สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบลานจอดรถยนต์อัจฉริยะ

SMART CAR PARKING SYSTEMS

T119245

สงบลักษณ์ ธารีธาร

SANGOBLUCK TAREETAR

สายทิพย์ สุชินชัยกุล

SAITIP SUCHINCHAIYAKUL

สุรางคนา อรัณยะปาล

SURANGKANA ARANYAPALE

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119245
วัน,เดือน,ปี - 6 S.A. 2554

b. 10 ม.ค. 2554
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMART CAR PAKING SYSTEMS

SANGOBLUCK TAREETAR

SAITIP SUCHINCHAIYAKUL

SURANGKANA ARANYAPALE

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบลานจอดรถยนต์อัจฉริยะ		
รายชื่อนักศึกษา	นางสาวสงบลักษณ์	ธารีธาร	รหัสนักศึกษา 50011609
	นางสาวสายทิพย์	สุชินชัยกุล	รหัสนักศึกษา 50011666
	นางสาวสุรางคนา	อรัณยะปาล	รหัสนักศึกษา 50011770
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
พ.ศ.	2553		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน		

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

.....

(ผศ.ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบลานจอดรถยนต์อัจฉริยะ	
รายชื่อนักศึกษา	นางสาวสงบลักษณ์ ธารีธาร	รหัสนักศึกษา 50011609
	นางสาวสายทิพย์ สุชินชัยกุล	รหัสนักศึกษา 50011666
	นางสาวสุรางคนา อรัณยะปาล	รหัสนักศึกษา 50011770
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
พ.ศ.	2553	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอระบบการจัดการที่จอดรถอัตโนมัติที่มีความสามารถในการค้นหาตำแหน่งที่ว่างในอาคารจอดรถ การคิดค่าบริการ และจองที่จอดรถผ่านทางโทรศัพท์มือถือ โดยได้ใช้หลักการประมวลผลภาพ มาทำการวิเคราะห์รูปภาพจากกล้อง เพื่อแสดงตำแหน่งที่ว่างในอาคารจอดรถผ่านโทรศัพท์มือถือสำหรับให้ผู้ใช้บริการตรวจสอบก่อนนำรถเข้าไปจอดในอาคารจอดรถ และยังใช้หลักการประมวลผลภาพในการรู้จำป้ายทะเบียนรถ เพื่อการคำนวณค่าจอดรถ ในส่วนของระบบการจองตำแหน่งพื้นที่จอดรถได้ใช้อุปกรณ์GSM module ในการติดต่อผ่านทางโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้การจัดการอาคารจอดรถเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้ทดลองใช้ระบบกับอาคารจอดรถจำลองโดยระบบสามารถค้นหาป้ายทะเบียนรถ ระบุพื้นที่ว่าง และสามารถส่งข้อมูลผ่านทางโทรศัพท์มือถือได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Smart Car Parking Systems	
Student	Miss. Sangabluck Tareetar	Student ID. 50011609
	Miss. Saitip Suchinchaiyakul	Student ID. 50011666
	Miss. Surangkana Aranyapale	Student ID. 50011770
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Information Engineering	
Year	2010	
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Pitak Thumwarin	

ABSTRACT

This Project presents a Smart Car Parking System. First, the available parking space in the parking lot is searched using by the digital image processing technique from digital camera. Then the obtained available parking is shown on the mobile phone. Furthermore the system can recognize license number from car license plate and calculate parking fee. In the part of the parking area checking is process by GSM module to communicate with mobile phone. .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาที่มีคุณค่ายิ่งจาก ผศ.ดร. พิทักษ์ ธรรมวาริน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งใจและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณดร.วิทวัส วิทยชำนาญกุล นายอนุรักษ์ จันทร์ศรีและ คณาอาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้สละเวลาและให้คำนำแนะที่มีค่า

ขอขอบคุณ เพื่อนๆและพี่ๆ ทั้งในและนอกสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคน ที่ให้คำแนะนำ กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือเสมอมา

ขอขอบคุณพี่รหัสที่น่ารักที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในทุกๆด้าน และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ทำให้ข้าพเจ้าสามารถผ่านอุปสรรคปัญหาต่างๆไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าทุกคน ผู้เป็นที่รักที่ให้โอกาสในการศึกษาอันมีค่ายิ่ง และสนับสนุนในทุกๆเรื่อง ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาว สงบลักษณ์ ธารีธาร
นางสาว สายทิพย์ สุชินชัยกุล
นางสาว สุรางคนา อรัณยะปาล
14 กุมภาพันธ์ 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ประโยชน์และสิ่งที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 วิธีการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน 3

2.1 รูปภาพดิจิตอล(Digital Image) 3

2.1.1 ภาพแบบบิตแมป(Bitmap Image) 3

2.1.2 ภาพแบบเวคเตอร์(Vector Image) 3

2.2 ประเภทของภาพ(Image types) 4

2.2.1 ภาพแบบระดับสีเทา (Intensity images or Gray scale image) 4

2.2.2 ภาพสี(Color Image) 5

2.2.3 ภาพขาวดำ(Binary Image) 5

2.3 การหาความสว่างของภาพ (Image Brightness) 5

2.4 การปรับปรุงภาพ (Image Enhancement) 6

2.4.1 ฮิสโตรแกรมของภาพ (Image Histogram) 6

2.5 การทำ Thresholding 7

2.6 การค้นหาขอบภาพด้วย Canny 8

2.6.1 การขจัดสัญญาณรบกวน (Smoothing with Gaussian Filter) 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.6.2 การคำนวณค่าของเกรเดียนต์ (Gradient Calculation) 9

2.6.3 การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima Suppression) 10

2.6.4 การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Threshold) 10

2.7 กระบวนการรูปร่างลักษณะ (Morphology Processing) 11

2.7.1 การขยายขนาดข้อมูลภาพ (Dilation) 11

2.7.2 การกร่อนข้อมูลภาพ (Erosion) 12

2.7.3 การทำภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดมากขึ้น (Opening) 13

2.7.4 การทำภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) 13

2.8 The Freeman chain code 15

2.9 The Douglas-Peucker algorithm 16

2.10 การบิดภาพ (Shearing) 16

2.11 โปรเจ็คชั่น (Projection) 17

2.12 เครือข่ายใยประสาท (Neural Network) 18

2.13 AT Command 20

2.13.1. การสื่อสารแบบอนุกรม 20

2.13.1.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 21

2.13.1.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232 23

2.13.1.3 UART 27

2.13.1.4 วงจรภายในและรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม RS-232 28

2.13.1.4.1 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 00H : รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ 29

2.13.1.4.2 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 01H : รีจิสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ 30

2.13.1.4 .3 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 02H : รีจิสเตอร์แสดงโหมดและสถานะ-
การอินเตอร์รัปต์ 31

2.13.1.4.4 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 03H : รีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบของข้อมูล 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.13.1.4.5 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 04H : รีจิสเตอร์ควบคุมโมเด็ม 34

2.13.1.4.6 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 05H : รีจิสเตอร์แสดงสถานะการรับ
และการส่งข้อมูลอนุกรมของUART.. 34

2.13.1.4.7 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 06H : รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม..... 35

2.13.1.4.8 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 07H : รีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราว 37

2.13.1.5 ลักษณะสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของพอร์ต RS-232..... 37

2.13.1.5.1 แอดเดรสของพอร์ตอนุกรม..... 37

2.13 .2 AT Command ที่สำคัญสำหรับโครงงาน..... 38

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน..... 40

3.1 Context Diagram ของระบบ..... 40

3.2 Flow Chart การทำงานทั้งระบบ..... 42

3.3 การออกแบบโปรแกรม..... 43

3.4 การดำเนินงานในส่วนของการค้นหาที่ว่างในลานจอดรถ..... 45

3.4.1 Flowchart การทำงานของระบบในส่วน Image processing..... 45

3.4.2 ขั้นตอนการทำงานในส่วนของการค้นหาที่ว่างในลานจอดรถ..... 46

3.5 ระบบค้นหาและอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์..... 47

3.5.1 Flowchart การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากภาพนิ่ง..... 47

3.5.2 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากภาพนิ่ง..... 48

3.5.3 การเตรียมภาพตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์..... 51

3.5.4 การรู้จำตัวเลขและพยัญชนะ..... 52

3.5.4.1 การจัดทำตัวเลขและพยัญชนะทั้งหมดของชุด Template 53

3.6 ส่วนการติดต่อผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์..... 54

3.6.1 Flow Chart ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้..... 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 56

4.1 การทดลองในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ 56

4.1.1 ขั้นตอนการทดลองในส่วนของค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ 56

4.2 ผลทดลองในส่วนของค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ 57

4.2.1 ภาพพื้นที่ว่างและภาพที่มีรถยนต์ที่ใช้ในการทดลอง 57

4.2.2 การทดสอบโปรแกรมตรวจหาตำแหน่งที่ว่าง-
โดยแสงคงที่แต่สีของรถยนต์เปลี่ยนแปลง 57

4.2.3 การทดสอบโปรแกรมตรวจหาตำแหน่งที่ว่างสีของรถยนต์คงที่-
แต่แสงเปลี่ยนแปลง 62

4.2.3.1 กรณีแสงปกติ 62

4.2.3.2 กรณีแสงน้อย 63

4.3 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพถ่าย 64

4.3.1 การทดสอบโปรแกรมระบุหาตำตรวจหาแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ 67

4.3.2 การทดสอบโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ 68

4.4 ส่วนการร้องขอที่ว่างผ่านโทรศัพท์มือถือ 69

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน 71

5.1 สรุปผลการทดลอง 71

5.1.1 ในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ 71

5.1.2 ในส่วนของการค้นหาป้ายทะเบียน 72

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 72

5.2.1 ในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ 72

5.2.2 ในส่วนของการค้นหาป้ายทะเบียน 72

5.2.3 ในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้บริการ 73

5.3 แนวทางการศึกษาต่อในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ 73

5.3.1 ในส่วนของการค้นหาการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ 73

5.3.2 ในส่วนของการค้นหาป้ายทะเบียน 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 74

ภาคผนวก 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงบิตพาริตี้ของข้อมูล 23
2.2 แสดงข้อมูลในแอดเดรส 0000:0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม 38
3.1 อธิบายขั้นตอนการทำงานในส่วน Image processing ของการค้นหาที่ว่างในลานจอดรถ 46
4.1 ผลการทดลองการค้นหาป้ายทะเบียนรถ 64
ก.1 แผนผังแสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM300CZ กับคอมพิวเตอร์ 80

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซล 4
2.2 แสดงค่าในแต่ละพิกเซลของภาพสี 5
2.3 กระบวนการปรับปรุงภาพ 6
2.4 ก. ภาพที่จอดรถขณะที่มีรถยนต์จอดก่อนทำ Histogram Equalization 7
2.4 ข. ภาพที่จอดรถขณะที่มีรถยนต์จอดหลังทำ Histogram Equalization 7
2.4 ค. ภาพ Histogram ขณะที่มีรถยนต์จอดก่อนทำ Histogram Equalization 7
2.4 ง. ภาพ Histogram หลังผ่านกระบวนการ Histogram Equalization ขณะที่มีรถยนต์จอด 7
2.5 ก. ภาพก่อนทำ Threshold 8
2.5 ข. ภาพหลังทำ Threshold 8
2.6 ขั้นตอนการค้นหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny 8
2.7 ตัวอย่างการทำการขยายภาพ (Dilation) 12
2.8 ตัวอย่างการร่อนภาพ (Erosion) 13
2.9 แสดงตัวอย่างเปรียบเทียบการขยายขนาดข้อมูล และการกร่อนข้อมูลภาพ 14
2.10 แสดงกระบวนการหา Chain Code และค่า Chain Code ที่ได้ 15
2.11 แสดงรูปที่ได้หลังจากการทำ Code Chain 15
2.12 แสดงกระบวนการทำงานของ The Douglas-Peucker algorithms 16
2.13 การหาตำแหน่งมุมต่างๆ ของป้าย 17
2.14 แสดงภาพตัวอย่างการโปรเจ็คชั่นในแนวนอนและแนวตั้ง 18
2.15 โครงสร้างของ Feed-forward network 19
2.16 แสดงรูปแบบ Back-propagation neural network 20
2.17 รูปแบบอย่างง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรม 21
2.18 รูปแบบอย่างง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 22
2.19 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 ทั้งแบบ DB-9 และ DB-25 25
2.20 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ 26
2.21 ไดอะแกรมการทำงานภายในของพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ 29
2.22 แสดงตำแหน่งที่ 01H ของรีจิสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ 30
2.23 แสดงตำแหน่งที่ 02H ของรีจิสเตอร์แสดงโหมดและสานะการอินเตอร์รัปต์ 31
2.24 แสดงตำแหน่งที่ 03H ของรีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบของข้อมูล 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.25 แสดงตำแหน่งที่ 04H ของรีจิสเตอร์ควบคุมโมเด็ม 34
2.26 แสดงตำแหน่งที่ 05H ของรีจิสเตอร์แสดงสถานะการรับและส่งข้อมูลอนุกรมของ UART 34
2.27 แสดงตำแหน่งที่ 01H ของรีจิสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม 35
2.28 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของพอร์ตอนุกรม 37
3.1 Context Diagram ของระบบ 40
3.2 DFD Level 0 ของระบบ 41
3.3 Flow Chart ระบบทั้งหมด 42
3.4 โปรแกรมส่วนการค้นหาที่ว่างในลานจอดรถยนต์ 43
3.5 โปรแกรมส่วนของการรู้จำป้ายทะเบียนรถ 44
3.6 Flowchart การทำงานของระบบในส่วน Image processing 45
3.7 Flowchartขั้นตอนการทำงานในการประมาณส่วนกรอบป้ายทะเบียนรถยนต์ 47
3.8 แสดงภาพที่แปลงให้เป็นภาพแบบ Gray Scale 48
3.9 แสดงภาพที่หาขอบด้วยวิธีการของ canny 49
3.10 แสดงภาพขอบมาผ่านกระบวนการDilate 49
3.11 แสดงภาพจากกระบวนการ Dilate มาผ่านกระบวนการ Erosion 50
3.12 แสดงการวาดรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากการค้นหา 51
3.13 แสดงการบิดภาพให้อยู่ในแนวตรง 51
3.14 การตัดแบ่งในแนวแกนนอน 52
3.15 การตัดแบ่งในแนวตั้ง 52
3.16 ตัวอย่างรูปภาพต้นแบบหรือชุด Template 53
3.17 Flow Chart ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ 54
3.18 แสดงการติดต่อของส่วนการร้องขอข้อมูลที่ว่าง 55
3.19 แสดงหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการที่ตรวจสอบได้เพื่อใช้ส่งข้อมูลกลับ 55
4.1 แบบจำลองที่จอดรถ 56
4.2 แสดงภาพและการแสดงผลที่จอดรถบริเวณพื้นที่ว่างก่อนมีรถจอด 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีขาวจอด 57
4.4 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีแดงจอด 58
4.5 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีน้ำเงินจอด 58
4.6 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีเขียวจอด 59
4.7 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีเทาจอด 59
4.8 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีดำจอด 60
4.9 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีเหลืองจอด 60
4.10 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีกรวยสีส้ม 61
4.11 ภาพที่จอดรถและจอมอนิเตอร์ก่อนมีรถจอดกรณีแสงปกติ 62
4.12 ผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างและจอมอนิเตอร์ขณะมีรถจอดกรณีแสงปกติ 62
4.13 ภาพที่จอดรถและจอมอนิเตอร์ก่อนมีรถจอดกรณีแสงน้อย 63
4.14 ผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างและจอมอนิเตอร์ขณะมีรถจอดกรณีแสง 63
4.15 ตัวอย่างการประมวลผลของโปรแกรม 1 68
4.16 ตัวอย่างการประมวลผลของโปรแกรม 2 68
4.17 ตัวอย่างการประมวลผลของโปรแกรม 3 69
4.18 ตัวอย่างการประมวลผลของโปรแกรม 4(Error) 69
4.19 ส่วนโปรแกรมการหาที่ว่างและแสดงหมายเลขโทรศัพท์ที่ร้องขอ 70
4.20 sms แสดงข้อมูลที่ว่าง 70
ก.1 กล้องยี่ห้อ iCon รุ่น IC118 76
ก.2 ET-GSM SIM300CZ V1.0 77
ก.3 โครงสร้างของบอร์ด ET-GSM SIM300CZ V1.0 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันการใช้ชีวิตของมนุษย์เรานั้นเป็นไปด้วยความเร่งรีบ และการแข่งขัน ผู้คนส่วนใหญ่มีการใช้รถยนต์ในการเดินทาง จึงทำให้ธุรกิจให้บริการลานจอดรถตามสถานที่ต่างๆเกิดขึ้นตามมา ซึ่งบางทีที่เราเข้าไปแล้วจะพบกับปัญหาการหาที่จอดรถเต็ม ปัญหาด้านความปลอดภัย หรือแม้แต่ความล้าช้าในการคิดค่าบริการ ทางผู้จัดทำได้เล็งเห็นปัญหาเหล่านี้และคิดวิธีการแก้ไขโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ (Image Processing) ร่วมกับกล้องวงจรปิดและระบบเครือข่ายโทรศัพท์ มาพัฒนาระบบลาดจอดรถแบบอัตโนมัติเพื่อประโยชน์แก่ทั้งผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อพัฒนาระบบลานจอดรถให้มีประสิทธิ และตอบสนองความต้องการที่มากขึ้นในอนาคต
- เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรม Application โดยอาศัย Visual C++
- เพื่อตรวจสอบและหาตำแหน่งที่จอดรถโดยวิเคราะห์จากภาพ
- เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษามาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูงสุด
- การระบุหมายเลขทะเบียนรถเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและง่ายต่อการคิดค่าบริการ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- ระบบสามารถค้นหาตำแหน่งที่ว่างสำหรับจอดรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ระบบสามารถคิดเงินและแสดงผลทางหน้าจอได้
- ใช้เฉพาะในอาคารเท่านั้น
- ใช้ภาพจากกล้องวงจรปิดในที่นี้ จะใช้กล้องเว็บแคมในการบันทึกภาพแทน
- ระบบสามารถตรวจสอบที่ว่างผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ระบบที่พัฒนาสามารถนำไปใช้เพื่อสร้างความสะดวกต่อการหาที่จอดรถสำหรับในอาคารจอดรถได้
- ผู้ที่ทำโครงงานได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้นในด้านการวางแผนและการเขียนโปรแกรม รวมถึงความรู้ในการใช้งานอุปกรณ์ในการทำงานมากขึ้น

1.5 วิธีการดำเนินงาน

- วิเคราะห์ปัญหาระบบจอดรถที่มีอยู่ในปัจจุบันแล้วนำมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น
- ศึกษาทฤษฎี Image Processing
- ศึกษาโปรแกรม matlab
- ศึกษาโปรแกรม Visual C++
- ศึกษาภาษา AT command
- ลงมือเขียนโปรแกรม ทดลอง และแก้ปัญหาที่เกิดจากการทดลอง พร้อมทั้งปรับปรุงโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ และพื้นฐานของระบบที่จอดรถยนต์อัตโนมัติผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยเพิ่มระบบตรวจหาตำแหน่งที่ว่างสำหรับจอดรถโดยให้ผู้ใช้บริการสามารถดูตำแหน่งที่ว่างผ่านทางโทรศัพท์มือถือได้ โดยอาศัยภาพจากกล้องวงจรปิดมาวิเคราะห์ด้วยกระบวนการทางด้าน Image processing โดยในโครงงานฉบับนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับระบบที่จอดรถอัตโนมัติผ่านโทรศัพท์มือถือและการค้นหาป้ายทะเบียนรถ

2.1 รูปภาพดิจิตอล (Digital Image)

โดยทั่วไปเราอาจแบ่งรูปภาพที่ปรากฏและใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ออกเป็นสองรูปแบบ คือ รูปแบบบิตแมป(Bitmap Image) และรูปภาพแบบเวคเตอร์ (Vector Image) โดยรูปภาพแบบบิตแมปจะพิจารณาตัวรูปภาพถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ หลายๆส่วน (Pixels) ที่ถูกนำมารวมกันและใช้แสดงผล ส่วนรูปภาพแบบเวคเตอร์จะพิจารณารูปภาพเป็นเสมือนวัตถุ

2.1.1 ภาพแบบบิตแมป (Bitmap Image)

เป็นภาพที่ประกอบจากจุดขนาดเล็ก ๆ จำนวนมาก ที่ต่อเรียงกันจนเป็นภาพ ๆ หนึ่ง เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ลักษณะของภาพชนิดนี้ให้นึกถึงการสร้างภาพบนตารางสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ เราจะใช้สีเต้มลงในช่องสี่เหลี่ยมแต่ละช่องจนกลายเป็นภาพที่สมบูรณ์ขนาดใหญ่ เนื่องจากตารางนี้มีขนาดเล็กมาก ๆ เมื่อลองขยายภาพดู จะเห็นเป็นรูปตาราง ยิ่งขยายใหญ่เท่าไหร่ ตารางสี่เหลี่ยมก็ยิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นจนอาจมองภาพนั้นไม่ออกว่าเป็นภาพอะไร สิ่งนั้นส่งผลเช่นเดียวกันเมื่อเราขยายภาพบิตแมปบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้รายละเอียดไม่ชัดเจน โดยทั่ว ๆ ไปภาพบิตแมปเป็นภาพประเภทที่นิยมใช้กันมากในภาพถ่ายหรือภาพวาด เนื่องจากมันสามารถไล่โทนสีและแสงเงาได้เหมือนจริงที่สุด

2.1.2 ภาพแบบเวคเตอร์ (Vector Image)

ภาพแบบเวคเตอร์จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกับแบบบิตแมป คือภาพประเภทนี้ไม่ว่าจะขยายภาพใหญ่แค่ไหน ก็ยังคงรายละเอียดและความคมชัดไว้ได้เหมือนเช่นเดิม โดยไม่ผิดเพี้ยน เนื่องจากภาพแบบเวคเตอร์นั้นประกอบด้วยเส้นตรง เส้นโค้งและรูปทรงต่างๆ ภาพที่ได้จะสร้างขึ้นจากคำสั่งที่บอกถึงลักษณะของภาพในรูปแบบทางเรขาคณิตด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นโปรแกรมที่ต้องการเปิดรูปภาพจะต้องนำสมการต่างๆ ที่บันทึกเอาไว้มาคำนวณและสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

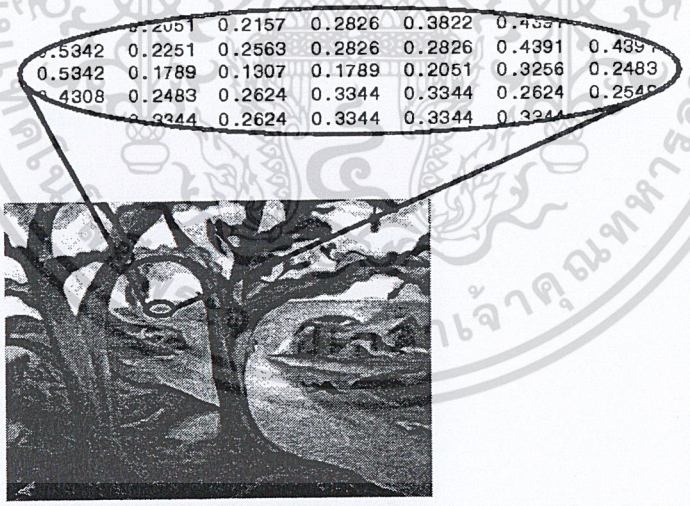
รูปทรงของภาพขึ้นมาใหม่ จุดเด่นคือไม่ว่าจะขยายภาพให้ใหญ่แค่ไหนคอมพิวเตอร์ก็จะคำนวณค่าต่างๆ ให้ใหม่ทุกครั้งทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมามีความคมชัด ภาพแบบเวคเตอร์เหมาะกับงานที่มีความแม่นยำและต้องการความละเอียดสูง เช่น การสร้างภาพโลโก้ การสร้างภาพสามมิติ การสร้างแบบร่างทางวิศวกรรม

2.2 ประเภทของภาพ (Image types)

โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งประเภทของภาพบิตแมปตามคุณสมบัติของสีออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ คือ

2.2.1 ภาพแบบระดับสีเทา (Intensity images or Gray scale image)

ลักษณะของภาพชนิดนี้ในแต่ละพิกเซล(pixels) จะมีค่าความเข้มของแสงในแต่ละระดับที่แตกต่างกันไปตั้งแต่สีขาวไปยังสีดำ เราสามารถกำหนดระดับความเข้มของแสงนั้นได้โดยใช้ค่าระดับเทา(Gray scale หรือ Gray level) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.1 โดยปกติทั่วๆ ไป ภาพแบบระดับสีเทาจะมีความละเอียดเท่ากับ 8 บิท ซึ่งภาพจะมีค่าระดับความเข้มแสงของสีดำเท่ากับ 0 ส่วนค่าระดับความเข้มแสงของสีขาวจะมีค่าเท่ากับ 255



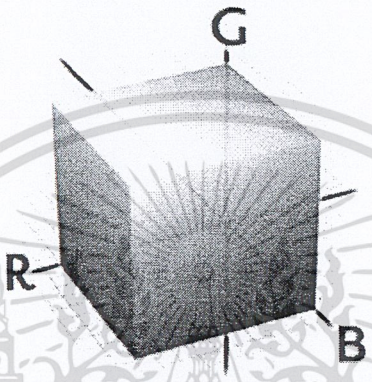
รูปที่ 2.1 แสดงค่าระดับเทาในแต่ละพิกเซล [6]

2.2.2 ภาพสี (Color image)

ภาพชนิดนี้ แต่ละพิกเซลของภาพจะเก็บค่าระดับความเข้มของแต่ละแถบแสงของแม่สีหลัก 3 สีที่ซ้อนกัน คือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ซึ่งในแต่ละพิกเซลนั้นๆ ก็จะแสดงผลของค่าสีของแต่ละพิกเซลตามระดับความเข้มในแต่ละแถบแสงนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RGB Color Model เป็นโมเดลของแสงสีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยแสงสีต่างๆ ภาพที่นำมาประมวลผลนั้นจะเก็บค่าสีในลักษณะ RGB Color Model ซึ่ง RGB Color Model นี้ค่าของสีแดง เขียว และน้ำเงินจะเปลี่ยนไปตามความเข้มแสง กล่าวคือ ถ้าแสงสว่างมาก ค่าของสีทั้งสามสีจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่หากมีแสงสว่างน้อย ค่าของสีทั้งสามจะมีค่าลดลงระบบสีนี้ได้ถูกนำมาใช้ในด้านการแสดงผลข้อมูลบนจอภาพ รวมไปถึงการเก็บข้อมูลภาพในระบบคอมพิวเตอร์
ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงค่าในแต่ละพิกเซลของภาพสี [6]

2.2.3 ภาพขาวดำ (Binary image)

ลักษณะของภาพขาวดำ คือ ในแต่ละพิกเซลจะแสดงด้วยค่าแบบไบนารี คือมี 1 บิท ซึ่งประกอบไปด้วยค่า 1 และ 0 โดยที่ 1 หมายถึงจุดภาพสีขาว และ 0 หมายถึงจุดภาพสีดำ ภาพประเภทนี้เหมาะสำหรับภาพที่เกี่ยวกับตัวอักษร ภาพลายนิ้วมือ เป็นต้น

2.3 การหาความสว่างของภาพ (Image Brightness)

การหาค่าความสว่างของภาพ คือ การหาค่าความสว่างของภาพ โดยหาได้จากหาค่าผลรวมของ Gray level ทั้งหมดหารด้วยค่าของจำนวนพิกเซลทั้งหมด ดังสมการ

$$\text{Brightness} = \bar{x} = \sum_{i=o}^{N} \frac{Xi}{N} \tag{2.1}$$

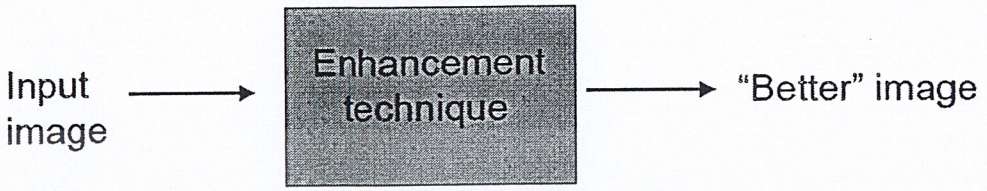
N = Total of pixels

Xi = Gray level of pixels

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การปรับปรุงภาพ (Image Enhancement)

เป็นกระบวนการเปลี่ยนระดับคุณภาพของภาพให้อยู่ในระดับที่ดีขึ้นที่จะสามารถนำไปวิเคราะห์ได้



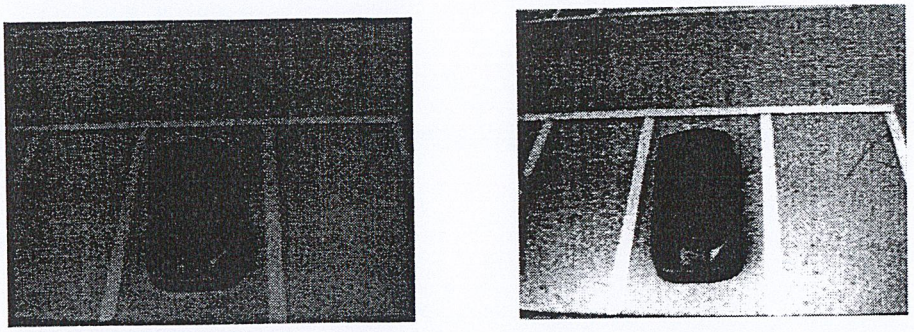
รูปที่ 2.3 กระบวนการปรับปรุงภาพ [6]

2.4.1 ฮิสโตรแกรมของภาพ (Image Histogram)

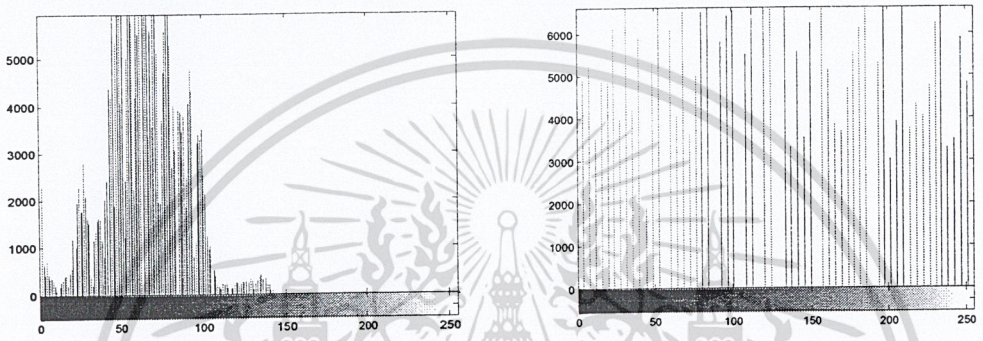
คือ กราฟที่แสดงจำนวนพิกเซลของข้อมูลรูปภาพตามค่าระดับความเข้มเทาที่แสดงอยู่บนภาพดิจิตอลใดๆ Histogram Equalization เป็นวิธีหนึ่งในการที่ทำให้ภาพมีคุณภาพดีขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

- ทำการบวกค่าจำนวนพิกเซลของภาพตามระดับค่าของความเข้มเทาจากน้อยที่สุด ไปหาค่าระดับความเข้มเทามากที่สุด โดยทำการบวกสะสมเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆทีละระดับความเข้มเทา ซึ่งกระบวนการนี้ เรียกว่า Cumulative sum
- ทำการนอมอลไลซ์ (Normalization) ค่าที่ได้จากขั้นตอนที่หนึ่งด้วยการหารผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนที่หนึ่งด้วยจำนวนพิกเซลทั้งหมดของภาพ
- ทำการคูณค่าแต่ละค่าในขั้นตอนที่สองด้วยค่าสูงสุดของค่าระดับความเข้มเทา
- ในขั้นนี้จะได้ค่าระดับความเข้มเทาใหม่แทนค่าระดับความเข้มเทาเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ข.



ค. ง.

รูปที่ 2.4

ก. ภาพที่จอดรถขณะที่มีรถยนต์จอดก่อนทำ Histogram Equalization

ข. ภาพที่จอดรถขณะที่มีรถยนต์จอดหลังทำ Histogram Equalization

ค. ภาพ Histogram ขณะที่มีรถยนต์จอดก่อนทำ Histogram Equalization

ง. ภาพ Histogram หลังผ่านกระบวนการ Histogram Equalization ขณะที่มีรถยนต์จอด

2.5 การทำ Thresholding

เป็นวิธีการแยกบริเวณที่เป็นวัตถุที่เราสนใจออกจากพื้นหลัง โดยการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงของภาพ ณ พิกเซลที่กำลังพิจารณากับค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่า 'Threshold' หากความเข้มแสงของภาพน้อยกว่าค่าThreshold ก็ให้ภาพขาออกที่ตำแหน่งเดียวกันเป็น 0 ส่วนค่าที่มากกว่าหรือเท่ากับให้เป็น 1

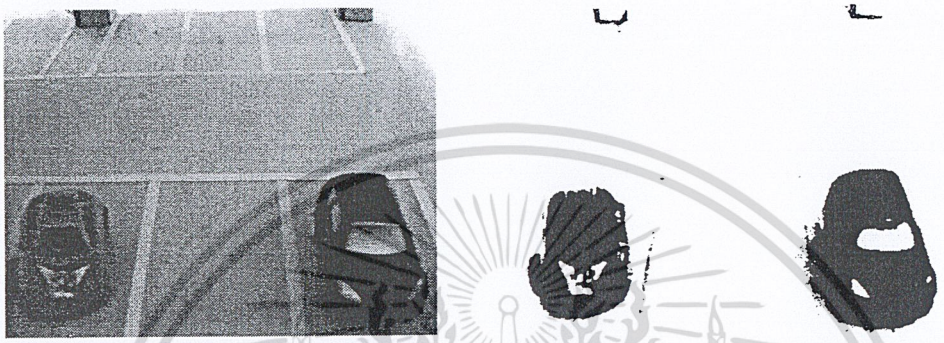
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$b(x) = \begin{cases} 1, & if\ I < T \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (2.2)$$

I = ค่าความเข้มแสงของพิกเซล ณ ตำแหน่งที่กำลังพิจารณา

b(x) = ค่าความเข้มแสงภาพขาออก ณ ตำแหน่งเดียวกัน

T = ค่า Threshold

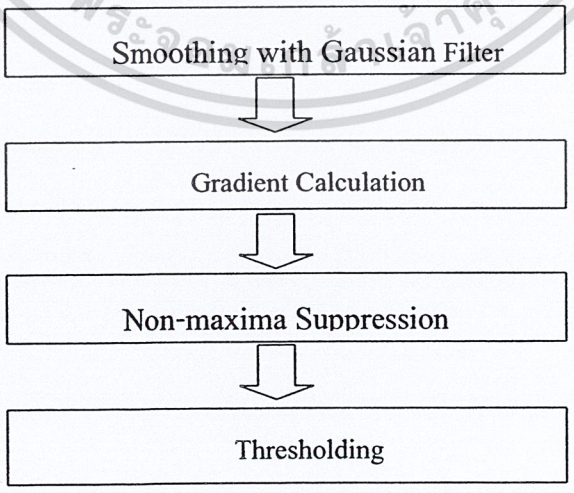


ก. ข.

รูปที่ 2.5 ก. ภาพก่อนทำ Threshold
ข. ภาพหลังทำ Threshold

2.6 การค้นหาขอบภาพด้วย Canny

ขั้นตอนการค้นหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน



รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการค้นหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน (Gaussian Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้น คำนวณค่าขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Orientation) ของเกรเดียนต์โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ถัดมาจึงนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าของ Non-maxima Suppression กับค่าขนาดของเกรเดียนต์ (Gradient Magnitude) เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายใช้การกำหนดจุดอ้างอิงสองระดับ (Double Thresholding Algorithm) เพื่อระบุค่าของพิกเซลที่เป็นขอบและช่วยเชื่อมต่อขอบ โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 การขจัดสัญญาณรบกวน (Smoothing with Gaussian Filter)

ขั้นตอนแรกการค้นหาขอบโดยอัลกอริธึมของ Canny จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise) ออกก่อน ด้วยวิธีการใช้ตัวกรองเกาเซียนกำหนดกรอบ (Mask) การกำหนดกรอบขนาดของตัวกรองเกาเซียน หากมีขนาดกว้างมาก จะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก ถ้าขนาดกรอบกว้างมากเกินไปมีผลทำให้ขอบย่อยๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดหายไป หรืออาจจะได้บริเวณขอบที่ไม่ตรงกับรูปภาพ ผลของภาพที่ผ่านการปรับภาพให้เรียบด้วยตัวกรองเกาเซียนหาได้จากสมการ (2.3)

$$S_{(i,j)} = G_{(i,j,\sigma)} \cdot I_{(i,j)} \tag{2.3}$$

กำหนดให้

$S_{(i,j)}$ คือ ภาพภายหลังการกรอง
$I_{(i,j)}$ คือ ภาพที่ต้องการหาขอบ
$G_{(i,j,\sigma)}$ คือ Gaussian Smoothing Filter
σ คือ ควบคุมระดับของการ Smoothing

2.6.2 การคำนวณค่าของเกรเดียนต์ (Gradient Calculation)

ขั้นแรกปรับภาพ $I_{(i,j)}$ ให้มีความเรียบผลลัพธ์ที่ได้คือค่าของภาพในฟังก์ชัน ขั้นตอนที่สอง การหาค่าของเกรเดียนต์ในทิศทางของแกน x และแกน y และกำหนดขนาดของอนุพันธ์ $Px_{(i,j)}$ อันดับหนึ่งของและ $Qy_{(i,j)}$ ตามลำดับดังสมการ

$$Px_{(i,j)} \approx \frac{S_{(i,j+1)} - S_{(i,j)} + S_{(i+1,j+1)} - S_{(i+1,j)}}{2} \tag{2.4}$$

$$Qy_{(i,j)} \approx \frac{S_{(i,j)} - S_{(i+1,j)} + S_{(i,j+1)} - S_{(i+1,j+1)}}{2} \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่า $Px_{(i,j)}$ และ $Qy_{(i,j)}$ ที่ผ่านการหาอนุพันธ์อันดับหนึ่งเมื่อคำนวณการแปลงรูปแบบจากระนาบของระบบพิกัดฉาก (Rectangular Form) ไปเป็นระนาบพิกัดเชิงขั้ว (Polar Form) เพื่อหาขนาดและทิศทางของเกรเดียนต์แทนค่าตามสมการข้างต้น ได้ค่าขนาดเกรเดียนต์ดังนี้คือ

$$M(i,j) = \sqrt{P_x^2(i,j) + Q_y^2(i,j)} \tag{2.6}$$

และทิศทางของเกรเดียนต์ (Gradient Orientation) เท่ากับ

$$\theta(i,j) = tan^{-1}\left(P_x^2(i,j) + Q_y^2(i,j)\right) \tag{2.7}$$

และสามารถหาค่ามุม ออกมาได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชั่น

$$\theta = tan^{-1}(x,y) \tag{2.8}$$

2.6.3 การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima Suppression)

การค้นหาขอบภาพด้วยวิธีการของ Canny จุดที่ถือเป็นเส้นขอบของภาพได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ ค่าสูงสุดเฉพาะที่และเป็นทิศทางเดียวกับเกรเดียนต์ การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่งทำให้ได้ ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังการทำ Non-maxima Suppression จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้น จุดที่เป็น local Maxima Point ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

2.6.4 การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Threshold)

แม้ว่าภาพจะผ่านการขจัดสัญญาณรบกวนในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม(Smoothing with Gaussian Filter) ภาพที่ได้อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่ อันเนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะ ของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการ กำหนดค่า Threshold ขึ้นมา 2 ค่าคือ High Threshold (T1) และ Low Threshold (T2) โดยพิกเซลที่มีค่า มากกว่า T1 จะถูกปรับเป็น '1' (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น '0' ส่วนค่าที่อยู่ ระหว่างค่า Threshold ทั้งสอง การปรับเป็นค่า '0' หรือ '1' นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซล ที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ มีค่ามากกว่า T2 แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่า เป็น '1' และถือเป็นสมาชิกหนึ่งในภาพขอบด้วยเช่นกัน ดังนั้นการทำ Threshold จะทำให้ภาพที่มีขอบหนา หรือบางนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 กระบวนการรูปร่างลักษณะ (Morphology Processing)

ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะการทำกระบวนการรูปร่างลักษณะสำหรับข้อมูลภาพแบบขาวดำ การทำกระบวนการรูปร่างลักษณะจะคล้ายกับการทำ Convolution ซึ่งจะต้องใช้ Mask Coefficient แต่ในการกระทำนี้จะเรียก Mask Coefficient ใหม่ว่า Structure Element การทำกระบวนการรูปร่างลักษณะ มีได้หลายแบบด้วยกัน ตัวอย่างเช่น การขยายพิกเซล (Dilation) การลดขนาดพิกเซล (Erosion) การทำรูปภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดกว้างมากขึ้น (Opening) และการทำรูปภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) การขยายหรือลดพิกเซล และการทำรูปภาพให้เปิดมากขึ้นหรือปิดมากขึ้น จะขึ้นอยู่กับ Structure Element

2.7.1 การขยายขนาดข้อมูลภาพ (Dilation)

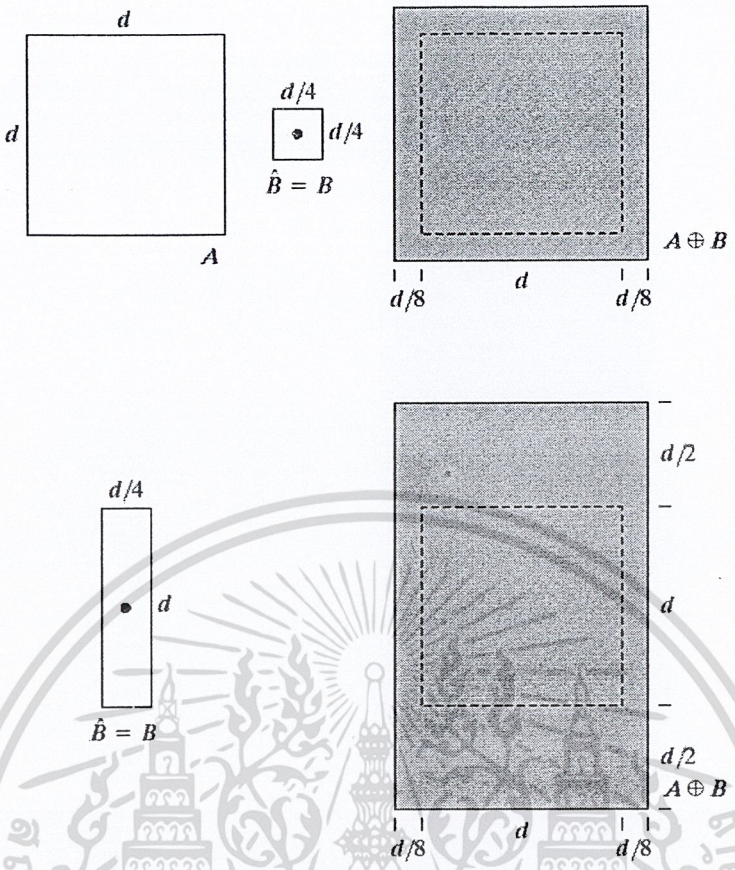
การขยายขนาดเป็นการขยายขนาดของวัตถุในภาพ การขยายพิกเซลที่สว่างให้ใหญ่ขึ้น สำหรับ รูปภาพแบบขาวดำ หรือ Gray Scale เพื่อจุดประสงค์บางประการ เช่นเพื่อปิดรูเล็กๆในวัตถุ หรือใช้เพื่อช่วย ให้วัตถุ 2 วัตถุที่ไม่มีสมาชิกร่วมกันแต่อยู่ใกล้กันสามารถเชื่อมต่อกันได้ เป็นต้น โดยภาพที่ขยายจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับ structuring element ที่นำมาใช้สแกนบนรูปภาพ ดังรูปที่ 2.7 การขยายภาพเขียนแทนด้วย $A \oplus B$ โดยมีสมการเป็นดังนี้

$$A \oplus B = \{x / [(\widehat{B})_x \cap A] \subseteq A\} \tag{2.9}$$

โดยที่ A แทนด้วยรูปภาพที่จะทำการขยายภาพ (Dilation)

B แทนด้วย structuring element

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการทำการขยายภาพ (Dilation) [13]

2.7.2 การกร่อนข้อมูลภาพ (Erosion)

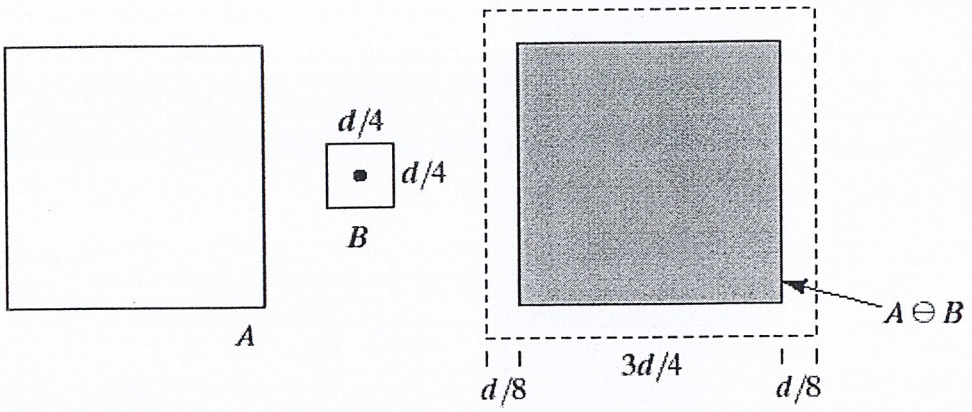
การกร่อนเป็นการดำเนินการเช่นเดียวกับการขยายขนาด แต่ให้ลักษณะตรงกันข้าม คือจะลดขนาด ของพิกเซลที่สว่างลง การกร่อนจะลดขนาดของวัตถุให้เล็กลง ซึ่งผลที่ได้จะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับ Structuring element ที่นำมาใช้สแกนบนรูปภาพเช่นเดียวกับการขยาย ดังรูปที่ 2.8 การกร่อนภาพเขียนแทนด้วย $A \ominus B$ โดยมีสมการเป็นดังนี้

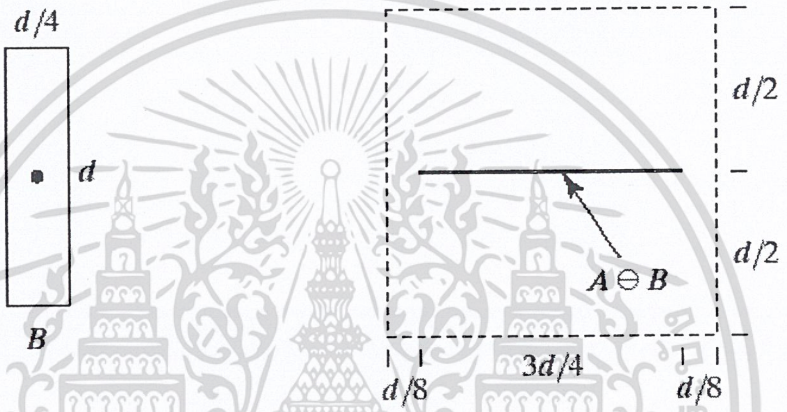
$$A \ominus B = \{x / (\hat{B})_x \subseteq A\} \tag{2.10}$$

โดยที่ A แทนด้วยรูปภาพที่จะทำการกร่อนภาพ (Erosion)

B แทนด้วย Structuring element

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการร่อนภาพ (Erosion) [14]

2.7.3 การทำภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดมากขึ้น (Opening)

รูปแบบการทำนี้คือ จะทำกระบวนการกร่อนข้อมูลภาพ (Erosion) ก่อนจากนั้นจึงทำกระบวนการการขยายขนาดข้อมูลภาพ (Dilation) ผลลัพธ์จากการทำภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดมากขึ้น (Opening) จะทำให้ พิกเซลของภาพจะถูกเปิดออกมากขึ้น การเปิดของเซ็ท A โดย B แทนด้วย $A \circ B$ และมีสมการดังนี้

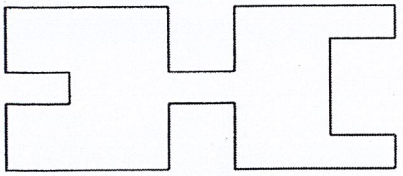
$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \tag{2.11}$$

2.7.4 การทำภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing)

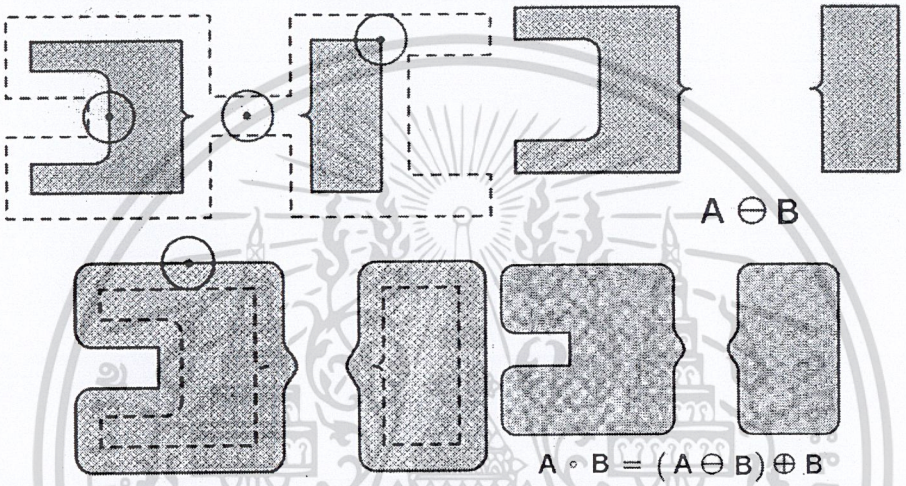
รูปแบบการทำนี้คือจะทำกระบวนการขยายขนาดข้อมูลภาพ(Dilation) ก่อนจากนั้นจึงทำกระบวนการกร่อนข้อมูลภาพ (Erosion) ผลลัพธ์จากการทำภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) จะทำให้ พิกเซลของภาพจะถูกปิดเชื่อมต่อกันมากขึ้น การปิดของเซ็ท A โดย B แทนด้วย $A \bullet B$ และมีสมการดังนี้

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \tag{2.12}$$

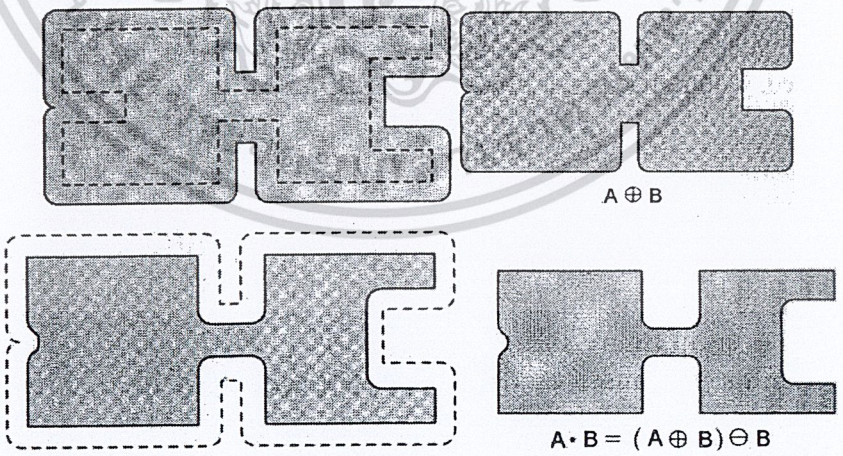
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ข้อมูลภาพวัตถุต้นแบบ



ข. การทำ Opening



ค. การทำ Closing

รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างเปรียบเทียบการขยายขนาดข้อมูล และการกร่อนข้อมูลภาพ [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 The Freeman chain code

The Freeman chain code คือกระบวนการแสดงทิศทางที่ต่อเชื่อมถึงกันของเส้นขอบ (จุดที่มาเรียง ต่อเนื่องกันเกิดเป็นขอบ) ที่แสดงถึงรูปร่างของวัตถุในภาพโดยใช้ตัวเลข การหาทิศทางจาก Freeman chain code ให้หาทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

ในการหา Freeman chain code จะใช้ Mask 8 neighbors ซึ่งมีค่าดังนี้

3	2	1
4	*X*	0
5	6	7

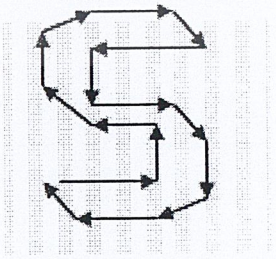
ตำแหน่ง X แสดงตำแหน่งจุดที่อยู่ปัจจุบัน

ซึ่งก่อนที่จะทำ Chain Code ของ Contour ใด ๆ จะต้องทำการหาขอบของภาพก่อน (Edge Detection) ซึ่งจะใช้การหาขอบแบบใดก็ได้ เช่น Robert, Prewitt, Canny หลังจากทำ Edge Detection แล้วให้พิจารณาเฉพาะ pixel ที่เป็นขอบเท่านั้นในการทำ Freeman chain code

ขั้นตอนการทำ Code Chain

ค่า Code Chain ที่ได้: 34445670007654443

รูปที่ 2.10 แสดงกระบวนการหา Chain Code และค่า Chain Code ที่ได้[13]



รูปที่ 2.11 แสดงรูปที่ได้หลังจากการทำ Code Chain [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 The Douglas-Peucker algorithm

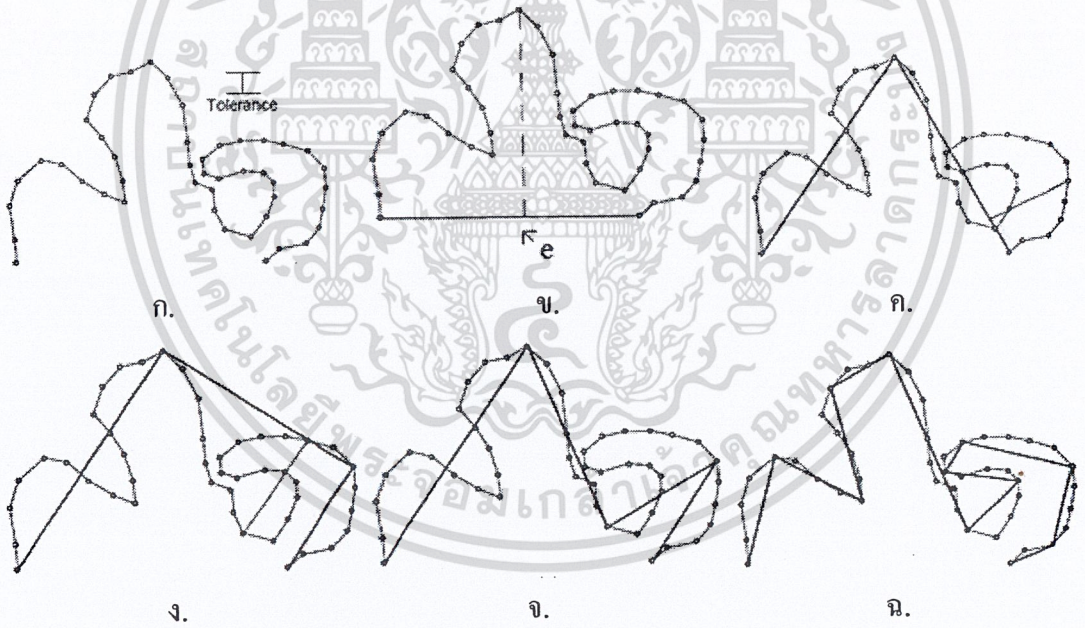
The Douglas-Peucker algorithm เป็นการประมาณลักษณะส่วนของเส้นด้วยจุดอย่างง่าย เพียงไม่กี่ จุด แต่ยังคงลักษณะของรูปร่างเอาไว้ให้ใกล้เคียงของเดิม

ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม

1.ให้ลำดับของเวกเตอร์ที่มาต่อกันเป็นดังรูปที่ 2.12ก.

2.ประมาณส่วนของขอบอันแรกที่จะใช้เป็นเวกเตอร์ในการทดสอบต่อไปอย่างหยาบๆ ด้วยการ ลากเส้นจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์รูปที่ 2.12ก. ไปยังจุดสุดท้ายของเวกเตอร์ดังรูปที่ 2.12 ข. กำหนดให้เส้น นี้เป็น e

3. จากนั้นจะทำการหาส่วนที่มีระยะห่างที่มาตั้งฉากกับเส้น e ที่มีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้มาก ที่สุด กำหนดให้ ε เป็นระดับของค่าระยะห่างที่ยอมรับได้ (Tolerance) เพื่อทำการประมาณเส้น e ใหม่โดย การลากเส้นเพิ่มไปยังตรงจุดที่มีค่าสูงที่สุดนั้น ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแนวเส้นที่มาตั้งฉากมีค่าภายใต้ ค่าที่กำหนดไว้ จึงได้ดังรูปที่2.12ฉ.



รูปที่ 2.12 แสดงกระบวนการทำงานของ The Douglas-Peucker algorithms [13]

2.10 การบิดภาพ (Shearing)

การบิดภาพจะทำให้บางส่วนของภาพหรือภาพทั้งหมดเกิดการบิดเบือนขึ้น ในการแปลงป้ายที่มีลักษณะเอียงหรือบิดให้อยู่ในแนวตรง จะมีการแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนสำคัญคือ ก) การตรวจสอบจุดที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ เป็นมุมของป้ายทะเบียน ข) การ

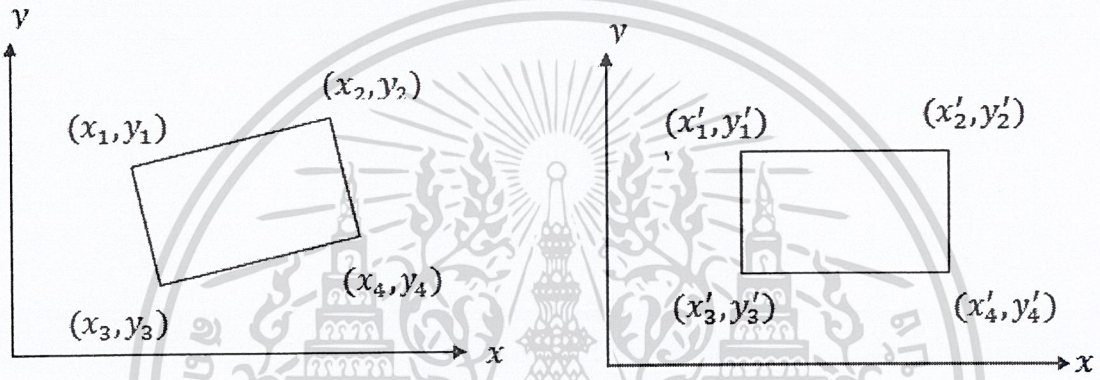
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ทำการบิดภาพทางเลขาคณิต (Geometric transformation) ส่วนที่หนึ่ง จะเป็นการหาว่าจุดที่ได้ทั้ง 4 จุดนั้น อยู่ ณ ตำแหน่งใดของป้าย อันได้แก่ ตำแหน่งขอบซ้ายบน ขอบซ้ายล่าง ขอบขวาบน และขอบขวาล่าง โดยสามารถหาได้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: หาค่าเฉลี่ยของตำแหน่ง x ของทั้ง 4 จุดเพื่อทำการแบ่งจุดที่อยู่ทางซ้ายและทางขวาของป้ายทะเบียนออกจากกัน ซึ่งจะได้ 2 จุดที่อยู่ทางซ้าย และ 2 จุดที่อยู่ทางขวา

ขั้นตอนที่ 2: หาค่าเฉลี่ยของตำแหน่ง y ของทั้ง 4 จุดเพื่อทำการแบ่งจุดที่อยู่ด้านบนและด้านล่างของป้ายทะเบียนออกจากกัน ซึ่งจากขั้นตอนนี้จะได้ จุดที่อยู่ด้านซ้ายบน จุดที่อยู่ด้านซ้ายล่าง จุดที่อยู่ด้านขวาบน และจุดที่อยู่ด้านขวาล่าง ซึ่งเป็นตำแหน่งขอบของป้ายทะเบียนตามลำดับ



รูปที่ 2.13 การหาตำแหน่งมุมต่างๆ ของป้าย [13]

ส่วนที่สอง เมื่อได้มุมทั้งสี่ด้านของป้ายแล้ว ก็นำจุดเหล่านั้นมาใช้ในการทำการบิดภาพให้อยู่ในลักษณะตรงตามที่ต้องการซึ่งรู้ตำแหน่งแน่นอนอยู่แล้ว โดยในการทดลองนี้ได้ใช้ Affine transform สำหรับการบิดภาพทางเลขาคณิต การบิดภาพจะต้องทำการบิดทั้งทางแกน X และแกน Y เป็นการย้ายจุด (x,y) ของภาพเดิมไปยังจุด (x',y') ของภาพใหม่นั่นเอง โดยสมการการบิดภาพจะมีลักษณะดังนี้คือ

$$y' = a_1 + b_1 x + c_1 \quad (2.13)$$

$$x' = a_2 + b_2 x + c_2 \quad (2.14)$$

2.11 โปรเจ็คชั่น (Projection)

วิธีการโปรเจคชั่นนั้นสามารถแบ่งออกเป็นสองวิธีคือ

1. วิธีการโปรเจคชั่นตามแนวนอน เป็นวิธีการที่สามารถแยกตัวอักษรออกเป็นบรรทัดได้ โดยคำนวณจากจุดสีดำหรือจุดพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ตามแนวแกน X ซึ่งก็หมายถึงส่วนที่เป็นตัวอักษรตามแนวนอนนั่นเอง ผลจะได้ออกมาในรูปของกราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ช่วงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119245

พิกเซลที่ไม่มีตัวอักษรนั้นจะเกิดช่องว่างขึ้น จากความแตกต่างนี้จึงสามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของตัวอักษรแต่ละบรรทัดได้

2. วิธีการโปรเจคชั่นตามแนวตั้ง เป็นวิธีการที่สามรถแยกตัวอักษรแต่ละบรรทัดออกจากกันได้ โดยวิธีการคำนวณก็เหมือนกันกับการโปรเจคชั่นตามแนวนอน เพียงแค่เปลี่ยนจากการคำนวณหาค่าจุดสีดำตามแนวแกน X ไปเป็นการคำนวณหาค่าจุดสีดำตามแนวแกน Yผลที่ได้ออกมาก็จะอยู่ในรูปของฮิสโตแกรมเช่นกัน และจะใช้ความแตกต่างของช่องว่างที่เกิดขึ้นจากช่วงที่ไม่มีตัวอักษรในการวิเคราะห์หาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของตัวอักษรแต่ละตัวได้

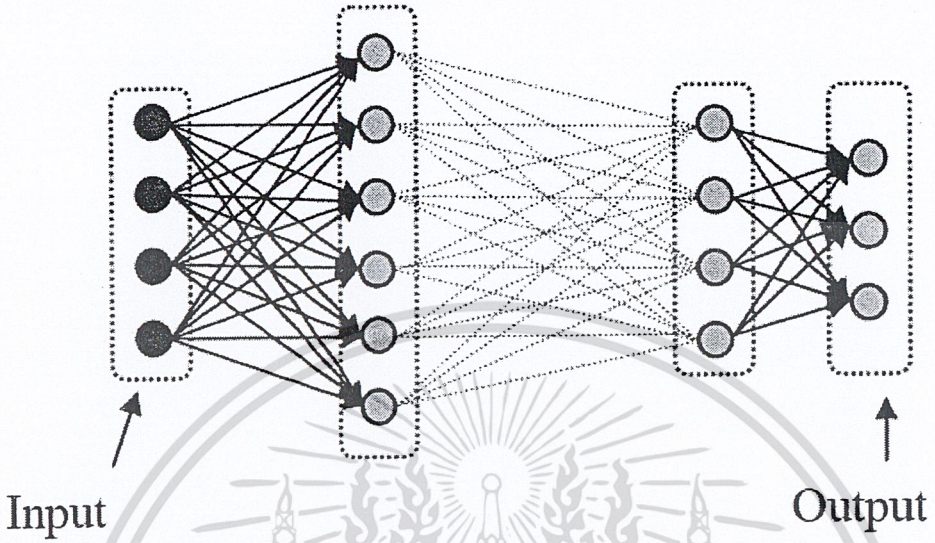
รูปที่ 2.14 แสดงภาพตัวอย่างการโปรเจ็คชั่นในแนวนอนและแนวตั้ง

2.12 เครือข่ายใยประสาท (Neural Network)

คือโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์(Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำแบบรูป (Pattern Recognition) และการอุปมานความรู้ (Knowledge deduction) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ โดยโครงการนี้ใช้เครือข่ายใยประสาท (Neural Network) แบบ Feed-forward network และใช้อัลกอริทึมที่เรียกว่าBack propagation algorithm ในการเรียนรู้ของเครือข่ายใยประสาทข่ายงานประสาทแบบ Feed-forward network จะมีลักษณะการทำงานของข้อมูลที่นำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมวลผลในวงจรข่ายเป็นดังนี้คือ ข้อมูลนั้นจะถูกส่งไปในทิสทางเดียวจาก Input node แล้วส่งต่อไปยัง node ที่อยู่ใน layer อื่นต่อไปเรื่อยๆจนถึง Output node โดยที่ไม่มีการย้อนกลับของข้อมูล หรือเชื่อมต่อข้อมูลกันกับ node ที่อยู่ใน layer เดียวกัน ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 โครงสร้างของ Feed-forward network [15]

Back-propagation เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ของเครือข่ายใยประสาทวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในmultilayer perception เพื่อปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดให้เหมาะสม โดยการปรับค่านี้จะขึ้นกับความแตกต่างของค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้กับค่าเอาต์พุตที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. กำหนดค่าอัตราเร็วในการเรียนรู้ (Rate parameter)

2. สำหรับแต่ละตัวอย่างอินพุตให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้จนกว่าได้ระดับ performance ที่ต้องการ

- คำนวณหาค่าเอาต์พุต โดยใช้ค่าน้ำหนักเริ่มต้นซึ่งอาจได้จากการสุ่ม
- คำนวณหาค่า β : แทนประโยชน์ที่จะได้รับสำหรับการเปลี่ยนค่าเอาต์พุตของแต่ละโหนด
- ในชั้นเอาต์พุต (Output Layer)

$$\beta_z = d_z - o_z \qquad (2.15)$$

เมื่อ d_z = ค่าเอาต์พุตที่ต้องการ

o_z = ค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้

- ในชั้นซ่อน (Hidden Layer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

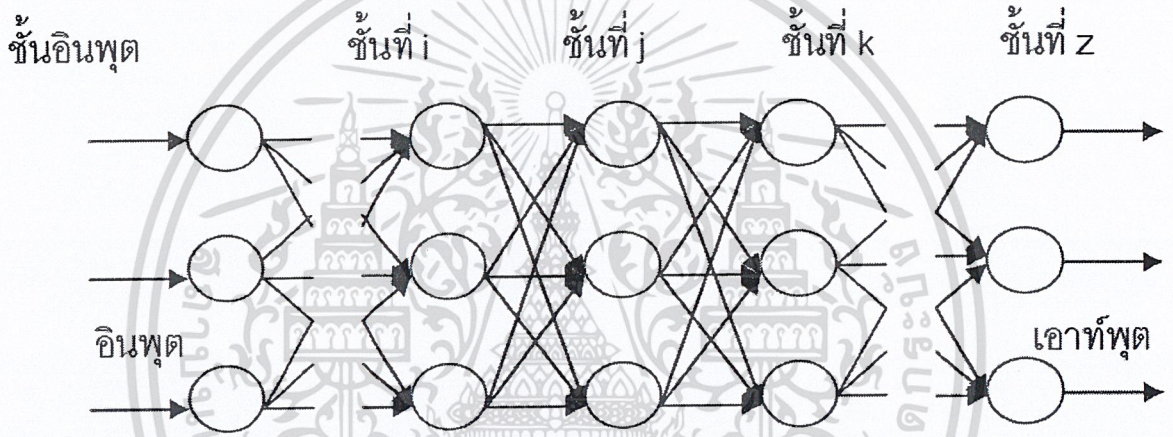
$$\beta_j = \Sigma w_{jk} o_k (1 - o_k) \beta_k \qquad (2.16)$$

เมื่อ w_{jk} = น้ำหนักของเส้นเชื่อมระหว่างชั้นที่ j กับ k

- คำนวณค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปสำหรับในทุกน้ำหนัก ด้วยสมการต่อไปนี้

$$\beta w_{ij} = r o_i o_j (1 - o_j) \beta_j \qquad (2.17)$$

- เพิ่มค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง สำหรับตัวอย่างอินพุตทั้งหมด และเปลี่ยนค่าน้ำหนัก



รูปที่ 2.16 แสดงรูปแบบ Back-propagation neural network [15]

2.13 AT Command

AT Command เป็น protocol ที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่วนใหญ่ยึดใช้เป็น protocol หลัก ในการ interface กับ คอมพิวเตอร์ ซึ่ง AT Command เป็นชุดคำสั่งที่มีไว้สำหรับ modem โดยเฉพาะ โดยคอมพิวเตอร์จะมองโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็น Modem เหมือนกันโดยที่การ เชื่อมต่อด้านฮาร์ดแวร์นั้นจะนิยมใช้ 2 ช่องทาง คือ

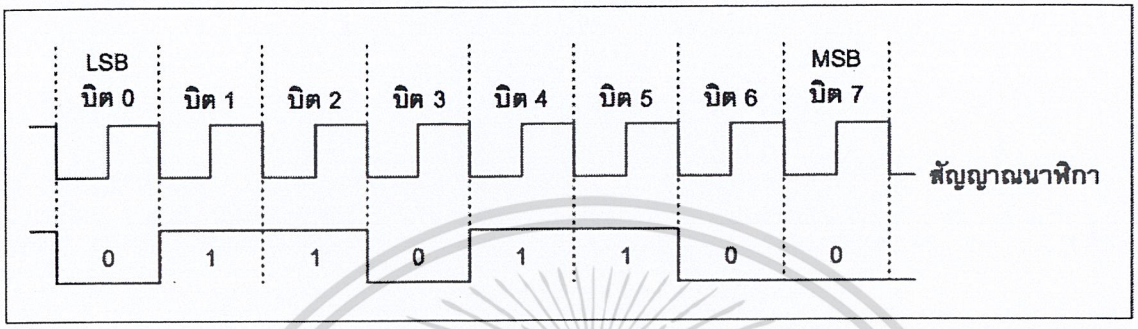
1. การสื่อสารแบบอนุกรม
2. IrDA (Infrared Port)

2.13.1. การสื่อสารแบบอนุกรม

การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นจะแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัสการสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับการรับและส่งสัญญาณด้วยตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกาส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูลดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้นคือ สัญญาณนาฬิกา ข้อมูลและกราวด์ รูปที่ 2.17 แสดงให้เห็นถึงไทมิ่งไดอะแกรมของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส



รูปที่ 2.17 รูปแบบอย่างง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรม[9]

2.13.1.1 การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือการรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วยเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสแต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากันซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือ บอดเรท (Baudrate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit per second : bps) รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

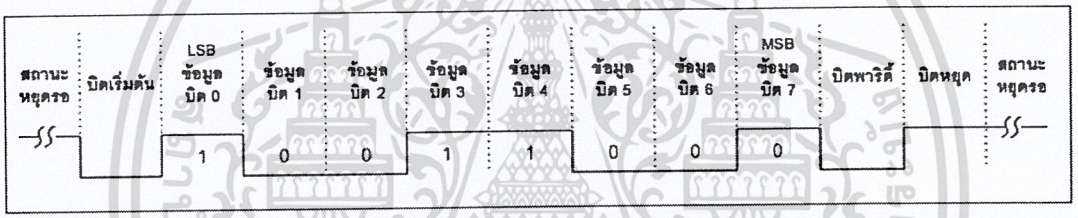
1. บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะมีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรมจะมีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตปิดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1,1.5 หรือ 2 บิต

รูปที่ 2.18 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีข้อมูลที่จะส่ง ขา DATA จะมีสถานะลอจิก “1” ซึ่งจะเรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุดรอ (waiting stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก “0” ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่า บิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อน ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่จะส่งอาจจะมีจำนวนบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อน ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่จะส่งอาจจะมีจำนวนบิต 5,6,7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นตามด้วย บิตพาริตี้ ซึ่งใช้เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งขอมูล บิตสุดท้ายที่ส่งคือ บิตปิดท้าย ซึ่งจะให้ขาดาต้ามีสถานะลอจิก “1” อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต , 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อุปกรณ์พิเศษที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส เรียกว่า Universal Asynchronous Receiver/Transmitter หรือ UART อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือ ค่าบอดเรตซึ่งก็คือค่าจำนวนบิตต่อวินาทีที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูล บอดเรตมาตรฐานที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที และมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ซึ่งการรับส่งแบบอนุกรมโดยไม่ผ่านโมเด็มอาจจะสามารถกำหนดค่าบอดเรตได้สูงถึง 115200 บิตต่อวินาที เนื่องจากบอดเรตคือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถถ่ายทอดได้ภายใน 1 วินาที ยกตัวอย่าง ข้อมูลอนุกรมถูกส่งในลักษณะ 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูลที่รับส่งนี้เท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที และถ้ามีการใช้พาริตี้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะเหลือเป็น 872 ไบต์ต่อวินาที



รูปที่ 2.18 รูปแบบอย่างง่ายที่สุดของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส[9]

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd), แบบคู่ (even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ การตรวจสอบพาริตี้เป็นการตรวจสอบจำนวนรวมของบิตที่เป็นลอจิ “1” ภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ว่ามีจำนวนรวมเป็นเลขคู่หรือเลขคี่โดยต้องรวมบิตพาริตี้เข้าไปด้วย ยกตัวอย่างข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิต และมีค่าเท่ากับ 99 ฐานสิบหก หรือ 110011001 ฐานสองจะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้มีจำนวนลอจิก “1” จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคู่ ค่าในบิตพาริตี้มีจำนวนบิตที่เป็นลอจิก “1” รวมกันเป็นเลขคี่ ในตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของบิตพาริตี้ในการรับส่งข้อมูลอนุกรม

บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART โดยภาครับจะต้องกำหนดคุณสัมบัติการตรวจสอบพาริตี้ให้ตรงกันว่า จะตรวจสอบพาริตี้คี่หรือคู่ จากนั้นภาครับของ UART จะตรวจสอบค่าพาริตี้ที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือเป็นคี่ โดยการนับจำรวนลอจิก “1” ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วยถ้ากำหนดพาริตี้ไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแจ้งข้อผิดพลาดให้ผู้ใช้ทราบ นับเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดของการถ่ายทอดข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่จะเชื่อถือได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ส่งมีบิตที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตี้เป็น NONE นั้น ทั้งภาครับและภาคส่ง จะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

ตารางที่ 2.1 แสดงบิตพาริตี้ของข้อมูล

ข้อมูล	บิตพาริตี้คู่	บิตพาริตี้คี่
00000000	0	1
00000001	1	0
00000010	1	0
00000011	0	1
00000100	1	0
11111110	1	0
11111111	0	1

คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมดจะใช้ UART เบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอร์ในรุ่น XT ใช้ UART เบอร์ 8250 UART ชิปเหล่านี้มีระดับแรงดันเป็นแบบทีทีแอล (0 และ +5V) แต่เพื่อให้มีแรงดันเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ที่ระยะทางไกลมากขึ้น ระดับแรงดันทีทีแอลจะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่สูงขึ้น โดยลอจิก “0” มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12V ในขณะที่ลอจิก “1” มีระดับแรงดัน -3V ถึง -12V

2.13.1.2 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดซึ่งอยู่ห่างไกลกันโดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3V ถึง -12V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3V ถึง +12V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (space)

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCE) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยางของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร

คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS-232 และการเชื่อมต่อ

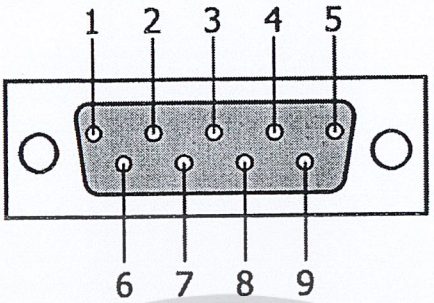
มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้นเช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่น ๆ ที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงรูปร่างและตำแหน่งขาในรูปที่2.19

สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแสดงดังในรูปที่ 2.20 ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล ในรูปที่ 2.20(ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ ส่วนในรูปที่ 2.20(ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับรายละเอียดหน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

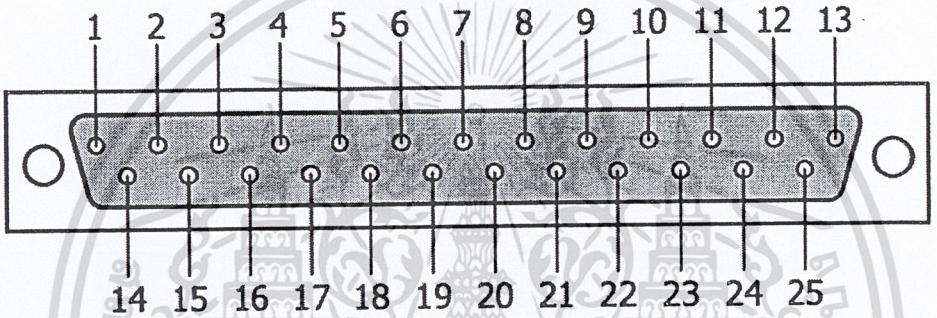
Data Carrier Detect : DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอคทีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Receive Data : RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์



(ก) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขาหรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)



(ข) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 25 ขาหรือแบบ DB-25 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

คอนเน็กเตอร์ DB-9	คอนเน็กเตอร์ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect : DCD	อินพุต
2	3	Received Data : RxD	อินพุต
3	2	Transmitted Data : TxD	เอาท์พุต
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาท์พุต
5	7	Signal Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	4	Request To Send : RTS	เอาท์พุต
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุต
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุต

รูปที่ 2.19 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232 ทั้งแบบ DB-9 และ DB-25[9]

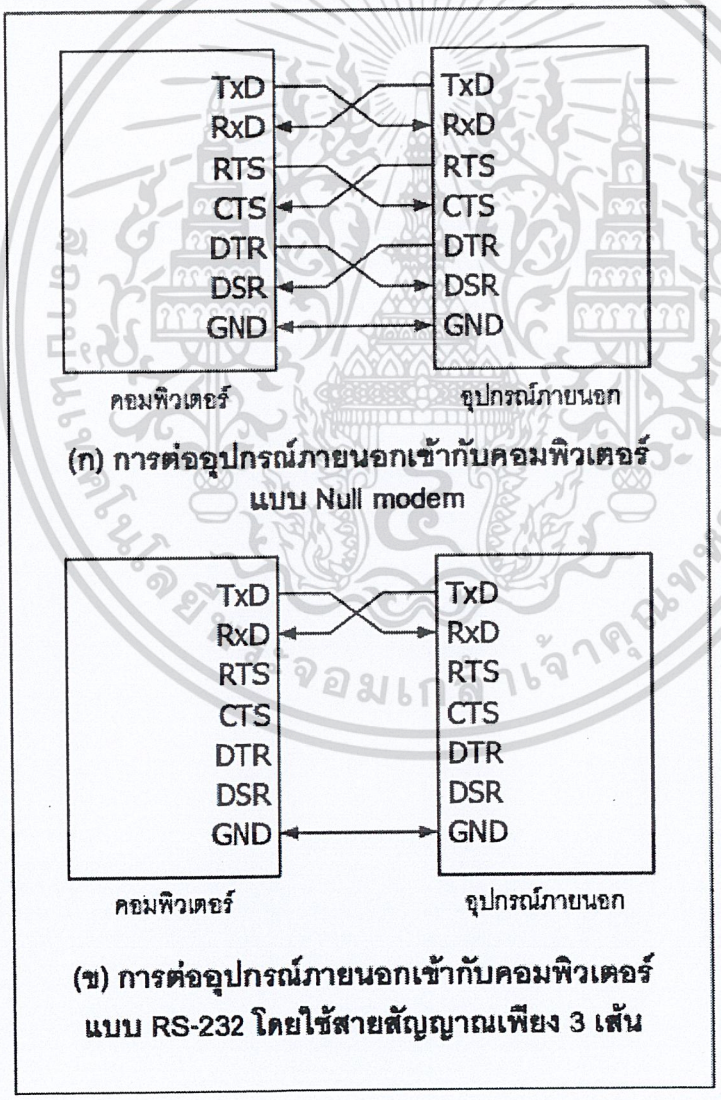
Transmitted Data : TD หรือ TxD ใช้ส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้ต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 5 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห์

Signal Ground : GND กราวด์ระบบ

Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR



รูปที่ 2.20 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในลักษณะต่าง ๆ[9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Request To Send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

Clear To Send : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสอบสัญญาณนี้เท่านั้น

2.13.1.3 UART

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายความถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอิซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไป และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลเบื้องต้น UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่น ๆให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วย เช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้ระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี้, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน) เป็นต้น

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรสร้างบอดเรตแบบโปรแกรมได้ (programmable buadrate generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65535 UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์นั้นสามารถรับและส่งข้อมูลได้ในคราวเดียวกัน

ชนิดของ UART

ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปมี UART ที่ใช้งานกันอยู่ 2 เบอร์คือ 8250 ซึ่งเป็น UART มาตรฐานที่มีใช้กันมายาวนาน UART เบอร์นี้จะมีบัฟเฟอร์สำหรับรับและส่งข้อมูลตำแหน่งเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลถูกจำกัดความเร็วอยู่ที่ 57.6 กิโลบิตต่อวินาทีเท่านั้น แต่ UART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์นี้ก็ถือว่าเป็นต้นแบบของ UART ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์ทุก ๆ รุ่นจะต้องสนับสนุนการทำงานตามรูปแบบของ UART เบอร์นี้

UART อีกเบอร์หนึ่งคือ 16450 มีความสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 115200 บิตต่อวินาที และเพิ่มรีจิสเตอร์สำหรับพักข้อมูลสำหรับ UART จอกจากนั้นยังเพิ่มส่วนของชิฟต์รีจิสเตอร์แบบ FIFO (First In First Out) ขนาด 16 ไบต์ ทำงานได้ที่ระดับแรงดัน +5V และ +3V มีโหมดประหยัดพลังงาน สามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 1 เมกะบิตต่อวินาทีเมื่อใช้สัญญาณนาฬิกา MHZ

อย่างไรก็ตาม ความเร็วในการส่งข้อมูลที่มากมาของ UART เบอร์ใหม่ๆ ก็ไม่ได้ช่วยให้การรับส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์เร็วขึ้น เนื่องจากว่าคอมพิวเตอร์ยังใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาในการแปลงข้อมูลเพียง 1.8432 MHz เท่านั้น

2.13.1.4 วงจรภายในและรีจิสเตอร์ของพอร์ตอนุกรม RS-232

เครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปสามารถต่อพอร์ตอนุกรมสูงสุดได้ 4 พอร์ต มีชื่อเรียกเป็น COM1, COM2, COM3 และ COM4 ซึ่งพอร์ตอนุกรมแต่ละตัวต่างก็ใช้งาน UART ภายในคอมพิวเตอร์ในการติดต่ากับอุปกรณ์ภายนอกเช่นเดียวกัน ในรูปที่ 1-5 แสดงผังการทำงานภายในของพอร์ตอนุกรมประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 8 บิต 8 ตัวที่ใช้งานร่วมกับ UART แอดเดรสของรีจิสเตอร์ภายในพอร์ตอนุกรมสามารถคำนวณได้จากค่ารีจิสเตอร์พื้นฐานของพอร์ตอนุกรม ยกตัวอย่าง พอร์ตอนุกรม COM1 มีแอดเดรสอยู่ที่ 3F8H ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่าง ๆ จะเป็นตำแหน่งที่บวกเข้าไปกับค่า 3F8H โดยรีจิสเตอร์ที่ใช้งานกับพอร์ตอนุกรมมีดังนี้

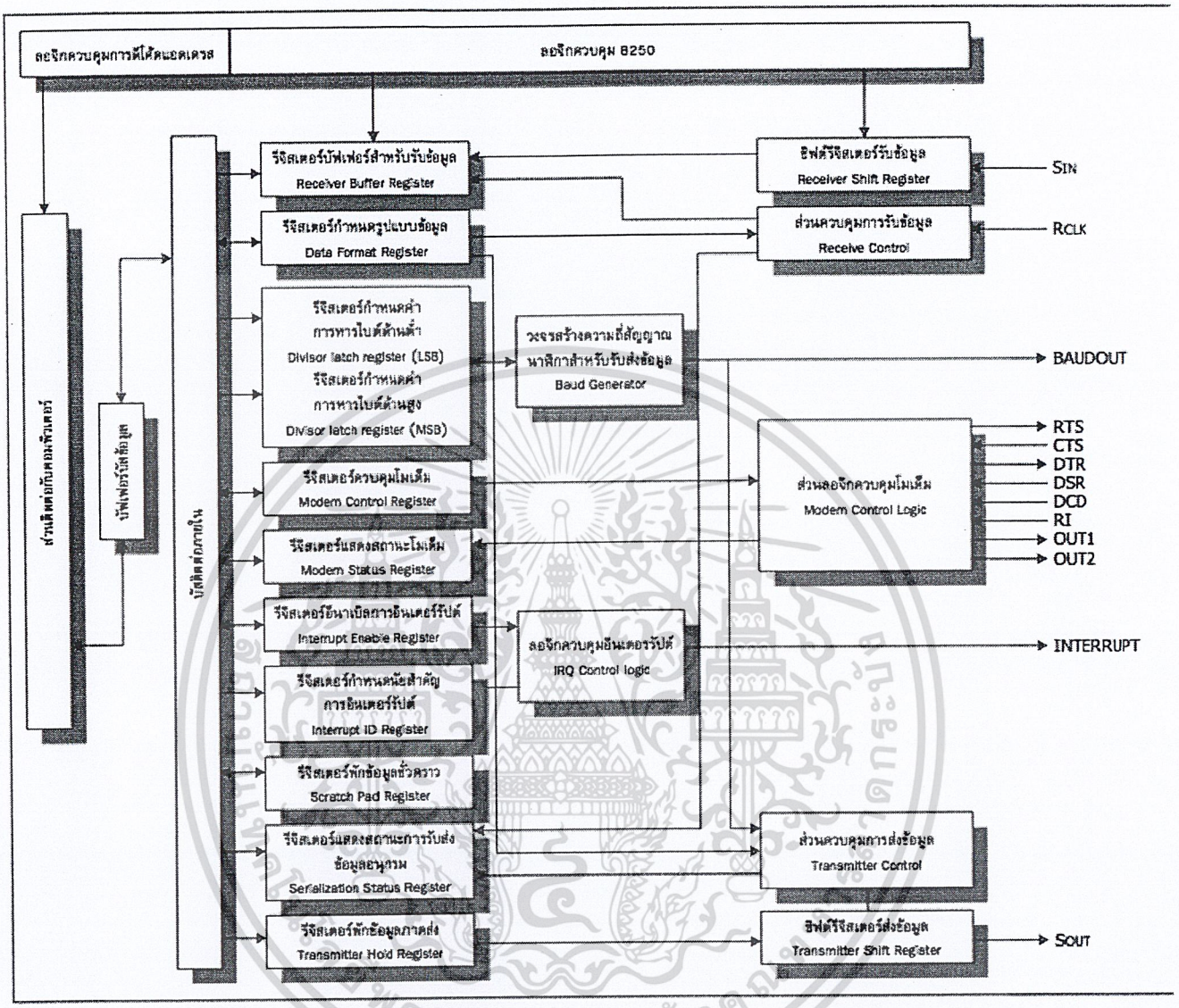
00H เป็นรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาหรือเตรียมข้อมูลก่อนที่จะส่งออกไป

01H รีจิสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ ใช้เซ็ตโหมดการอินเตอร์รัปต์ของพอร์ตอนุกรม

02H รีจิสเตอร์แสดงโหมดการอินเตอร์รัปต์ ใช้เพื่อตรวจสอบโหมดของการอินเตอร์-รัปต์

03H รีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 ไดอะแกรมการทำงานภายในของพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์[9]

04H รีจิสเตอร์ควบคุมโมเด็ม ใช้ตรวจสอบบิตสำหรับติดต่อกับโมเด็ม เช่น RTS หรือ DTR

05H รีจิสเตอร์แสดงสถานะการรับและการส่งข้อมูลแบบอนุกรม

06H รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม ซึ่งจะแสดงสถานะของขา DCD, RI, DSR และ CTS

07H รีจิสเตอร์สำหรับการเก็บข้อมูลชั่วคราว

2.13.1.4.1 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 00H : รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์

เป็นรีจิสเตอร์เก็บข้อมูลที่รับเข้ามาและส่งออก โดยการติดต่อกับรีจิสเตอร์นี้เพื่อเก็บข้อมูลจะต้องกำหนดให้บิต DLAB ในรีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบข้อมูล (03H) มีสถานะเป็น “0” ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนข้อมูลมายังแอดเดรสนี้ เป็นการส่งข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ส่งข้อมูลและข้อมูลจะถูกส่งออกไปแบบอนุกรม สำหรับการรับข้อมูล เมื่อรับเข้ามาแล้ว จะส่งต่อไปยังรีจิสเตอร์เก็บข้อมูล หังจากอ่านค่าจากรีจิสเตอร์นี้ออกไป รีจิสเตอร์นี้จะถูกเคลียร์ และเตรียมพร้อมสำหรับรับข้อมูลในไบต์ต่อไป

2.13.1.4.2 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 01H : รีจิสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์

เป็นรีจิสเตอร์สำหรับการเอ็นเอเบิลอินเตอร์รัปต์ ซึ่งเป็นการกำหนดให้ UART สร้างสัญญาณอินเตอร์รัปต์ขึ้นมา ฟังก์ชันการทำงานในแต่ละบิตของรีจิสเตอร์นี้มีดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	SINP	ERBK	TBE	RxRD

รูปที่ 2.22 แสดงตำแหน่งที่ 01H ของรีจิสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์[9]

บิต 4-7 บิตเหล่านี้ไม่ถูกใช้งาน กำหนดให้เท่ากับ “0”

SINP เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนสถานะที่ขาอินพุต CTS, DSR,
DCD หรือขา RI
“1” เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์
“0” ดิสเอเบิล

ERBK เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากเกิดความผิดพลาดขึ้นด้วยสาเหตุจากพาริตี้,
โอเวอร์รัน, เฟรมข้อมูล
หรือการเบรกข้อมูล
“1” เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์
“0” ดิสเอเบิล

TBE เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์เมื่อรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลว่าง
“1” เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์
“0” ดิสเอเบิล

RxRD เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ได้รับข้อมูลแล้ว
“1” เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์
“0” ดิสเอเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.1.4 .3 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 02H : รีจิสเตอร์แสดงโหมดและสถานะการอินเตอร์รัปต์
มีรายละเอียดของแต่ละบิตดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	0	ID1	ID0	PND

รูปที่ 2.23 แสดงตำแหน่งที่ 02H ของรีจิสเตอร์แสดงโหมดและสานะการอินเตอร์รัปต์[9]

บิต 3-7 ไม่ได้ใช้งาน อ่านค่าได้เท่ากับ "0"

ID1, ID0 ใช้งานร่วมกันเพื่อแจ้งสาเหตุของการเกิดอินเตอร์รัปต์

"00" เกิดการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของขาอินพุตขึ้น
การอินเตอร์รัปต์แบบนี้มีนัยสำคัญเป็นอันดับ 4

"01" เกิดการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ส่งข้อมูลว่างขึ้น
การอินเตอร์รัปต์แบบนี้มีนัยสำคัญเป็นอันดับ 3

"10" เกิดการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากข้อมูลถูกเก็บลงในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว
การอินเตอร์รัปต์แบบนี้มีนัยสำคัญเป็นอันดับ

"11" เกิดการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากความผิดพลาดในการถ่ายทอดข้อมูลหรือการเบรก (break : เกิดการหยุดถ่ายทอดข้อมูลกระทันหัน)
การอินเตอร์รัปต์แบบนี้มีนัยสำคัญเป็นอันดับ 1 หรือมีนัยสำคัญสูงสุด

PND ใช้แสดงสถานะของการเกิดอินเตอร์รัปต์
"1" แสดงว่าไม่มีการอินเตอร์รัปต์
"0" แสดงว่ามีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

เมื่อมีการสร้างสัญญาณอินเตอร์รัปต์ขึ้น จะต้องมีการเคลียร์ค่าก่อนที่จะให้เกิดอินเตอร์รัปต์ครั้งต่อไป โดยสามารถทำได้ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าเกิดอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของขาอินพุดจะต้องอ่านค่าจากรีจิสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม (รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 06H) เพื่อเคลียร์ค่าการอินเตอร์รัปต์
- ถ้าเกิดการอินเตอร์รัปต์เนื่องจากบัฟเฟอร์ส่งข้อมูลว่าง จะต้องเขียนข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ส่งข้อมูล (รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 00H) หรืออ่นค่ารีจิสเตอร์แสดงสถานะอินเตอร์รัปต์ (รีจิสต์ตำแหน่ง 02H) เพื่อเคลียร์ค่าการอินเตอร์รัปต์
- ถ้าเกิดอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการเก็บข้อมูลลงในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเรียบร้อย จะต้องเคลียร์ค่าอินเตอร์รัปต์โดยการอ่านข้อมูลจากรีจิสต์เตอร์บัฟเฟอร์
- ถ้าเกิดอินเตอร์รัปต์เนื่องจากความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลหรือเกิดการเบรก จะต้องเคลียร์ค่าอินเตอร์รัปต์โดยการอ่านค่ารีจิสเตอร์แสดงสถานะการรับและสั่งข้อมูลแบบอนุกรม

2.13.1.4.4 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 03H : รีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบของข้อมูล

มีรายละเอียดหน้าที่ของแต่ละบิตดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
DLAB	BRK	PAR2	PAR1	PAR0	STOP	DAB1	DAB0

รูปที่ 2.24 แสดงตำแหน่งที่ 03H ของรีจิสเตอร์กำหนดรูปแบบของข้อมูล[9]

DLAB ใช้ในการกำหนดหน้าที่การทำงานของรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ฟ (00H)

"1" เป็นการเข้าสู่โหมดการหารค่าบอดเรต

"0" เป็นการเข้าถึงรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ (รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 00H) และรีจิสเตอร์สำหรับเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ (รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 01H) เมื่อบิต DLAB เป็น "1" รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ (00H) และรีจิสเตอร์เอ็นเอเบิล การอินเตอร์รัปต์ (01H) จะใช้สำหรับโหลดค่าการหารความถี่สำหรับกำหนดค่าบอดเรต โดยรีจิสเตอร์ 00H เก็บค่าหารไบต์ต่ำ ส่วนรีจิสเตอร์ 01H ใช้เก็บค่าตัวหารไบต์สูง การหาค่าบอดเรตสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอดเรต = 115200/ค่าตัวหาร 16 บิต

ค่าตัวเลข 115200 มาจากความถี่ของคริสตอลในวงจร UART ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยคริสตอลที่ใช้มีความถี่ 1.8432 MHz วงจรภายใน UART ะหารค่าวามถี่นี้ด้วย 16 ทำให้ได้ค่าความถี่ 115200 Hz ออกมา

ค่าตัวหาร 16 บิต = ข้อมูลในรีจิสเตอร์ 00H + (256 x ข้อมูลในรีจิสเตอร์ 01H)

ถ้าต้องการบอดเรตเท่ากับ 9600 ค่าตัวหารที่ใช้จะต้องมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งค่านี้จะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ 00H และเขียนค่า 0 ลงไปในรีจิสเตอร์ 01H ค่าตัวหารที่ทำให้เกิดค่าบอดเรต สูงสุดที่ 115200 บิตต่อวินาทีคือ ค่า 0001 นั่นคือรีจิสเตอร์ 00H มีค่าเท่ากับ 1 และรีจิสเตอร์ 01H มีค่าเท่ากับ 0

BRK ใช้ควบคุมการหยุดถ่ายทอดข้อมูล

"1" สามารถหยุดหรือเบรกได้

"0" ไม่มีการหยุดหรือเบรกได้

PAR2, PAR1,PAR0 ใช้เพื่อกำหนดบิตพาริตี้

"000" ไม่ใช้บิตพาริตี้

"001" กำหนดพาริตี้คี่

"011" กำหนดพาริตี้คู่

"101" มาร์ก (mark)

"111" ช่องว่าง (space)

STOP ใช้กำหนดจำนวนบิตปิดท้าย

"1" มีบิตปิดท้าย 2 บิต

"0" มีบิตปิดท้าย 1 บิต

DAB1, DAB0 ใช้ร่วมกันในการกำหนดจำนวนบิตของข้อมูลที่ต้องการถ่ายทอด

"00" จำนวนบิตข้อมูลเท่ากับ 5 บิต

"01" จำนวนบิตข้อมูลเท่ากับ 6 บิต

"10" จำนวนบิตข้อมูลเท่ากับ 7 บิต

"11" จำนวนบิตข้อมูลเท่ากับ 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.1.4.5 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 04H : รีจิสเตอร์ควบคุมโมเด็ม

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	LOOP	OUT2	OUT1	RTS	DTR

รูปที่ 2.25 แสดงตำแหน่งที่ 04H ของรีจิสเตอร์ควบคุมโมเด็ม[9]

มีรายละเอียดหน้าที่ของแต่ละบิตดังนี้

บิต 5-7 ไม่มีการใช้งาน อ่านค่าได้เท่ากับ 0

LOOP "1" เอ็นเอเบิลการส่งค่ากลับ

"0" ดิสเอเบิล

OUT1, OUT2 "1" เอ็นเอเบิลการใช้งานภายใน

"0" ดิสเอเบิล

RTS ใช้ควบคุมการทำงานของขา RTS (Ready To Send)

"1" เอ็นเอเบิล

"0" ดิสเอเบิล

DTR ใช้ควบคุมการทำงานของขา DTR (Data Terminal Ready)

"1" เอ็นเอเบิล

"0" ดิสเอเบิล

2.13.1.4.6 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 05H : รีจิสเตอร์แสดงสถานะการรับและส่งข้อมูลอนุกรมของUART

ใช้งานร่วมกับรีจิสเตอร์แสดงโหมดและสถานะของการอินเตอร์รัปต์ (รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 02H) เพื่อแสดงสาเหตุของการเกิดอินเตอร์รัปต์ มีรายละเอียดหน้าที่ของแต่ละบิตดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	TXE	TBE	BREK	FRME	PARE	OVFE	RxRD

รูปที่ 2.26 แสดงตำแหน่งที่ 05H ของรีจิสเตอร์แสดงสถานะการรับและส่งข้อมูลอนุกรมของ UART[9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TXE (Transmitter Empty)

"1" แสดงว่ารีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลว่าง

"0" แสดงว่ายังคงมีข้อมูล 1 ไบต์เก็บอยู่ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล

TBE (Transmitter Buffer Empty)

"1" รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลว่าง

"0" ยังคงมีข้อมูล 1 ไบต์เก็บอยู่ในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล

BREAK (Break)

"1" UART ตรวจพบการเบรก

"0" ไม่มีการเบรก

FRME (Frame Error)

"1" UART ตรวจพบความผิดพลาดด้านเฟรมข้อมูล

"0" ไม่พบความผิดพลาดด้านเฟรมข้อมูล

PARE (Parity Error)

"1" UART ตรวจพบความผิดพลาดทางพาริตี้

OVRE (Overrun Error)

"1" UART ตรวจพบความผิดพลาดแบบโอเวอร์รัน

"0" ไม่พบความผิดพลาดแบบโอเวอร์รัน

RxRD (Received Data Ready)

"1" มีการรับข้อมูลเข้ามาเก็บไว้ในบัฟเฟอร์

"0" ไม่มีข้อมูล

2.13.1.4.7 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 06H : รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม

ใช้เพื่อกำหนดสถานะสัญญาณอินพุต ของพอร์ตอนุกรม RS-232 ซึ่งได้แก่ สัญญาณ DCD, DSR, CTS และ RI สำหรับการเชื่อมต่อใช้งานแบบอเนกประสงค์ ดังมีรายละเอียดหน้าที่ของแต่ละบิตต่อไปนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
DCD	RI	DSR	CTS	DDCD	DRI	DDSR	DCTS

รูปที่ 2.27 แสดงตำแหน่งที่ 01H ของรีจิสเตอร์แสดงสถานะของโมเด็ม[9]

DCD ใช้แสดงสภาวะของขา DCD

"1" แสดงว่าที่ขา DCD เป็นลอจิก "1"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"0" แสดงว่าที่ขา DCD เป็นลอจิก "0"

RI ใช้แสดงสภาวะของขา RI

"1" แสดงว่าที่ขา RI เป็นลอจิก "1"

"0" แสดงว่าที่ว่า RI เป็นลอจิก "0"

DSR ใช้แสดงสภาวะของขา DSR

"1" แสดงว่าที่ขา DSR เป็นลอจิก "1"

"0" แสดงว่าที่ขา DSR เป็นลอจิก "0"

DCTS (Delta Clear To Send) ใช้แจ้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของบิต CTS

"1" แสดงว่าบิต CTS (Clear To Send) เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบจากการอ่านค่าครั้งที่แล้ว

"0" แสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับการอ่านค่าครั้งที่แล้ว

DDSR (Delta Data Set Ready) ใช้แจ้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของบิต DSR

"1" แสดงว่าบิต DSR (Data Set Ready) เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบจากการอ่านค่าครั้งที่แล้ว

"0" แสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับการอ่านค่าครั้งที่แล้ว

DRI (Delta Ring Indicator) ใช้แจ้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของบิต RI

"1" แสดงว่าบิต RI (Ringing Indicator) เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบจากการอ่านค่าครั้งที่แล้ว

"0" แสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับการอ่านค่าครั้งที่แล้ว

DDCD (Delta Data Carrier Detect) ใช้แจ้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของบิต DDCD

"1" แสดงว่าบิต CTS (Clear To Send) เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบจากการอ่านค่าครั้งที่แล้ว

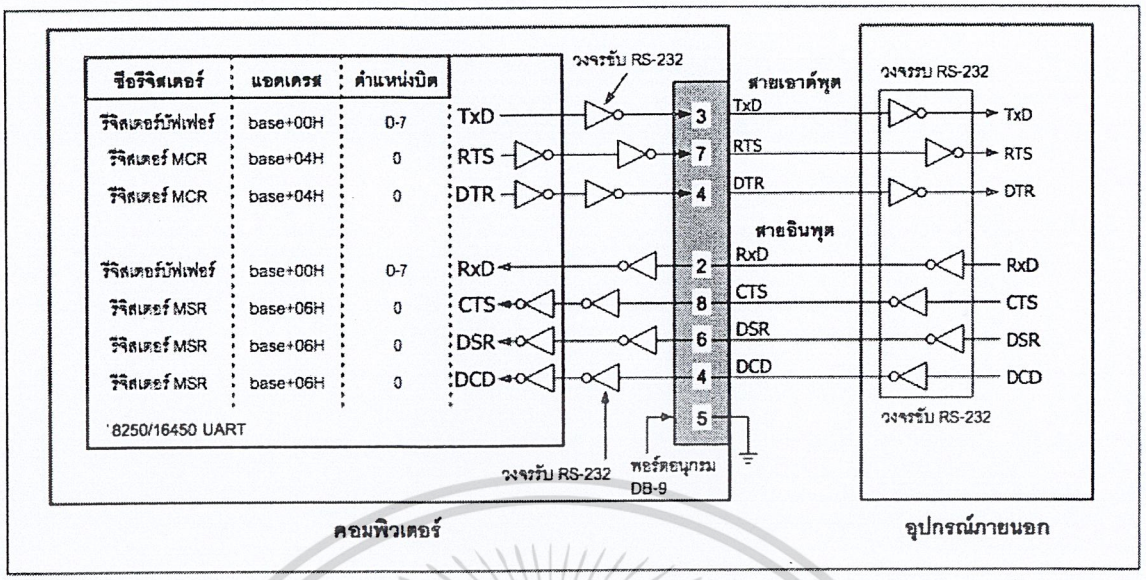
"0" แสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับการอ่านค่าครั้งที่แล้ว

DCTS (Delta Clear To Send) ใช้แสดงสภาวะของขา CTS

"1" แสดงว่าที่ขา CTS เป็นลอจิก "1"

"0" แสดงว่าที่ขา CTS เป็นลอจิก "0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของพอร์ตอนุกรม[9]

2.13.1.4.8 รีจิสเตอร์ตำแหน่ง 07H : รีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราว

ทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำแรมขนาด 1 ไบต์ การอ่านและเขียนข้อมูลที่รีจิสเตอร์ตัวนี้ไม่ส่งผลใด ๆ ต่อการใช้งาน UART

2.13.1.5 ลักษณะสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของพอร์ต RS-232

สัญญาณเอาต์พุตที่ใช้ควบคุม (RTS และ DTR) และสัญญาณแสดงสถานะอินพุต (CTS, DSR และ DCD) ของพอร์ตอนุกรม RS-232 จะถูกกลับสถานะภายในตัว UART ส่วนสัญญาณข้อมูลทั้งภาคส่งและภาครับจะไม่ถูกกลับสถานะ UART จะให้ระดับสัญญาณเอาต์พุตออกมาเป็นแบบทีทีแอลเท่านั้น ดังนั้นเมื่อสัญญาณถูกส่งออกมาจาก UART จึงต้องส่งเข้าสู่วงจรขับเพื่อปรับระดับแรงดันให้ได้ระดับสัญญาณเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 ก่อนส่งออกไปจากคอมพิวเตอร์ สำหรับอุปกรณ์ต่อเชื่อมปลายทางก็จะต้องมีวงจรขับในลักษณะนี้เช่นเดียวกัน เพื่อให้ได้ระดับสัญญาณในระดับเดียวกัน แต่วงจรขับที่ใช้ทั้งภายในคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อเชื่อมปลายทางนั้นจะถูกกลับสถานะ ดังแสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2.22

2.13.1.5.1 แอดเดรสของพอร์ตอนุกรม

แอดเดรสพื้นฐานของพอร์ตอนุกรมมี 4 ตำแหน่งดังนี้คือ

COM1 : 3F8H

COM2 : 2F8H

COM3 : 3E8H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COM4 : 2E8H

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลในแอดเดรส 0000:0411H ที่ใช้แจ้งจำนวนพอร์ตอนุกรม

บิต 3	บิต 2	บิต 1	จำนวนพอร์ต
0	0	0	ไม่มีพอร์ตอนุกรม
0	0	1	มีพอร์ตอนุกรม 1 พอร์ต
0	1	0	มีพอร์ตอนุกรม 2 พอร์ต
0	1	1	มีพอร์ตอนุกรม 3 พอร์ต
1	0	0	มีพอร์ตอนุกรม 4 พอร์ต

เมื่อเริ่มเปิดเครื่องเพื่อใช้งานคอมพิวเตอร์ ไบออสภายในคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบแอดเดรสของพอร์ตอนุกรมทั้งหมด ถ้าไบออสตรวจพบแอดเดรสของพอร์ตอนุกรม ไบออสจะนำแอดเดรสที่ตรวจพบไปเก็บไว้ในหน่วยความจำขนาด 2 ไบต์ สำหรับพอร์ตอนุกรม COM1 จะเก็บไว้ที่แอดเดรส 0000:0400H และ 0000:0401H ส่วนตำแหน่งอื่น ๆ มีรายละเอียดดังนี้

COM2 = 0000:0402H – 0000:0403H

COM3 = 0000:0404H – 0000:0405H

COM4 = 0000:0406H – 0000:0407H

นอกจากนี้ที่หน่วยความจำแอดเดรส 0000:0411H ยังใช้สำหรับแสดงจำนวนของพอร์ตอนุกรมที่มีใช้อยู่ในคอมพิวเตอร์อีกด้วย โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1-2

2.13 .2 AT Command ที่สำคัญสำหรับโครงงาน

การกำหนดอัตราเร็วในการส่งข้อมูล หรือ อัตรา buad คำสั่งที่ใช้คือ

AT+IPR=<อัตราที่ต้องการส่ง><Ent>

ซึ่งอัตราการส่งนั้นบอร์ดสามารถรองรับได้คือ

0,300,1200,2400,4800,9600,14400,19200,28800,38400,57600,115200 บิตต่อวินาที

- การกำหนดรูปแบบข้อมูล ซึ่งต้อเลือกเป็น 8 Bit Data ,None Parity ,1 Stop Bit คำสั่งที่ใช้คือ

AT+ICF=3,3<Ent>

- การสอบถามค่า confuguration ปัจจุบัน คำสั่งที่ใช้คือ

AT&W<Ent>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การโทรออก คำสั่งที่ใช้คือ

  ATD<หมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการโทรออก>;<Ent>

- การรับสาย คำสั่งที่ใช้คือ

  ATA<Ent>

- การกำหนดการทำงานให้เข้าสู่โหมดข้อความ(Text Mode) คำสั่งที่ใช้คือ

  AT+CMGF=1

- การส่งข้อความ คำสั่งที่ใช้คือ

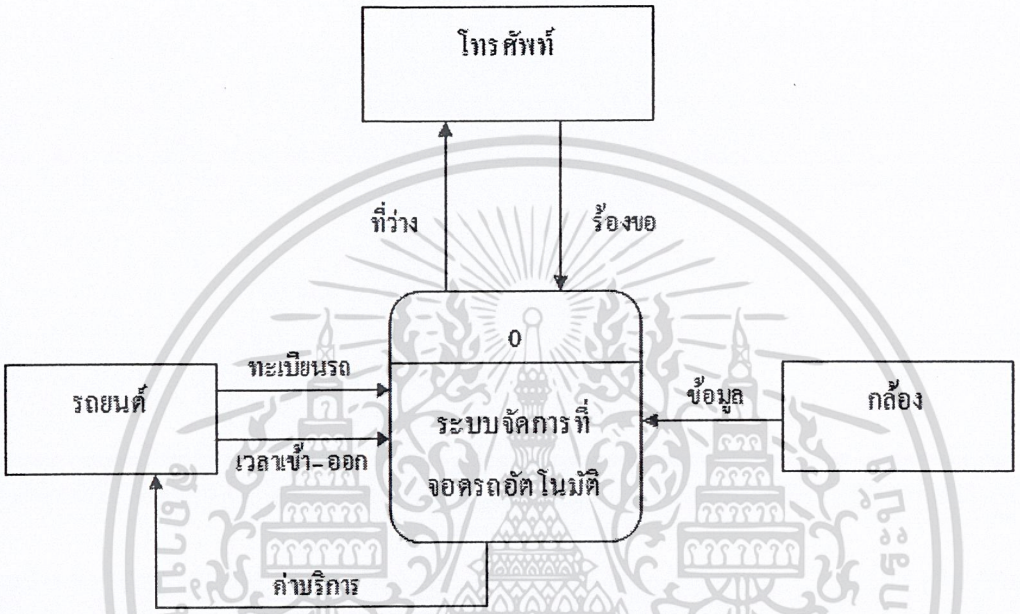
  AT+CMGS="หมายเลขที่ต้องการส่ง(+66)"<Ent>

  > Hello Test SMS<Ctrl+Z><Ent>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

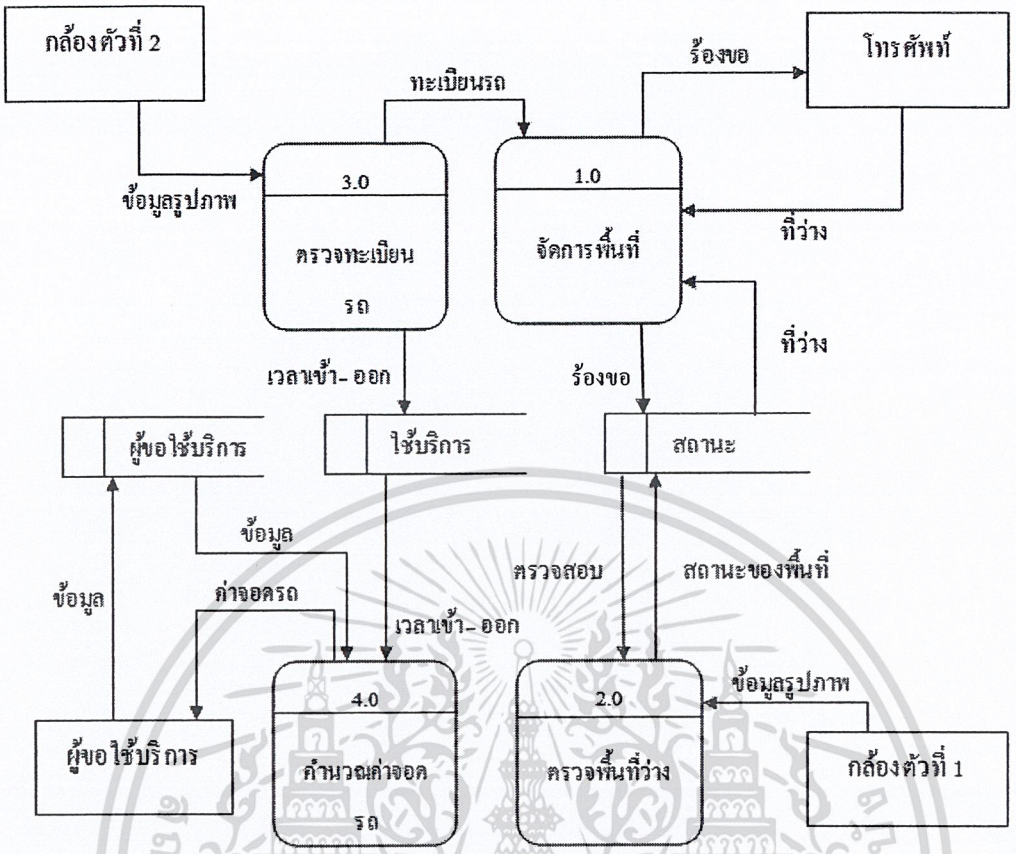
3.1 Context Diagram ของระบบ



รูปที่ 3.1 Context Diagram ของระบบ

จากรูปที่ 3.1 เป็นรูป Context Diagram ของระบบทั้งหมด โดยจะประกอบไปด้วยส่วนของโทรศัพท์มือถือ (GSM Module) ที่จะทำการร้องขอข้อมูลจากผู้ขอใช้บริการแล้วกล้องที่จะเชื่อมต่อกับระบบจะเก็บบันทึกข้อมูลภาพเพื่อนำมาให้ระบบทำการประมวลผล เมื่อระบบประมวลผลเสร็จแล้วจะทำการส่งผลของพื้นที่ว่างกลับไปทางโทรศัพท์ เมื่อมีรถยนต์เข้ามาระบบจะทำการเก็บข้อมูลทะเบียนรถและเวลาในการเข้า-ออกของระยนต์ ทำการคิดค่าบริการและส่งกลับข้อมูลไปให้รถยนต์ (ผู้ขอใช้บริการ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



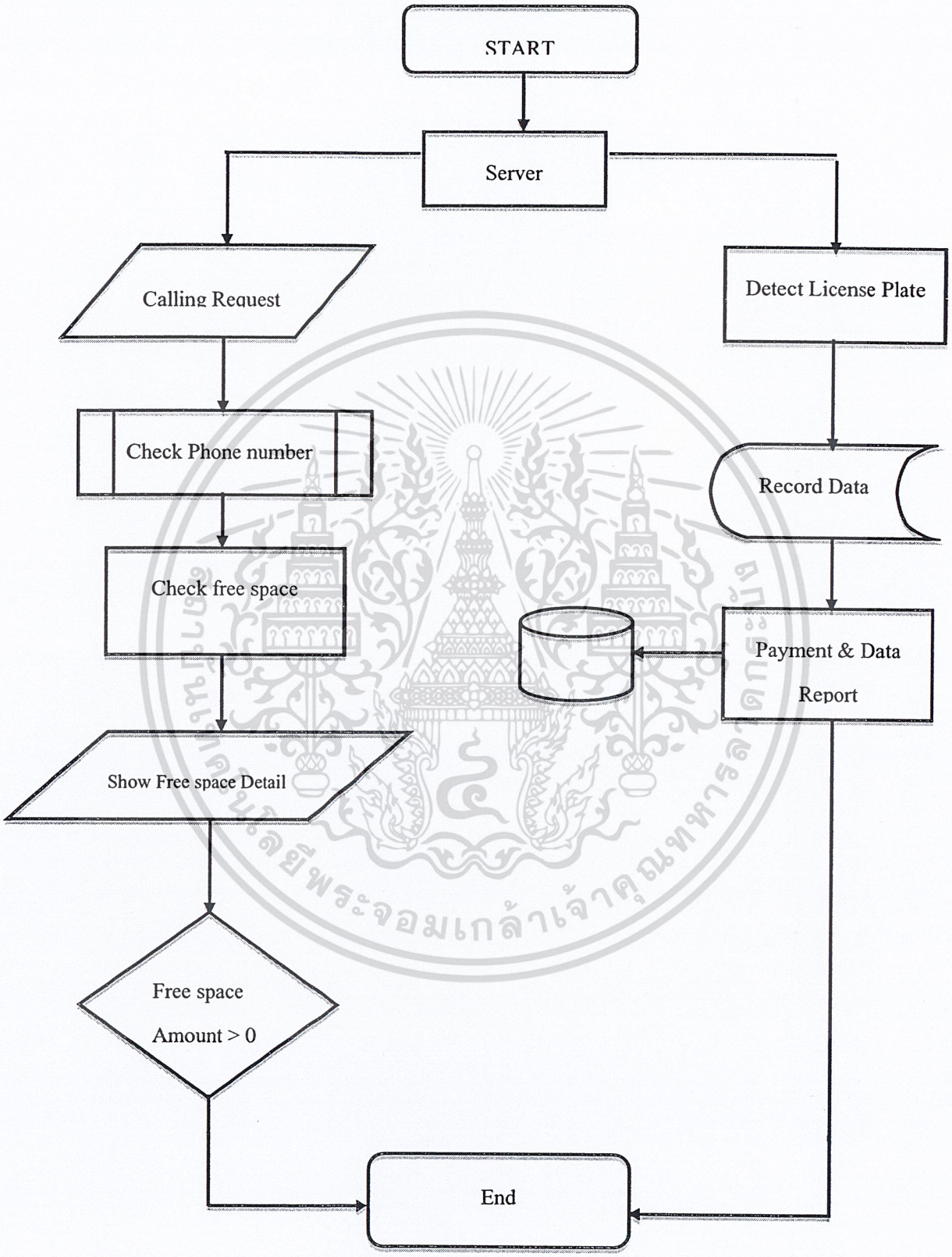
รูปที่ 3.2 DFD Level 0 ของระบบ

จากรูปที่ 3.2 เป็น Data Flow Diagram ที่ 0 โดยแบ่งเป็นสี่ระบบย่อย ส่วนแรก 1.0 เป็นส่วนของการจัดการพื้นที่ว่างในลานจอดรถยนต์โดยเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ (GSM Module) เมื่อมีการร้องขอ ระบบจะทำการขอข้อมูลจากระบบย่อยส่วนที่สอง 2.0 โดยระบบย่อยที่สองก็ทำการตรวจสอบพื้นที่ว่างโดยจะขอข้อมูลรูปภาพจากกล้องตัวที่ 1 หรือในบริเวณลานจอดรถยนต์ ทำการตรวจสอบพื้นที่ว่างแล้วส่งข้อมูลกลับไป

เมื่อมีผู้ขอใช้บริการนำรถยนต์เข้ามาส่พื้นที่ในลานจอดรถยนต์ระบบย่อยในส่วนที่สาม 3.0 จะทำการบันทึกข้อมูลของป้ายทะเบียนรถยนต์ไว้จากกล้องตัวที่ 2 ทำการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลการเข้าออก และระบบย่อยในส่วนที่สี่ 4.0 ใช้เวลาในการคิดค่าบริการหลังจากทำการส่งข้อมูลค่าบริการบอกผู้ขอใช้บริการในหลังจากสิ้นสุดการรับบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Flow Chart การทำงานทั้งระบบ



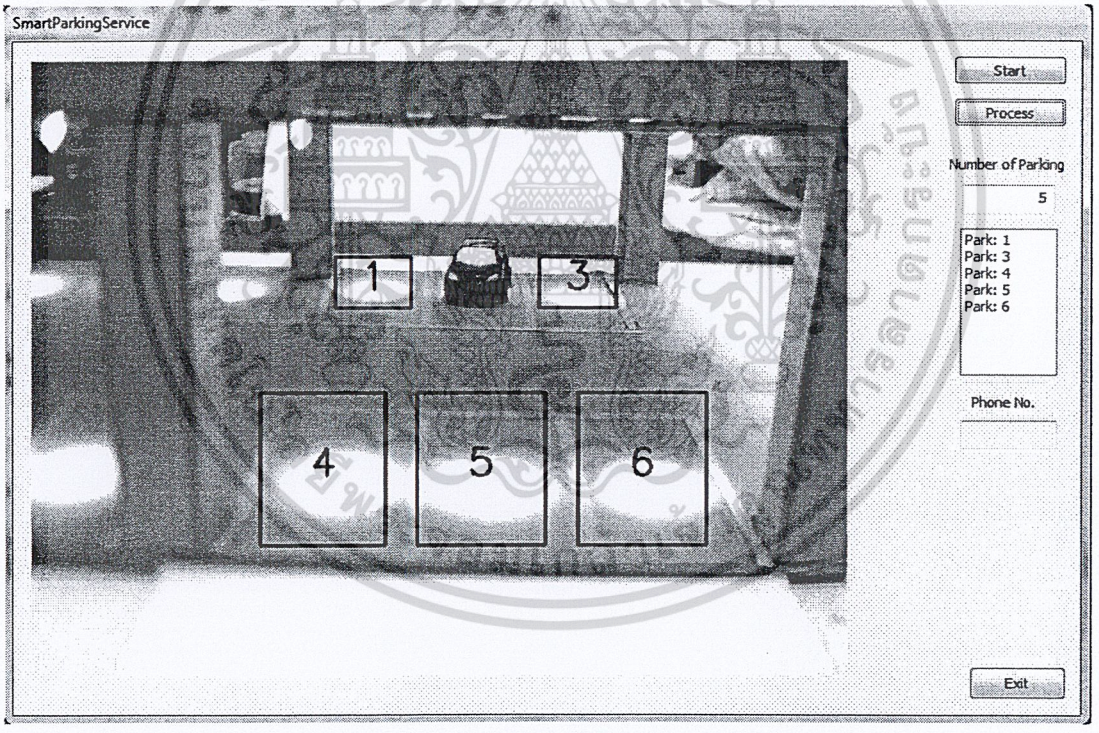
รูปที่ 3.3 Flow Chart ระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 เป็น Flow Chart อธิบายการทำงานของระบบทั้งหมด โดยจะถูกแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนการทำงานขอการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถยนต์ จะทำการประมวลผลเมื่อมีผู้ขอใช้บริการร้องขอ (Calling Request) ทำการตรวจสอบและเก็บหมายเลขโทรศัพท์ (Check Phone number) แล้วทำการประมวลผลตรวจสอบหาพื้นที่ว่าง (Check free space) แสดงผลพื้นที่ว่าง เมื่อมีพื้นที่ว่างมากกว่า 1 ช่อง (Show Free space Detail)

ส่วนที่สองเป็นส่วนของการตรวจสอบป้ายทะเบียนรถ เมื่อมีรถยนต์เข้ามา ระบบจะทำการเก็บข้อมูลรูปภาพแล้วนำมาประมวลผลหาเลขของป้ายทะเบียนรถ (Detect License Plate) บันทึกข้อมูลเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Record Data) ทำการรายงานค่าบริการ (Payment & Data Report)

3.3 การออกแบบโปรแกรม

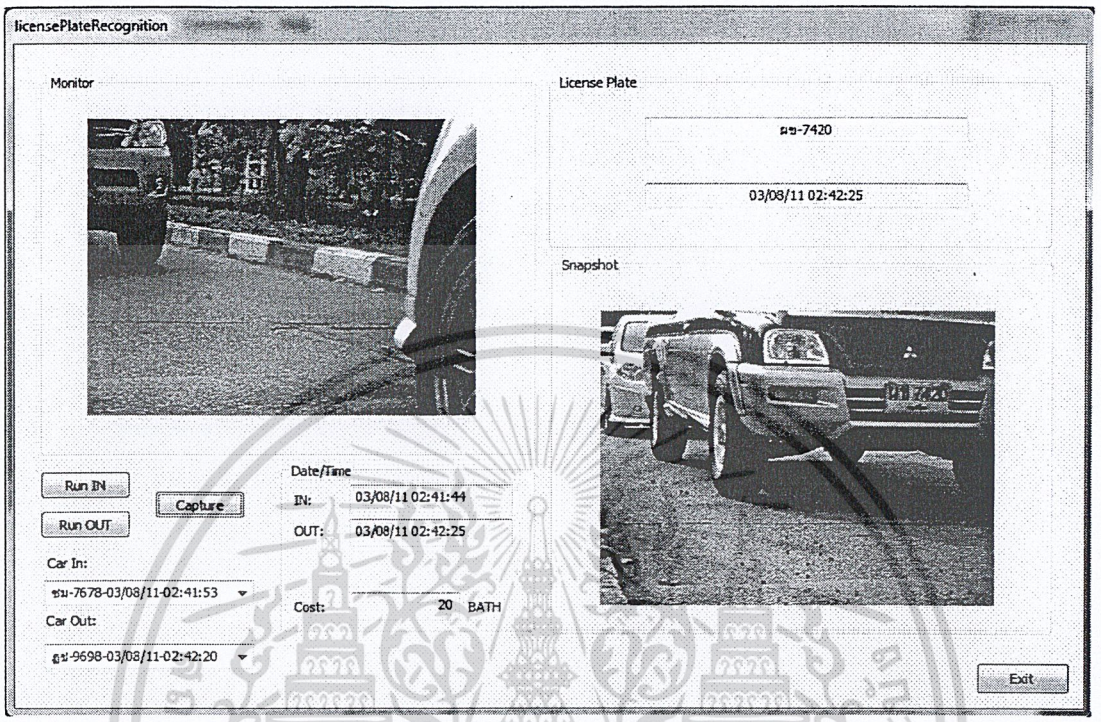


รูปที่ 3.4 โปรแกรมส่วนการค้นหาที่ว่างในลานจอดรถยนต์

รูปที่ 3.4 เป็นหน้าโปรแกรมในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถยนต์โดยมีวิธีการใช้งานโดยการกดที่ปุ่ม Start เพื่อทำการเชื่อมกับกล้อง กดปุ่ม Process เพื่อทำการประมวลผลระบบจะทำการขึ้นช่องสีแดงในส่วยที่ไม่มีรถยนต์จอดอยู่ หรืออีกวิธีหนึ่งในการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานโปรแกรมก็คือ เมื่อมีผู้ขอใช้บริการร้องขอข้อมูลโดยการโทรศัพท์เข้ามาระบบก็จะทำการประมวลโดยอัติโนมัติเช่นกัน



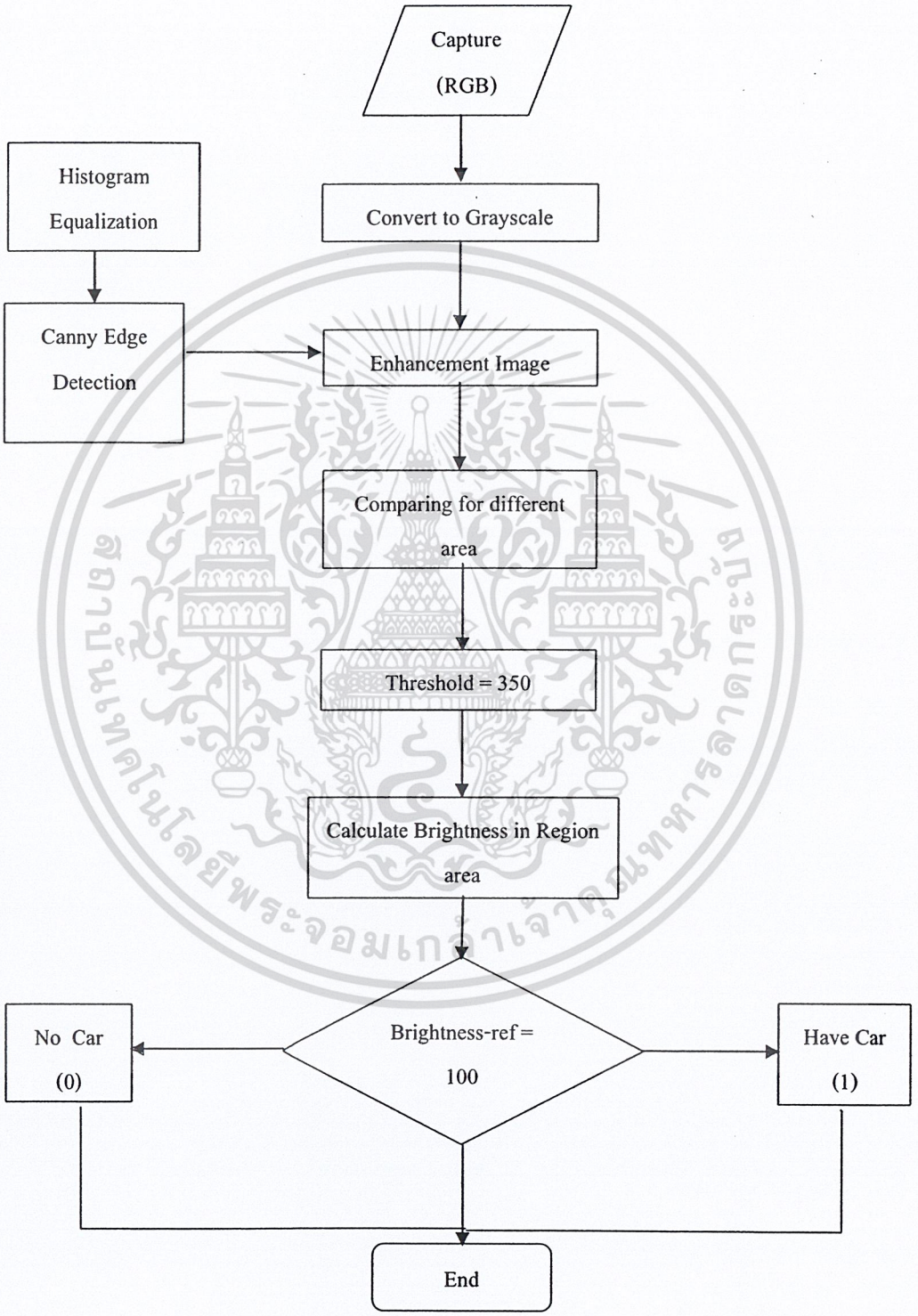
รูปที่ 3.5 โปรแกรมส่วนของการรู้จำป้ายทะเบียนรถ

รูปที่ 3.5 เป็นหน้าโปรแกรมในส่วนขอการรู้จำป้ายทะเบียนรถโดยกดปุ่ม RUN IN และ RUN OUT เพื่อแสดงการเข้า – ออกของรถยนต์ กดปุ่ม CAPTURE เพื่อทำการเก็บข้อมูลป้ายทะเบียนรถ เมื่อทำการกดปุ่ม CAPTURE แล้วระบบจะแสดงผลไว้ที่ด้านบนว่า ทะเบียนรถยนต์หมายเลขอะไร เข้าวันที่เท่าไร และเวลาเท่าไร และทำการเก็บข้อมูลไว้ใน combo box ด้านล่างซ้าย เมื่อรถยนต์ออกจะทำการแสดงผลเวลาเข้า – ออก ทำการคิดค่าบริการและแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การดำเนินงานในส่วนของการค้นหาที่ว่างในลานจอดรถ

3.4.1. Flowchart การทำงานของระบบในส่วน Image processing



รูปที่ 3.6 Flowchart การทำงานของระบบในส่วน Image processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2. ขั้นตอนการทำงานในส่วนของการค้าหาที่ว่างในลานจอดรถ

ตารางที่ 3.1 อธิบายขั้นตอนการทำงานในส่วน Image processing ของการค้นหาที่ว่าง

1. Capture	รับภาพจากกล้องเป็นรูปภาพแบบสี RGB เพื่อนำไปประมวลผลภาพ
2. Convert RGB image to Grayscale	แปลงภาพจาก RGB เป็นภาพระดับสีเทา(Gray level) เพื่อลดเวลาการประมวลผลภาพ ซึ่งจะใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป
3. Histogram Equalization	นำภาพgrayscaleจากข้อ 2 มาปรับปรุงภาพเพื่อปรับความเข้มแสงของภาพในแต่ละเวลาให้มีเกณฑ์ประมาณเดียวกัน
4. Canny Edge Detection	นำภาพที่ได้จากข้อที่3มาจับขอบภาพ โดยใช้ mask ของ Canny ไปทำการconvolution
5. Comparing for Different Area	การเปรียบเทียบภาพเพื่อหาความต่าง ซึ่งจะใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป
6. Threshold 350	นำภาพจากข้อที่ 5 มาทำการThresholdที่ระดับ 350 เพื่อเพื่อแยกวัตถุออกจากพื้นหลัง โดยภาพขาออกจะเป็นภาพขาวดำ
7. Calculate Brightness in Region Area	นำภาพที่ได้จากข้อที่ 6 มาคำนวณหาค่า Brightnessในบริเวณช่องจอดรถแต่ละช่อง
8. Brightness-ref	นำค่าจากข้อที่ 7 มาNormalize เพื่อให้ได้ค่าขีดแบ่งเดียวที่ใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานของภาพที่ตัวแปรแสงและสีรถเปลี่ยนแปลง (ในที่นี้ Brightness-ref = 100)โดยกรณีที่ค่าที่ได้มากกว่า 100 จะถือว่ามีรถจอดและหากมีค่าน้อยกว่าจะถือว่าไม่มีรถจอดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 อธิบายขั้นตอนการทำงานในส่วน Image processing ของการค้นหาที่ว่าง (ต่อ)

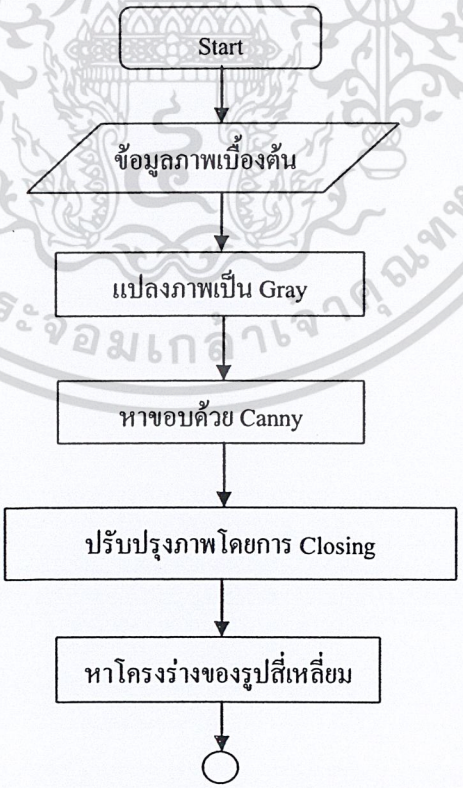
9. Have car/No car	จากข้อที่ 8 - กรณีไม่มีรถจอดให้แสดงค่ากรอบสีแดง - กรณีมีรถจอดจะไม่แสดงผลใดๆเลย

3.5 ระบบค้นหาและอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์

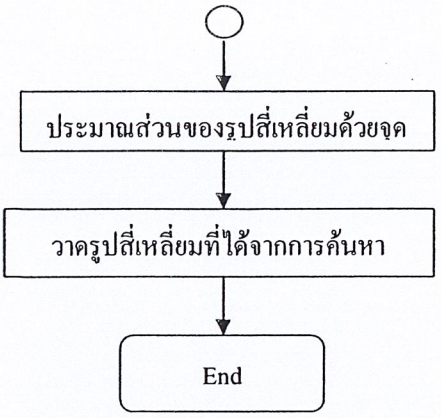
ในส่วนนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการทำงานของระบบค้นหาและอ่านแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพดิจิตอลมาจัดการกับแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ซึ่งในการดำเนินการจะแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากภาพนิ่ง
2. การเตรียมภาพตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์
3. การรู้จำตัวเลขและพยัญชนะ

3.5.1. Flowchart การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากภาพนิ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

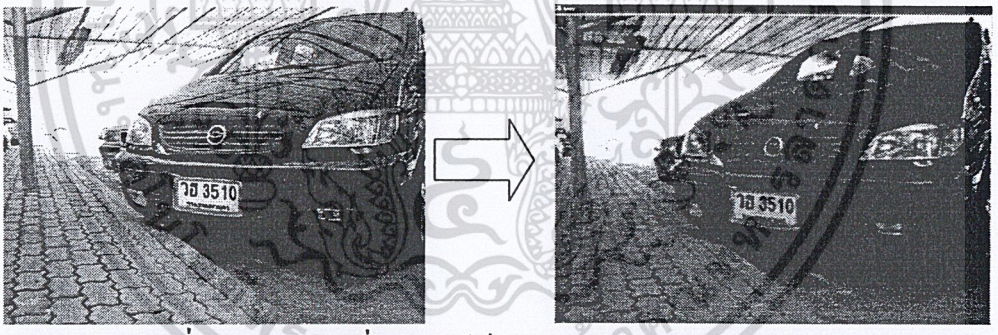


รูปที่ 3.7 Flow chartขั้นตอนการทำงานในการประมาณส่วนกรอบป้ายทะเบียนรถยนต์

3.5.2 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพจากภาพนิ่ง

การดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องDigital Image Processing และศึกษาฟังก์ชันการทำงานต่างๆของโปรแกรม Open- CV Version 1.0 เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพและปรับปรุงภาพให้สามารถทำงานตามที่ต้องการได้โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

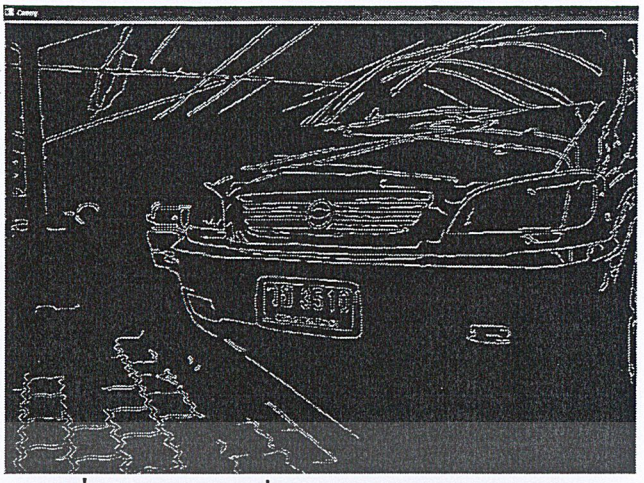
นำรูปภาพที่มีส่วนประกอบของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ที่ได้จากภาพถ่ายจากกล้องซึ่งเป็นภาพนิ่ง มาทำการแปลงให้เป็นภาพแบบ Gray Scale ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงภาพที่แปลงให้เป็นภาพแบบ Gray Scale

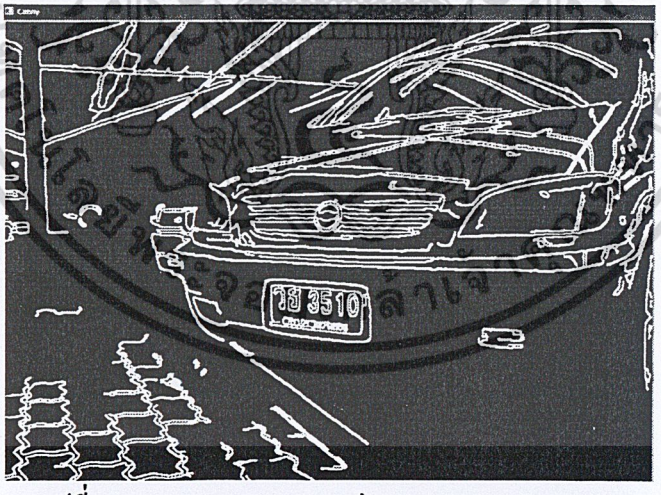
นำรูปภาพแบบ Gray Scale ทีได้มาทำการหาส่วนของบริเวณที่เป็นขอบด้วยวิธีการของ Canny ซึ่งจากการศึกษาตามรายละเอียดในบทที่ 2 พบว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมในการนำมาใช้งาน เนื่องจากวิธีดังกล่าวมีการใช้ Gaussian filter ก่อนการหาขอบจึงสามารถควบคุมระดับความละเอียดของขอบที่ต้องการและสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ ทำให้สามารถหาขอบภาพได้ชัดเจนกว่าเมื่อใช้ในกรณีที่สีแต่ละสีมีความแตกต่างกันน้อยเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ ได้ภาพที่มีรายละเอียดที่ดีในการนำไปใช้งานต่อไป โดยกำหนดให้สามารถปรับระดับของค่า Threshold ได้เพื่อทำให้หาส่วนที่เป็นขอบได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะได้ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงภาพที่หาขอบด้วยวิธีการของ canny

เนื่องจากภาพของขอบที่ได้จากวิธีการของ Canny นั้นยังไม่สมบูรณ์มากพอคือ ลักษณะของเส้นของขอบที่ได้ยังไม่มีความต่อเนื่องมากพอ จึงนำภาพที่ได้ไปผ่านกระบวนการ Dilate ซึ่งเป็นกระบวนการในการขยายขนาดข้อมูลภาพเพื่อวัตถุประสงค์บางประการ ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ในที่นี้คือต้องการปิดรูเล็กๆ ในเส้นขอบ และช่วยเชื่อมต่อส่วนของเส้นขอบให้มีความต่อเนื่องกันมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะได้ลักษณะของขอบที่มีความสมบูรณ์และชัดเจนมากยิ่งขึ้นดังรูปที่ 3.10

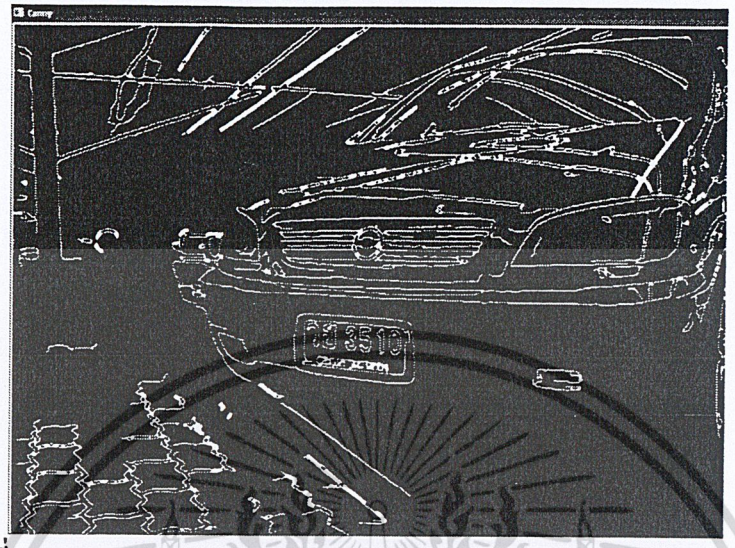


รูปที่ 3.10 แสดงภาพขอบมาผ่านกระบวนการ Dilate

หลังจากนั้นนำภาพที่ได้ไปผ่านกระบวนการ Erosion ซึ่งเป็นกระบวนการในการกัดกร่อน เพื่อกำจัดส่วนที่เป็นสวนเกินของบริเวณขอบทิ้ง ซึ่งการกระทำตามลำดับที่ได้กล่าวมานี้ คือ การทำกระบวนการ Dilate ก่อนแล้วจึงทำกระบวนการ Erosion ตามเป็นขั้นตอนหนึ่งของวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้พิกเซลของภาพจะถูกปิดเชื่อมต่อกันมากขึ้น



รูปที่ 3.11 แสดงภาพจากกระบวนการ Dilate มาผ่านกระบวนการ Erosion

เมื่อปรับปรุงส่วนของขอบได้ตามที่ต้องการแล้วจึงทำการหารูปร่างลักษณะของขอบโดยจะพิจารณาเฉพาะขอบซึ่งมีลักษณะที่มีความต่อเนื่องกัน (close loop) โดยอาศัยวิธีการของ The Freeman chain code ซึ่งเป็นกระบวนการแสดงทิศทางที่ต่อเชื่อมถึงกันของเส้นขอบ (จุดที่เรียงต่อเนื่องกันเกิดเป็นขอบ) ที่แสดงถึงรูปร่างของวัตถุในภาพโดยใช้ตัวเลขเพื่อให้ได้โครงร่างทิศทางของขอบของวัตถุที่เราสนใจ ซึ่งในขั้นตอนนี้ก็จะได้ข้อมูลออกมาอยู่ในรูปแบบตัวเลขที่แทนโครงร่างทิศทางของวัตถุนั้น โดยขอบของวัตถุที่เราสนใจคือขอบที่มีลักษณะใกล้เคียงสี่เหลี่ยมเพราะ เนื่องจากลักษณะเด่นของป้ายทะเบียนรถยนต์คือมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เมื่อได้ขอบที่มีความต่อเนื่องกันแล้ว โดยแทนในรูปแบบทิศทางที่เป็นตัวเลขจึงนำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาต่อด้วยกระบวนการ The Douglas-Peucker algorithm ซึ่งเป็นการประมาณลักษณะส่วนของเส้นตรงด้วยจุดอย่างง่ายเพียงไม่กี่จุด แต่ยังคงลักษณะของรูปเอาไว้ให้ใกล้เคียงของเดิม ในขั้นตอนนี้เราก็จะได้จำนวนของจุดซึ่งแทนรูปร่างที่เรามีอยู่ ซึ่งเราคัดเลือกเอาเฉพาะรูปร่างที่มีจุด 4 จุด เท่านั้น เพราะจุด 4 จุดจะประกอบกันเป็นสี่เหลี่ยม จึงทำให้ได้ส่วนที่เป็นสี่เหลี่ยมที่คาดว่าจะเป็นส่วนของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ออกมาซึ่งค่าของจุดทั้ง 4 จุดที่ได้มานี้เป็นค่าจุดในบริเวณมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้วยเช่นกัน

ทำการวาดรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากการค้นหาเพื่อระบุตำแหน่งที่ค้นหาว่าเป็นส่วนที่ใช่ป้ายทะเบียนรถยนต์หรือไม่ ดังรูปที่3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 แสดงการวาดรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากการค้นหา

3.5.3 การเตรียมภาพตัวอักษรของป้ายทะเบียนรถยนต์

เนื่องจากความเอียงของป้ายจะมีผลทำให้การตัดตัวอักษรในขั้นตอนต่อไปนั้นมีความผิดพลาดอย่างมาก ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแปลงป้ายที่มีลักษณะเอียงหรือบิดให้อยู่ในแนวตรง การบิดภาพจะทำให้บางส่วนของภาพหรือภาพทั้งหมดเกิดการบิดเบือนขึ้น จะทำให้เกิดการย้ายจุด (x,y) ไปยังจุด (x',y') โดยใช้สมการเส้นตรงเข้ามาช่วยในการบิดภาพ

รูปที่ 3.13 แสดงการบิดภาพให้อยู่ในแนวตรง

เมื่อได้ภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถที่ตรงแล้วนำมาทำการตัดแยกตัวอักษรซึ่งจะมีสองลักษณะที่ใช้เทคนิคเดียวกัน คือ การตัดแบ่งตามแนวนอน และ การตัดแบ่งตามแนวตั้งตามลำดับ

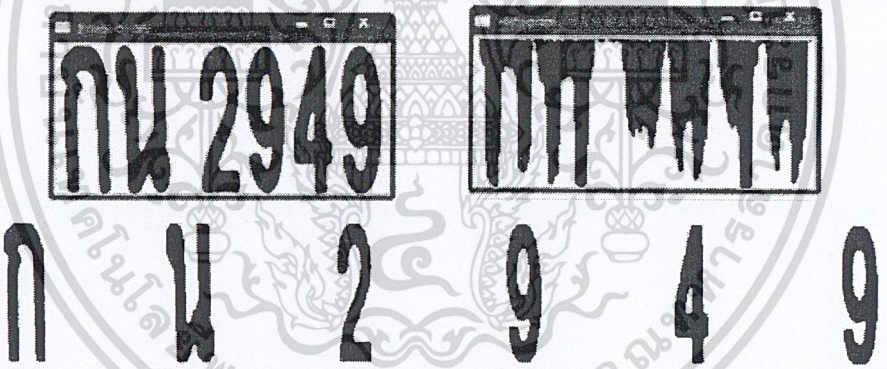
การตัดแบ่งในแนวนอน โดนนำภาพแปลงให้อยู่ในรูปของ Binary มาทำการโปรเจคชั่นตามแนวนอนในทางปกติแล้วค่าสีดำที่นับได้ระหว่างตัวอักษรจะไม่เท่ากับศูนย์ เนื่องจากภาพที่เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณานั้นจะมีสัญญาณรบกวนอยู่จำนวนหนึ่ง ดังนั้น ในการตัดแบ่งตัวอักษรนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดค่า Threshold ไว้อย่างเหมาะสม

รูปที่ 3.14 การตัดแบ่งในแนวแกนนอน

การตัดแบ่งในแนวตั้ง สำหรับขั้นตอนนี้ ให้ทำดำเนินการเช่นเดียวกันกับการตัดแบ่งตัวอักษรในแนวนอนแต่มีการทำโปรเจคชั่นตามตั้งแทน



รูปที่ 3.15 การตัดแบ่งในแนวตั้ง

3.5.4 การรู้จำตัวเลขและพยัญชนะ

เมื่อแยกภาพตัวเลข และพยัญชนะออกมาจากภาพแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ครบทุกตัว โดยเรียงลำดับให้เหมือนบนแผ่นป้ายทะเบียนแล้ว ให้นำภาพและพยัญชนะทั้งหมดนี้มาเข้าสู่การรู้จำตัวเลขและพยัญชนะ โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า Template Matching ซึ่งทำได้โดยการนำตัวเลขหรือพยัญชนะนั้นมาทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือน หรือค่า Correlation Coefficient กับตัวเลขและพยัญชนะกับ Template ตัวใดมีค่ามากที่สุด ให้พิมพ์ตัวเลขหรือพยัญชนะนั้นออกมาซึ่งมีขั้นตอบการทำงานของโปรแกรมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4.1 การจัดทำตัวเลขและพยัญชนะทั้งหมดของชุด Template

ในตอนนี้เป็นการจัดทำตัวเลขและพยัญชนะทั้งหมด ที่ใช้เป็นชุดต้นแบบหรือชุด Template เพื่อนำไปวางทาบแล้วเปรียบเทียบหาสัมประสิทธิ์ความเหมือนหรือค่า Correlation Coefficient กับตัวเลขและพยัญชนะที่แยกออกมาได้จากแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ เพื่อประมวลผลตัวเลขและพยัญชนะที่แยกออกมาได้ให้เป็น Text Files

ภาพตัวเลขและพยัญชนะทั้งหมดที่ใช้เป็นภาพต้นแบบในงานวิจัยนี้ ได้มาจากการเก็บภาพตัวอย่างจากแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยเลือกจากภาพถ่ายที่มีส่วนของกลุ่มตัวเลขและพยัญชนะที่ชัดและไม่เอียง

แปลงข้อมูลภาพ ให้เป็นภาพ Gray Scale และ ภาพ Binary ตามลำดับแล้วเก็บไว้ใน File นามสกุล JPEG ภาพละตัว นำตัวเลขและพยัญชนะที่เก็บไว้ทั้งหมดมาทำการตัดขอบ แล้วทำการปรับขนาดให้ทุกๆภาพมีความสูงเป็น 100 พิกเซล

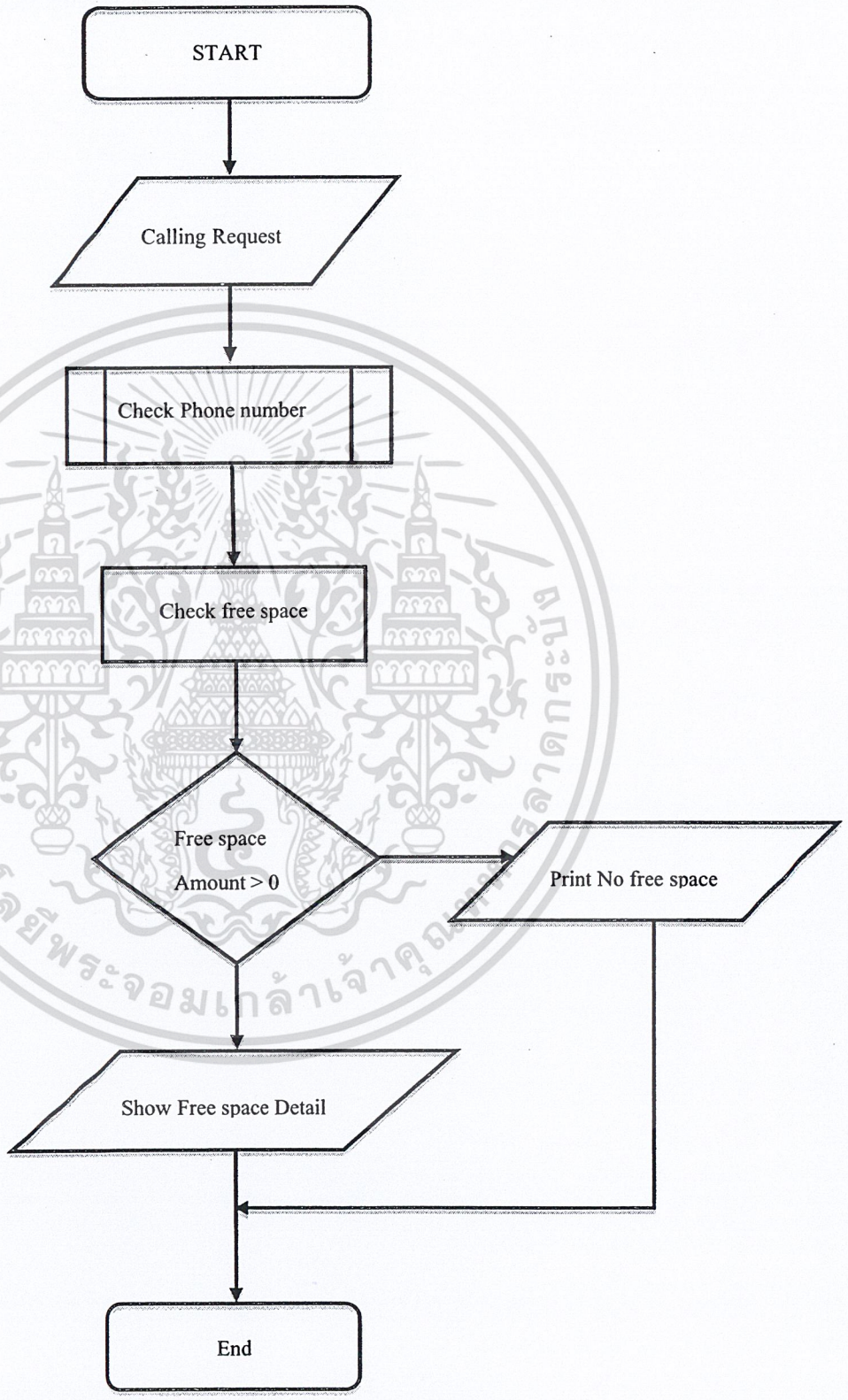
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างรูปภาพต้นแบบหรือชุด Template

ในการที่จะหาค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนได้นั้น ขนาดของข้อมูลภาพทั้ง 2 จะต้องมีขนาดเท่ากัน ทั้งความสูงและความกว้างดังนั้น จะต้องทำการปรับขนาดขนาดความสูงของข้อมูลภาพตัวพยัญชนะที่ตัดมาจากแผ่นป้ายทะเบียนก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

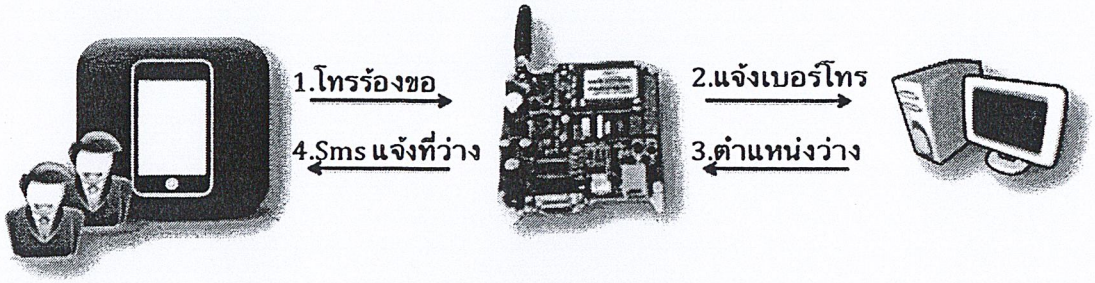
3.6 ส่วนการติดต่อผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์

3.6.1 Flow Chart ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้



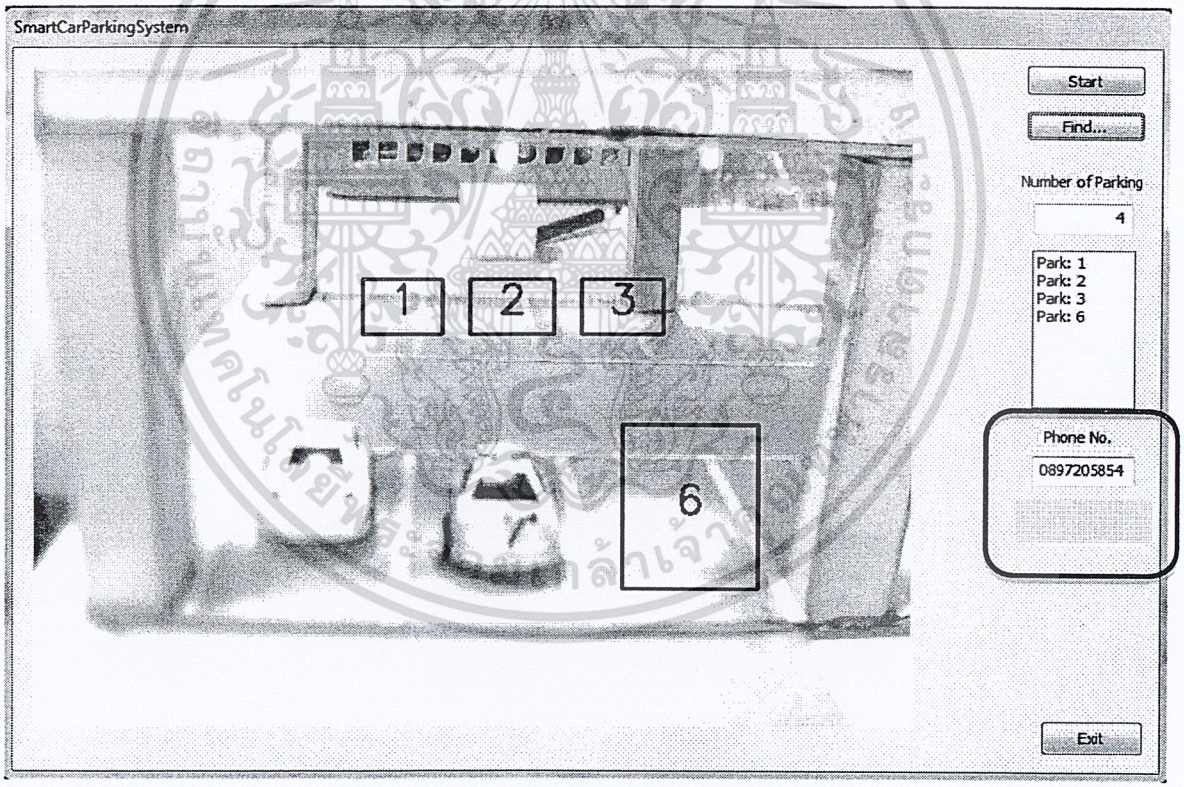
รูปที่ 3.17 Flow Chart ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงการติดต่อของส่วนการร้องขอข้อมูลที่ว่าง

ในส่วนของโปรแกรม ในการติดต่อกับผู้ใช้บริการผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือจะถูกรวมเข้ากับ ส่วน ของการตรวจสอบที่ว่างเมื่อมีการร้องขอข้อมูล ระบบจะทำการตรวจสอบและส่งข้อมูลกลับ ไปให้ผู้ใช้บริการ



รูปที่ 3.19 แสดงหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการที่ตรวจสอบได้เพื่อใช้ส่งข้อมูลกลับ

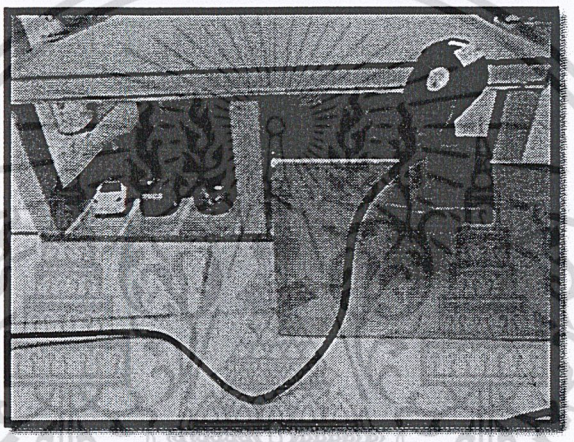
การติดต่อระหว่างระบบตรวจสอบที่ว่างกับ GSM Module จะใช้ MSComm Control 6.2 เป็นสื่อเชื่อม กับ Serial port (RS-232) และใช้ AT Command ส่งผ่าน serial port เพื่อควบคุม GSM Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 การทดลองในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ

ในการทดลองกระบวนการทาง Image processing เพื่อหาตำแหน่งที่ว่างที่จอดรถ โดยการใช้ model ลานจอดรถยนต์



รูปที่ 4.1 แบบจำลองที่จอดรถ

4.1.1 ขั้นตอนการทดลองในส่วนของค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ

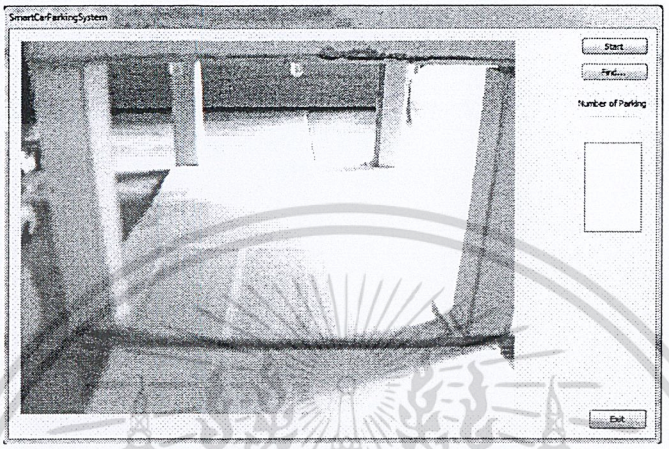
ทดสอบโปรแกรมการตรวจหาตำแหน่งที่ว่าง กรณีแสงคงที่ แต่สีรถยนต์เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลทดลองในส่วนของค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ

4.2.1 ภาพพื้นที่ว่างและภาพที่มีรถยนต์ที่ใช้ในการทดลอง

4.2.1.1 ที่จอดรถบริเวณพื้นที่ว่าง

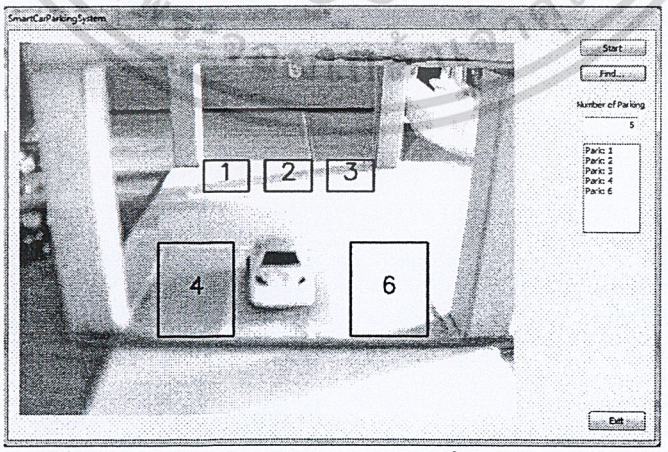


รูปที่ 4.2 แสดงภาพและการแสดงผลที่จอดรถบริเวณพื้นที่ว่างก่อนมีรถจอด

จากรูปที่ 4.2 เป็นรูปที่ใช้ในการอ้างอิงเพื่อนำไปประมวลผลในการตรวจสอบที่ว่าง

4.2.2 การทดสอบโปรแกรมตรวจหาตำแหน่งที่ว่าง โดยแสงคงที่แต่สีของรถยนต์เปลี่ยนแปลง

4.2.2.1 รถสีขาว

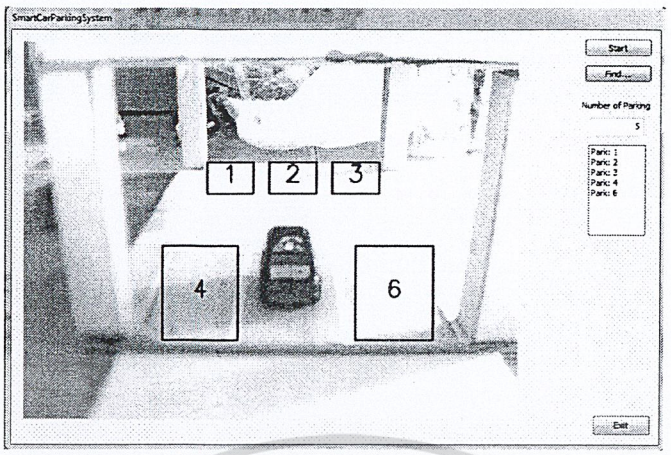


รูปที่ 4.3 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีขาวจอด

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าระบบตรวจสอบรถยนต์สีขาวจอดอยู่ในตำแหน่งที่ 5 และทางจอแสดงผลตำแหน่งว่างของรถยนต์แสดงว่าที่ว่างที่จอดได้คือ 1,2,3,4,6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

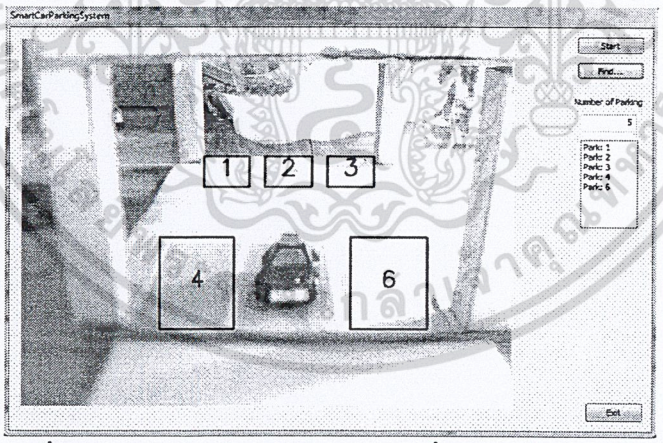
4.2.2.2 รถยนต์สีแดง



รูปที่ 4.4 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีแดงจอด

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าระบบตรวจสอบรถยนต์สีแดงจอดอยู่ในตำแหน่งที่ 5 และที่จอแสดงผลตำแหน่งว่างของรถยนต์แสดงว่าที่ว่างที่จอดได้คือ 1,2,3,4,6

4.2.2.3 รถยนต์สีน้ำเงิน

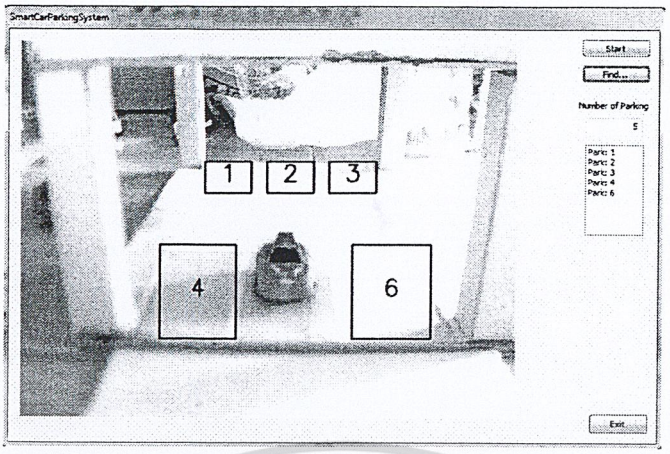


รูปที่ 4.5 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีน้ำเงินจอด

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าระบบตรวจสอบรถยนต์สีน้ำเงินจอดอยู่ในตำแหน่งที่ 5 และที่จอแสดงผลตำแหน่งว่างของรถยนต์แสดงว่าที่ว่างที่จอดได้คือ 1,2,3,4,6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

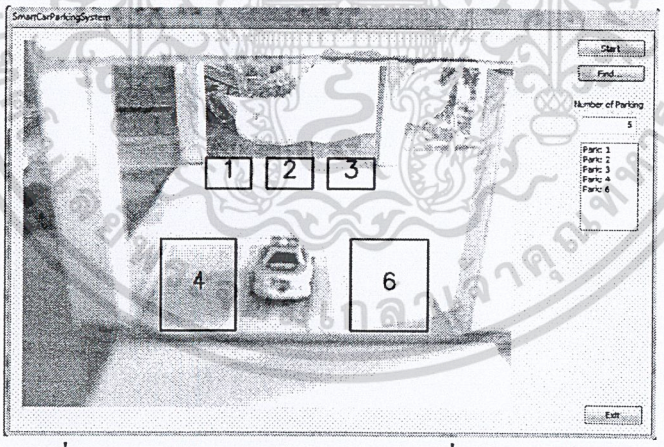
4.2.2.4 รถยนต์สีเขียว



รูปที่ 4.6 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีเขียวจอด

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าระบบตรวจสอบรถยนต์สีเขียวจอดอยู่ในตำแหน่งที่ 5 และที่จอแสดงผลตำแหน่งว่างของรถยนต์แสดงว่าที่ว่างที่จอดได้คือ 1,2,3,4,6

4.2.2.5 รถยนต์สีเทา

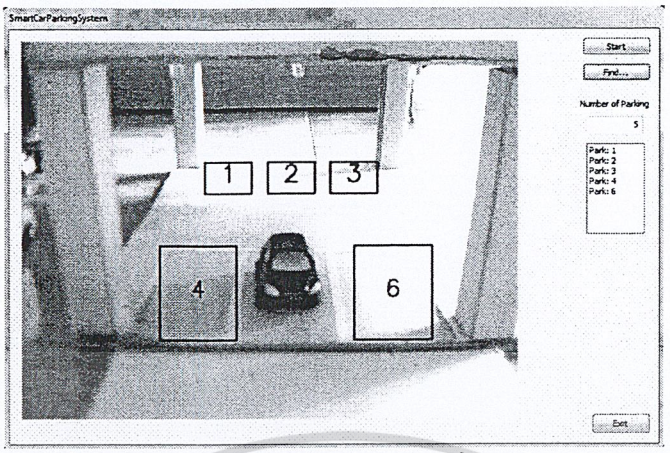


รูปที่ 4.7 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีเทาจอด

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าระบบตรวจสอบรถยนต์สีเทาจอดอยู่ในตำแหน่งที่ 5 และที่จอแสดงผลตำแหน่งว่างของรถยนต์แสดงว่าที่ว่างที่จอดได้คือ 1,2,3,4,6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

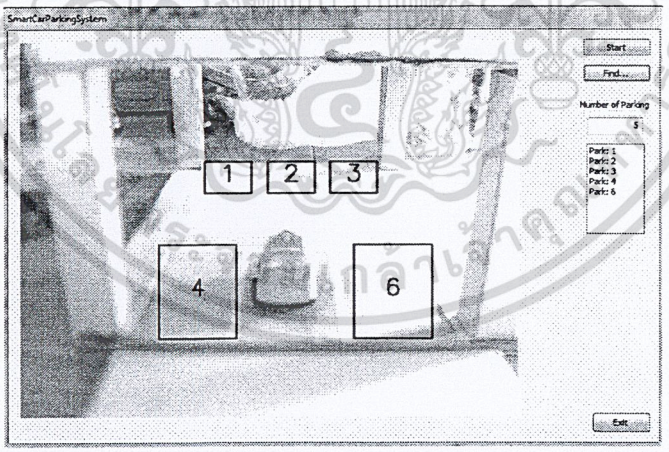
4.2.2.6 รถยนต์สีดำ



รูปที่ 4.8 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีดำจอด

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าระบบตรวจสอบรถยนต์สีดำจอดอยู่ในตำแหน่งที่ 5 และที่จอแสดงผลตำแหน่งว่างของรถยนต์แสดงว่าที่ว่างที่จอดได้คือ 1,2,3,4,6

4.2.2.7 รถยนต์สีเหลือง

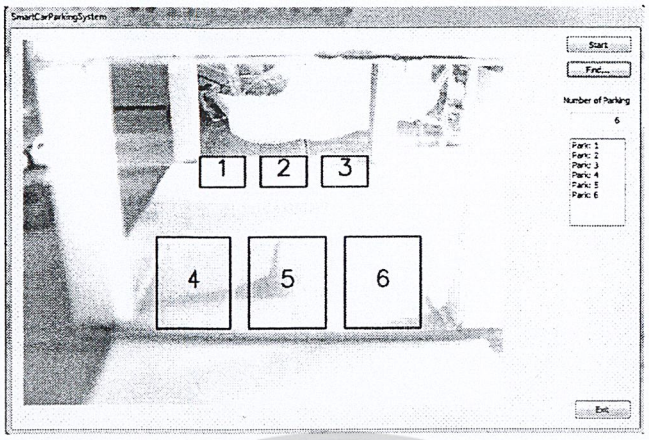


รูปที่ 4.9 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีรถยนต์สีเหลืองจอด

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าระบบตรวจสอบรถยนต์สีเหลืองจอดอยู่ในตำแหน่งที่ 5 และที่จอแสดงผลตำแหน่งว่างของรถยนต์แสดงว่าที่ว่างที่จอดได้คือ 1,2,3,4,6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.8 กรวยสีส้ม



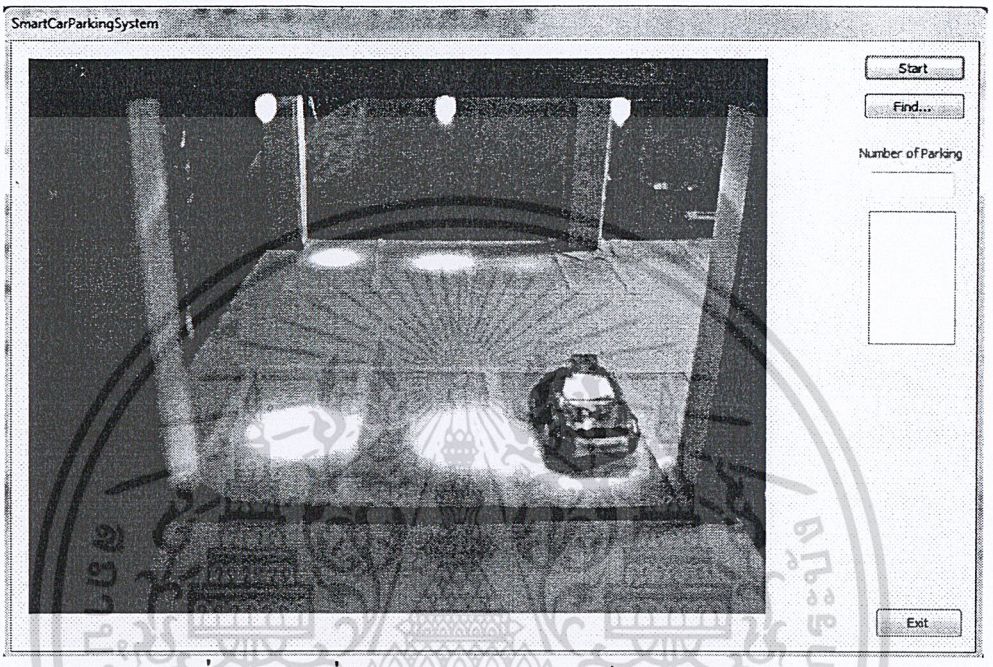
รูปที่ 4.10 ภาพที่จอดรถและผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างขณะมีกรวยสีส้ม

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าระบบตรวจสอบกรวยวางอยู่ในตำแหน่งที่ 5 และที่จอแสดงผลตำแหน่งว่างของรถยนต์แสดงว่าที่ว่างที่จอดได้คือ 1,2,3,4,5,6

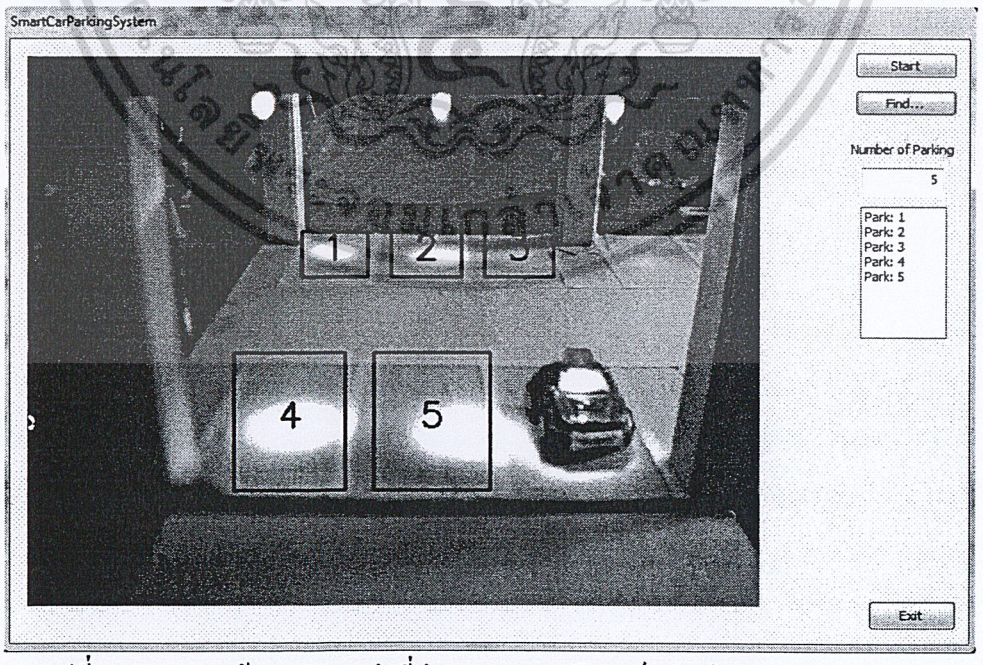
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดสอบโปรแกรมตรวจหาตำแหน่งที่ว่างสีของรถยนต์คงที่แต่แสงเปลี่ยนแปลง

4.2.3.1 กรณีแสงปกติ



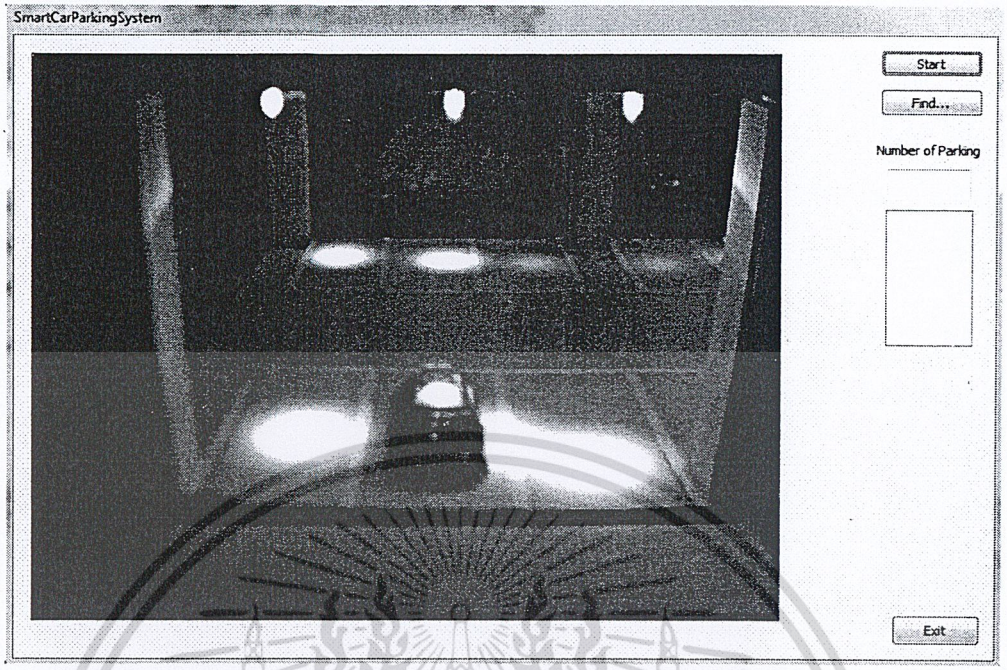
รูปที่ 4.11 ภาพที่จอดรถและจอมอนิเตอร์ก่อนมีรถจอดกรณีแสงปกติ



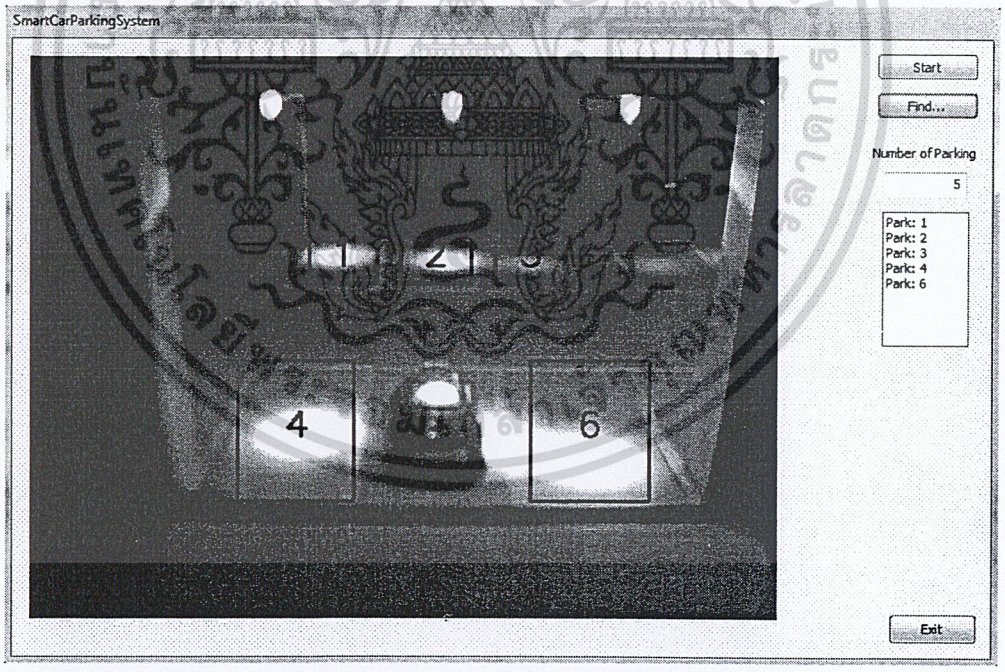
รูปที่ 4.12 ผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างและจอมอนิเตอร์ขณะมีรถจอดกรณีแสงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 กรณีแสงน้อย



รูปที่ 4.13 ภาพที่จอดรถและจอมอนิเตอร์ก่อนมีรถจอดกรณีแสงน้อย



รูปที่ 4.14 ผลการค้นหาตำแหน่งที่ว่างและจอมอนิเตอร์ขณะมีรถจอดกรณีแสงน้อย

จากผลการทดสอบโปรแกรมพบว่า สามารถค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถได้ในกรณีที่มีแสงที่เปลี่ยนไปได้ทั้งในกรณีที่แสงปกติและแสงน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้ภาพถ่าย

ในส่วนของขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบกับภาพถ่ายเพื่อระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรม โดยในการทดลองได้นำภาพถ่ายประมาณ 10 ภาพมาทำการทดลองโดยในแต่ละภาพจะมีสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน

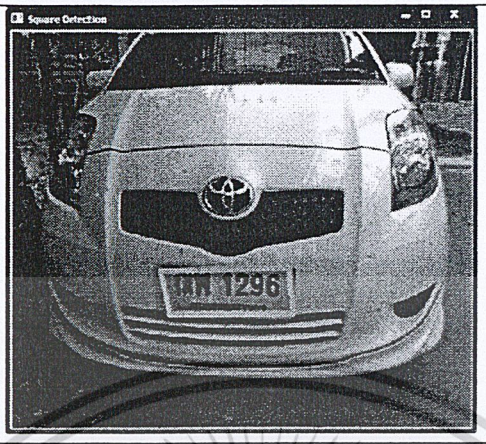
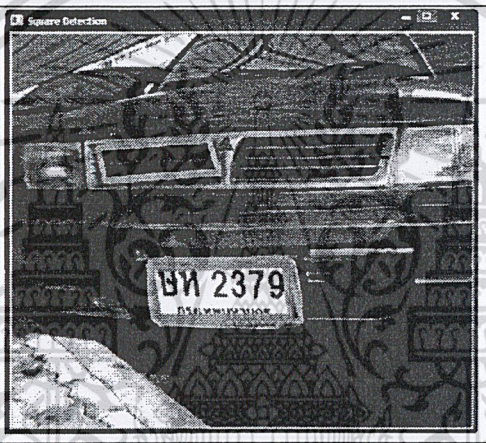
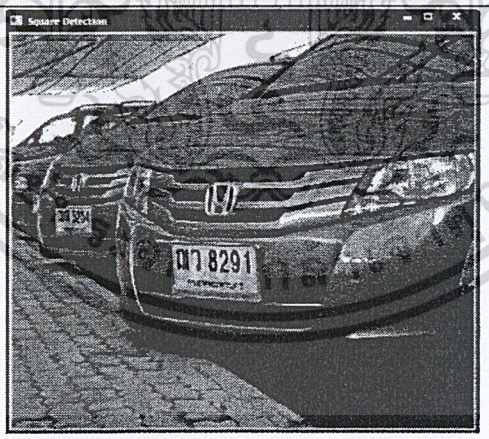
4.3.1 การทดสอบโปรแกรมระบุหาตำตรวจหาแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการค้นหาป้ายทะเบียนรถ

	การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์	ความถูกต้อง
1		✓
2		✓
3		✗ มี Error ตรวจหากรอบสี่เหลี่ยมได้มากกว่าหนึ่งกรอบ

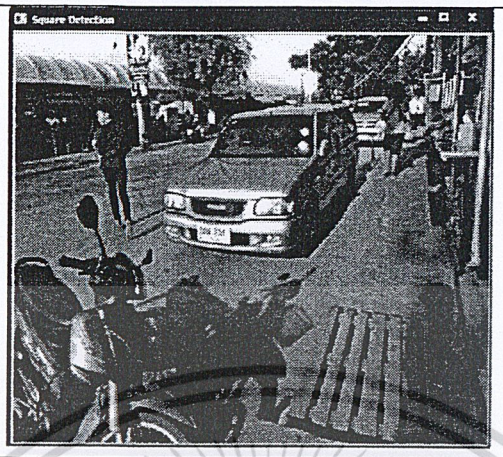
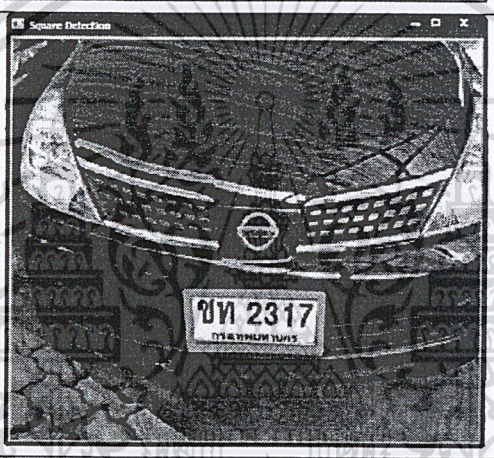
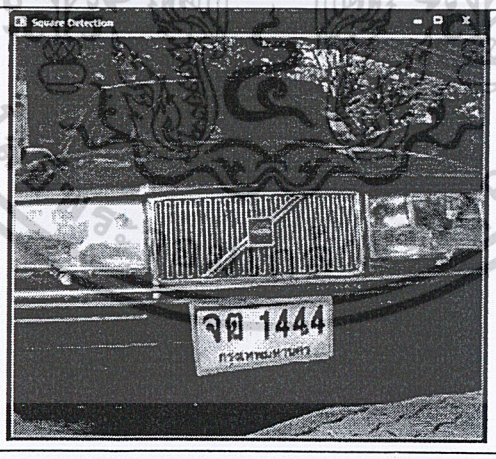
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการค้นหาป้ายทะเบียนรถ (ต่อ)

	การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์	ความถูกต้อง
4		✓
5		✗ มี Error ตรวจหากรอบสี่เหลี่ยมได้มากกว่าหนึ่งกรอบ
6		✓

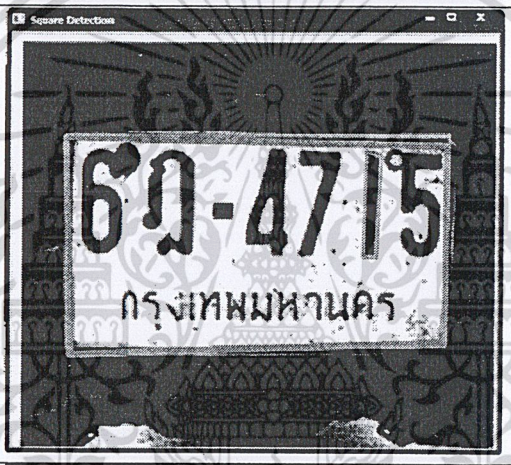
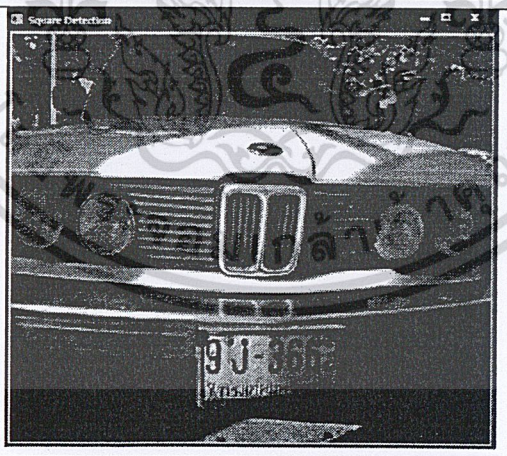
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการค้นหาป้ายทะเบียนรถ (ต่อ)

	การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์	ความถูกต้อง
7		✗ ตรวจหาป้ายทะเบียนไม่เจอเนื่องจากทะเบียนรถอยู่ไกลเกินไป
8		✓
9		✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

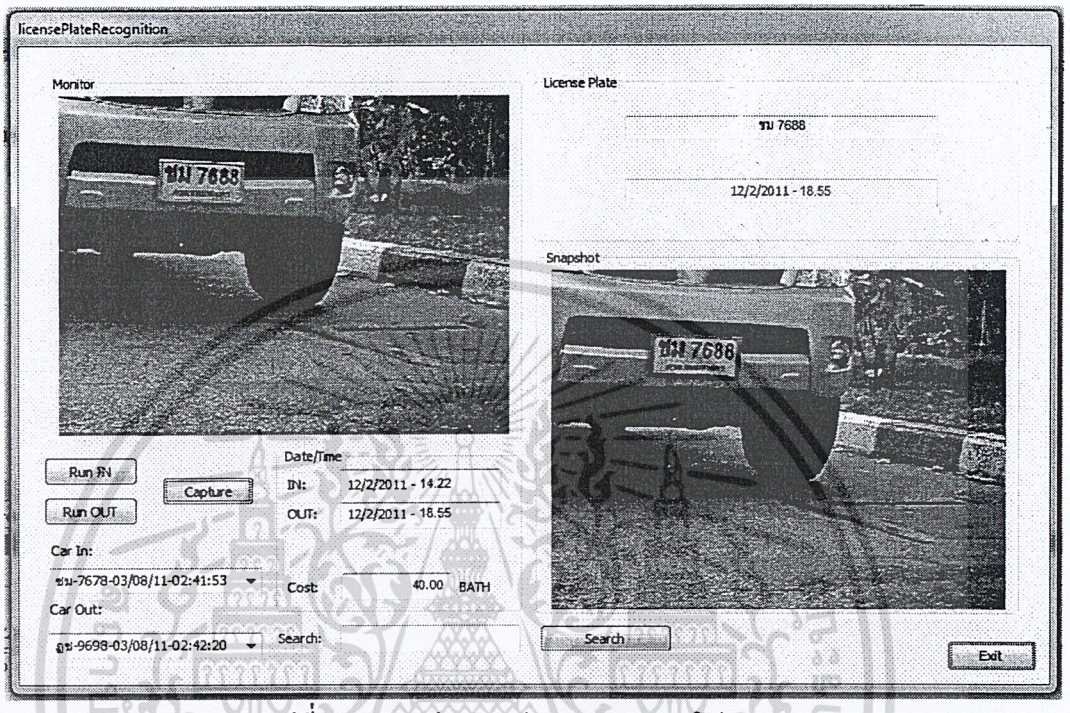
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการค้นหาป้ายทะเบียนรถ (ต่อ)

	การระบุหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์	ความถูกต้อง
10		✓
11		✗ มี Error ตรวจหากรอบสี่เหลี่ยมได้มากกว่าหนึ่งกรอบ
12		✗ ตรวจหาป้ายทะเบียนไม่เจอเนื่องจากแสงและเงา

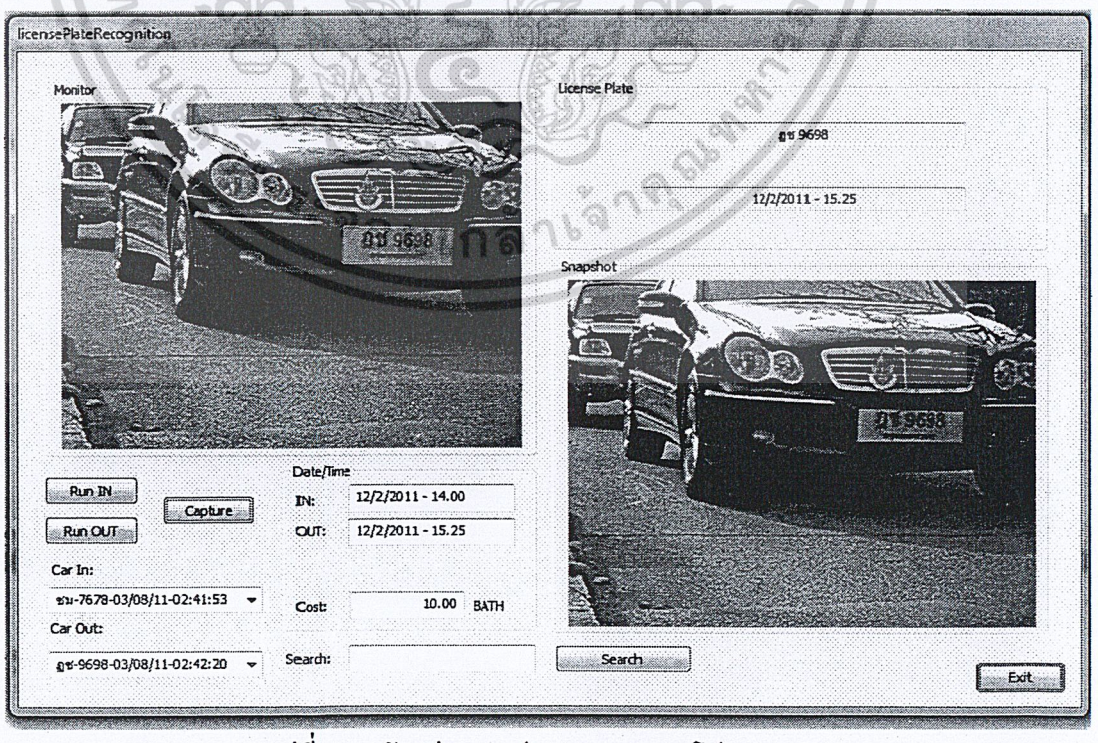
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดสอบโปรแกรมรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์

ในส่วนนี้เป็นการนำไฟล์วีดีโอมาทดลองโปรแกรม และแสดงผลออกมาทาง User Interface เพื่อทดสอบ ประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรม



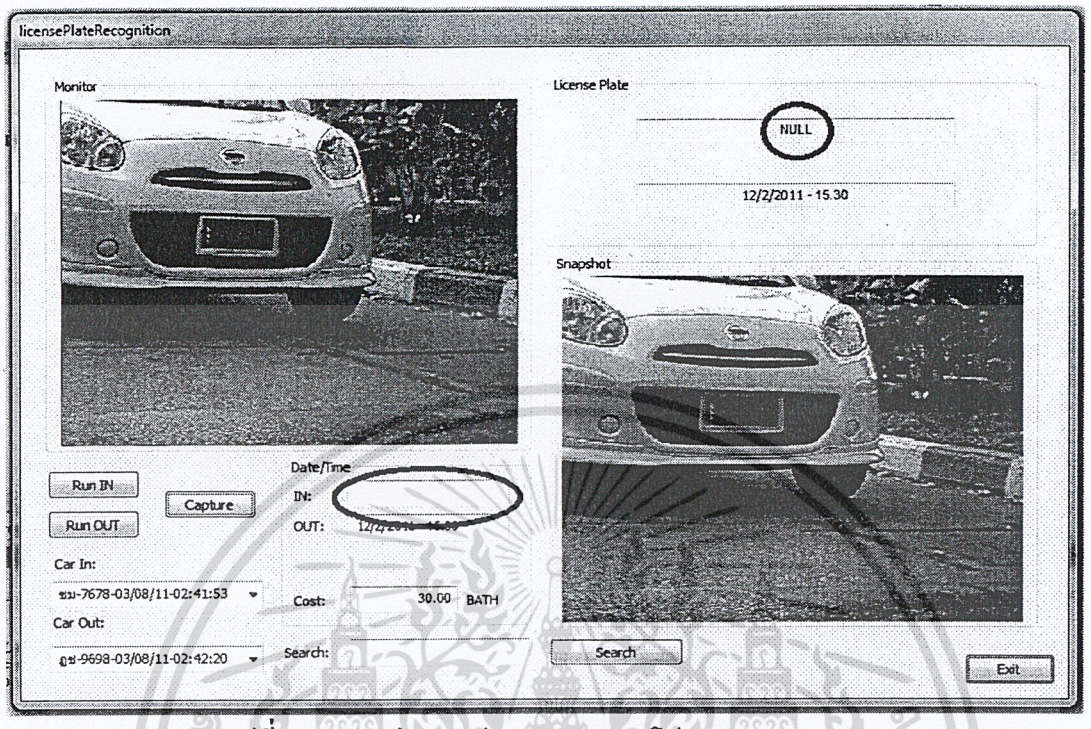
รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการประมวลผลของโปรแกรม 1



รูปที่ 4.16 ตัวอย่างการประมวลผลของโปรแกรม 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 และ รูปที่ 4.16 แสดงตัวอย่างการประมวลผลของโปรแกรมในส่วนของการรู้จำป้ายทะเบียนรถ สามารถแสดงผลออกมาได้และแสดงผลดังรูป

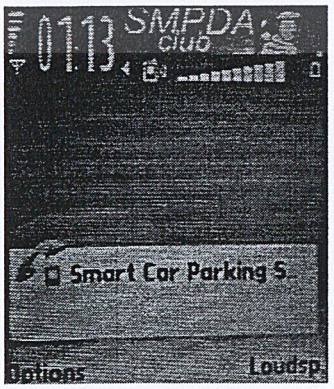


รูปที่ 4.17 ตัวอย่างการประมวลผลของโปรแกรม 4(Error)

จากรูปที่ 4.17 พบว่าเกิด Error โปรแกรมไม่สามารถอ่านป้ายทะเบียนรถได้เนื่องจากป้ายทะเบียนรถยนต์มีลักษณะเป็นสีแดงซึ่งกลมกลืนกับตัวอักษรทำให้โปรแกรมจะแสดงค่า Null แทนค่าที่อ่านได้ และ ไม่สามารถหาเวลาเข้าได้

4.4 ส่วนการร้องขอที่ว่างผ่านโทรศัพท์มือถือ

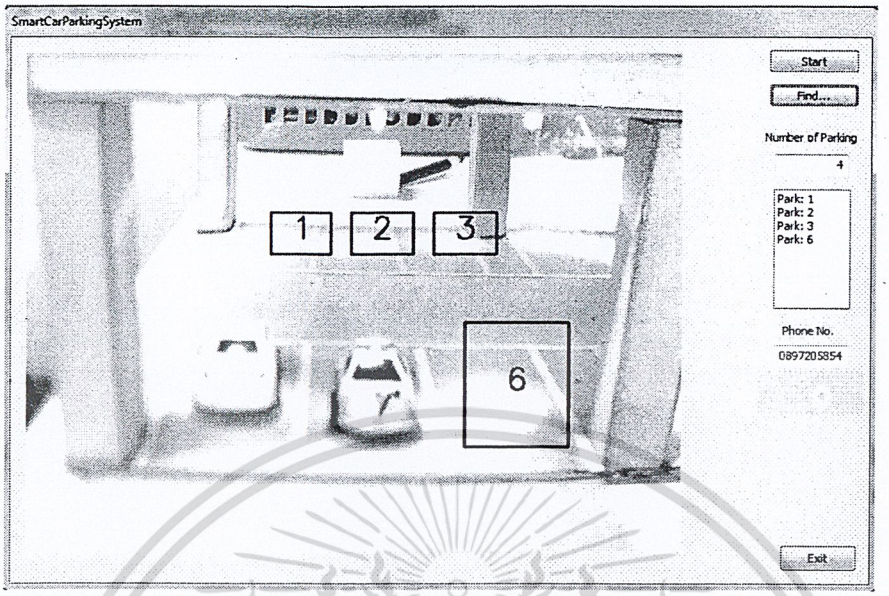
4.4.1 ผู้ใช้บริการร้องขอโดยการโทรเข้าหมายเลขของระบบ



รูปที่ 4.18 แสดงการโทรเข้าหมายเลขของระบบเพื่อร้องขอที่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

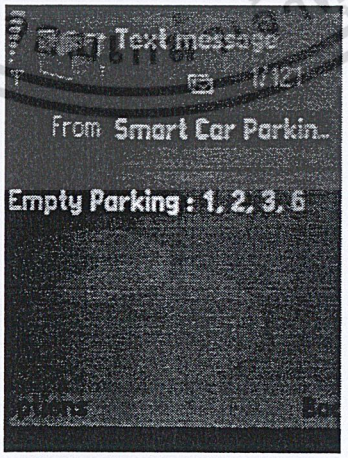
4.3.2 เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้าระบบจะทำการจัดเก็บหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการ



รูปที่ 4.19 ส่วนโปรแกรมการหาที่ว่างและแสดงหมายเลขโทรศัพท์ที่ร้องขอ

รูปที่ 4.19 เมื่อมีการรองข้อโดยผู้ขอใช้บริการโทรศัพท์เข้ามาเบอร์จะโชว์ทางด้านขวามือ และระบบจะทำการประมวลผลแล้วแสดงผลออกทางหน้าจอโดยแสดงกรอบสีแดงในส่วนว่าง และแสดงจำนวนช่องว่างที่มีอยู่ และผลของการประมวลใน list box ทางด้านขวามือ

4.3.3 เมื่อระบบได้รับหมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อเข้ามาใหม่ภายหลังจากประมวลผลเพื่อตรวจสอบที่ว่างระบบจะทำการส่งข้อมูลที่ว่างที่มีอยู่ผ่าน sms ไปยังหมายเลขผู้ใช้บริการ



รูปที่ 4.20 sms แสดงข้อมูลที่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ

การทดลองในที่นี้แบ่งเป็นสองส่วนหลักๆ คือ ส่วนด้านโปรแกรมประมวลภาพ (Image Processing) และส่วนของการแสดงผลทางมือถือผ่านGSM Module โดยด้านการประมวลภาพโดยการทดลองนี้ได้แบ่งออกเป็นสองกรณีคือ

1. กรณีสีรถคงที่ แต่แสงเปลี่ยนแปลง

ซึ่งควบคุมแสงให้เปลี่ยนแปลง เป็น 4 แบบด้วยกัน คือแสงตอนเช้าถึงกลางวัน บ่ายถึงเย็น และเย็นถึงมืด ซึ่งแบบเย็นถึงมืดจะเป็นแบบเปิดไฟ เนื่องจากปัจจุบันสภาพลานจอดรถจริงจะมีการควบคุมให้มีการเปิดไฟอยู่ตลอดเวลา ผลการทดลองจะพบว่า ถ้าแสงมีน้อยหรือมืด จะทำให้ระบบไม่สามารถแยกแยะว่ามีรถจอดอยู่หรือไม่

2. กรณีของแสงคงที่ แต่สีรถเปลี่ยนแปลง

ซึ่งในที่นี้เราจะใช้ช่วงแสงเช้าถึงกลางวันและช่วงบ่ายถึงเย็นเป็นตัวแปรควบคุมให้คงที่ และเปลี่ยนสีรถยนต์ ในการทดลองนี้ได้นำรถยนต์หลายสีมาทดสอบได้แก่ สีขาว สีเทา สีเหลือง สีเขียว สีน้ำเงิน สีแดง และสีดำ ผลการทดลองพบว่า ระบบสามารถแยกแยะว่ามีรถจอดอยู่หรือไม่มีได้ทุกสี ส่วนช่วงแสงตอนบ่ายถึงเย็น

สรุปได้ว่า ในการตรวจหาตำแหน่งที่ว่างที่จอดรถ มีตัวแปรสองตัวที่สำคัญคือ แสงและสีของรถ ซึ่งถ้าหากแสงไม่เพียงพอ จะไม่สามารถแยกแยะว่ามีรถจอดอยู่หรือไม่ได้ ส่วนถ้าสีของรถมืดและนำไปจอดในบริเวณที่แสงไม่เพียงพอ จะไม่สามารถแยกแยะได้ว่ามีรถจอดอยู่หรือไม่ได้เช่นกัน จึงได้มีการปรับปรุงภาพก่อนนำไปวิเคราะห์ผลในขั้นถัดไป และจากการทดลองพบว่าวิธี Histogram Equalization สามารถแก้ไขปัญหาเรื่องความต่างของแสงได้ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบดียิ่งขึ้น รวมถึงการปรับค่า threshold ก็ทำให้สามารถแยกแยะระหว่างวัตถุกับพื้นได้ดีขึ้นอีกด้วยเช่นกัน

ในส่วนของการแสดงผลทางมือถือเมื่อผู้ใช้บริการโทรเข้าไปยังหมายเลขของระบบลานจอดรถยนต์ ระบบจะทำการจัดเก็บหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้บริการ และทำการประมวลผลที่ว่างอัตโนมัติ เมื่อสามารถตรวจและได้ผลข้อมูลออกมาแล้ว ระบบจะทำการจัดส่งกลับไปยังหมายเลขผู้ใช้บริการได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 ในส่วนของการค้นหาป้ายทะเบียน

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมมีผลต่อโปรแกรมประมวลผลภาพ คือ ความสว่างของภาพ ระยะใกล้-ไกล ความละเอียดของภาพ และรูปร่างของส่วนประกอบต่างๆของรถ เช่นถ้าป้ายทะเบียนรถมีตัวการ์ตูนหรือการตกแต่งที่ทำให้ลักษณะของป้ายแตกต่างไปจากเดิมมากๆ จะไม่สามารถค้นหาป้ายเจอได้ และ ลักษณะของสีป้ายทะเบียนรถยนต์ มีผลต่อการประมาลผล เช่นถ้าเป็นป้ายทะเบียนรถยนต์เป็นสีแดง จะมีผลต่อการตัดแยกตัวอักษรเพราะพยัญชนะหรือตัวเลขมีลักษณะที่กลืนไปกับพื้นหลังของป้ายทะเบียนรถ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ

- ปัญหาเรื่องแสง ซึ่งเป็นตัวแปรที่เปลี่ยนไปตามสิ่งแวดล้อม ควบคุมได้ยาก ถ้าหากปริมาณของแสงไม่เพียงพอจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดน้อยลง
- ปัญหาเรื่องสีรถ ซึ่งมีความหลากหลาย ถ้าหากแสงยิ่งน้อยและรถที่เข้ามาจอดเป็นสีมืด จะทำให้ระบบตรวจสอบผิดพลาดได้
- ปัญหาเรื่องมุมกล้อง ถ้ามีการเคลื่อนที่ของกล้องจะทำให้เกิดปัญหาในการประมวลผลเพราะจุดที่สนใจ (Region Of Interest) เปลี่ยนไป

5.2.2 ในส่วนของการค้นหาป้ายทะเบียน

- ปัญหาของลักษณะขอบที่หาได้ไม่มีความต่อเนื่องมากเพียงพอ คือ หากมีจุดที่ขาดในส่วนบริเวณที่เป็นขอบของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ จะทำให้ภาพนั้นไม่สามารถระบุหาตำแหน่งของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ได้
- ขอบของวัตถุอื่นมีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมเหมือนกันกับป้ายทะเบียนรถทำให้โปรแกรมจับวัตถุนั้นๆมาด้วย
- ในนำวีดีโอจากกล้องดิจิตอลมาประมวลผล จะพบว่า ภาพในส่วนของป้ายทะเบียนรถที่เข้ามานั้นมีขนาดเล็กแล้วไม่คมชัดมากพอที่จะนำมาประมวลผลได้
- ในการทดลองพบว่า สีของป้ายมีผลต่อการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้บริการ

จากการวางแผนเบื้องต้นในการระบุว่าผู้ที่สามารถร้องขอข้อมูลที่ว่างได้คือสมาชิกเท่านั้น เป็นสิ่งที่ไม่สามารถนำไปใช้กับระบบจริงได้ เนื่องจากไม่มีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งโซนที่ว่างไว้สำหรับ สมาชิกโดยเฉพาะ โดยมีเหตุผลคือ

5.2.3.1 ผู้ใช้บริการทุกคนควรมีสิทธิในการใช้บริการของระบบ

5.2.3.2 ผู้ให้บริการระบบสามารถบริหารและจัดสรรที่ว่างให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด และไม่เสียเปล่าไปกับการเว้นที่ว่างให้สมาชิกเท่านั้น

นอกจากนั้นการประมวลผลนั้นมีปัญหาในด้านการแปลงชนิดของข้อมูล เพราะการเชื่อมต่อกับส่วนของการประมวลผลภาพและการส่งคำสั่งไปยัง GSM Module นั้นใช้ข้อมูลหลายชนิดและในแต่ละส่วนของโปรแกรมนั้นไม่สามารถรับชนิดข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องเชื่อมต่อกันได้

5.3 แนวทางการศึกษาต่อในส่วนของการค้นหาพื้นที่ว่างในลานจอดรถ

5.3.1 ในส่วนของการค้นหาการพื้นที่ว่างในลานจอดรถ

- เปลี่ยนกล้อง Web Camera เป็นกล้องที่มีคุณภาพสูงกว่านี้ เพื่อประสิทธิภาพของระบบที่ดียิ่งขึ้น
- นำไปติดตั้งกับสถานที่จริงตลอดเวลา เพื่อความสมบูรณ์ของระบบ

5.3.2 ในส่วนของการค้นหาป้ายทะเบียน

เปลี่ยนกล้อง Web Camera เป็นกล้องที่มีคุณภาพสูงกว่านี้ เพื่อประสิทธิภาพของระบบที่ดียิ่งขึ้น เพราะในการรู้จำในส่วนของจังหวัด ต้องการกล้องที่มีประสิทธิภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดทหรรษาสกุล, การประมวลผลภาพเบื้องต้น, แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2550

[2] รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์, การประมวลผลภาพดิจิตอลด้วย Matlab, แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2550

[3] ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล, คู่มือการเขียนโปรแกรมและการใช้งานVisual C++ .NET,อินโฟเพรส,2546

[4] รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์, การประมวลผลภาพดิจิตอลด้วยC++, แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2552

[5] Gary Bradski & Adrian Kaebler, Learning Open-CV Computer Vision with the Open-CV Library, O'REILLY O'Reilly Media, 2008

[6] นางสาวฐิตินันท์ เทียนนิมิตร, นางสาวฐิตินันท์ อมรเลิศรัตนธาดา, นายบัณฑิต ธัญรัตนศรีสกุล ,ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552

[7] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, คู่มือเขียนโปรแกรม visual basic 6 ฉบับผู้เริ่มต้น,นนทบุรี , 2549

[8] ซิมพลิฟาย,advance visual basic ควบคุมอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์,กรุงเทพ , 2550

[9] อรรถพล บุญโภคา, วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล,เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม, กรุงเทพฯ: บ.อินโนเวทีฟ เอ็กเพอร์ริเมนท์ จำกัด, 2550

[10] http://202.28.94.55/web/320494/2547/Project/g43/Document/Final%20Documet.pdf

[11] http://202.28.94.55/web/320491/2547/seminar/g15/document.html

[12] http://www.thaiio.com

[13] http://sapachan.blogspot.com/2010/04/smoothing-image-in-opencv.html

[14] http://www.bath.ac.uk/elec-eng/research/sipg/research/morphology/morphology.htm

[15] http://202.28.94.55/web/320417/2547/Report_Neural%20Network.doc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

อุปกรณ์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

- กล้อง: เราเลือกใช้กล้อง webcam ในการรับภาพ เนื่องจากมีราคาถูกและคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งานในโครงงานนี้ ในที่นี้ได้เลือกใช้กล้องยี่ห้อ iCon

รูป ก.1 กล้องยี่ห้อ iCon รุ่น IC118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติกล้อง

- Resolution : 14M pixels

- Frame rate : 30 fps

- USB : 2.0 interface

- Info noise rate : 48dB

- 360 degree pen

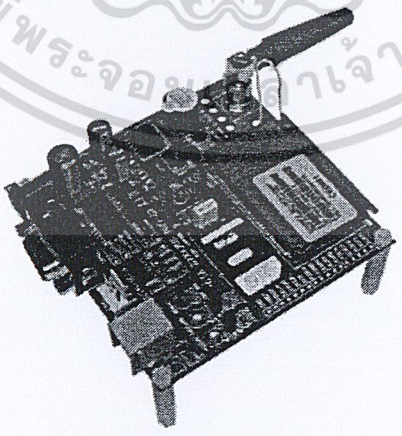
- High quality glass lens

- Focus range : 30mm-infintitve

ความต้องการของระบบที่รองรับ

- PC with Windows 98/2000/ME/XP/VISTA

- **ET-GSM SIM300CZ V1.0**



รูป ก.2 ET-GSM SIM300CZ V1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

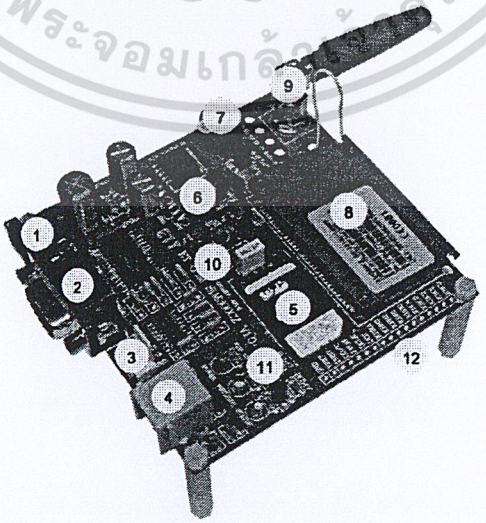
คุณสมบัติของ ET-GSM SIM300CZ V1.0

- มีสวิตช์แบบ Push-Button สำหรับใช้สั่งเปิด-ปิดการทำงานของโมดูลภายในบอร์ด
- มี Socket SIM รองรับ SIM Card พร้อมวงจร ESD ป้องกัน SIM เสียหาย
- มีวงจร Regulate แยกอิสระจำนวน2ชุดสามารถใช้กับแหล่งจ่ายภาย ใน Adapter ขนาดตั้งแต่ +5V ขึ้นไป สามารถจ่ายกระแสให้กับโมดูล SIM300CZ และอุปกรณเชื่อมต่อต่างๆ ได้อย่างเพียงพอ
- มีวงจร Regulate ขนาด 4.2V / 3A สำหรับจ่ายให้กับโมดูล SIM300CZ ได้อย่างเพียงพอ สามารถใช้กับ SIM ของระบบ GSM900MHz แบบ 2-Watt ได้
- มีวงจร Regulate ขนาด 3.3V / 1A สำหรับจ่ายให้กับวงจรเชื่อมต่อภายนอกโดยไม่ต้องไป ดึงไฟจากตัวโมดูลมาใช้ ป้องกันปัญหาโมดูล เสียหายจากวงจรภายนอกดึงกระแสเกินพิกัด และสะดวกต่อการออกแบบวงจรเชื่อมต่อเพิ่มเติม
- มีวงจร Line Driver สำหรับแปลงระดับสัญญาณโลจิกจากโมดูล SIM300CZ ให้เป็น RS232 ระดับ

มาตรฐาน

- มี LED แสดงสถานะพร้อมในบอร์ดสำหรับแสดงสถานะ ของแหล่งจ่ายไฟ สถานะพร้อมทำงานของโมดูล สถานะในการเชื่อมต่อกับ Network และสถานะPower-On/Power-OFFของโมดูล
- มี Buzzer เพื่อสร้างสัญญาณเสียงในกรณีมีการโทรเรียกเข้ามายังโมดูล

โครงสร้างของบอร์ด ET-GSM SIM300CZ V1.0



รูป ก.3 โครงสร้างของบอร์ด ET-GSM SIM300CZ V1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• หมายเลข 1 เป็น JACK DC-IN แบบมีขั้ว โดยมีด้านนอกเป็นขั้วบวก และด้านในเป็น GND ใช้สำหรับรับแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก โดยออกแบบให้ใช้กับแหล่งจ่ายไฟขนาด 5V ขึ้นไปที่จ่ายกระแสได้ 1A ถึง 3A

• หมายเลข 2 เป็นขั้วต่อ RS232(DCE) แบบ DB9 ตัวเมียสำหรับใช้เชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232(DTE) แบบ DB9 ตัวผู้จากคอมพิวเตอร์ PC หรืออุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ โดยใช้สาย 9 Pin แบบต่อตรง

• หมายเลข 3 เป็นขั้วต่อ DEBUG ใช้สำหรับพัฒนา และ DEBUG โปรแกรม สำหรับต่อกับ RS232 ในกรณีที่ต้องการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม ให้กับโมดูล SIM300CZ เอง

• หมายเลข 4 เป็นขั้วต่อ RJ11 สำหรับใช้เชื่อมต่อ กับชุด Handset ในกรณีที่ต้องการใช้งานโมดูล SIM300CZ เพื่อโทรออกและรับสาย โดยสามารถเชื่อมต่อกับ Handset มาตรฐานได้ทั่วไป

• หมายเลข 5 เป็น Socket สำหรับติดตั้ง SIMCard ให้กับโมดูล

• หมายเลข 6 เป็น SwitchPush-Button สำหรับใช้ Power-On และ Power-OFF ตัวโมดูล

• หมายเลข 7 เป็น Buzzer สำหรับสร้างเนียงเรียกเข้าในกรณีที่มีการโทรเข้ามายังโมดูล SIM300CZ

• หมายเลข 8 เป็นจุดรองรับโมดูล SIM300CZ

• หมายเลข 9 เป็นจุดยึด Connector เสาอากาศ GSM/GPRS ย่านความถี่900/1800/1900 MHz

• หมายเลข 10 เป็น LED แสดงแหล่งจ่าย VBAT โดยจะติดสว่างเมื่อมีการจ่ายไฟให้บอร์ดแล้ว

• หมายเลข 11 เป็น LED แสดงสถานะของบอร์ด ซึ่งมีด้วยกัน 3 ดวงคือ

o POWER สีแดง จะติดสว่างเมื่อโมดูลอยู่ในสถานะ Power-ON o NETLIGHT สีเหลือง จะกระพริบ เมื่อโมดูลอยู่ในสถานะ Power-ON

o STATUS สีเขียว จะติดสว่างเมื่อโมดูลอยู่ในสถานะ Power-ON

• หมายเลข 12 เป็น จุดต่อสัญญาณเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องการประยุกต์ใช้งานโมดูลเพิ่มเติม

การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM300CZ

การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM300CZ ของบอร์ด ET-GSM SIM300CZ นั้นจะเชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรมน RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ DB9 ตัวเมียจัดเรียงสัญญาณ ตามมาตรฐาน RS232-DCE สามารถนำไปเชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232-DTE มาตรฐาน โดยใช้สาย DB9 แบบต่อตรง ได้ทันที โดย สัญญาณทั้งหมดที่ DB9 นี้ได้ผ่านวงจร Line Driver เพื่อแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณระดับ โลจิก จากโมดูล ให้เป็นสัญญาณระดับมาตรฐาน RS232 เป็นที่เรียบร้อยแล้วซึ่ง ถ้าต้องการนำไปเชื่อมต่อกับ RS232(Com Port) ของคอมพิวเตอร์ PC ก็สามารถทำการเชื่อต่อกันโดยตรงได้ทันที โดยไม่ต้องการทำการสลับสายสัญญาณใด ๆ ทั้งสิ้นโดยสัญญาณเชื่อมต่อทางด้านโมดูล SIM300CZ นั้นจะมีทั้งหมด 8 เส้นสัญญาณซึ่งในการเชื่อต่อใช้งานนั้น จะต่อให้ครบทั้ง 8 เส้น หรือ จะเลือกต่อเพียง 3 เส้น (RXD,TXD และ GND) ก็ได้เช่นเดียวกัน โดยสามารถกำหนดได้จากการ Set up ค่า Configuration และคำสั่งใช้งานโดยสัญญาณการเชื่อมต่อ RS232 ด้านโมดูล SIM300CZ จะมีดังนี้

• Pin1 เป็น ขา DCD (Data Carrier Detect) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Output จาก SIM300CZ ที่ได้ผ่านการแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 แล้ว ซึ่ง ตามปรกติจะต่อเข้ากับ DCD Input ของ อุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC

• Pin 2 เป็น ขา TXD (Transmit Data) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Output จาก SIM300CZ ที่ได้ผ่านการแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 RXD(Receive Data) ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC

• Pin3 เป็น ขา RXD (Receive Data) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Input ของ SIM300CZ สามารถ รับสัญญาณระดับ RS232 ได้โดยตรงซึ่ง ตามปรกติจะต่อเข้ากับ TXD (Transmit Data) จากอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC

• Pin4 เป็น ขา DTR (DataTerminalReady) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Input ของ SIM300CZ ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ DTR จากอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC

• Pin5 เป็น สัญญาณ GND ของโมดูล SIM300CZ ต้องต่อเข้ากับ GND ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC

• Pin6 ตามปรกติแล้วเป็นสัญญาณ DSR (Data Set Ready) แต่ในกรณีของ SIM300CZ จะไม่ได้ต่อใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามในบอร์ด์ ได้ทำการป้อนสัญญาณย้อนกลับหรือ Loop Back สัญญาณ DTR (DataTerminalReady) ซึ่งเป็น Output ส่งมาจาก Host หรือคอมพิวเตอร์ PC กลับไปแทน โดยจะถูกต่อไปเข้ากับสัญญาณ DSR Input ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC

• Pin7 เป็นขาสัญญาณ RTS (Request To Send) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Input ของ SIM300CZ ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ RTS ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC

• Pin8 เป็นขาสัญญาณ CTS (Clear To Send) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Output จาก SIM300CZ ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ CTS ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC

• Pin9 เป็นขาสัญญาณ RI (RingIndicator) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Output จาก SIM300CZ ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ RI ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 แผนผังแสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM300CZ กับ คอมพิวเตอร์

DB9 Female(SIM300CZ)		Signal Direction	DB9 Male(Computer PC)	
Pin	Signal		Signal	Pin
1	DCD	→	DCD	1
2	TXD	→	RXD	2
3	RXD	←	TXD	3
4	DTR	←	DTR	4
5	GND	—	GND	5
6	(DSR)	→	DSR	6
7	RTS	←	RTS	7
8	CTS	→	CTS	8
9	RI	→	RI	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้