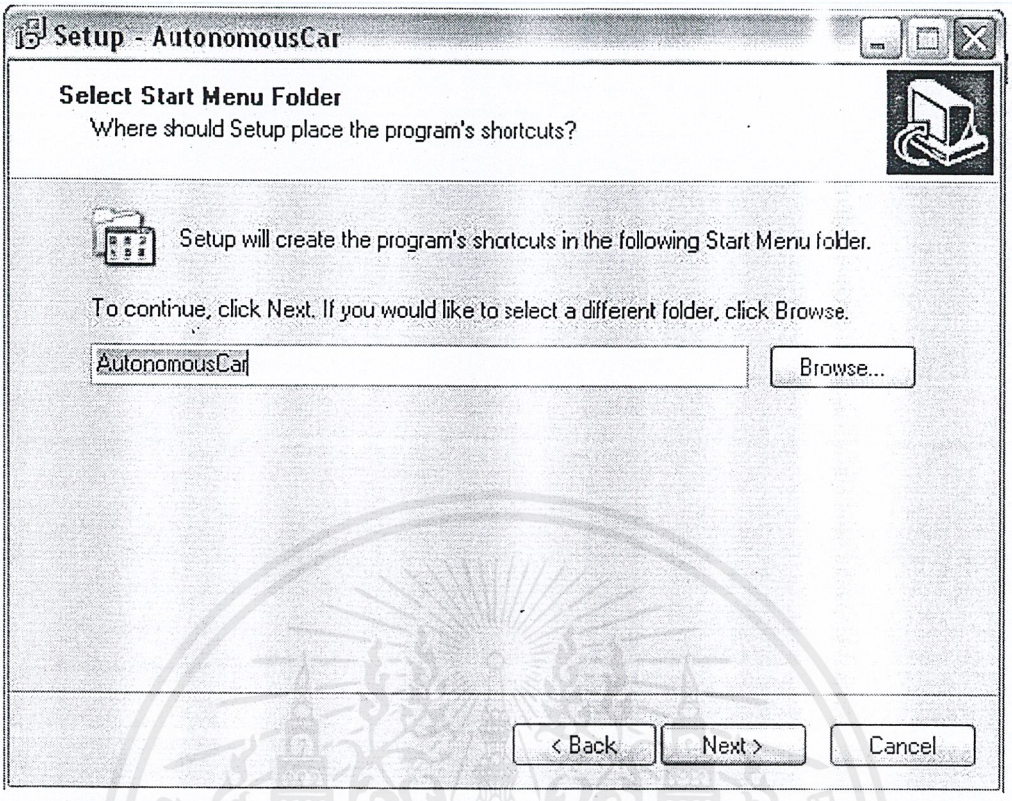


3. เลือก Path ที่ต้องการติดตั้ง เพื่อให้ง่ายใช้ Path ที่มีอยู่แล้ว แล้ว Click Next

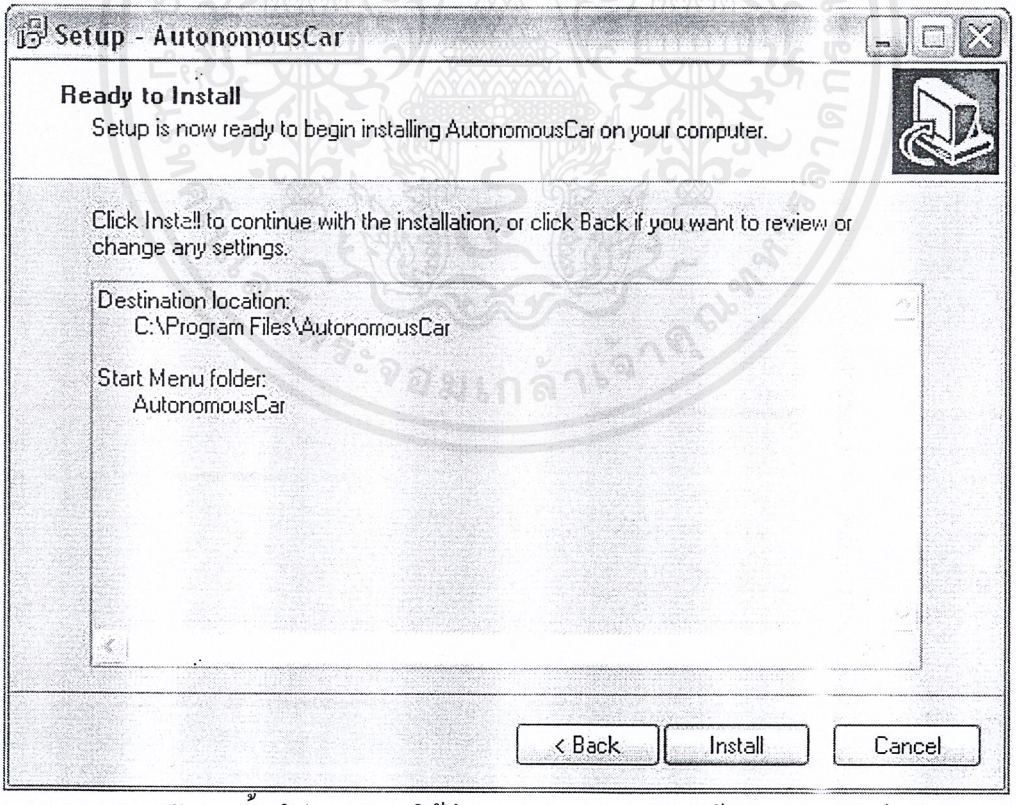


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบุชื่อที่ต้องการแสดงใน Startup แล้ว Click Next



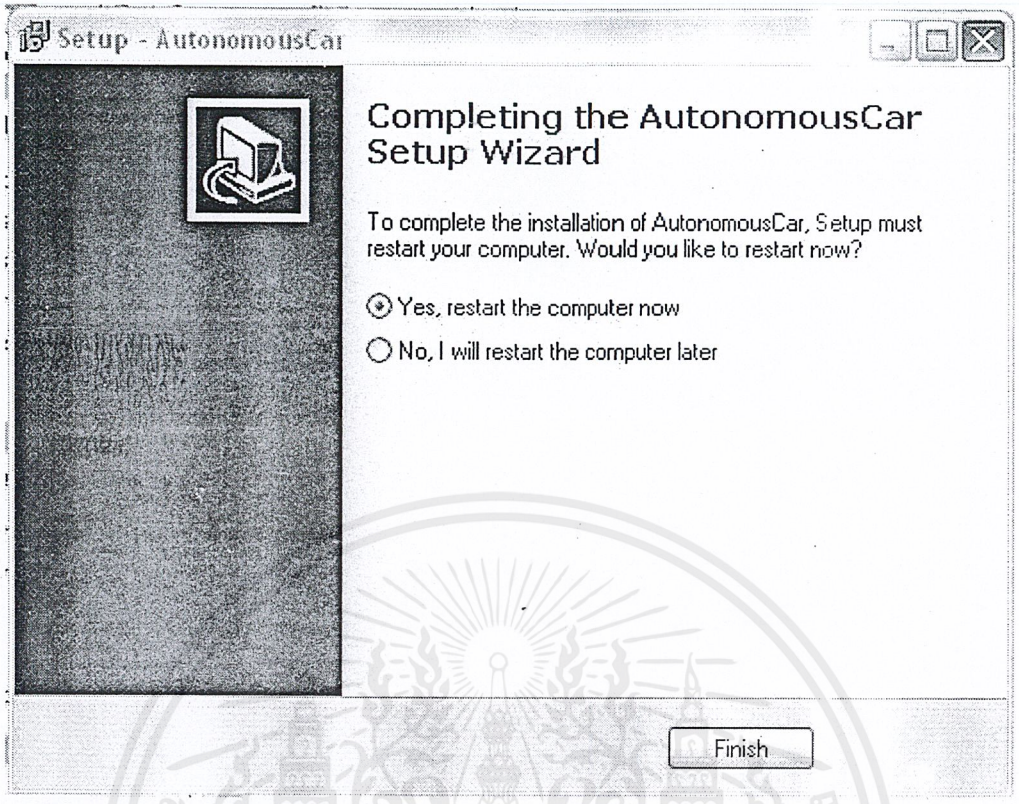
5. Click Install



6. หลังจากนั้น โปรแกรมจะให้มีการ Setup VideoOcx ให้เรา Click Next ไปจนจบขั้นตอนการ Install VideoOcx

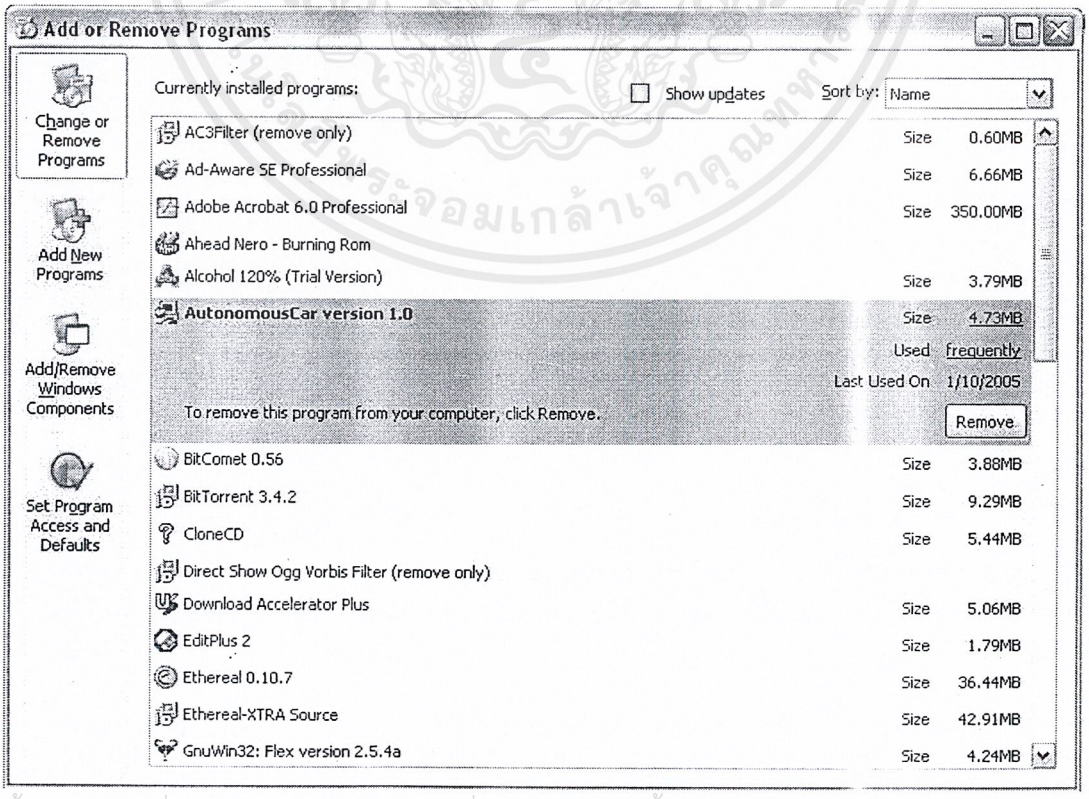
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จบขั้นตอนการ Install AutonomousCar กด Finish แล้วระบบจะ Restart



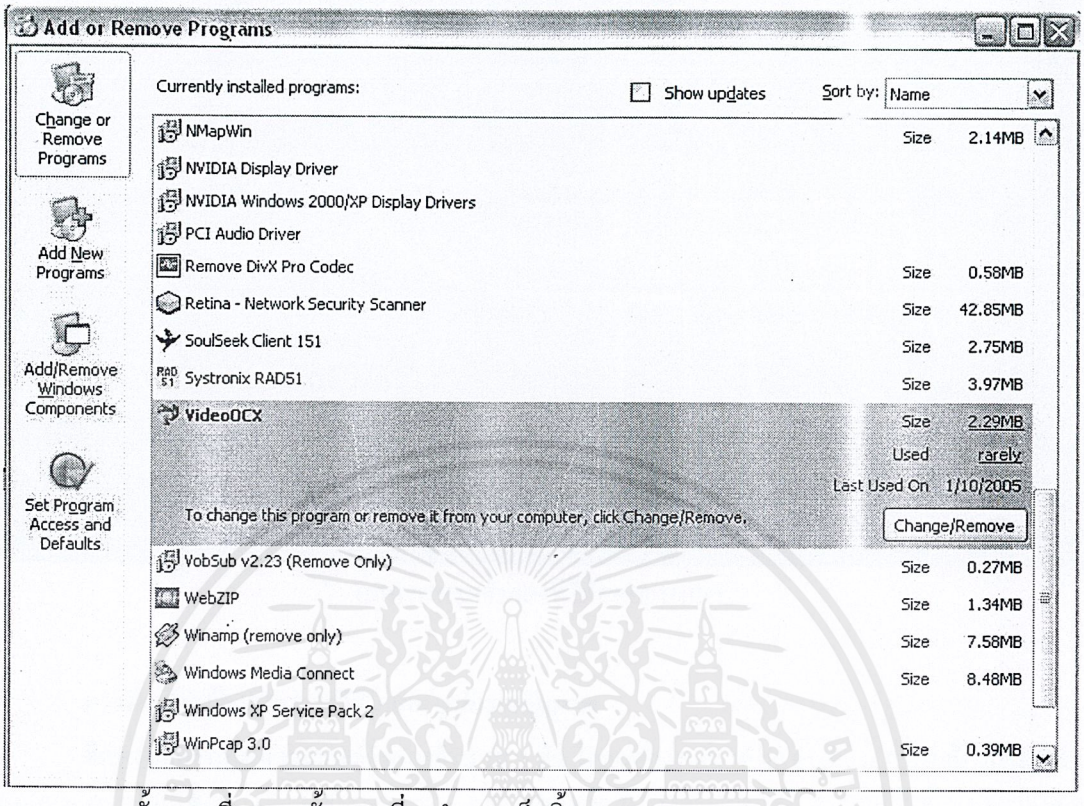
ภาคผนวก ข. คู่มือการยกเลิกการติดตั้ง (Uninstallation Manual)

1. เปิด Add or Remove Programs ที่อยู่ใน Control Panel ของวินโดวส์
2. เลือก AutonomousCar version 1.0 แล้ว Click Remove



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อ Uninstall AutonomousCar version 1.0 เสร็จแล้ว หลังจากนั้นให้เลือก VideoOcxแล้ว Click Chage/Remove เพื่อทำการ Uninstall VideoOcx



4. ขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 ทำจนเสร็จสิ้นการ Uninstall

ภาคผนวก ค. การติดตั้งระบบ (System Installation)

สำหรับระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จำเป็นต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์ต่าง และเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ผู้ใช้จึงควรเตรียมอุปกรณ์และติดตั้ง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การติดตั้งสนามจำลอง

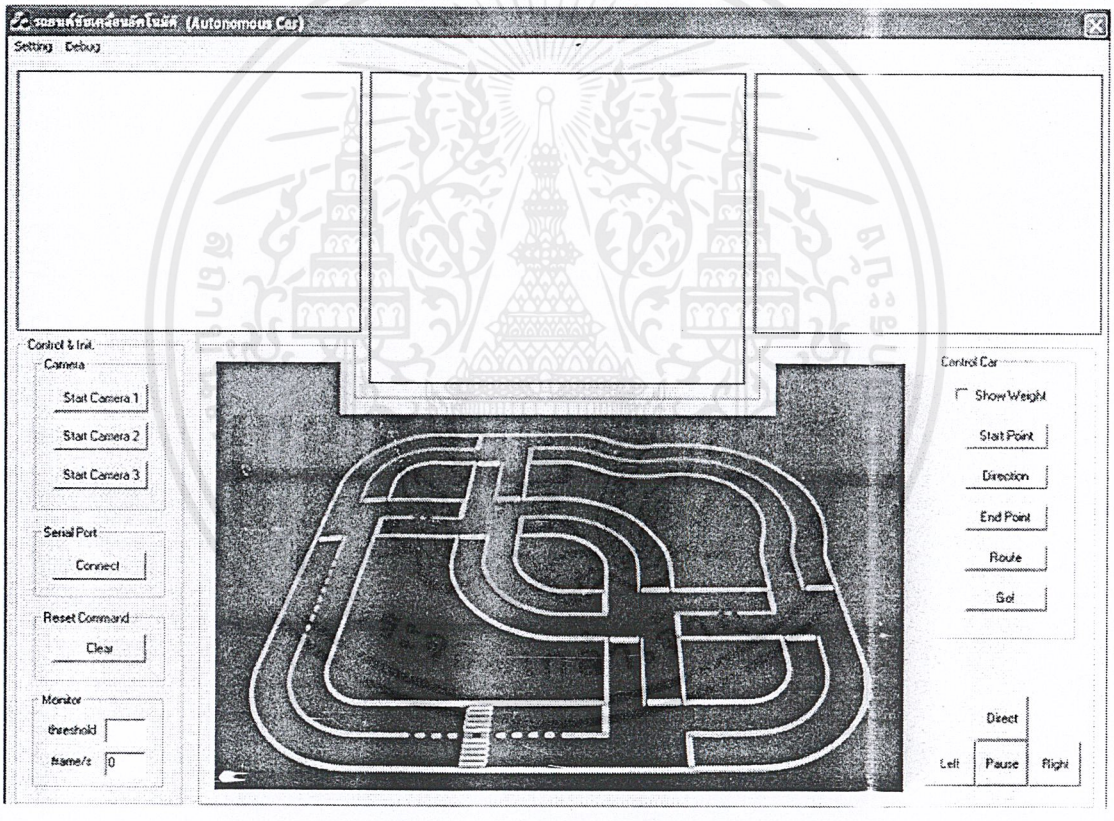
ในที่นี้สนามจำลองต้องมีการทำมาโดยเฉพาะ โดยสนามได้มีการออกแบบไว้เรียบร้อยแล้ว มีแยกที่ให้รถยนต์จำลองตัดสินใจในการวิ่งทั้งหมด 6 แยกด้วยกัน โดยจะมีแยกที่มี 4 แยก จำนวน 2 แยก และแยกที่มี 3 แยก จำนวน 4 แยก วางสนามในบริเวณที่ไม่มีแสงสะท้อนเข้าหากล้องที่ติดอยู่บนตัวรถ สนามมีขนาด 3 เมตร * 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องตัวที่ 1 และ 2 ใช้อุปกรณ์จับภาพที่ได้รับมาพร้อมกับกล้องคือ การ์ด Video Capture ทั้งหมด 2 ตัว ข้อสำคัญคือ การ์ด Video Capture ที่ทำการติดตั้งทั้ง 2 ตัวนั้น จะต้องไม่ชนกันเองภายในเครื่องและชื่อ Driver ที่แสดงของทั้ง 2 ตัวจะต้องไม่เหมือนกันด้วย ระบบจึงจะใช้งานได้ สำหรับกล้องตัวที่ 3 ใช้ TV จูนเนอร์ ที่เป็น USB ในการติดต่อ

ภาคผนวก ง. คู่มือการใช้งานอย่างละเอียด(User Manual)

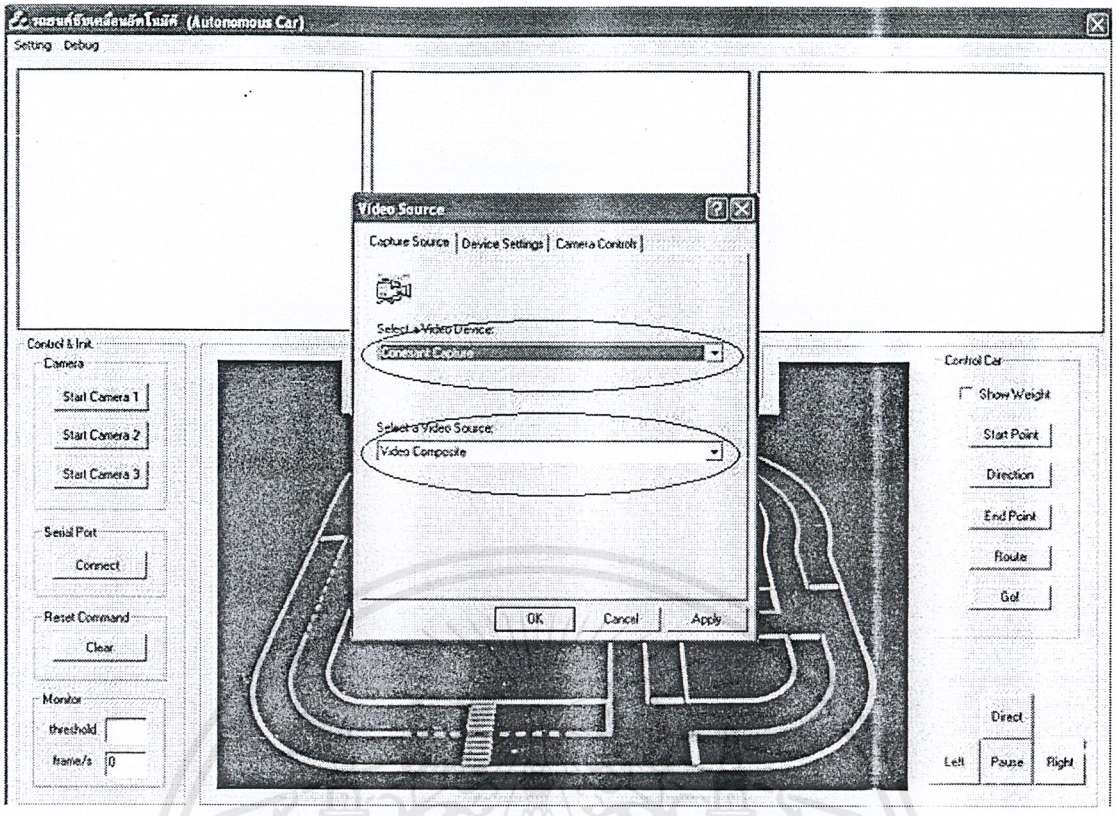
หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ทั้งสนามจำลองและตัวรถยนต์จำลอง ตัวกล้องบนรถ และระบบบนคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว เราก็ทำการเรียกโปรแกรม AutonomousCar จาก Start Menu เลือก AutonomousCar\AutonomousCar โปรแกรมจะขึ้นหน้าตาเริ่มแรกดังนี้



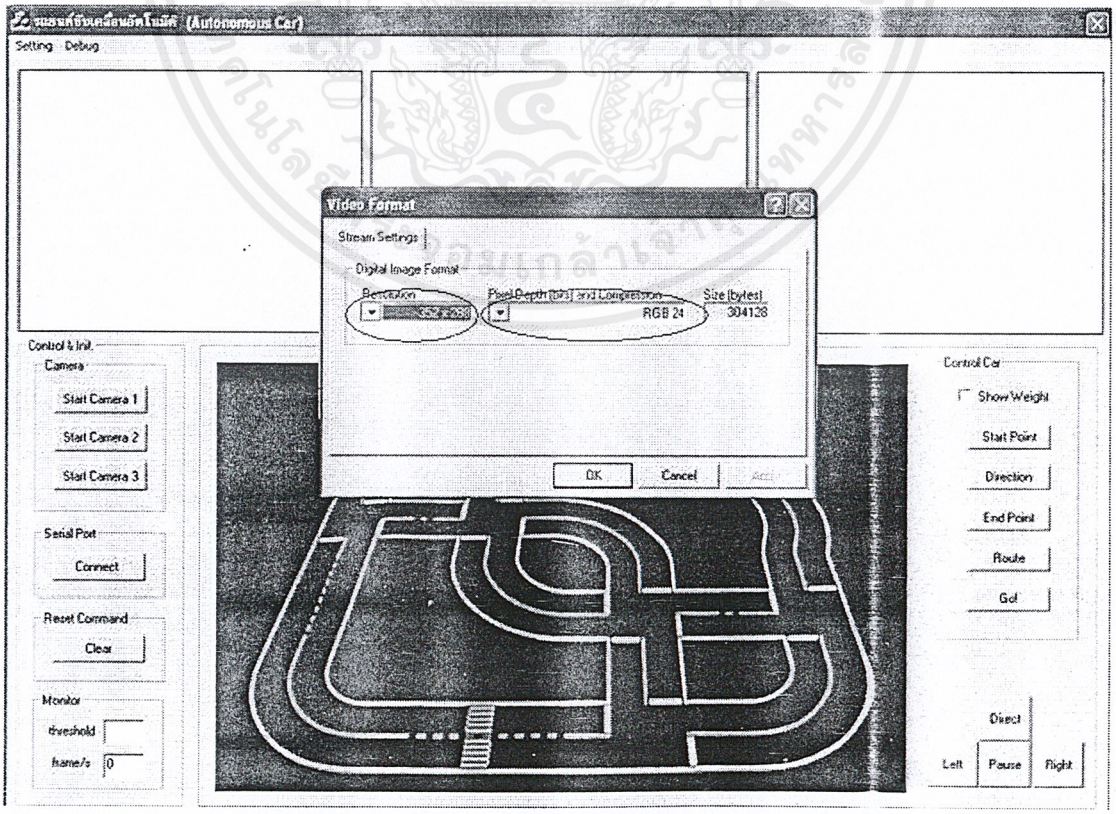
ขั้นตอนการ Setup กล้อง

1. เริ่มต้นใช้งาน เริ่มจากการ Set กล้องตัวที่ 1 ให้ Click ปุ่ม “Start Camera1” เลือกชื่อ Driver ของ การ์ด Capture ของกล้องตัวที่ 1 บนรถ และเลือก Source เป็น Video Composite แล้ว Click “OK”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

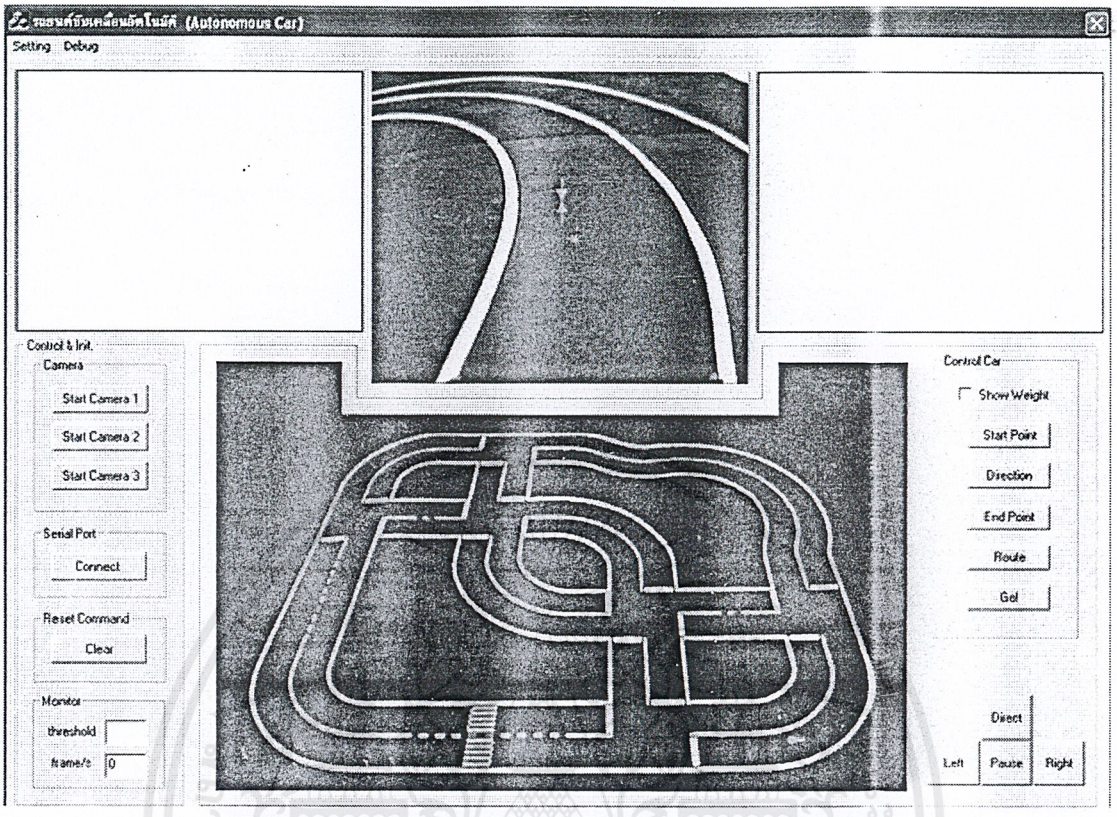


2. หลังจากนั้นจะขึ้นให้เลือก Video Format ในกรณีนี้ให้เลือกที่ 352*288 เท่านั้น และต้องเลือก Pixel Depth เป็น RGB 24 Bit เท่านั้น Click “OK”



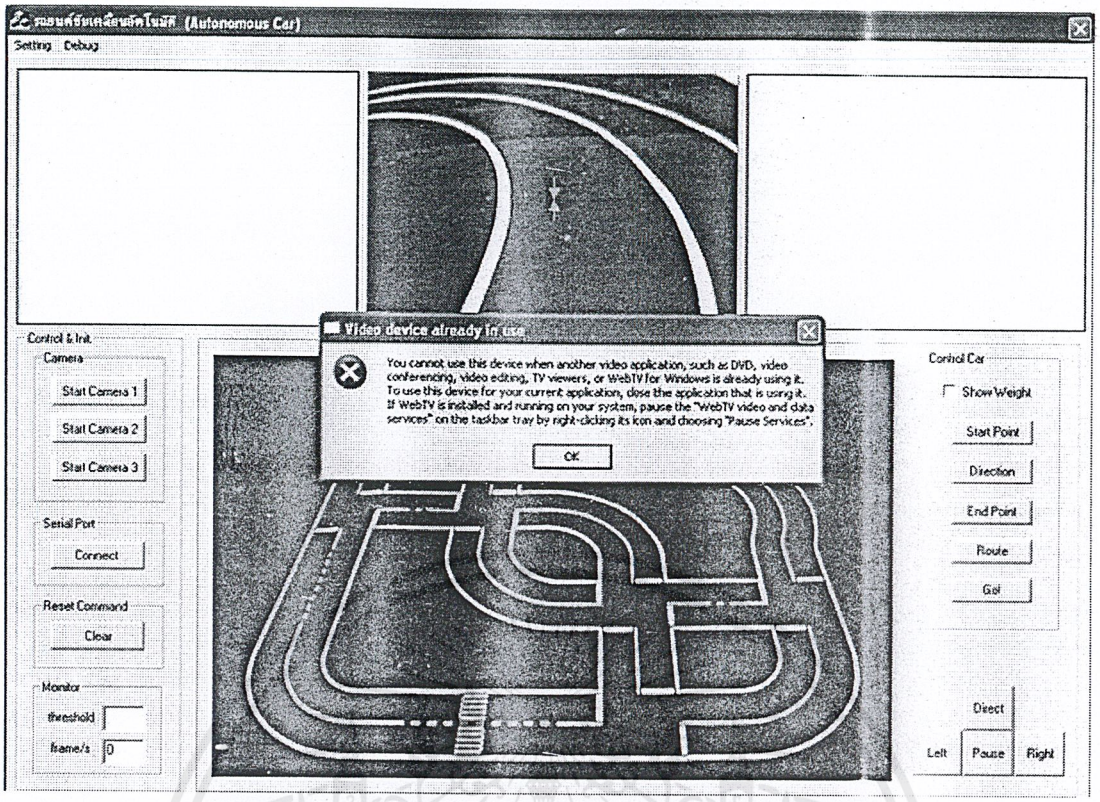
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาพของกล้องตัวที่ 1 ก็จะปรากฏขึ้นมาดังภาพข้างล่าง

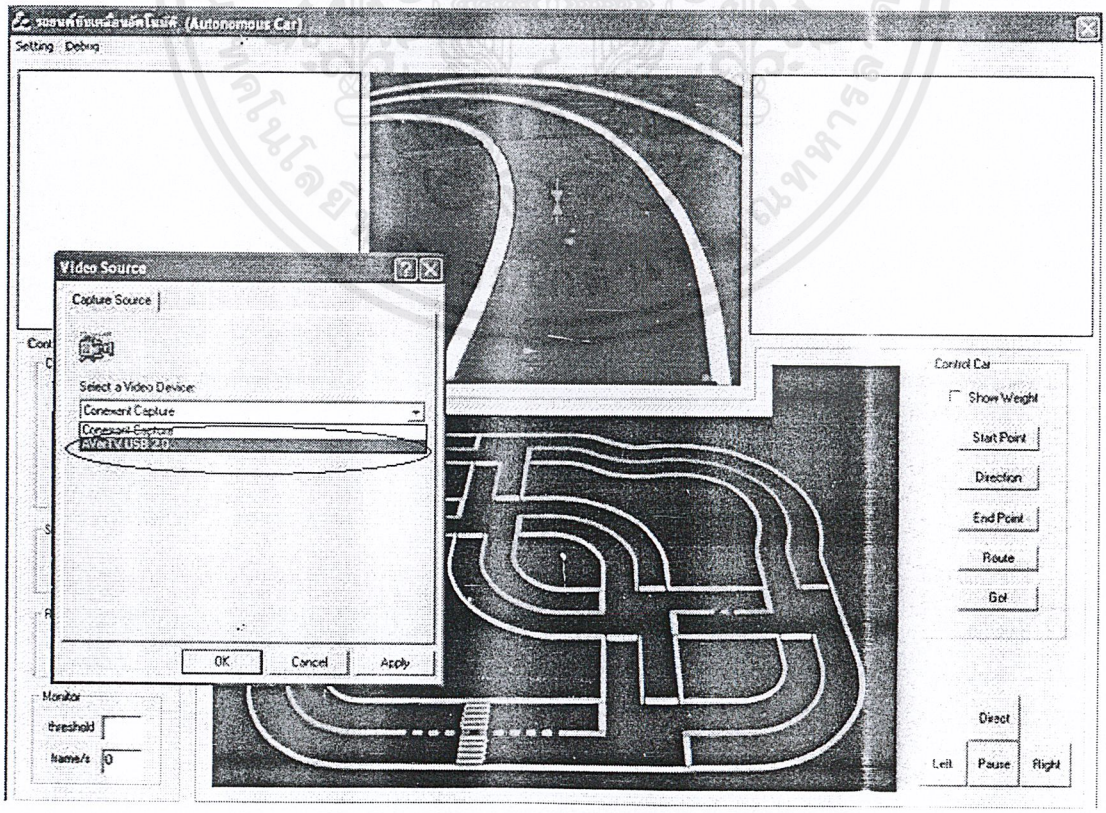


4. หลังจากนั้น Click “Start Camera 2 “ เพื่อทำการเลือก Driver ตัวที่ 2 ของกล้องตัวที่ 2 บนตัวรถ แต่เนื่องจากจะมีการเตือนว่าเกิดข้อผิดพลาดในการเลือก Driver ของระบบ VideoOcx ซึ่ง Ocx จะเห็นว่าDriver ตัวที่ 2 ที่เราจะเลือกได้เลือกไปแล้ว แต่เราจะเลือก Driver อีกตัวหนึ่ง ดังนั้นให้ Click “OK” ไปในขั้นตอนนี้ไม่ต้องสนใจคำเตือน เพราะว่าไม่ทำให้ระบบเกิดความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

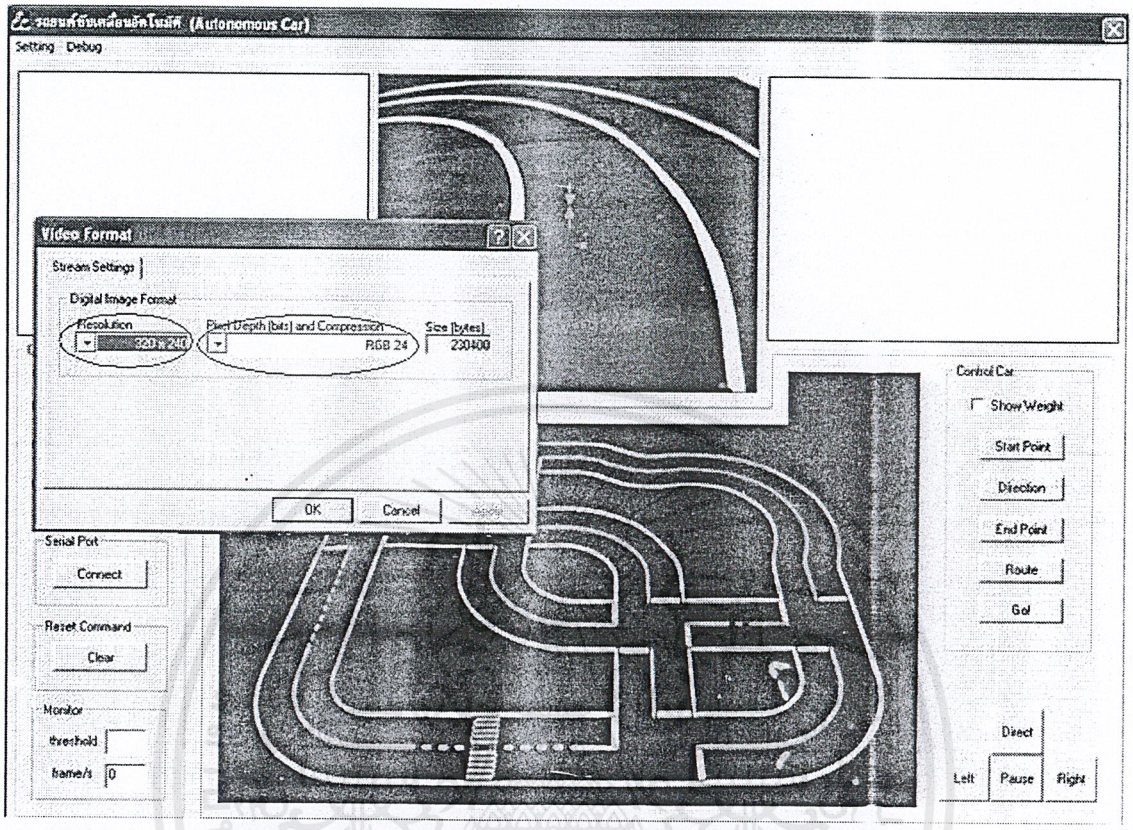


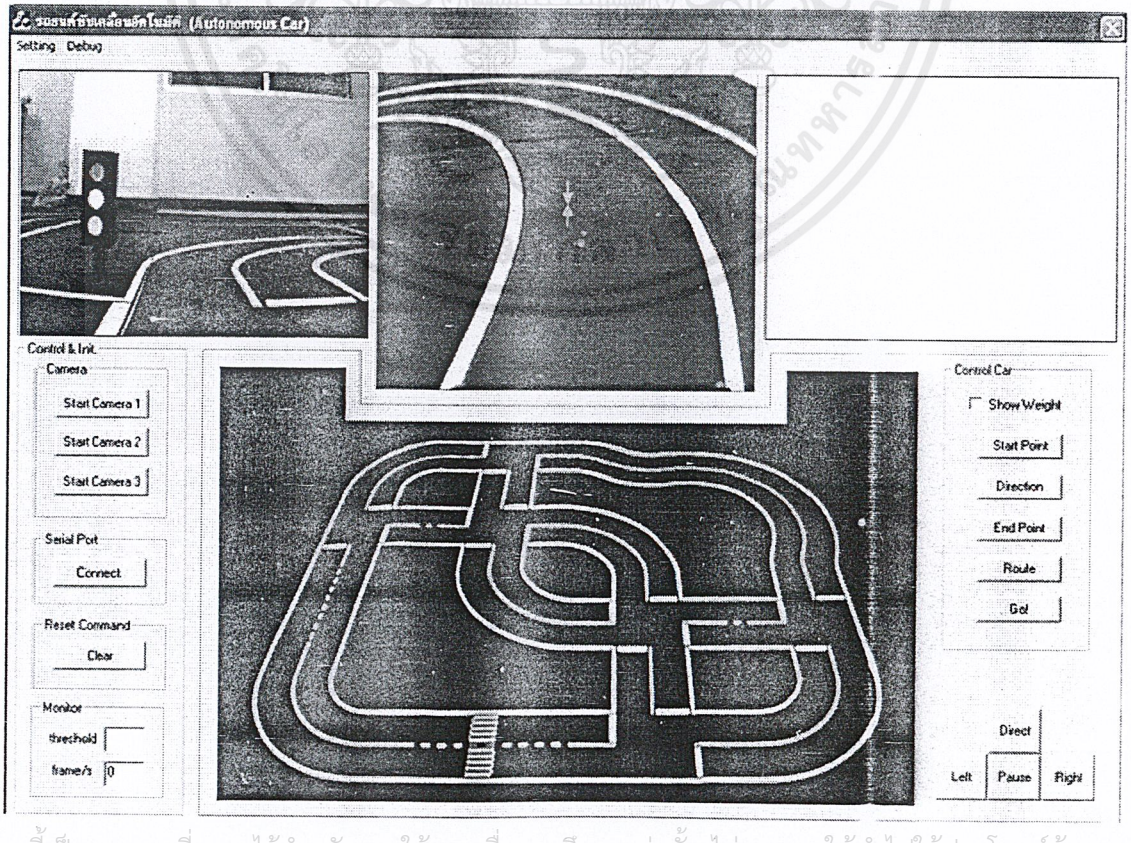
5. ทำการเลือก Driver ตัวที่ 2 ของกล้องตัวที่ 2 ที่ติดบนรถยนต์จำลองซึ่งเป็นกล้องสำหรับจับภาพสัญญาณไฟจราจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

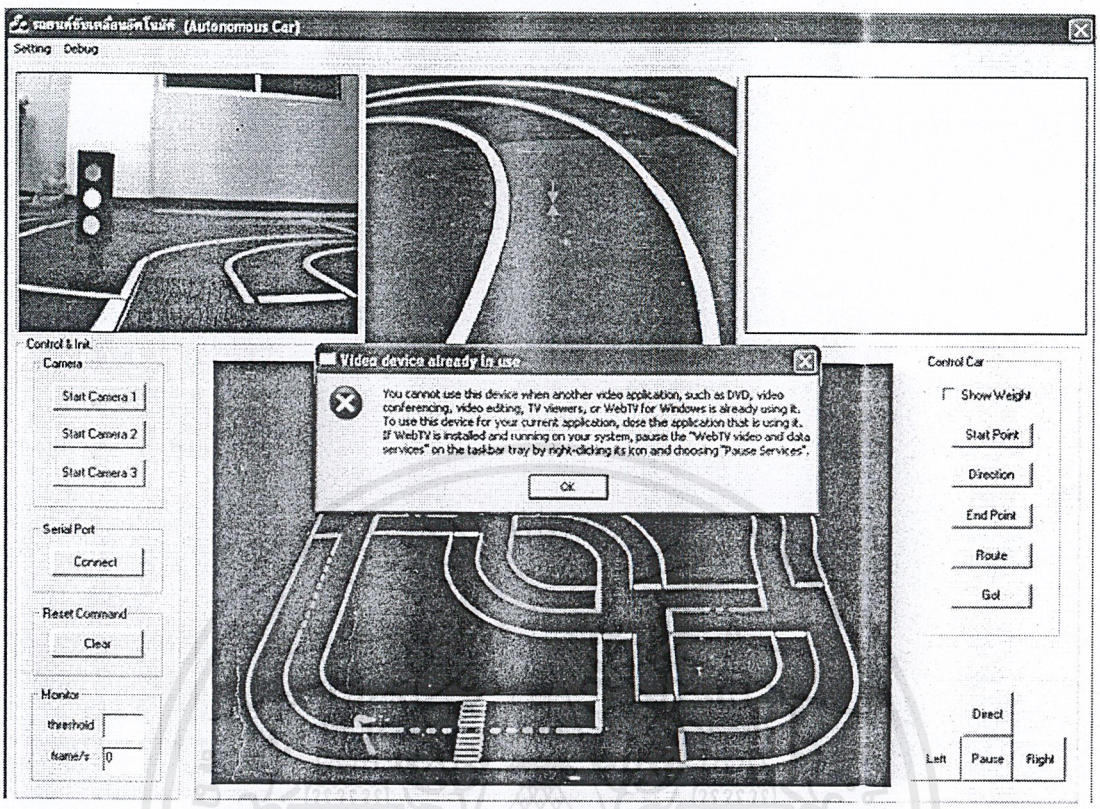
6. ทำการเลือก Video Format ของกล้องตัวนี้ที่ 320*240 เท่านั้น และเลือก Pixel Depth เป็น RGB 24 Bit เท่านั้นเช่นกัน หลังจากนั้นภาพก็จะขึ้นมาทางด้านซ้ายมือ

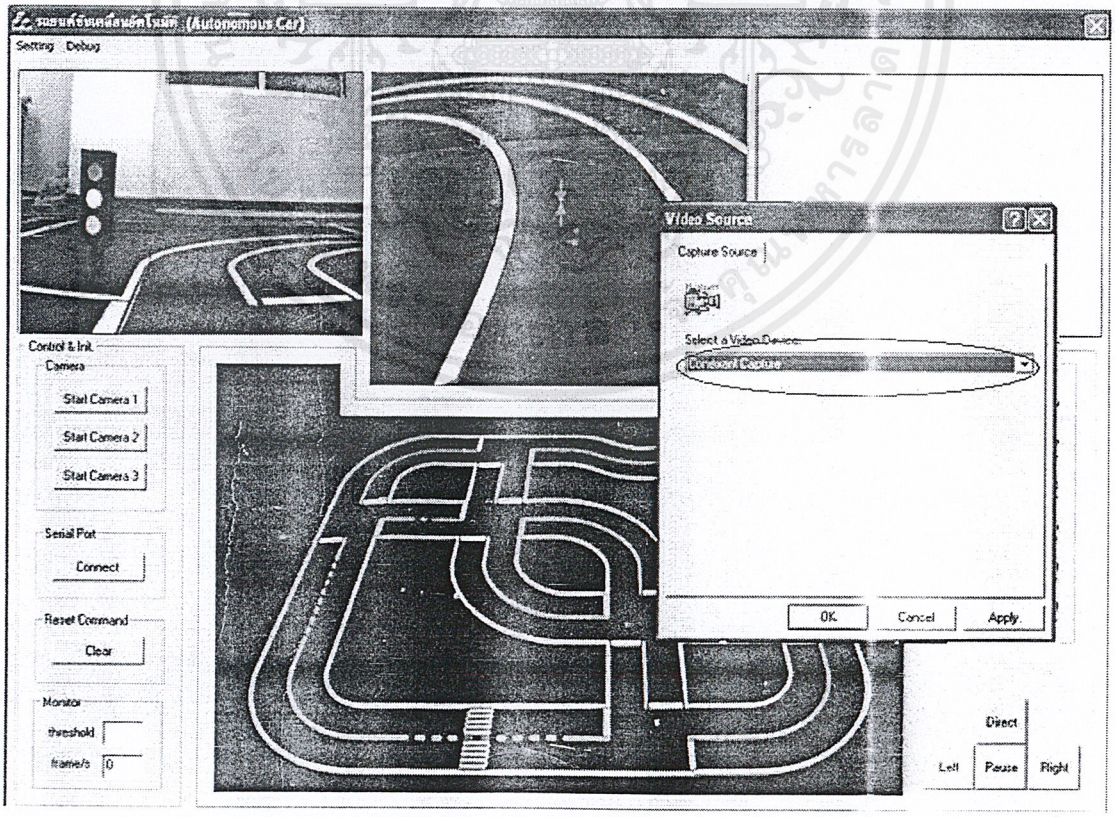




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

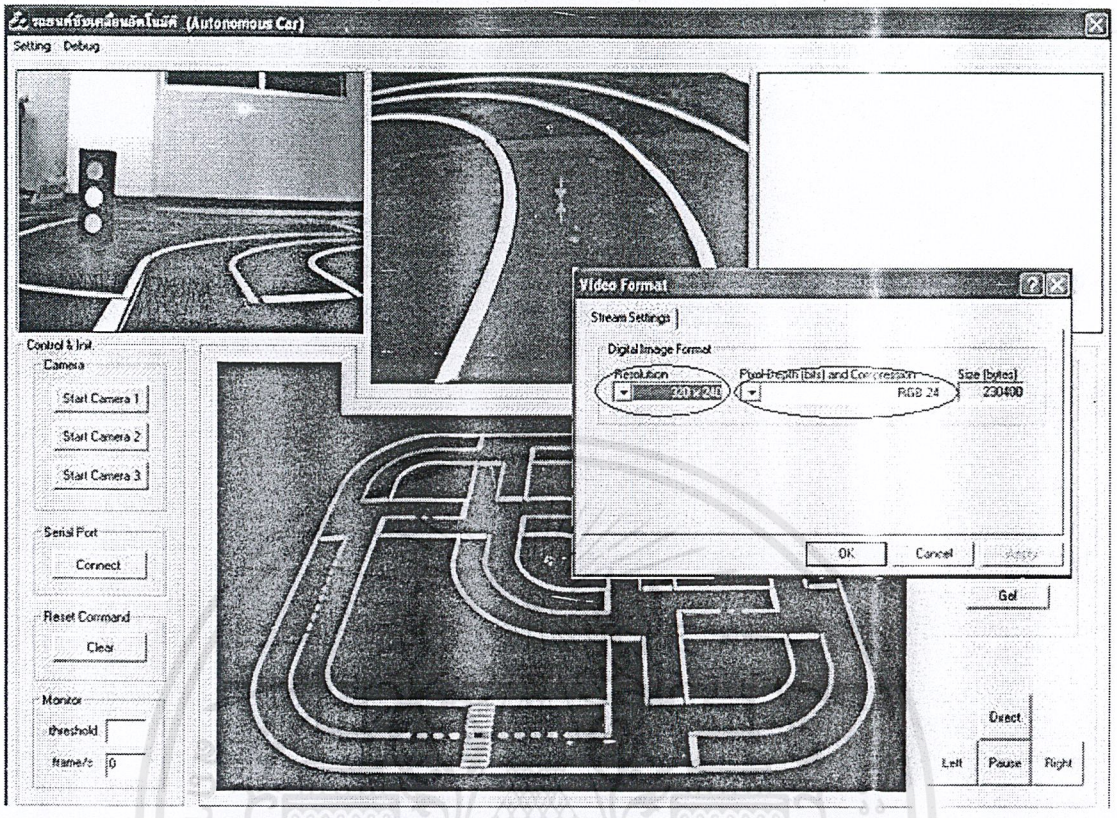
7. ทำการ Click “Start Camere 3 “ เพื่อเลือก Driver ตัวที่ 3 ของกล้องตัวที่ 3 ที่ติดอยู่บนรถยนต์จำลอง ขั้นตอนก็จะเหมือนกับ การเลือก Driver จากกล้องตัวที่ 2 ตามลำดับ

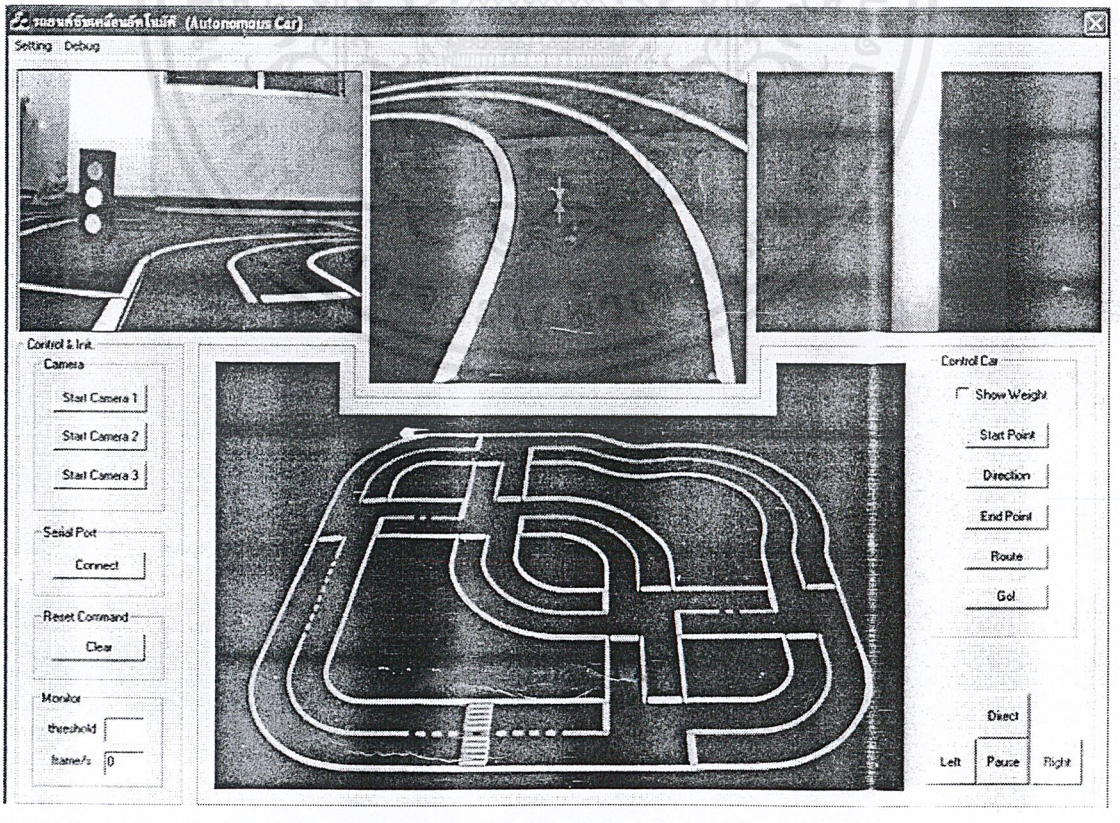




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทำการเลือก Video Format ของกล้องตัวนี้ที่ 320*240 เท่านั้น และเลือก Pixel Depth เป็น RGB 24 Bit เท่านั้นเช่นกัน หลังจากนั้นภาพก็จะขึ้นมาทางด้านขวามือ

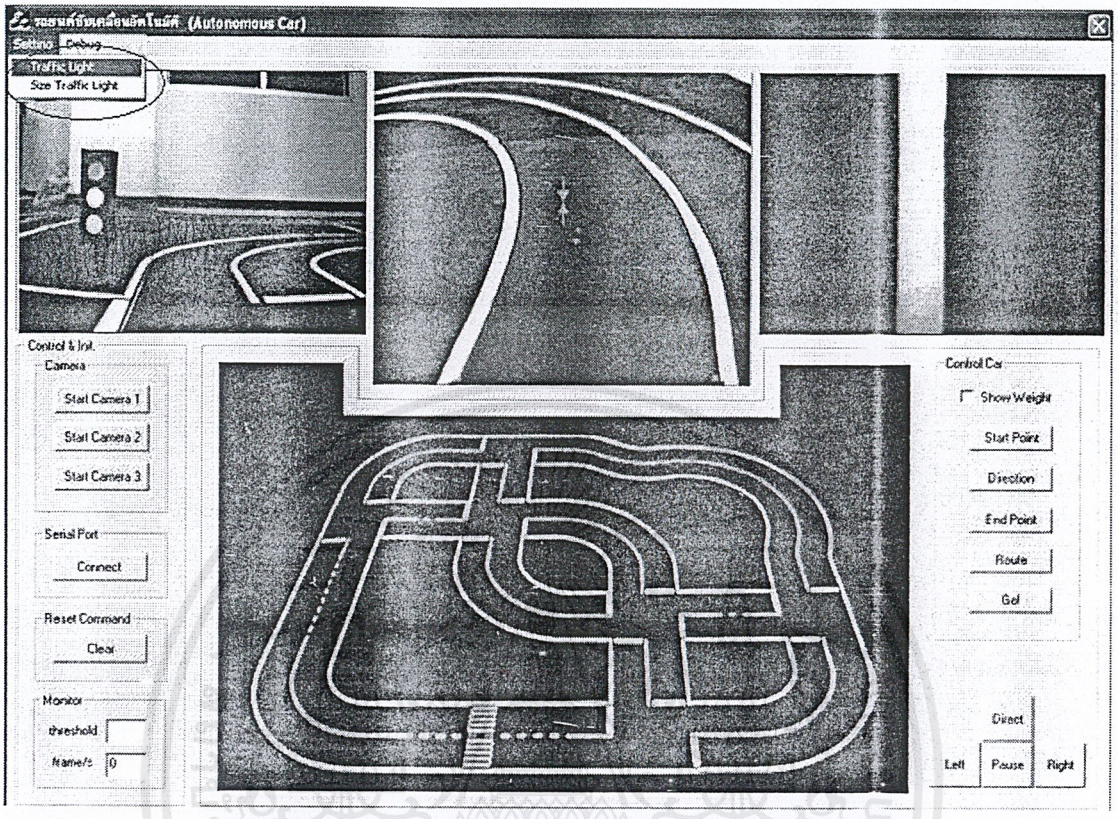


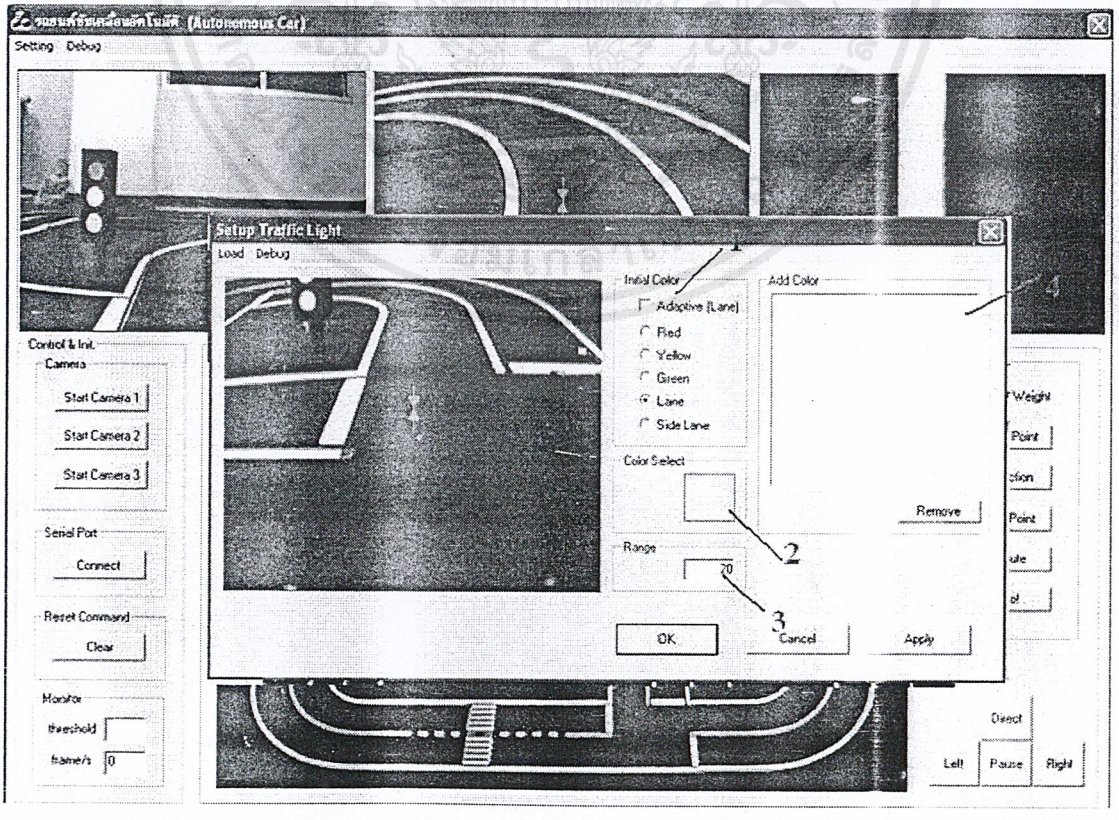


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการ Setup สีสัญญาณไฟจราจร

1. ไปที่ Menu “Setting” Click “Traffic Light”จะขึ้น Dialog มาให้ Setup





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใน Dialog

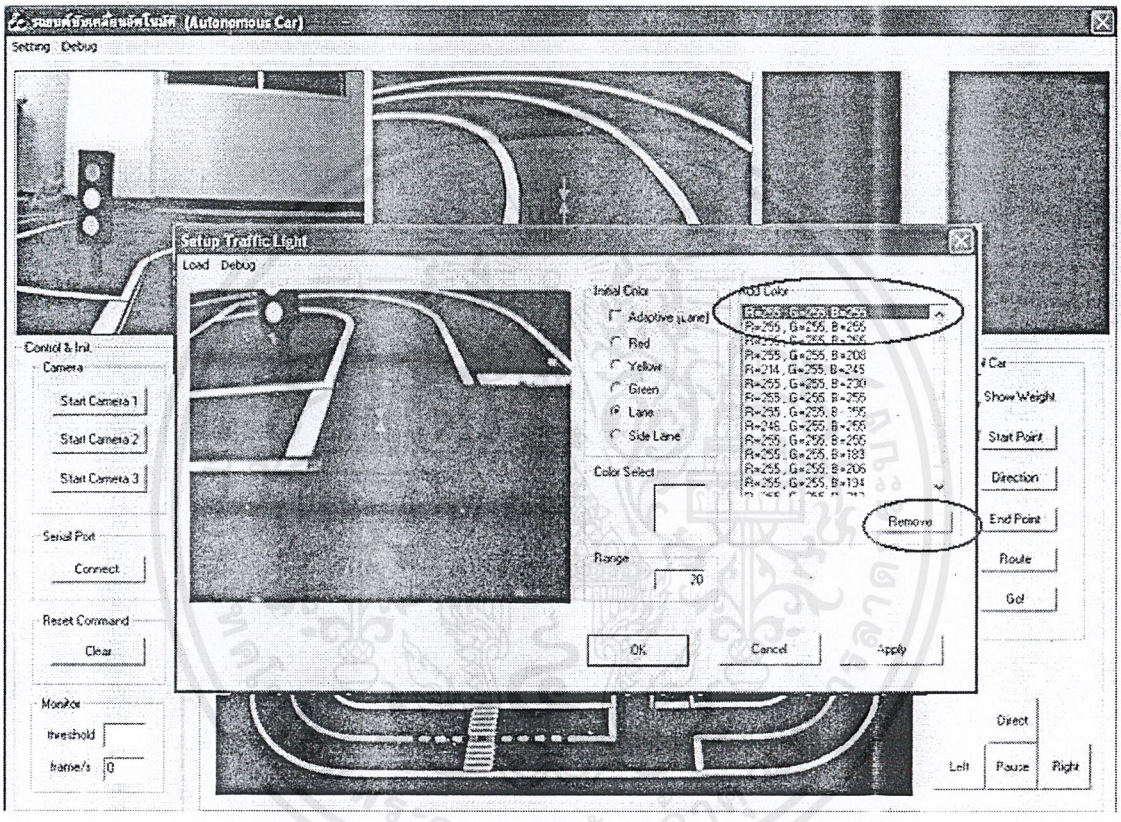
หมายเลข 1 ช่องสำหรับเลือกว่าเราจะกำหนดค่าสีให้แก่สัญญาณจราจร หรือเลนแบ่งถนนหรือเลนข้างถนน

หมายเลข 2 ช่องบอกสีที่เราทำการ Click ลงไปบนภาพ

หมายเลข 3 ช่องระบุขอบเขตของการประมวลผลสีแต่ละสีว่ากว้างเท่าใด

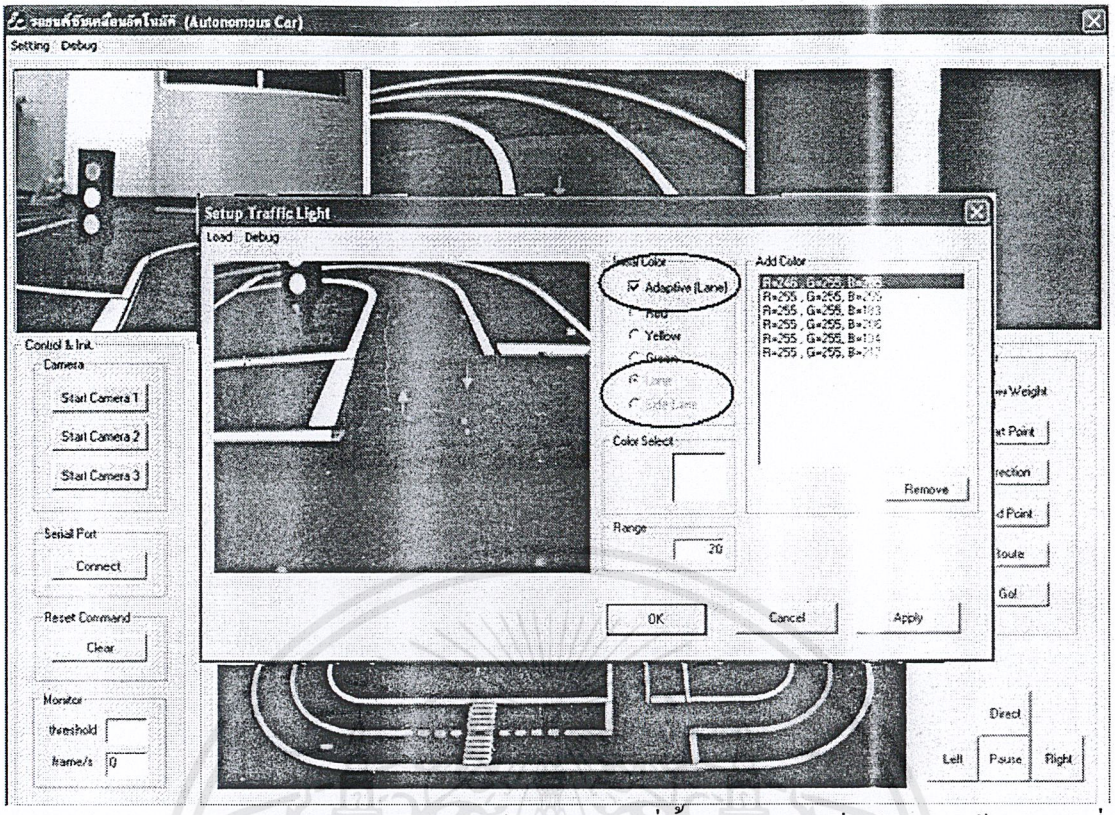
หมายเลข 4 แสดงค่าสีเป็น RGB

ตัวอย่างการ Setup สีเลนตรงกลาง เราสามารถลบสีที่ไม่ต้องการได้โดยกดปุ่ม Remove

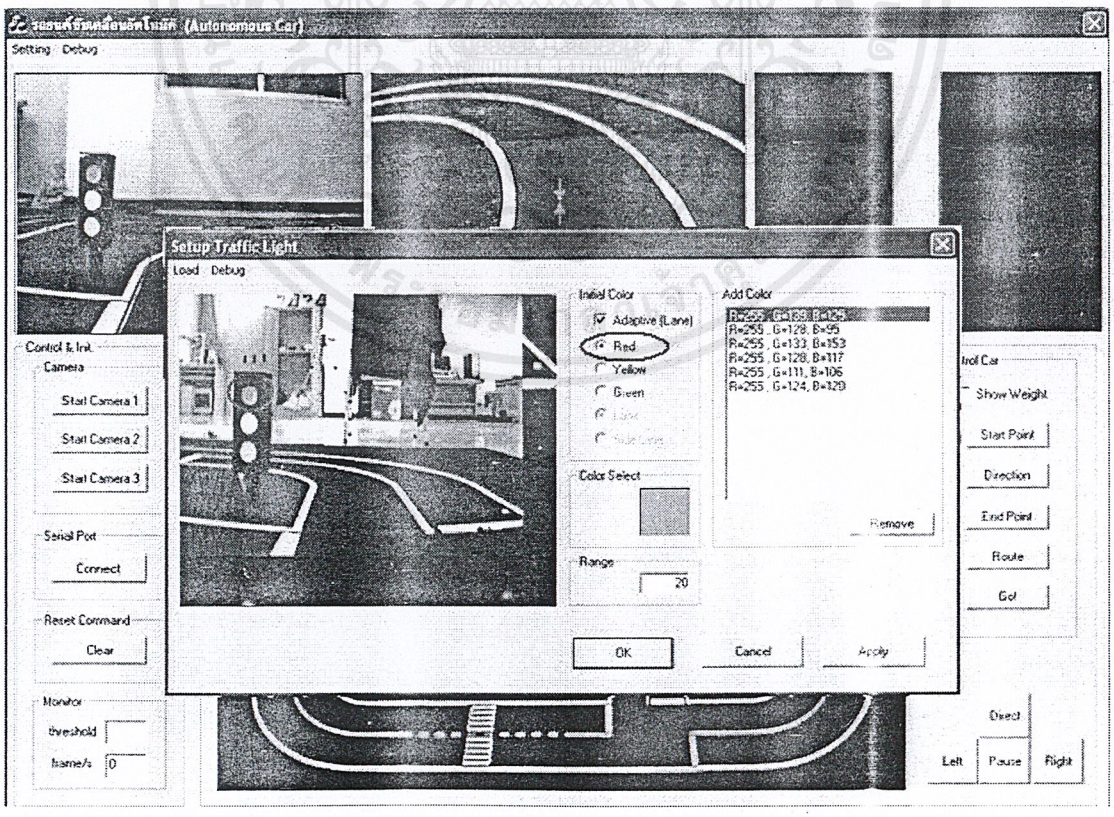


เมื่อเรา Click ช่อง Adaptive (Lane) เราจะไม่จำเป็นต้อง Setup สีของเลนเลย โปรแกรมจะทำการ Setup สีโดยอัตโนมัติดังภาพต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



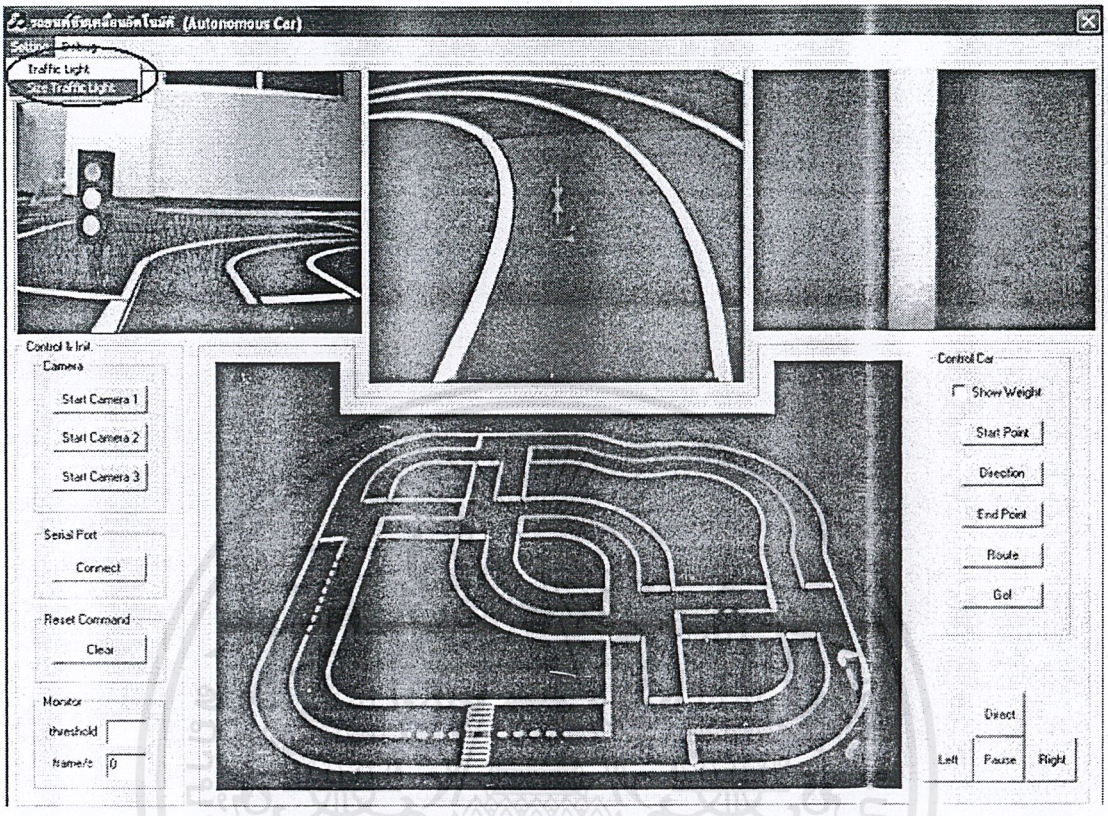
ตัวอย่างการ Setup สีสัญญาณไฟจราจร ในที่นี้แสดงตัวอย่างเป็นสีแดง เราต้อง Click ที่ Red หลังจากนั้น Click สีแดงที่สัญญาณไฟจราจรที่เราจะทำการ Detect จำนวน 6 ครั้งขึ้นไป ทำอย่างนี้กับทุกสีด้วย

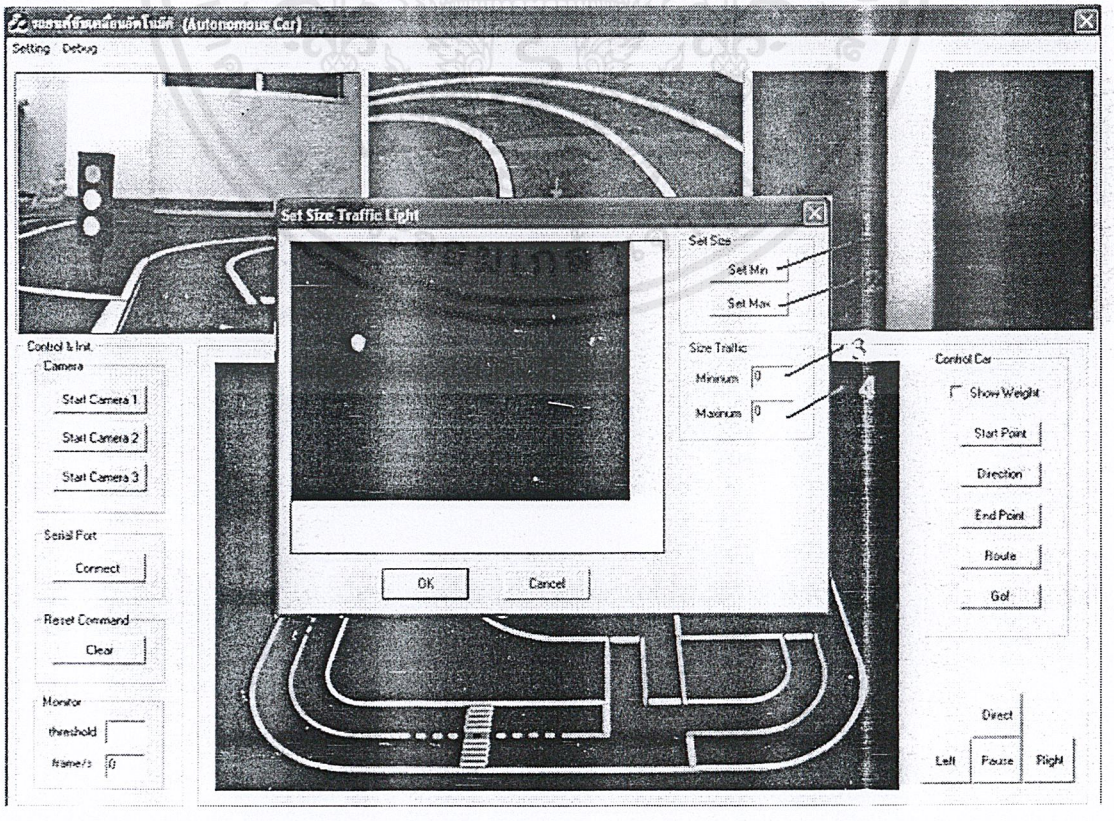


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

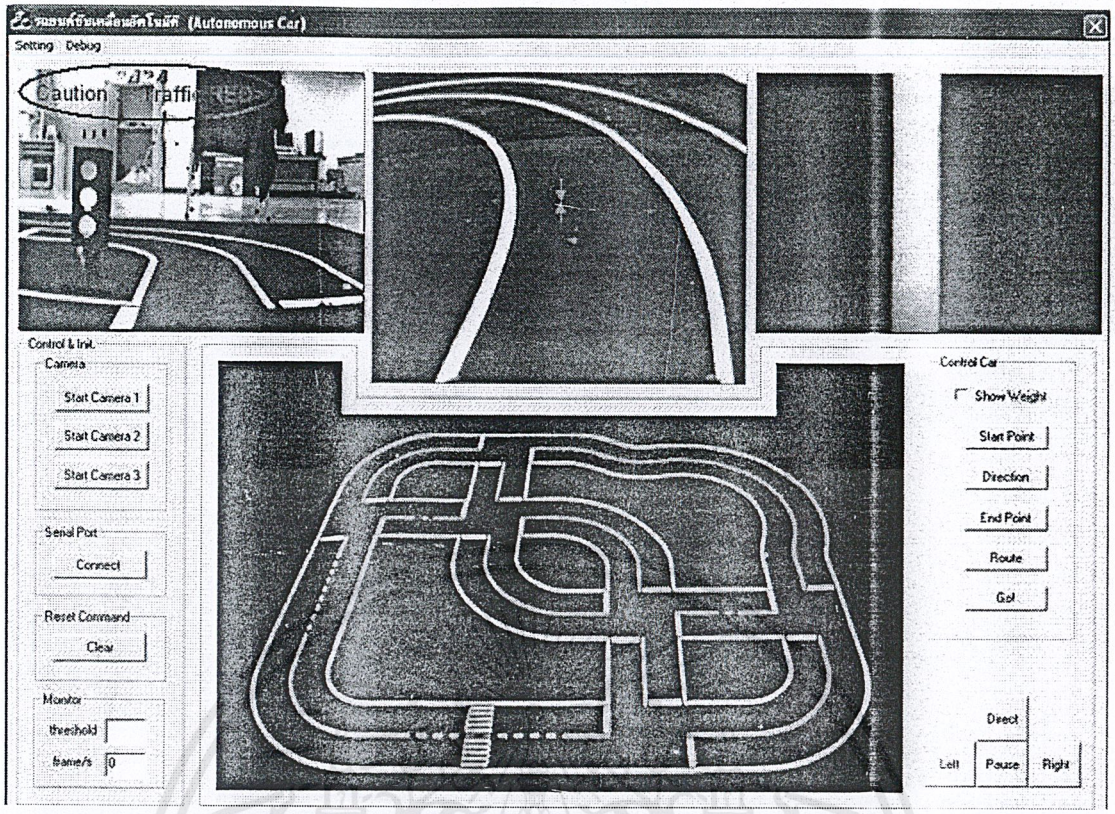
ขั้นตอนการ Setup ขนาดสัญญาณไฟจราจร

ก่อนอื่น ไปที่ Menu “Setting” แล้ว Click “Size Traffic Light” จะปรากฏ Dialog เพื่อทำการ Setup ขนาดไฟจราจร

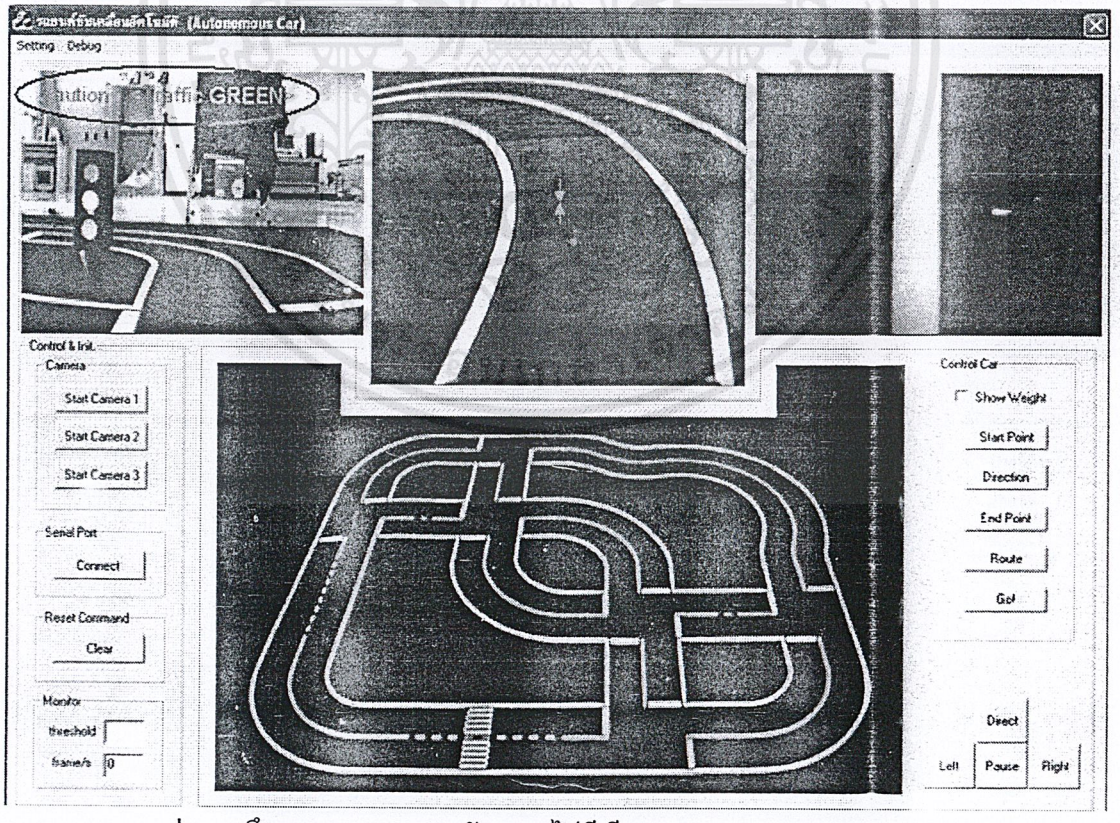




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพบ่งบอกถึงการตรวจสอบเจอสัญญาณไฟสีแดง



ภาพบ่งบอกถึงการตรวจสอบเจอสัญญาณไฟสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนต่อมาเป็นการกำหนดจุดเริ่มต้นของรถที่ทำการวิ่ง และจุดสุดท้ายตามลำดับ

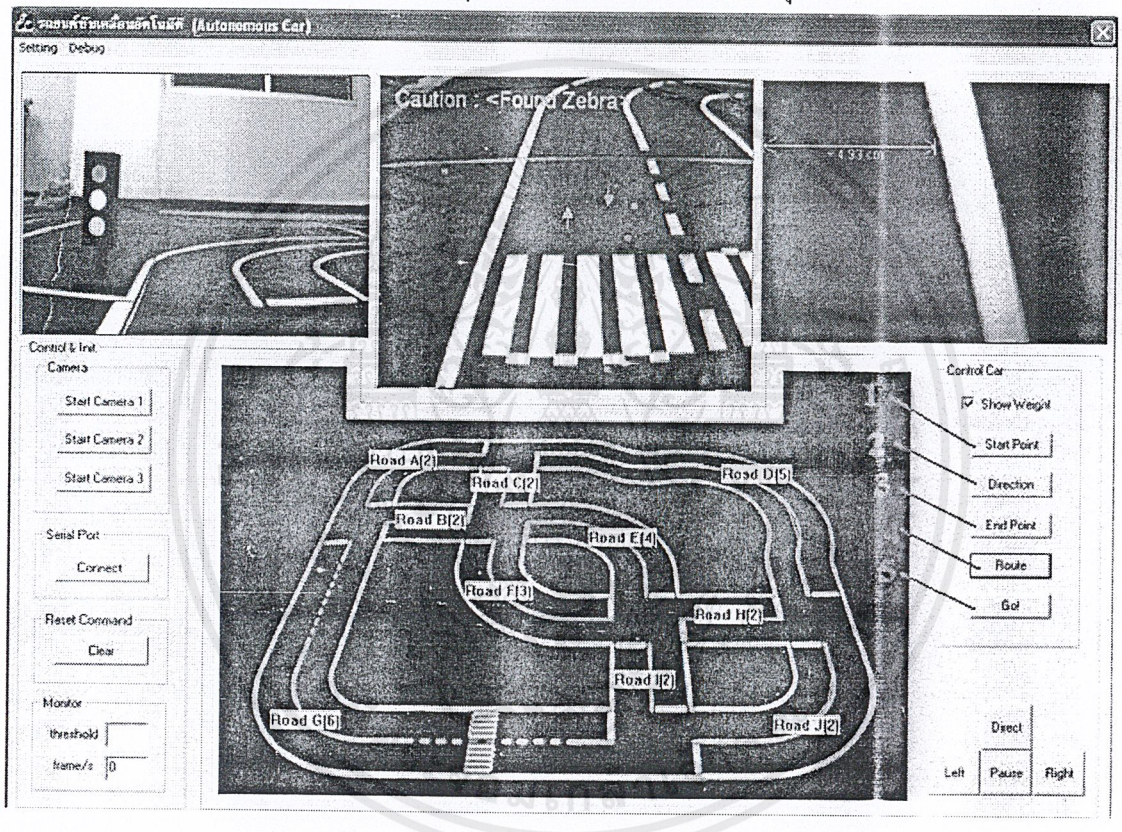
เริ่มจาก Click “Start Point” แล้วไป Click ที่ถนนที่รถอยู่ในขณะนั้น

Click “Direction” แล้ว Click แยกที่ทำการเริ่มต้นออก ทั้งนี้ แยกที่เลือกจะต้องเป็นแยกที่อยู่ถนนเดียวกับถนนที่รถเราอยู่ด้วย

Click “End Point” แล้ว Click แยกที่เราต้องการให้เป็นจุดหมายปลายทาง

เมื่อ Click จุดหมายปลายทางเรียบร้อยแล้ว เราก็มา Click “Route” เส้นทางที่สั้นที่สุดในแผนที่นี้ แล้วโปรแกรมจะวาดเส้นทางที่รถทำการวิ่งไปยังจุดหมายปลายทางให้

สุดท้ายเมื่อ Route เสร็จเรียบร้อยแล้ว Click “Go” รถยนต์จำลองจะทำการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่เราทำการ Route ไว้แล้ว จนถึงจุดหมายปลายทางก็จะทำการหยุด



3. หลังจากทำการวิ่งรอบแรกไปแล้วถ้าต้องการจะวิ่งรอบต่อไปต้องทำการกดปุ่ม Clear เสียก่อน เพื่อให้ระบบพร้อมใช้งานในคราวต่อไป
4. สำหรับช่อง Monitor นั้นใช้สำหรับแสดงค่า Threshold ที่ปรับเปลี่ยนโดยอัตโนมัติตามสภาพแสงที่เปลี่ยนแปลงไป และช่อง frame/s แสดงการประมวลผลภาพว่าได้กี่ frame ต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้