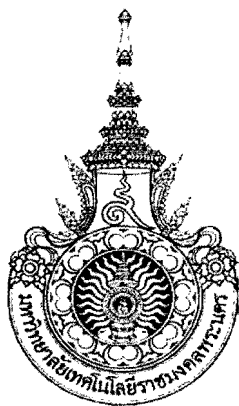


กศ.
14/9/52



หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามวัตถุเป้าหมายที่กำหนดโดยใช้การประมวลผลภาพ

A Designed Object Tracked by Mobile Robot using Image Processing

โดย

นายวณพันธ์ วิญูติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 2551

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จากคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามวัตถุเป้าหมายที่กำหนดโดยใช้การประมวลผลภาพ

A Designed Object Tracked by Mobile Robot using Image Processing

โดย

นายวนพันธ์ ้วยวุฒิ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 2551

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จากคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการนำหุ่นยนต์มาใช้งานต่างๆ อย่างแพร่หลาย หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ได้สามารถนำมาช่วยงานได้ในหลายรูปแบบ เช่นการใช้เพื่อเข้าไปในพื้นที่เสี่ยงภัย ที่มีสารเคมีเป็นพิษ เข้าไปในบริเวณที่ประสบภัย หรือบริเวณที่มีระเบิดหรือ กัมระเบิด การควบคุมการเคลื่อนที่ได้หลายแบบ บทความนี้จะนำเสนอหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้ล้อ โดยเคลื่อนที่ไปตามภาพที่กำหนด โดยการให้กล้องจับภาพเข้ามา นำมาประมวลผล แล้วเปรียบเทียบกับเป็นภาพที่ถูกกำหนดไว้หรือไม่ โดยใช้เครือข่ายแบบนิวรอล ถ้าใช่ก็จะเคลื่อนที่เข้าหา การเคลื่อนที่จะถูกกำหนดให้อยู่ในแนวราบ ถ้าภาพที่กำหนดไม่อยู่ตำแหน่งตรงกลาง หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือขวา เพื่อให้ภาพอยู่ในแนวกลาง ในบทความนี้จะนำเสนอเฉพาะส่วนของการประมวลผลภาพ

คำสำคัญ : การประมวลผลภาพ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ เครือข่ายประสาทเทียม



ABSTRACT

In present, there are widely use robot in many fields. Mobile robot can help us in several task, such as moving to toxic area, risk area or explosion area, mine. Movement control can be used in many ways. This paper proposed mobile robot that move by wheels. It move to previous defined picture. By using small camera process an images and check it that is the previous one by using neural network. If it is, robot will move toward to that picture. The movement is in flat plane. If that defined picture is not in center, robot will move to left or right depend on its position until it is on center. This paper proposed image processing only.

Keywords: Image processing, Mobile robot, Artificial neural network.



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยทุนอุดหนุนการวิจัยและความช่วยเหลือจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันวิจัยและพัฒนา และหน่วยงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตลอดจนให้ความสะดวก ในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบคุณอาจารย์ และ เจ้าหน้าที่ของภาควิชาและของหน่วยงานต่างๆ ทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ จนทำให้ งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

วนพันธ์ วัชรูณิ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ภาพทางคอมพิวเตอร์ (Computer imaging)	1
1.2 ระบบภาพทางคอมพิวเตอร์ (Computer imaging systems)	1
1.3. ตัวแทนภาพ	1
1.4 รูปแบบของเฟรมภาพแบบดิจิทัล	2
บทที่ 2 การวิเคราะห์ภาพ และ ปัญญาประดิษฐ์	3
2.1 การประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing)	3
2.2 ปัญญาประดิษฐ์	6
บทที่ 3 การออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์	9
3.1 มอเตอร์	9
3.2 ส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์	10
3.3 โปรแกรมควบคุม	10
บทที่ 4 การออกแบบส่วนของซอฟต์แวร์	11
4.1 การประมวลผลภาพ	11
4.2 ความหมายของภาพ	12
บทที่ 5 ผลการทดลอง	13
บทที่ 6 สรุปผลและวิจารณ์	18
เอกสารอ้างอิง	19

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	แบบจำลองของระบบภาพ	4
2-2	รูปแทน Artificial Neural Network	6
2-3	ค่าของ function Boolean AND	6
2-4	ตัวอย่าง Neural network แบบ Linearity	7
2-5	Neural Network แบบ 3 layers	7
3-1	สัญลักษณ์ของ Stepping motor	9
3-2	แสดงวงจรที่ใช้ขับ Stepping motor	10
5-1	ภาพที่ใช้ในการทดลองตามระยะต่าง ๆ	14
5-2	ภาพที่ 5-2 ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำค่าเริ่มต้น 130 (จาก 0-255) ที่ระยะ 0.5 เมตร	14
5-3	ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Laplaciant 3 แบบ	15
5-4	ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Laplaciant 3 แบบ แล้ว invert ที่ระยะ 0.5 เมตร	15
5-5	ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Threshold, Laplaciant และ invert ที่ระยะ 1.0 เมตร	15
5-6	ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Threshold, Laplaciant และ invert ที่ระยะ 1.5 เมตร	15
5-7	ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Threshold, Laplaciant และ invert ที่ระยะ 2.0 เมตร	16
5-8	ภาพที่ 5-8 ตัวอย่างภาพสามเหลี่ยมนำจากการทำการประมวลผลเบื้องต้น แล้วนำมาซูมตัวอย่างที่ 1	16
5-9	ภาพที่ 5-8 ตัวอย่างภาพสามเหลี่ยมนำจากการทำการประมวลผลเบื้องต้น แล้วนำมาซูมตัวอย่างที่ 2	16
5-10	ภาพที่ 5-8 ตัวอย่างภาพสามเหลี่ยมนำจากการทำการประมวลผลเบื้องต้น แล้วนำมาซูมตัวอย่างที่ 3	16

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	รูปแบบที่ต้องการฝึก (Training)	7
3-1	แสดงการขับ Stepping motor ให้หมุนตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา	9



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภาพทางคอมพิวเตอร์ (Computer imaging)

ปัจจุบันภาพทางคอมพิวเตอร์ มีกา พัฒนารูปแบบ และนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ เพิ่มขึ้นจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ Scott E Umbaugh [1] ให้ความหมายของ ภาพทางคอมพิวเตอร์ว่า คือการรวบรวมและการประมวลผลข้อสนเทศที่เกี่ยวกับการมองเห็น (Visual information) โดยใช้คอมพิวเตอร์ โดยแบ่งภาพทางคอมพิวเตอร์ออกเป็น 3 ส่วน คือส่วนของการประยุกต์การมองเห็นทางคอมพิวเตอร์ และการประยุกต์การประมวลผลภาพ (Computer vision applications and image processing applications) โดยมีการวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) ประกอบอยู่ทั้ง 2 ส่วน

การวิเคราะห์ภาพ [1] จะเกี่ยวข้องกับการดึงข้อมูลของภาพเพื่อนำมาใช้งานเฉพาะอย่าง และส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับระบบการมองเห็นของภาพ ตัวอย่างเช่น ชิปแสดงผลขนาดเล็ก (Micro display chip) ที่ใช้ในกล้องดิจิทัล โทรศัพท์ หรืออุปกรณ์แสดงผล

การประมวลผลภาพ [3] เป็นการนำภาพทางคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ โดยใช้เกณฑ์การมองเห็นโดยคน มีหลายวิธี เช่น การทำภาพให้กลับสู่สภาพเดิม (Image restoration) การเพิ่มคุณภาพของภาพ (Image enhancement) การบีบอัดภาพ (Image compression)

1.2. ระบบภาพทางคอมพิวเตอร์ (Computer imaging systems)

ระบบภาพทางคอมพิวเตอร์ จะมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งาน เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ เครื่องสแกน เว็บแคม (Webcam)

1.3. ตัวแทนภาพ

1.3.1 ภาพฐานสอง (Binary images) เป็นตัวแทนภาพอย่างง่ายที่สุด ใช้ 1 บิต (Bit) แทน 1 จุดภาพ (Pixel) โดยแทนค่า '0' เป็นจุดดำ และค่า '1' แทนจุดขาว

1.3.2 ภาพระดับเทา (Gray-scale images) เป็นภาพแบบสีเดียว (Monochrome) โดยเก็บข้อมูลเฉพาะความสว่าง ขนาดของข้อมูลจะใช้เพื่อแทนระดับความแตกต่างของแต่ละจุดภาพ เช่น ใช้ขนาดข้อมูล 8 บิตแทน 1 จุดภาพ ทำให้มีระดับความสว่าง (gray) 256 ระดับ มีค่าของข้อมูล 0 – 255

1.3.3 ภาพสี (Color image) ภาพสีอาจมองเป็นแบบจำลองของข้อมูลภาพ แบบสีเดียว 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มแทนสีที่แตกต่างกัน ข้อมูลที่ถูกเก็บจะเป็นค่าของความสว่างของแต่ละกลุ่ม โดยที่ภาพสีจะแทนด้วยภาพ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เก็บข้อมูลขนาด $8 \times 3 = 24$ บิต ในรูปแบบของเวกเตอร์ (R, G, B) นอกจากการกำหนดในลักษณะนี้แล้ว ยังมีการกำหนดแบบจำลองสีใน

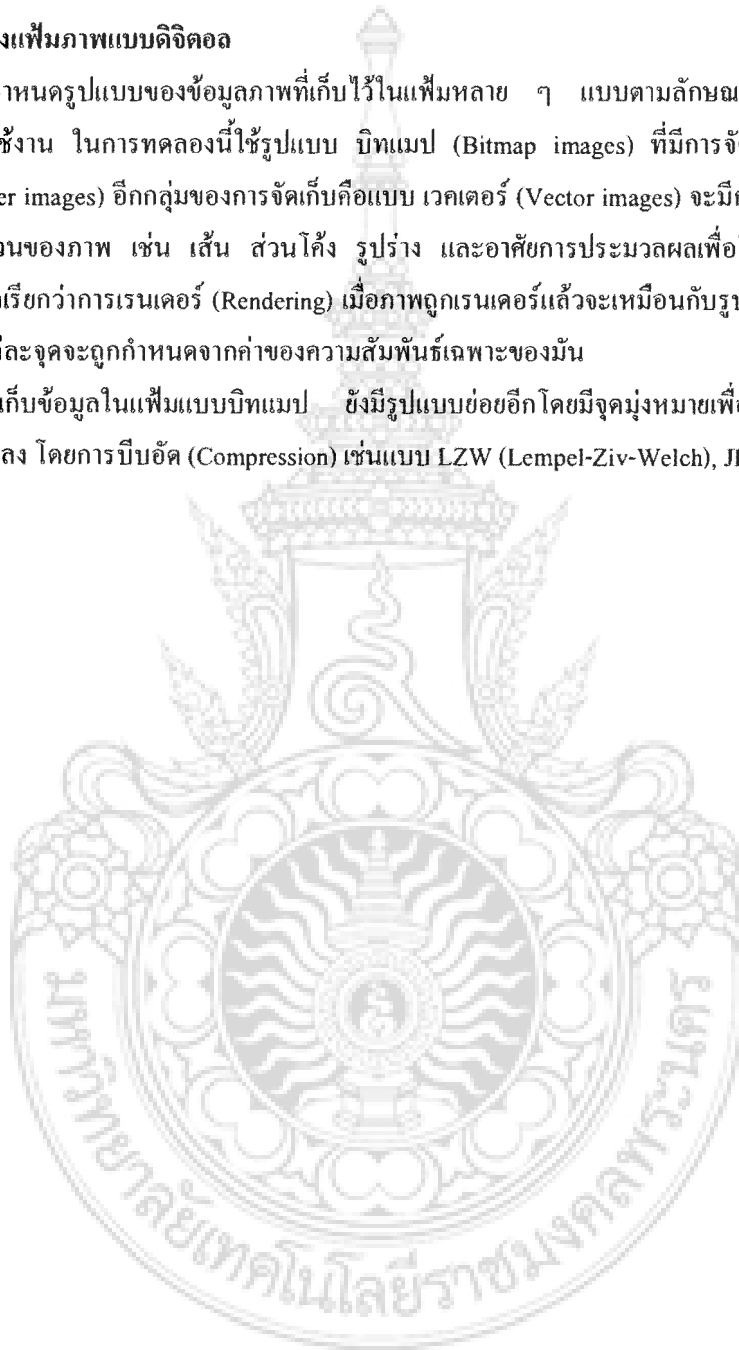
รูปแบบอื่นอีก เช่น แบบจำลอง HSL กำหนดจากสี (Hue, H) ความเข้มของเนื้อสี (Saturation, S) และค่าความสว่างของสี (Lightness, L)

ตัวอย่างการเทียบค่าระหว่าง RGB และ HSL เช่นที่สีขาว ค่าของสีแบบ RGB จะมีค่าเป็น 255, 255 และ 255 ค่าของสีแบบ HSL จะมีค่าเป็น 160, 0 และ 240 ที่สีแดง ค่าของสีแบบ RGB จะมีค่าเป็น 255, 0 และ 0 ค่าของสีแบบ HSL จะมีค่าเป็น 0, 240 และ 120 หรือถ้าคิดในรูปของสมการ ค่าของ $H = \theta$ ถ้าค่าของ B น้อยกว่าหรือเท่ากับ G และจะเท่ากับ $360 - \theta$ ถ้าค่าของ B มากกว่า G ค่าของ θ และค่า S จะหาจากความสัมพันธ์ระหว่าง R, G และ B ค่าของ L หาจาก $L = (R + G + B) / 3$

1.4. รูปแบบของแฟ้มภาพแบบดิจิทัล

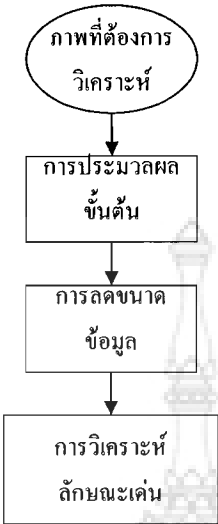
มีการกำหนดรูปแบบของข้อมูลภาพที่เก็บไว้ในแฟ้มหลาย ๆ แบบตามลักษณะของภาพ และการนำไปใช้งาน ในการทดลองนี้ใช้รูปแบบ บิตแมป (Bitmap images) ที่มีการจัดเก็บแบบ ราสเตอร์ (Raster images) อีกกลุ่มของการจัดเก็บคือแบบ เวกเตอร์ (Vector images) จะมีการจัดเก็บวิธีที่จะแสดงส่วนของภาพ เช่น เส้น ส่วนโค้ง รูปร่าง และอาศัยการประมวลผลเพื่อให้ได้ภาพกลับมา วิธีนี้ถูกเรียกว่าการเรนเดอร์ (Rendering) เมื่อภาพถูกเรนเดอร์แล้วจะเหมือนกับรูปแบบของ บิตแมป โดยแต่ละจุดจะถูกกำหนดจากค่าของความสัมพันธ์เฉพาะของมัน

ในการเก็บข้อมูลในแฟ้มแบบบิตแมป ยังมีรูปแบบย่อยอีกโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดขนาดของแฟ้มให้เล็กลง โดยการบีบอัด (Compression) เช่นแบบ LZW (Lempel-Ziv-Welch), JPEG



บทที่ 2
การวิเคราะห์ภาพ และ ปัญญาประดิษฐ์

แบบจำลองของระบบภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ จะมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองของระบบภาพ

ส่วนขอบเขต (Domains) ของการวิเคราะห์จะมี 2 ขั้นตอนคือ

- 1. ขอบเขตของความถี่ (Frequency or spectral domain)
- 2. ขอบเขตของตำแหน่ง (Spatial domain)

2.1 การประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing)

เป็นวิธีการ (Algorithms) เทคนิค และการทำให้ขนาดของข้อมูลภาพลดลงเพื่อการวิเคราะห์ที่ง่ายขึ้น มีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับบริเวณและส่วนของภาพที่ต้องการ

2.1.1 หาขอบเขตหรือส่วนของภาพที่สนใจโดยใช้วิธีการทางเรขาคณิต

ใช้วิธีการทางเรขาคณิตเพื่อแก้ไขหรือปรับค่าส่วนของภาพ มีหลายแบบเช่น การจัดกลุ่มภาพ (Crop) ขยาย (Zoom) เพิ่มขนาด (Enlarge) ลดขนาด (Shrink) ย้ายตำแหน่ง (Translate) และการหมุนภาพ (Rotate)

การจัดกลุ่มภาพ (Crop) เป็นการเลือกส่วนของภาพ หรือส่วนย่อยของภาพ และตัดมันออกจากภาพเดิม ทำให้ต้องหาวิธีว่าทำอะไร หลังจากได้ส่วนของภาพมาแล้ว นำมาขยาย (Zoom) โดยการเพิ่มขนาด (Enlarge) วิธีนี้ทำให้ช่วยการวิเคราะห์รายละเอียดของภาพได้ง่ายขึ้น

การขยายภาพจะทำให้หลายวิธีโดยทั่วไปจะใช้ วิธี zero-order hold หรือวิธี first-order hold การขยายแบบ zero-order hold ทำได้โดย การทำซ้ำกับจุดเดิม แต่จะทำให้เกิดผลแบบบล็อก (Blocky effect) และเมื่อใช้วิธี first-order hold จะทำให้การขยายภาพดูเรียบมากขึ้น ซึ่งเป็นการแทรกจุด ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear interpolation) กับจุดที่อยู่ติดกัน (Adjacent pixels)

แต่วิธีการซูม (ขยาย, zoom) ตามที่กล่าวนี้ แบบ zero-order hold เป็นวิธีที่ง่ายกว่าแบบ first-order hold โดยวิธีแรกจะหาค่าเฉลี่ยของจุดสองจุดที่อยู่ใกล้กัน ตัวอย่างเช่น

	2 4 6
ภาพเริ่มต้นมีค่าของจุดเป็น	4 6 8
	4 8 6
	2 3 4 5 6
เมื่อขยายตามแนวแถวจุดจะเป็น	4 5 6 7 8
	4 6 8 7 6

ที่จุดตำแหน่งแรก เป็นค่าเฉลี่ยของ $(2 + 4) / 2 = 3$ นำค่า 3 ไปแทรกระหว่างจุดแรกกับจุดที่สอง และใช้วิธีนี้กับทุก ๆ คู่ของจุดในแต่ละแถว

และเมื่อนำภาพมาขยายทั้งแนวแถวและแนวสดมภ์ (คอลัมน์, column) จะได้ค่าตามตัวอย่างด้านล่าง

2	3	4	5	6
3	4	5	6	7
4	5	6	7	8
4	5.5	7	7	7
4	6	8	7	6

วิธีนี้ทำให้สามารถขยาย ภาพขนาด $N \times N$ ให้เป็นขนาด $(2N-1) \times (2N-1)$

วิธีการแบบอื่นที่ได้ผลใกล้เคียงกันคือ คอนโวลูชัน (Convolution method) เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ วิธีนี้การขยายภาพจะมี 2 ขั้นตอน ขั้นแรก จะเพิ่มข้อมูลที่เป็น 0 เข้าไปในแนวแถวและสดมภ์ของภาพ ขั้นที่สองทำคอนโวลูชัน

ตัวอย่าง

	2 4 6
ภาพเริ่มต้นมีค่าของจุดเป็น	4 6 8
	4 8 6

เมื่อเพิ่มข้อมูลด้วย 0 ลงไปในข้อมูลภาพ

0000000
0204060
0000000
0406080
0000000
0408060
0000000

ขั้นต่อไปจะใช้ หน้ากากคอนโวลูชัน (Convolution mask) มาทำวิธีการทางคณิตศาสตร์
อย่างง่าย ๆ

แสดงหน้ากากคอนโวลูชัน แบบ first-order hold

0 ½ 0
½ 1 ½
0 ½ 0

ใช้หน้ากากนี้มาคูณและหาผลบวก ในลักษณะของการคูณภายในแบบเวกเตอร์ (Vector inner
product) โดยเริ่มจากมุมบนซ้ายสุดของภาพ จากตัวอย่างของภาพจะได้

$0(0)+\frac{1}{2}(0)+0(0)+\frac{1}{2}(0)+1(2)+\frac{1}{2}(0)+0(0)+\frac{1}{2}(0)+0(0)+\frac{1}{2}(0)+0(0)=2$

จะสังเกตได้ว่าค่าของจุดภาพเดิม ไม่ถูกเปลี่ยน ขั้นต่อไปเลื่อนหน้ากากไปทางซ้ายอีกหนึ่ง
จุด และทำแบบเดิมจะได้

$0(0)+\frac{1}{2}(0)+0(0)+\frac{1}{2}(2)+1(0)+\frac{1}{2}(4)+0(0)+\frac{1}{2}(0)+0(0)+\frac{1}{2}(0)+0(0)=3$

ข้อสังเกต ค่านี้อาจเป็นค่าเฉลี่ยของจุดที่อยู่ใกล้เคียงกัน
จากวิธีการเช่นนี้ จะเห็น ได้ว่ามีการคำนวณที่ยุ่งยาก แต่ในทางปฏิบัติแล้ว วิธีการทางคอนโวลูชัน
สามารถทำในระดับฮาร์ดแวร์ (Hardware) ได้

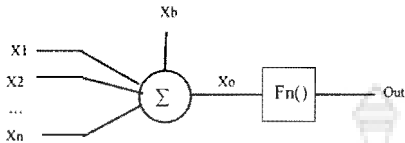
2.1.2 วิธีการทางเลขคณิตและตรรกะ (Arithmetic and Logic operation)

เมื่อขยายตามแนวแถวจุดจะเป็น
2 3 4 5 6
4 5 6 7 8
4 6 8 7 6

2.2 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

2.2.1 ANN (Artificial Neural Network)

หลังจากการวิเคราะห์ภาพแล้ว ระบบควบคุมจะต้องเข้าใจ หรือบอกได้ว่าภาพนั้นเป็นภาพอะไร งานส่วนนี้จะต้องให้คอมพิวเตอร์แยกแยะความแตกต่างของภาพแต่ละภาพได้ วิธีการ จะเลียนแบบการทำงานของสมองของคน ที่ประกอบไปด้วยระบบประสาท (Neural System) ทำงานร่วมกันเป็นโครงข่ายประสาท (Neural Network) โดยสร้างเป็นแบบจำลองขึ้นมาเป็น โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network, ANN)



ภาพที่ 2.2 รูปแทน Artificial Neural Network

จากภาพ $X_1, X_2, \dots, X_n$ แทน n Input จะได้

$$x_o = \sum_{i=1}^n x_i w_i$$

x_o ถูกป้อนเข้าไปที่ Activate Function $F_n()$ โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของ Sigmoid Function

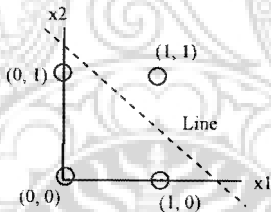
$$F_n(x) = \frac{1}{1 + e^{-x + x_b}}$$

x_b เป็นค่าคงที่

2.2.2 การแยกประเภทโดยใช้ ANN (ANN Classification)

การแยกประเภทอย่างง่าย ๆ จะใช้แบบจำลองเปอร์เซ็ปตรอน (Perceptron Model) โดยจะมีการป้อนกลับ (Feedback) เพื่อปรับค่าน้ำหนัก (Weight, w)

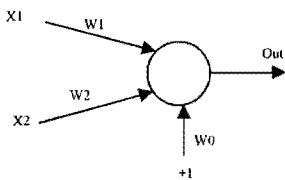
2.2.3 นิวรอลแบบ 2 ค่า (Binary threshold neural)



ภาพที่ 2.3 ค่าของ function Boolean AND

รูปแสดงค่าของ function Boolean AND x_1 และ x_2 เป็น input วงกลมแทน output ตัวอย่างของนิวรอลแบบ 2 ค่า (Binary threshold neural) แนวของ Line จะแทนได้กับค่าน้ำหนักของนิวรอล (Neural weight)

ตัวอย่าง Neural network แบบ Linearity



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่าง Neural network แบบ Linearity

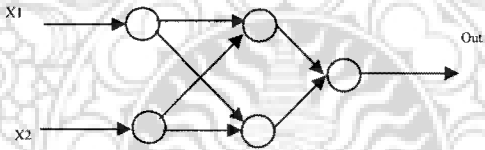
Test	X0	X1	X2	Out
1	1	0	0	0
2	1	0	1	0
3	1	1	0	0
4	1	1	1	1

ตารางที่ 2-1 รูปแบบที่ต้องการฝึก (Training)

อัลกอริธึมที่ใช้ในการฝึก

```
While (threshold)
  For test
    Out=Fn()
    Update weight
  End for
End while
```

ในกรณีที่ปัญหาไม่ใช่เชิงเส้น (Non Linearity) จะแก้ได้โดยเพิ่ม layer เข้าไปใน neural network



ภาพที่ 2-5 Neural Network แบบ 3 layers

2.2.4 รูปแบบในการเรียนรู้

การเรียนรู้ของ ANN มี 2 แบบคือ

2.2.4.1 การเรียนรู้โดยมีการสอน (Supervised Learning)

ทำได้โดยป้อนข้อมูล input และ output และให้ระบบหาความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูล input และ output ระบบจะทำซ้ำ หรือวนลูป (Loop) ที่เรียกว่าการ ฝึก (Training) จาก model ของ ANN จะเป็นการปรับค่าน้ำหนัก (Weight) การฝึกจะต้องมีการกำหนดลักษณะของตัวอย่างที่ใช้ในการฝึก เช่นต้องการให้รู้จักรูปภาพรูปหนึ่ง จะต้องมีการหารูปภาพที่เป็นไปได้มาให้ระบบเรียนรู้ โดยมีการ กำหนดจุด หรือลักษณะสำคัญของภาพที่จะใช้ในการแยกแยะ (Classification)

2.2.4.2 การเรียนรู้โดยไม่มีการสอน (Unsupervised Learning) จะใช้แบบจำลองที่ ครอบคลุมลักษณะของข้อมูล เมื่ออ่านข้อมูล input เข้ามาจะจัดกลุ่ม (Cluster) ด้วยตัวเอง (Self-organized)

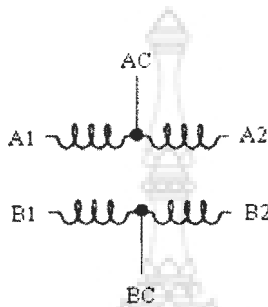


บทที่ 3
การออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์

หุ่นยนต์ที่ใช้เป็นแบบเคลื่อนที่ด้วยล้อ การขับเคลื่อนจะใช้มอเตอร์ และ โปรแกรมควบคุม
ในบพนี้จะมีหัวข้อย่อยคือมอเตอร์ ส่วนขับเคลื่อน และ โปรแกรมควบคุม

3.1 มอเตอร์

มอเตอร์จะใช้แบบขั้น (Stepping motor)

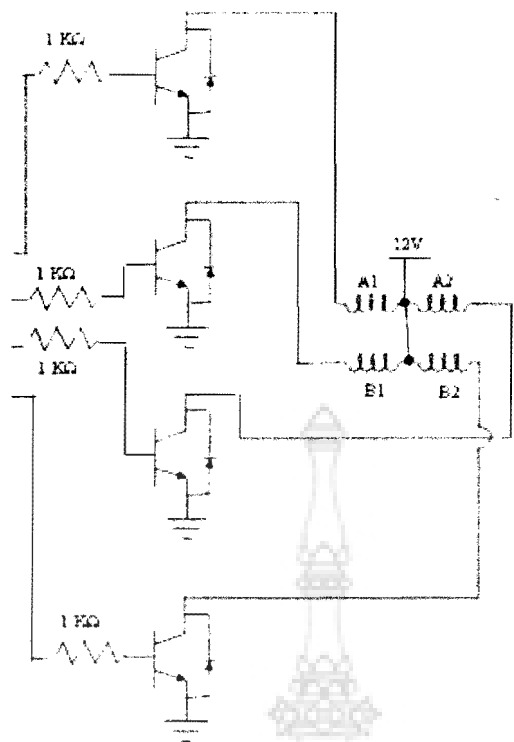


ภาพที่ 3-1 สัญลักษณ์ของ Stepping motor

QA (A1 Coil)	QB (B1 Coil)	QC (A2 Coil)	QD (B2 Coil)	Operation from Table 2	Description
X	X	X	X		Circuit Power On
H	L	L	L	5	Initialize Controller
L	L	L	H	3	Clockwise Step 1
L	L	H	L	3	Clockwise Step 2
L	H	L	L	3	Clockwise Step 3
H	L	L	L	3	Clockwise Step 4
L	L	L	H	3	Clockwise Step 5
L	L	H	L	3	Clockwise Step 6
L	L	L	H	4	Counter Clockwise Step 1
H	L	L	L	4	Counter Clockwise Step 2
L	H	L	L	4	Counter Clockwise Step 3
L	L	H	L	4	Counter Clockwise Step 4
L	L	L	H	4	Counter Clockwise Step 5
H	L	L	L	4	Counter Clockwise Step 6

ตารางที่ 3-1 แสดงการขับ Stepping motor ให้หมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา

3.2 ส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์



ภาพที่ 3-2 แสดงวงจรที่ใช้ขับ Stepping motor

3.3 โปรแกรมควบคุม เขียนโปรแกรมที่ควบคุมด้วย Micro Controller เพื่อส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ทิศทางการเคลื่อนที่มาจากการตรวจสอบว่าภาพที่จับได้จาดกล้อง เป็นภาพที่ถูกกำหนดไว้หรือไม่

บทที่ 4

การออกแบบส่วนของซอฟต์แวร์

แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการประมวลผลภาพ และส่วนของการเข้าใจความหมายของภาพ

4.1 การประมวลผลภาพ

4.1.1 การเปลี่ยนภาพสีเป็นขาวดำ (Binary Image with Threshold) เริ่มต้นเมื่อรับภาพมาจากกล้องที่เป็นภาพสี จะเปลี่ยนให้เป็นขาวดำ (ภาพ 2 สี) โดยจะกำหนดค่า threshold เพื่อเปลี่ยนค่าสีของจุด (Pixel color) ที่มีค่า 0-255 ให้มีค่าเป็น 0 (สีดำ) ถ้าค่าของสีน้อยกว่าค่า threshold และมีค่าเป็น 1 (สีขาว) ถ้าค่าของสีมากกว่าค่า threshold โดยหาค่าเฉลี่ยของจุดสีแดง เขียว และน้ำเงิน ตามตัวอย่าง algorithm ดังนี้

$$\text{Avg} = (r+g+b)/3$$

If $\text{Avg} > \text{Threshold}$

$$r, g, b = 0$$

else

$$r, g, b = 255$$

4.1.2 การหาขอบของภาพ

เพื่อแยกภาพออกเป็นส่วน ๆ (Image Segmentation) โดยใช้หลักการของภาพที่ขอบจะมีการเปลี่ยนความเข้ม มีวิธีการหาหลายแบบ เช่นวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่ง มี operator Sobel, Prewitt, Freichen วิธีอนุพันธ์อันดับสองโดยใช้ operator Laplacian ตัวอย่างของ operator แบบ Sobel จะใช้ mask coefficient เป็น

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Operator แนวตั้ง

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Operator แนวนอน

ตัวอย่าง อนุพันธ์อันดับสอง operator Laplacian จะมี mask เป็น

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

หรือ

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

สังเกตได้ว่าถ้าภาพมีการหมุน การใช้ operator laplacian จะได้ผลแบบเดียวกัน

4.1.3 การกลับภาพ (Inverting Image)

เป็นการเปลี่ยนจุดของภาพจากสีขาวเป็นสีดำ และจากสีดำให้เป็นสีขาวเพื่อให้ตรงกับส่วนของ ANN ที่ถูกฝึกไว้แล้ว

4.2 ความหมายของภาพ

หลังจากได้ภาพจากหัวข้อ 4.1 แล้วภาพจะถูกประมวลผลด้วย ANN โดยจะเทียบกับค่าหรือ input ที่ถูกฝึกไว้แล้วเพื่อสรุปว่าเป็นภาพของอะไร ซึ่งจะนำภาพที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้มาสุ่มเพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับ input ของ ANN



บทที่ 5

ผลการทดลอง

ขั้นตอนในการทดลอง

1. อ่านภาพเข้ามาแล้วเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ (Image Acquisition)
2. ประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing) โดยการแบ่งภาพเป็นส่วนๆ โดยการปรับสีของภาพ

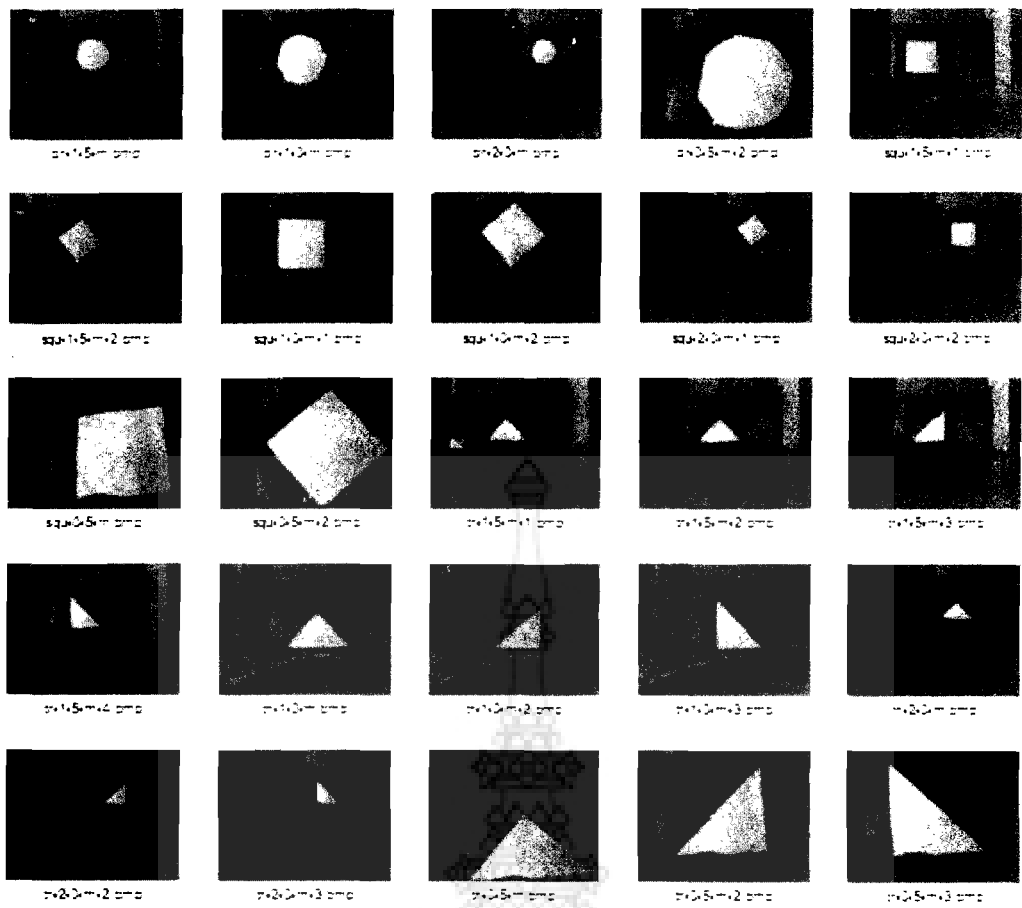
มีการกำหนดเส้นกรอบที่ล้อมรูป

3. แยกลักษณะสำคัญ (Feature Extraction) หาอัตราส่วนของจุดสี (Pixels) ของภาพสีขาวกับสีดำ (สีพื้น)
4. ฐานความรู้อย่างง่าย (Simple Knowledge Base) เทียบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วที่ถูกเก็บไว้ในตัวแปร
5. ขั้นสุดท้ายคือ การจำแนกได้ (Recognition) โดยดูความใกล้เคียงของค่าที่ได้ กับค่าในข้อ 4

การเก็บข้อมูล (Associative Storage) จะมีการใช้งานร่วมกับขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา

ในการทดลองจะวางภาพไว้ที่ระยะ 0.5 เมตร, 1.0 เมตร, 1.5 เมตร, และ 2.0 เมตร รูปภาพที่ทดลองเป็นรูปพื้นฐานทางเรขาคณิต คือ สามเหลี่ยม เหลี่ยม และวงกลม โดยกำหนดให้มีระยะแตกต่างกัน และใช้พื้น (Back ground) เป็นสีดำ (แต่จะเห็นเงาและวัตถุอื่นๆ บ้าง) ตามรูปที่ 1 ด้านล่าง





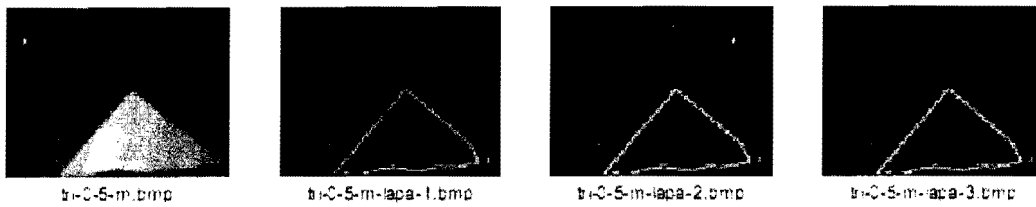
ภาพที่ 5-1 ภาพที่ใช้ในการทดลองตามระยะต่างๆ

ขั้นตอนต่อมา นำภาพมาประมวลผลขั้นต้น (Image Preprocessing) โดยการกำหนดการกรองด้วยค่าเริ่มต้น (Threshold) เพื่อให้ภาพที่ต้องการเหลือแค่ 2 สี ผลตามภาพที่ 2



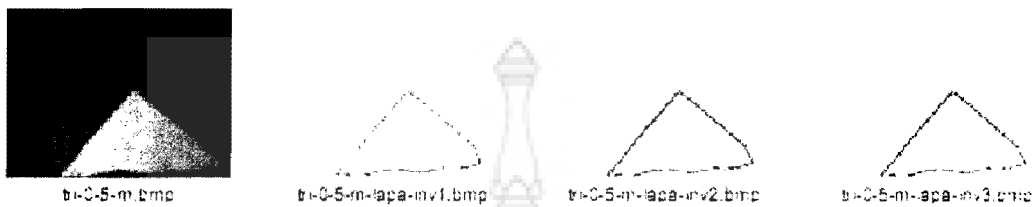
ภาพที่ 5-2 ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำค่าเริ่มต้น 130 (จาก 0-255) ที่ระยะ 0.5 เมตร

ต่อมาหาขอบของภาพ จากการทดลองใช้ การทำ Laplacian โดยใช้ Mask Coefficient 3 แบบ ตามรูปด้านล่าง



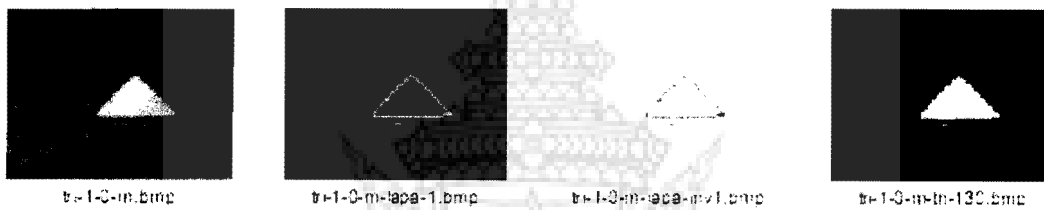
ภาพที่ 5-3 ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Laplaciant 3 แบบ

ต่อมานำภาพที่ได้มาทำ Invert ตามรูปด้านล่าง



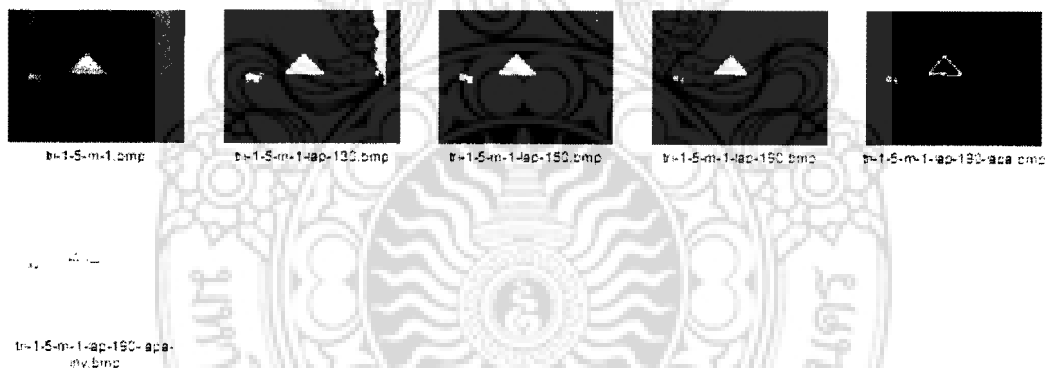
ภาพที่ 5-4 ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Laplaciant 3 แบบ แล้ว invert ที่ระยะ 0.5 เมตร

ทดลองทำกับรูปสามเหลี่ยมที่ระยะต่างๆ ตามรูปด้านล่าง



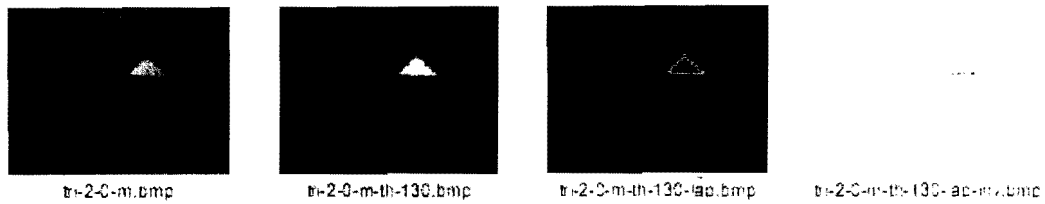
ภาพที่ 5-5 ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Threshold, Laplaciant และ invert ที่ระยะ 1.0

เมตร



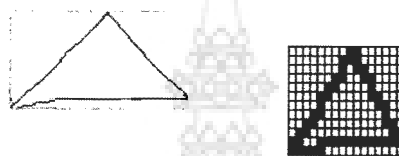
ภาพที่ 5-6 ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Threshold 3 ค่า, Laplaciant และ นำมา invert ที่ระยะ 1.5 เมตร

จากภาพที่ 5-6 ด้านบน จะทำ threshold 3 ค่า เพราะมีภาพอื่นๆ มารบกวน

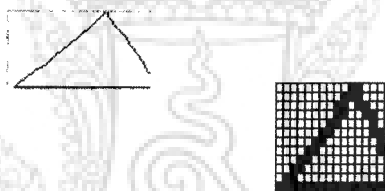


ภาพที่ 5-7 ภาพก่อนประมวลผลและหลังจากทำ Laplacian 3 แบบ แล้วนำมา invert ที่ระยะ 2.0 เมตร

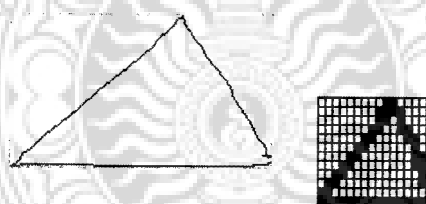
เมื่อได้ภาพจากขั้นตอน กลับภาพ (Invert) แล้วนำมาซูมเพื่อให้ เครือข่ายแบบนิวรอล (Neural Network) นำมาเทียบกับค่าที่เรียน (Training) ไว้แล้ว



ภาพที่ 5-8 ตัวอย่างภาพสามเหลี่ยมนำจากการทำการประมวลผลเบื้องต้นแล้วนำมาซูม ตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ 5-9 ตัวอย่างภาพสามเหลี่ยมนำจากการทำการประมวลผลเบื้องต้นแล้วนำมาซูม ตัวอย่างที่ 2



ภาพที่ 5-10 ตัวอย่างภาพสามเหลี่ยมนำจากการทำการประมวลผลเบื้องต้นแล้วนำมาซูม ตัวอย่างที่ 3

รูปภาพที่ทดลองใช้มี 3 แบบ สามารถแยกความแตกต่างในแต่ละแบบได้ แต่รูปที่อยู่ในระยะใกล้ 2 เมตร จะแยกความแตกต่างระหว่างวงกลมกับสี่เหลี่ยมได้ไม่แน่นอน รูปที่อยู่ในระยะใกล้จะแยกได้ชัดเจนมากกว่า

ถ้ามีรูปหลายๆ แบบอยู่ในบริเวณใกล้ๆ กัน แต่ไม่ซ้อนกัน จะต้องมีการแยกรูปออกเป็นส่วนๆ ก่อน ถ้ามีภาพที่มีสีใกล้เคียงกัน จะได้ภาพหลายๆ ภาพ ก็ต้องแยกภาพออกเป็นส่วนๆ ที่จะทำการทดลองในครั้งต่อไป การหาตำแหน่งที่จะบังคับให้หุ่นยนต์ วิ่งเข้าหา ทำได้โดยหาศูนย์กลางของภาพ ที่ทดลองทำอย่างง่ายๆ โดยแบ่งภาพที่กล้องจับได้ออกเป็นสามส่วนด้านซ้าย ตรงกลาง และด้านขวา โดยหุ่นยนต์จะเคลื่อนไปทางซ้าย หรือขวา เพื่อให้กล้องที่ติดอยู่บนตัวหุ่นยนต์ถูกหมุนตามไปด้วย โดยการหาจุดศูนย์กลางของภาพ โดยจะหยุดเมื่อถึงเป้าหมาย หรือไม่สามารถหาตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้



บทที่ 6

สรุปผลและวิจารณ์

ในการทดลองนี้เป็นขั้นต้น ในขั้นต่อไปจะมีการใช้รูปที่มีขอบที่ซับซ้อนขึ้น และใช้วิธีที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อหาคุณลักษณะสำคัญของภาพ ที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงด้วย การหมุน ย่อหรือขยายแล้วยังมีคุณลักษณะสำคัญเปลี่ยนแปลงน้อย

ในส่วนของการรับภาพใช้กล้องที่มีความละเอียดได้มากขึ้น มีการแปลงภาพได้เร็ว และปรับระยะใกล้ไกลได้

ส่วนของการประมวลผลจะมีการทดลองใช้ ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) มีขนาดเล็กและมีความเร็วในการประมวลผลที่มากพอโดยจะทำการทดลองในครั้งต่อไป

ส่วนสุดท้ายคือส่วนของหุ่นยนต์ที่ปรับความเร็วได้ และสัมพันธ์กับการแปลงหรือ การประมวลผลภาพ และอาจจะให้มีการควบคุมได้มากกว่าแนวราบซึ่งต้องขึ้นกับอัตรา การสุ่มของภาพ และความเร็วในการประมวลผล

วิธีการที่ทดลองเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เพื่อต้องการประมวลผลที่เร็วและ เป็นแนวทางนำไปใช้กับ ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อให้มีขนาดที่ไม่ใหญ่มากนักและมีราคาไม่แพงเกินไป และได้ผลในระดับหนึ่ง และการฝึกและเรียนรู้ของเครือข่ายแบบนิวรอล



เอกสารอ้างอิง

- [1] Arun D Kulkarni, 1994. Artificial Neural Networks for Image Understanding. Van Nostrand Reinhold, New York NY 10003.
- [2] Jin Soo NOH and Kang Hyeon RHEE, Dept. of Electronic Eng., College of Elec-Info Eng., Chosun University 2005. Palmprint Identification Algorithm using Hu Invariant Moments and Otsu Binarization; Proceedings of the Fourth Annual ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS'05) IEEE.
- [3] Scott E Umbaugh, 2005. Computer Imaging Digital Image Analysis and Processing; CRC Press, Boca Raton Florida 33431.
- [4] Rafael C. Gonzalez, Richard E woods, Steven L Eddins 2004. Digital Image Processing Using MATLAB; Pearson Education, Inc.
- [5] Arun D Kulkarni, 2001. Computer Vision and Fuzzy-Neural Systems. Prentice Hall, Inc. New Jersey 07458.
- [6] [http://www.me.gatech.edu/mechatronics_lab/LabMaterials/EEExercise3.pdf] Arun D Kulkarni, 2001. Computer Vision and Fuzzy-Neural Systems. Prentice Hall, Inc. New Jersey 07458.

