รายงานปริญญานิพนธ์
"การคัดแยกวัตถุสำหรับหุ่นยนต์"
(Object Classified for Robot)

โดย

นายควา จันทการกุล

นายเทพ พรหมทอง

นางสาวนลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์

นายอำนวย สุภัคชูกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์

วัน เดือน ปี 29 ก.ค. 2541
เลขทะเบียน 038026
เลขเรียกหนังสือ T39046 ค.1 ส.2 ก.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038026

บทคัดย่อ

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การคัดแยกวัตถุสำหรับหุ่นยนต์ (Object Classified for Robot)
นักศึกษา	1. นาย ควา จันทการกุล รหัส 36014060
	2. นาย เทพ พรหมทอง รหัส 36014168
	3. น.ส. นลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์ รหัส 36014215
	4. นายอำนวย สุภัคชูกุล รหัส 36014567
อาจารย์ผู้ควบคุม	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการประมวลผลภาพมาใช้ในงานด้านต่างๆ ลักษณะการทำงานของแขนกล จะดำเนินไปตามโปรแกรม ได้มีการนำเสนอเทคนิคการเปรียบเทียบแกนหลักมาใช้ร่วมกับแขนกล ทำให้แขนกลสามารถแยกแยะชนิดของวัตถุได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าวัตถุจะหมุนไปในทิศทางใดก็ตาม นับได้ว่าเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดของแขนกล ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยเทคนิคดังกล่าว ทำให้ไม่เพียงแต่จะสามารถลดเวลาในการคำนวณลงได้อย่างมาก ยังสามารถลดขนาดของหน่วยความจำลงได้อย่างมากเช่นกัน

ABSTRACT

Image processing is now widely used in many applications. In present, the movement of robot arm depends on the steps of program. So, the technique of principal axis comparison is applied for robot arm in order to identify the shape of object. Then the robot arm can assign its movement to pick up the required object by itself. By this way, although the object is rotated in different direction, the robot arm can identify the shape of object correctly. So it is an idea to develop the ability of thinking for robot arm, in order to work more efficiently. By this technique the computational time will be certainly reduced and also the size of memory can be saved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การคัดแยกวัตถุสำหรับหุ่นยนต์ (Object Classified for Robot)	
นักศึกษา	1. นาย ควา จันทการกุล	รหัส 36014060
	2. นาย เทพ พรหมทอง	รหัส 36014168
	3. น.ส. นลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์	รหัส 36014215
	4. นายอำนวย สุภัคชูกุล	รหัส 36014567
อาจารย์ผู้ควบคุม	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์	
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการประมวลผลภาพมาใช้ในงานด้านต่างๆ ลักษณะการทำงานของแขนกล จะดำเนินไปตามโปรแกรม ได้มีการนำเสนอเทคนิคการเปรียบเทียบแกนหลักมาใช้ร่วมกับแขนกล ทำให้แขนกลสามารถแยกแยะชนิดของวัตถุได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าวัตถุจะหมุนไปในทิศทางใดก็ตาม นับได้ว่าเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดของแขนกล ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยเทคนิคดังกล่าว ทำให้ไม่เพียงแต่จะสามารถลดเวลาในการคำนวณลงได้อย่างมาก ยังสามารถลดขนาดของหน่วยความจำลงได้อย่างมากเช่นกัน

ABSTRACT

Image processing is now widely used in many applications. In present, the movement of robot arm depends on the steps of program. So, the technique of principal axis comparison is applied for robot arm in order to identify the shape of object. Then the robot arm can assign its movement to pick up the required object by itself. By this way, although the object is rotated in different direction, the robot arm can identify the shape of object correctly. So it is an idea to develop the ability of thinking for robot arm, in order to work more efficiently. By this technique the computational time will be certainly reduced and also the size of memory can be saved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การคัดแยกวัตถุสำหรับหุ่นยนต์ (Object Classified for Robot)	
นักศึกษา	1. นาย ควา จันทการกุล	รหัส 36014060
	2. นาย เทพ พรหมทอง	รหัส 36014168
	3. น.ส. นลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์	รหัส 36014215
	4. นายอำนวย สุภัคชูกุล	รหัส 36014567
อาจารย์ผู้ควบคุม	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์	
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการประมวลผลภาพมาใช้ในงานด้านต่างๆ ลักษณะการทำงานของแขนกล จะดำเนินไปตามโปรแกรม ได้มีการนำเสนอเทคนิคการเปรียบเทียบแกนหลักมาใช้ร่วมกับแขนกล ทำให้แขนกลสามารถแยกแยะชนิดของวัตถุได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าวัตถุจะหมุนไปในทิศทางใดก็ตาม นับได้ว่าเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดของแขนกล ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยเทคนิคดังกล่าว ทำให้ไม่เพียงแต่จะสามารถลดเวลาในการคำนวณลงได้อย่างมาก ยังสามารถลดขนาดของหน่วยความจำลงได้อย่างมากเช่นกัน

ABSTRACT

Image processing is now widely used in many applications. In present, the movement of robot arm depends on the steps of program. So, the technique of principal axis comparison is applied for robot arm in order to identify the shape of object. Then the robot arm can assign its movement to pick up the required object by itself. By this way, although the object is rotated in different direction, the robot arm can identify the shape of object correctly. So it is an idea to develop the ability of thinking for robot arm, in order to work more efficiently. By this technique the computational time will be certainly reduced and also the size of memory can be saved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การคัดแยกวัตถุสำหรับหุ่นยนต์ (Object Classified for Robot)	
นักศึกษา	1. นาย ควา จันทการกุล	รหัส 36014060
	2. นาย เทพ พรหมทอง	รหัส 36014168
	3. น.ส. นลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์	รหัส 36014215
	4. นายอำนวย สุภัคชูกุล	รหัส 36014567
อาจารย์ผู้ควบคุม	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์	
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการประมวลผลภาพมาใช้ในงานด้านต่างๆ ลักษณะการทำงานของแขนกล จะดำเนินไปตามโปรแกรม ได้มีการนำเสนอเทคนิคการเปรียบเทียบแกนหลักมาใช้ร่วมกับแขนกล ทำให้แขนกลสามารถแยกแยะชนิดของวัตถุได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าวัตถุจะหมุนไปในทิศทางใดก็ตาม นับได้ว่าเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดของแขนกล ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยเทคนิคดังกล่าว ทำให้ไม่เพียงแต่จะสามารถลดเวลาในการคำนวณลงได้อย่างมาก ยังสามารถลดขนาดของหน่วยความจำลงได้อย่างมากเช่นกัน

ABSTRACT

Image processing is now widely used in many applications. In present, the movement of robot arm depends on the steps of program. So, the technique of principal axis comparison is applied for robot arm in order to identify the shape of object. Then the robot arm can assign its movement to pick up the required object by itself. By this way, although the object is rotated in different direction, the robot arm can identify the shape of object correctly. So it is an idea to develop the ability of thinking for robot arm, in order to work more efficiently. By this technique the computational time will be certainly reduced and also the size of memory can be saved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การคัดแยกวัตถุสำหรับหุ่นยนต์ (Object Classified for Robot)	
นักศึกษา	1. นาย ควา จันทการกุล	รหัส 36014060
	2. นาย เทพ พรหมทอง	รหัส 36014168
	3. น.ส. นลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์	รหัส 36014215
	4. นายอำนวย สุภัคชูกุล	รหัส 36014567
อาจารย์ผู้ควบคุม	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์	
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการประมวลผลภาพมาใช้ในงานด้านต่างๆ ลักษณะการทำงานของแขนกล จะดำเนินไปตามโปรแกรม ได้มีการนำเสนอเทคนิคการเปรียบเทียบแกนหลักมาใช้ร่วมกับแขนกล ทำให้แขนกลสามารถแยกแยะชนิดของวัตถุได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าวัตถุจะหมุนไปในทิศทางใดก็ตาม นับได้ว่าเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดของแขนกล ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยเทคนิคดังกล่าว ทำให้ไม่เพียงแต่จะสามารถลดเวลาในการคำนวณลงได้อย่างมาก ยังสามารถลดขนาดของหน่วยความจำลงได้อย่างมากเช่นกัน

ABSTRACT

Image processing is now widely used in many applications. In present, the movement of robot arm depends on the steps of program. So, the technique of principal axis comparison is applied for robot arm in order to identify the shape of object. Then the robot arm can assign its movement to pick up the required object by itself. By this way, although the object is rotated in different direction, the robot arm can identify the shape of object correctly. So it is an idea to develop the ability of thinking for robot arm, in order to work more efficiently. By this technique the computational time will be certainly reduced and also the size of memory can be saved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานปริญญานิพนธ์

"การคัดแยกวัตถุสำหรับหุ่นยนต์"

(Object Classified for Robot)

โดย

นายควา จันทการกุล

นายเทพ พรหมทอง

นางสาวนลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์

นายอำนวย สุภัคชูกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2539

คณะผู้จัดทำ

1. นายควา จันทการกุล รหัส 36014060
2. นายเทพ พรหมทอง รหัส 36014168
3. น.ส. นลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์ รหัส 36014215
4. นายอำนวย สุภัคชูกุล รหัส 36014567

อาจารย์ผู้ควบคุม

(.....)

รศ.ดร. ฬุศักดิ์ ชีวสุวิทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
บทที่ 1 บทนำ	2
บทที่ 2 ส่วนประกอบของการประมวลภาพและคัดแยกวัตถุ	3
บทที่ 3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลภาพ	10
บทที่ 4 ทฤษฎีและหลักการของระบบประมวลผลภาพ	14
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	27
บทที่ 6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	32
บทที่ 7 พอร์ตควบคุมแบบขนาน	39
บทที่ 8 การควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	41
บทที่ 9 ปัญหาที่พบและแนวทางพัฒนา	43
กิตติกรรมประกาศ	44
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	45
แผนภาพการทำงาน	
วงจรควบคุมการทำงานของแขนกล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การคัดแยกวัตถุสำหรับหุ่นยนต์ (Object Classified for Robot)	
นักศึกษา	1. นาย ควา จันทการกุล	รหัส 36014060
	2. นาย เทพ พรหมทอง	รหัส 36014168
	3. น.ส. นลินทิพย์ จันทร์ปัญญาวงศ์	รหัส 36014215
	4. นายอำนวย สุภัคชูกุล	รหัส 36014567
อาจารย์ผู้ควบคุม	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์	
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต	
ภาควิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการประมวลผลภาพมาใช้ในงานด้านต่างๆ ลักษณะการทำงานของแขนกล จะดำเนินไปตามโปรแกรม ได้มีการนำเสนอเทคนิคการเปรียบเทียบแกนหลักมาใช้ร่วมกับแขนกล ทำให้แขนกลสามารถแยกแยะชนิดของวัตถุได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าวัตถุจะหมุนไปในทิศทางใดก็ตาม นับได้ว่าเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดของแขนกล ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ด้วยเทคนิคดังกล่าว ทำให้ไม่เพียงแต่จะสามารถลดเวลาในการคำนวณลงได้อย่างมาก ยังสามารถลดขนาดของหน่วยความจำลงได้อย่างมากเช่นกัน

ABSTRACT

Image processing is now widely used in many applications. In present, the movement of robot arm depends on the steps of program. So, the technique of principal axis comparison is applied for robot arm in order to identify the shape of object. Then the robot arm can assign its movement to pick up the required object by itself. By this way, although the object is rotated in different direction, the robot arm can identify the shape of object correctly. So it is an idea to develop the ability of thinking for robot arm, in order to work more efficiently. By this technique the computational time will be certainly reduced and also the size of memory can be saved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1.

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการที่ศาสตร์ทางด้านการประมวลผลภาพ ได้เข้ามามีบทบาทในวงการอุตสาหกรรมของประเทศมากยิ่งขึ้น แต่ความสามารถในการทำงานยังมีความยืดหยุ่นไม่มากนัก กล่าวคือ ในสถานการณ์ที่เงื่อนไขเปลี่ยนแปลงไป หุ่นยนต์ยังไม่สามารถที่จะตัดสินใจเลือกกระทำการใดๆ ได้ด้วยตนเอง จึงได้มีการพัฒนาโดยการนำคอมพิวเตอร์ มาทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผล เพื่อช่วยในการตัดสินใจของหุ่นยนต์

สำหรับในปริญญานิพนธ์นี้ ได้ทำการพัฒนาให้หุ่นยนต์สามารถมองเห็นเพื่อบอกชนิดของฝาจีบ และทำการคัดแยกฝาจีบ โดยการทำงานจะประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วน คือ

1. ตา ใช้กล้องโทรทัศน์วงจรปิด ประกอบกับการ์ดดิจิไตซ์ (digitizer) ในการบันทึกภาพ และแปลงภาพเป็นข้อมูลดิจิตอล (digital)

2. สมอง ใช้คอมพิวเตอร์ ในการประมวลผลสัญญาณภาพ เพื่อใช้ในการตัดสินใจให้หุ่นยนต์จับฝาจีบและคัดแยก

3. หุ่นยนต์ ใช้แขนกล (robot arm) ในการหยิบจับวัตถุ

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานทั่วไปของการประมวลผลภาพ เช่น การปรับปรุงภาพ การหาขอบภาพ การแปลงภาพต่างๆ เป็นต้น

2. เขียนโปรแกรมเพื่อให้หุ่นยนต์ สามารถตัดสินใจ และคัดแยกวัตถุ โดยใช้การเปรียบเทียบแกนหลัก

3. ศึกษาการทำงานของแขนหุ่นยนต์และมอเตอร์ และเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมได้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ จะแยกออกเป็นบทๆ ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ จะกล่าวถึงความเป็นมา ความสำคัญ วัตถุประสงค์และขอบเขตของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ส่วนประกอบต่างๆ ของการประมวลผลภาพและการคัดแยกวัตถุ

บทที่ 3 การประมวลผลภาพ จะกล่าวถึง ความรู้และระบบพื้นฐานทางด้านการประมวลผลภาพ

บทที่ 4 ทฤษฎีการแปลงภาพและการปรับปรุงภาพ และใช้การหาแกนหลักมาช่วยในการรู้จำ

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 6 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Mortor)

บทที่ 7 พอร์ตแบบขนาน (Pararell Port)

บทที่ 8 การควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

บทที่ 9 ปัญหาที่พบและแนวทางพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ส่วนประกอบของการประมวลภาพและคัดแยกวัตถุ

2.1 ส่วนประกอบของการประมวลผลภาพ [1]

ในการประมวลผลภาพประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 ตัวประมวลผลภาพ (Image processor)

ตัวประมวลผลภาพนับได้ว่า เป็นหัวใจสำคัญของระบบประมวลผลภาพ เพราะเป็นส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์ที่มีหน้าที่สำคัญอยู่ คือ

2.1.1.1 การเก็บภาพ (Image acquisition) เป็นการใช้กล้องโทรทัศน์เป็นอุปกรณ์อินพุตของระบบประมวลผลภาพ โดยกล้องทำการถ่ายภาพแล้วแปลงเป็นสัญญาณโทรทัศน์ จากนั้นทำการส่งต่อให้แผงวงจรเก็บภาพที่เสียบอยู่ในคอมพิวเตอร์ ตามปกติกล้องจะมีอยู่ 2 ประเภท คือ กล้องที่เป็นหลอดสูญญากาศ และประเภท โซลิทสเตท (solid state) แต่ที่นิยมใช้กันมากในด้านการประมวลผลภาพจะเป็นชนิดโซลิทสเตท ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่าคือ กล้องซีซีดี (CCD) กล้องดังกล่าวนี้ในตัวของมันจะใช้ชิฟรีจิสเตอร์ทางอนาล็อกชนิดพิเศษ จะทำการแปลงประจุไฟฟ้าที่ได้จากแสงของตัวทรานสดิวเซอร์ที่อยู่ด้านหน้าของกล้องให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า และเข้ารหัสเป็นสัญญาณมาตรฐานของระบบโทรทัศน์

จากนั้นส่งภาพไปยัง แผงวงจรเก็บภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยการดิจิไตซ์สัญญาณโทรทัศน์ที่ได้จากอุปกรณ์จำพวกกล้อง เป็นการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นข้อมูลดิจิตอลเพื่อเก็บในหน่วยความจำ โดยทั่วไปตัวประมวลภาพสามารถดิจิไตซ์ภาพจากสัญญาณโทรทัศน์ได้ภายในช่วงเวลาหนึ่งเฟรม

2.1.1.1.1 การเก็บภาพลงหน่วยความจำ

วิธีการเก็บข้อมูลภาพที่ได้จากตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลทั้งสองชุด จะเห็นว่าข้อมูลที่ออกจากตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลนั้น แบ่งออกเป็นสองชุดคือ ข้อมูลภาพที่เป็นจุดคี่และคู่ เหตุที่เป็นเช่นนี้ เพราะเวลานำข้อมูลภาพนั้นมาทำการเรียงซ้อนกันตามลำดับเวลา เพื่อให้ได้ขนาดจุดภาพที่มากขึ้นนั้น ข้อมูลภาพแต่ละชุดจะเป็นตัวแทนของจุดภาพในตำแหน่งคู่และคี่ของภาพใหม่ที่ได้ เช่น ข้อมูลขนาด 256 จุด เมื่อนำข้อมูลได้ทั้งสองชุดนั้นมาทำการเรียงสลับกันตามตำแหน่งคู่และคี่ ทำให้ได้ข้อมูลภาพขนาด 512 จุดในหนึ่งเส้นสแกนไลน์โทรทัศน์ ส่วนข้อมูลทางแนวตั้งของภาพที่ต้องการคือ 512 จุดเช่นกัน ฉะนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลภาพทางแนวตั้งขนาด 512 จุด ต้องทำการสุ่มสัญญาณภาพทางแนวตั้งเป็นจำนวน 512 เส้น ซึ่งไม่สามารถกระทำได้ดังนี้ เหตุเพราะว่าในระบบโทรทัศน์ของประเทศไทยนั้นเป็นระบบการส่งภาพแบบซ้อนภาพกัน โดยแยกส่งเป็นสองฟิลด์ คือ ฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ ในแต่ละฟิลด์ที่ว่านี้จะส่งภาพเป็นจำนวน 318.5 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ ซึ่งจำนวนเส้นไม่เพียงพอสำหรับการเก็บภาพขนาด 512x512 ส่วนทางออกสำหรับกรณีนี้คือ ทำการเก็บข้อมูลภาพออกเป็นสอง

---

(1) บัณฑิต ศุภนวัฒนเดช ,"แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยฟังก์ชันหน่วยความจำ", วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทาง

จุฬาลงกรณ์ พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิลด์ตามระบบโทรทัศน์ทั่วไป โดยเพียงเก็บข้อมูลภาพทางแนวตั้งเพียงแค่ 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ เมื่อได้ข้อมูลภาพจากทั้งสองฟิลด์ที่ว่านี้แล้ว จึงมาทำการซ้อนสลับเส้นฟิลด์คู่และคี่ในลักษณะคล้ายกันกับ การเรียงสลับข้อมูลภาพจุดคู่และคี่ของการสแกนทางแนวนอน ซึ่งในการทำเช่นนี้นั้นจะช่วยให้ได้ข้อมูลภาพขนาด 512x512 จุดต่อภาพที่สมบูรณ์ตามความต้องการ

จากการเก็บภาพขนาด 512x512 จุดต่อภาพ ต้องใช้หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบต์ แต่เนื่องจากตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลทั้งสองจุดมีช่วงเวลาของการเกิดข้อมูลที่ซ้อนทับกันของข้อมูลจุดคู่และคี่ ถ้าใช้บัสข้อมูลร่วมกันก็จะเกิดการชนกันของข้อมูลทั้งสองชุด ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจะทำการแยกข้อมูลออกเป็นสองชุดที่มีการแยกใช้บัสข้อมูลออกจากกันโดยสิ้นเชิง โดยหน่วยความจำในแต่ละส่วนนั้นจะทำการเก็บข้อมูลภาพขนาด 128 กิโลไบต์ ซึ่งภายในหน่วยความจำขนาด 128 กิโลไบต์จะถูกแยกออกเป็นสองส่วน ส่วนละ 64 กิโลไบต์ สำหรับเก็บภาพที่เป็นฟิลด์คู่และฟิลด์คี่ ดังนั้นในระบบเก็บข้อมูลภาพนี้จะพบว่าหน่วยความจำจะถูกแบ่งแยกออกเป็นสี่ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่ฟิลด์คู่ ส่วนที่เก็บข้อมูลภาพจุดคู่ฟิลด์คี่ ส่วนที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่ฟิลด์คี่ และส่วนที่เก็บข้อมูลภาพจุดคู่ฟิลด์คู่ สำหรับการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะทำได้สองลักษณะ ลักษณะแรกเป็นการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพเพื่อใช้เก็บข้อมูลภาพที่ได้จากตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลในช่วงเวลาของการเก็บภาพ และอีกลักษณะหนึ่งคือ การอ้างตำแหน่งหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการอ่านหรือเขียนข้อมูลภาพ

2.1.1.1.2 แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ

การออกแบบแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุดร่วมกันทำงาน ซึ่งการทำงานของแต่ละส่วนมีดังนี้

2.1.1.1.3 ส่วนของอินพุตบัฟเฟอร์

หน้าที่ของส่วนนี้ คือ การปรับระดับแรงดันของสัญญาณภาพเพื่อส่งต่อให้ส่วนของการแยกสัญญาณซิงค์ และส่วนของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

2.1.1.1.4 ส่วนของการแยกซิงค์

ส่วนของการแยกซิงค์เป็นตัวแยกสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ซิงค์ทางแนวตั้งและสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่หรือฟิลด์คู่จากสัญญาณภาพรวม โดยเอาต์พุตที่ได้จะเป็นพัลส์ซึ่งเป็นระดับแรงดันที่ใช้กับไอซีจำพวก ทีทีแอล (TTL) ซึ่งสัญญาณต่าง ๆ เช่น สัญญาณซิงค์ทางแนวนอนกับสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งจะถูกส่งต่อไปยังส่วนของการมัลติเพล็กซ์เพื่อรวมกับสัญญาณภาพที่ได้จากส่วนของเอาต์พุตสำหรับแสดงผลออกทางจอมอนิเตอร์ ในขณะเดียวกัน สัญญาณซิงค์ทั้งสองจะถูกนำไปเป็นตัวควบคุมการนับของตัวกำเนิดสัญญาณแอดเดรส เพื่อให้การอ้างตำแหน่งของการจัดเก็บหรือการอ่านข้อมูลทำได้อย่างถูกต้อง สัญญาณซิงค์นี้จะถูกหน่วงเวลาสำหรับการเก็บภาพ ทั้งนี้เพราะความถี่ที่ใช้ในการสุ่มเป็น 6 MHz. แทนที่จะเป็น 5 MHz. จึงต้องหน่วงเวลาให้เลยช่วงแบลงค์กิ้งไประยะหนึ่งก่อนที่จะทำการสุ่มให้ได้จำนวนจุดภาพที่กำหนด สำหรับตัวหน่วงนั้นจะทำหน้าที่ในการส่งพัลซ์ไปกระตุ้นให้ตัวกำเนิดสัญญาณแอดเดรสทางแนวนอนและแนวตั้งตามลำดับ

ส่วนสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่นั้นใช้อ้างตำแหน่งของหน่วยความจหรือฟิลด์คี่ ในกรณีที่สัญญาณนี้มีค่าเป็น "0" จะเป็นการเก็บภาพที่เป็นข้อมูลฟิลด์คู่ ขนาด 64 กิโลไบต์ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีกลับกันถ้าสัญญาณนี้มีค่าเป็น "1" จะเป็นการอ้างถึงหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพฟิลด์คี่ขนาด 64 กิโลไบต์ เช่นกัน

2.1.1.1.5 ส่วนของการกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการสุ่มนั้นจะใช้คริสตอล 24 MHz. ต่อร่วมกับอินเวอร์ติ้งเกต โดยสัญญาณนาฬิกา 24 MHz. นี้จะถูกนำไปใช้สองด้านด้วยกัน ด้านหนึ่ง จะใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับตัวนับเพื่อสร้างสัญญาณแอดเดรส และสัญญาณซิงค์ ส่วนอีกด้านหนึ่งจะนำไปหารความถี่ลงสี่เท่าด้วยตัว D flip-flop 2 ชุด ให้เหลือความถี่ 6 MHz. เพื่อนำไปใช้เป็นความถี่ในการสุ่มของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลทั้งสองชุด

2.1.1.1.6 ส่วนของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

ในส่วนนี้ประกอบไปด้วยตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล 2 ชุด ร่วมกันทำงานเพื่อให้ได้ผลตามที่กล่าวมาแล้วนั้น จะใช้สัญญาณการสุ่มที่ได้จากส่วนของการกำเนิดสัญญาณสุ่มมาทำการควบคุมการทำงานของวงจรแปลงข้อมูล สัญญาณความถี่ที่ออกจากเอาต์พุต Q ของ D flip-flop คือสัญญาณ CK จะถูกนำไปควบคุมการแปลงสัญญาณของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลชุดที่หนึ่ง และสัญญาณความถี่ที่ออกจากเอาต์พุต $\overline{Q}$ ของ D flip-flop คือสัญญาณ $\overline{CK}$ จะถูกนำไปควบคุมการแปลงสัญญาณของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลชุดที่สอง ข้อมูลที่ออกจากตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลทั้งสองชุดนั้น จะถูกส่งผ่านเข้าสู่หน่วยความจำทางบัฟเฟอร์ โดยมีสัญญาณควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณ VSELECT ที่มาจากส่วนควบคุม สำหรับควบคุมจังหวะการติดต่อกับหน่วยความจำ และส่วนประกอบอีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนของแรงดันอ้างอิงที่จ่ายให้กับ ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลนั้นสามารถปรับให้เหมาะสมกับสัญญาณภาพที่เข้ามาได้

2.1.1.1.7 ส่วนของการมัลติเพล็กซ์

วงจรมัลติเพล็กซ์จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

-ส่วนของการมัลติเพล็กซ์สัญญาณซิงค์

ทำหน้าที่เลือกระหว่างสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ซิงค์ทางแนวตั้งและสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ โดยสัญญาณซิงค์ทางแนวนอนจะถูกนำไปกำหนดการเริ่มนับของตัวนับทางแนวนอน สัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งจะเป็นตัวกำหนดการเริ่มนับของตัวนับทางแนวตั้ง สัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่นั้น จะใช้เป็นตัวอ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำในส่วนของฟิลด์คี่และฟิลด์คู่

-ส่วนของการมัลติเพล็กซ์แอดเดรส

หน้าที่ของส่วนนี้คือ การเลือกระหว่างแอดเดรสสองชุด ชุดแรกเป็นแอดเดรสจากตัวนับ ส่วนชุดหลังเป็นแอดเดรสจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ในกรณีที่มีการเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำหรืออ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำเพื่อนำไปแสดงออกทางจอมอนิเตอร์ จะมีการอ้างถึงตำแหน่งของหน่วยความจำ ในกรณีนี้ต้องสัมพันธ์กับสัญญาณซิงค์ของภาพ เพื่อให้มีการเก็บภาพที่ถูกต้องหรือแสดงข้อมูลภาพออกมาได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงใช้แอดเดรสที่สร้างจากตัวนับทั้งสองชุดที่มี การควบคุมการนับจาก สัญญาณซิงค์ สำหรับกรณีที่ต้องการนำข้อมูลภาพจากหน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุม หรือการนำข้อมูลจากดิสเก็ตลงสู่หน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุม จะต้องใช้แอดเดรสจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง ซึ่งการควบคุมแอดเดรสในการอ่านหรือเขียนข้อมูลนั้น จะขึ้นอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นตัวควบคุม

-ส่วนของการมัลติเพล็กซ์สัญญาณควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การมัลติเพล็กซ์สัญญาณควบคุมในส่วนนี้ จะเป็นการเลือกสัญญาณที่จะนำไปควบคุมการทำงานของแผงวงจร

2.1.1.1.7 ส่วนการกำเนิดสัญญาณแอดเดรส

ในการสร้างสัญญาณแอดเดรสเพื่อใช้ในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำบนแผงวงจรควบคุมการเก็บภาพ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนของวงจรสร้างสัญญาณแอดเดรสสำหรับการอ้างตำแหน่งในการเก็บภาพทางแนวนอน และส่วนของวงจรสร้างสัญญาณแอดเดรสสำหรับการอ้างตำแหน่งในแนวตั้ง ซึ่งการสร้างแอดเดรสทั้งสองส่วนสามารถทำได้ดังนี้

- ตัวนับทางแนวนอนขนาด 256 จุดต่อหนึ่งเส้นสแกนไลน์ ด้วยความถี่ 6MHz. ทำให้ต้องมีการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำ 256 ตำแหน่ง ดังนั้นต้องใช้สายแอดเดรสที่มีขนาด 8 เส้น สำหรับตัวนับขนาด 8 บิต ทำการป้อนอินพุตด้วยสัญญาณนาฬิกาขนาด 6 MHz. ที่สำคัญคือการเริ่มต้นนับต้องให้สัมพันธ์กับสัญญาณภาพทางแนวนอน จึงต้องใช้พัลส์ที่มาจากตัวหน่วง เพื่อช่วยในการกำหนดการเริ่มเก็บข้อมูลภาพทางแนวนอนตามที่ได้กล่าวไว้แล้ว ในส่วนของการแยกซิงค์ หัวข้อ ส่วนของการแยกซิงค์ หลังจากทำการนับครบ 256 ตำแหน่งแล้ว ตัวนับก็จะทำการส่งพัลส์ออกมาหยุดการนับ พร้อมกับรีเซ็ตให้แอดเดรสทั้งหมดมีค่าเป็นศูนย์เพื่อรอการกระตุ้นจากสัญญาณพัลส์ที่มีจากตัวหน่วงใหม่แล้วจึงจะเริ่มนับใหม่

-ตัวนับทางแนวตั้ง

ในการกำเนิดสัญญาณแอดเดรสเพื่อใช้เก็บภาพจำนวน 256 เส้นต่อหนึ่งฟิลด์ภาพ ก็มีลักษณะการออกแบบเช่นเดียวกับการสร้างสัญญาณแอดเดรสทางทางแนวนอน โดยจะใช้ตัวนับขนาด 8 บิต แต่สัญญาณที่จะเข้ามาเป็นอินพุตจะแตกต่างออกไป เพราะการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของแอดเดรสทางแนวตั้งนั้นจะใช้เวลาเท่ากับหนึ่งเส้นสแกนไลน์ ดังนั้นจึงใช้สัญญาณพัลส์ที่เกิดจากตัวนับทางแนวนอนมาเป็นอินพุตของตัวนับทางแนวตั้งแทน ซึ่งเมื่อนับครบ 256 เส้นแล้วก็จะทำการหยุดและรีเซ็ตตัวเอง ซึ่งจะมีการทำงานในลักษณะเดียวกับการสร้างสัญญาณแอดเดรสทางแนวนอนนั้นเอง

เมื่อนำแอดเดรสที่ได้จากตัวนับทั้งสองชุดนี้มารวมกันจะได้แอดเดรสขนาด 16 บิตสำหรับใช้อ้างตำแหน่งของหน่วยความจำได้ขนาด 64 กิโลไบต์ จะสามารถเก็บข้อมูลภาพได้ขนาด 256x256 จุดภาพ แต่เนื่องจากที่ต้องการเก็บข้อมูลภาพทั้งฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ จึงต้องมีสัญญาณแอดเดรสอีกเส้นหนึ่งเพื่อแยกแยะในการเก็บภาพของทั้งสองฟิลด์ จากการนำสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และคู่มาใช้ในการอ้างตำแหน่งอีกบิตหนึ่ง รวมแล้วจะมีขนาดแอดเดรสเป็น 17 บิต ซึ่งสามารถอ้างหน่วยความจำที่จะเก็บข้อมูลได้ถึง 128 กิโลไบต์ จากการใช้งานของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลสองชุดร่วมกันทำงาน จึงทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้เป็นสองเท่านั้นคือสามารถเก็บข้อมูลภาพที่เป็นจุดคู่ 128 กิโลไบต์ และข้อมูลภาพที่เป็นจุดคี่อีก 128 กิโลไบต์รวมทั้งสิ้นเป็น 256 กิโลไบต์สำหรับการเก็บภาพที่มีขนาด 512x512 จุด

2.1.1.1.8 ส่วนของหน่วยความจำ

ตำแหน่งของหน่วยความจำในส่วนนี้แบ่งออกได้เป็นสองลักษณะ ลักษณะแรกเป็นตำแหน่งที่แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ใช้อ้างเวลาเก็บข้อมูลภาพหรือแสดงข้อมูลภาพบนจอมอนิเตอร์ แอดเดรสที่ใช้อ้างตำแหน่งนี้จะได้จากส่วนของตัวนับ โดยมีตำแหน่งสำหรับการเก็บภาพฟิลด์คี่เริ่มจาก 00000H-0FFFFH มีขนาด 64 กิโลไบต์ และตำแหน่งสำหรับการเก็บภาพฟิลด์คู่ เริ่มจาก 10000H-1FFFFH อีก 64 กิโลไบต์ ร่วมเป็น 128 กิโลไบต์ ซึ่งบิตนัยสำคัญสูงสุดเป็นตัวบ่งชี้ถึงฟิลด์คู่หรือฟิลด์คี่ ถ้าบิตดังกล่าวเป็น "0" จะใช้เก็บข้อมูลภาพฟิลด์คู่ ในทางตรงข้ามถ้าเป็น "1" จะเก็บข้อมูลภาพฟิลด์คี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะที่สองคือการอ้างตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์ ลักษณะการอ้างตำแหน่งในกรณีนี้ต้องขึ้นอยู่กับตำแหน่งของหน่วยความที่ระบบจัดเตรียมไว้ให้ หน่วยความจำที่ว่างไว้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำหนดไว้ให้สำหรับอุปกรณ์ที่จะนำมาเชื่อมต่อด้วยนั้นมีขนาดสูงสุดเพียงแค่ 128 กิโลไบต์ มีตำแหน่งอยู่ในช่วง D0000H-EFFFFH [7,8] การอ้างตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์

เนื่องจากขนาดของข้อมูลที่อยู่บนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพนั้น มีถึง 256 กิโลไบต์ ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลภาพจุดคี่และคู่ แต่ละกลุ่มมีขนาด 128 กิโลไบต์ ทำให้ต้องส่งสัญญาณควบคุมเพื่อเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพ ว่าจะอ่านจากหน่วยความจำส่วนใด โดยมี P_VONTROL ร่วมกับ OD/EV เป็นสัญญาณที่ใช้ในการควบคุม สัญญาณ P_CONTROL จะใช้เป็นตัวเลือกว่าจะให้หน่วยความจำติดต่อกับแอดเดรสที่มาจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือติดต่อกับแอดเดรสที่มาจากส่วนของการกำเนิดสัญญาณแอดเดรส ส่วนสัญญาณ OD/EV จะเป็นตัวเลือกว่าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่หรือจุดคู่ ในกรณีที่ส่งค่าของ OD/EV เป็น "0" จะเป็นการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพจุดคี่ และในทางกลับกันจะเป็นการติดต่อหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลภาพจุดคู่

2.1.1.1.9 ส่วนของการสร้างสัญญาณซิงค์

ในส่วนของการสร้างสัญญาณซิงค์นี้ จะถูกนำไปใช้ในกรณีของการที่ต้องแสดงข้อมูลภาพที่เก็บไว้ในหน่วยความจำออกทางทีวี ซึ่งการที่แสดงออกทางทีวีนั้นจะต้องใช้สัญญาณซิงค์มารวมกับสัญญาณอนาล็อกที่แปลงจากข้อมูลภาพจึงต้องใช้ส่วนกำเนิดสัญญาณซิงค์ ช่วยในการสร้างสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน ซิงค์ทางแนวตั้ง และสัญญาณบ่งบอกฟิลด์คี่และฟิลด์คู่ ในการสร้างสัญญาณเหล่านี้จะได้จากการนำความถี่ 24 MHz. จากส่วนของตัวกำเนิดสัญญาณมาทำการหารจนได้ความถี่ที่ต้องการของแต่ละสัญญาณ สำหรับตัวหารที่ใช้ในการกำหนดความถี่สัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้

$$\text{ค่าของตัวหารเพื่อสร้างสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน} = \frac{24x10^6}{15625} = 1,536$$

เพื่อความสะดวกและประหยัดตัวนับที่จะนำมาทำเป็นตัวหารสำหรับการหาค่าของสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง สามารถใช้ความถี่ของซิงค์ทางแนวนอนมาหารต่อให้ได้ความถี่เท่ากับ 50 Hz.

$$\text{ค่าของตัวหารเพื่อสร้างสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง} = \frac{15,625}{50} = 312.5 \approx 312$$

ส่วนสัญญาณบ่งชี้ฟิลด์คู่และคี่สามารถสร้างได้โดยง่ายด้วยการนำสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้งไปทำการทริกที่ขาคล็อกของตัว D flip-flop ก็จะได้สัญญาณตามต้องการ

2.1.1.1.10 ส่วนของภาคเอาต์พุต

ส่วนของภาคเอาต์พุตเป็นส่วนที่นำข้อมูลภาพที่เก็บไว้ในหน่วยความจำบนแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพออกมาแสดงผลออกทางจอทีวี จุดประสงค์ก็เพื่อที่จะแสดงภาพที่เก็บไว้ว่ามีลักษณะอย่างไร ภาพที่ได้เป็นไปตามต้องการหรือไม่ จะได้ไม่ต้องเสียเวลาในการอ่านข้อมูลภาพขึ้นจากหน่วยความจำมาแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการทำงานของส่วนนี้คือ การนำข้อมูลภาพที่อ่านออกมาจากหน่วยความจำมาทำการแปลงกลับเป็นสัญญาณอนาล็อกด้วยตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก สัญญาณภาพที่แปลงกลับนี้ถูกนำไปรวมกับสัญญาณซิงค์รวม เพื่อให้ได้เป็นสัญญาณภาพที่สมบูรณ์สามารถนำไปแสดงออกทางจอมอนิเตอร์ของระบบโทรทัศน์ทั่วไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1.11 ส่วนของการควบคุม

ส่วนนี้จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของแผงวงจรเก็บข้อมูลภาพทั้งหมด โดยคำสั่งต่าง ๆ จะถูกส่งออกมาจากซอฟต์แวร์ ด้วยการส่งค่าออกที่พอร์ตเอาต์พุต ตำแหน่งของพอร์ตที่จะส่งค่าออกมานั้นจะเลือกใช้ตำแหน่งช่วง 310H ถึง 31FH ซึ่งเป็นตำแหน่งพอร์ตที่เครื่องคอมพิวเตอร์เผื่อไว้สำหรับอุปกรณ์อินเตอร์เฟสทั่วไป [7,8] แต่การเลือกตำแหน่งพอร์ตต้องคำนึงถึงว่ามีอุปกรณ์อินเตอร์เฟสใดที่ใช้ซ้ำกันบ้าง สำหรับคำสั่งหลัก ๆ ที่ใช้คือ คำสั่งการเริ่มต้นเก็บภาพ คำสั่งการแสดงภาพออกทางจอมอนิเตอร์ คำสั่งเพื่อการอ่านข้อมูลภาพจากหน่วยความจำ โดยแยกเป็นการอ่านฟิลด์คู่หรือฟิลด์คี่ เป็นต้น ดังตาราง

สัญญาณควบคุม			ค่าที่ส่งออกพอร์ต	การทำงาน
OD/EV	SELECT	P_CONTROL		
X	0	0	40H หรือ 00H	ทำการเก็บภาพข้อมูลภาพ
X	1	0	60H หรือ 20H	แสดงภาพจากหน่วยความจำ
0	1	1	03 H	อ่านข้อมูลภาพจากจุดคู่
1	1	1	07 H	อ่านข้อมูลภาพจากจุดคี่

2.1.2 ดิจิไตซ์ (Digitizer)

เป็นส่วนที่แปลงสัญญาณภาพให้เป็นข้อมูลที่เหมาะสมทางด้านตัวเลข(Numerical) สำหรับใช้ในการประมวลผลต่อไป

2.1.3 คอมพิวเตอร์ (Computer)

เนื่องจากตัวประมวลผลภาพมีความสามารถเพียงแปลงข้อมูลจากสัญญาณโทรทัศน์ ให้มาอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลในหน่วยความจำ แต่ในบางครั้งระบบการประมวลผลภาพจำเป็นต้องมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ยุ่งยากหรืออาจจะมีความต้องการเหล่านี้ เราจึงต้องทำการเชื่อมระบบของตัวประมวลผลภาพให้เข้ากับระบบคอมพิวเตอร์

2.1.4 ส่วนแสดงผล (Display)

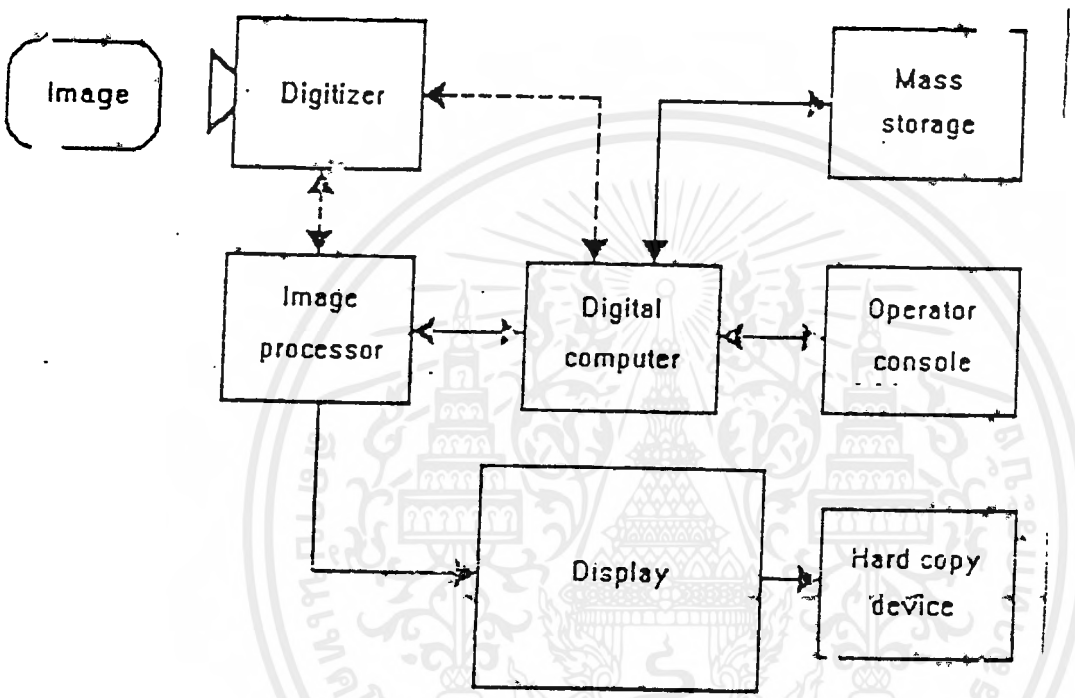
เป็นส่วนที่ใช้แสดงภาพที่ได้จากตัวประมวลผลภาพ ได้แก่ จอมอนิเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลเพื่อดูเอาต์พุตหรืออินพุตที่รับเข้ามาซึ่งอาจเป็นจอสีหรือขาวดำก็ได้ตามลักษณะการใช้งาน

2.1.5 ซอฟต์แวร์ (software)

เป็นส่วนที่เขียนขึ้นเพื่อให้ระบบทำงานเป็นไปตามทิศทางที่เราต้องการและมีความยืดหยุ่นมากน้อยตามแต่ผู้วางระบบจะนำมา ในส่วนนี้จะสำคัญมากเพราะระบบจะทำงานได้หรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับส่วนนี้ด้วยเหมือนกัน

โครงสร้างส่วนประกอบของการประมวลภาพ ดังรูป 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.1 องค์ประกอบของระบบผลมวลผลข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ

3.1 ประวัติของระบบการประมวลผลภาพดิจิตอล

ความสนใจเกี่ยวกับการประมวลผลข้อมูลภาพ ได้มีการประยุกต์ใช้งานครั้งแรกเมื่อมีการส่งภาพดิจิตอลของหนังสือพิมพ์ ผ่านเคเบิลใต้น้ำ ผ่านมหาสมุทรแอตแลนติกระหว่างลอนดอนกับนิวยอร์ก ในปี คศ. 1920 ทำให้ลดระยะเวลาในการส่งจากนานเป็นสัปดาห์ให้เหลือแต่ 3 ชั่วโมง โดยปลายทางจะรับภาพโดยพิมพ์ออกทางเครื่องโทรพิมพ์ แต่คุณภาพของภาพที่ส่งไปยังไม่ดีพอ ในส่วนการปรับปรุงจะต้องเลือกลักษณะการพิมพ์และระบบส่งภาพให้มีความสัมพันธ์กับระดับความสว่าง จนกระทั่งในปี คศ. 1921 ก็ได้มีการพัฒนาในส่วนนี้จนสำเร็จ หลังจากนั้นก็พัฒนาโดยการเพิ่มระดับความสว่างให้มากขึ้นจนถึง 15 ระดับ ในปี คศ. 1929 อีก 35 ปีต่อมาคือในปี 1964 ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาปรับปรุงภาพดิจิตอล โดยได้มีการวิจัยที่ห้องทดลอง ภาพของดวงจันทร์ได้ถูกส่งกลับมาจากยานอวกาศแรนเจอร์ (Ranger 7) โดยภาพถูกประมวลโดยคอมพิวเตอร์ จาก ปี คศ. 1964 เป็นต้น มาสาขาทางด้านการประมวลผลข้อมูลภาพได้ถูกนำไปใช้งานทางด้านต่างๆ มากมาย เช่น ด้านการแพทย์ ด้านการอุตสาหกรรม หรือเทคโนโลยีดาวเทียม เป็นต้น

3.2 การนำเสนอข้อมูลภาพดิจิตอล

อิมเมจ (Image) หมายถึง ความเข้มของแสง ซึ่งแสดงได้ด้วยฟังก์ชันความเข้มของแสงในระนาบ 2 มิติ f(x,y) โดย x และ y เป็นโคออดิเนทที่เกิดขึ้นที่ภาพจริง ณ จุดต่างๆ และค่าของฟังก์ชัน f ณ จุด (x,y) ใดๆ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความสว่างหรือระดับเทา ของภาพที่จุดนั้น ๆ

ในการพิจารณาข้อมูลภาพแบบดิจิตอลจะแทนด้วยเมตริกซ์ ก็จะได้ค่าของระดับเทา ณ จุดต่างๆ เพื่อการใช้งาน โดยมากจะเลือกเป็นเมตริกซ์สี่เหลี่ยมจัตุรัส และจะแปลงระดับเทาด้วยตัวเลขจำนวนเต็มยกกำลังสอง เช่น พื้นที่ 512x512 และมีระดับเทา 128 ระดับ

3.3 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ

หัวข้อแรกจะกล่าวถึงความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการประมวลผลภาพ

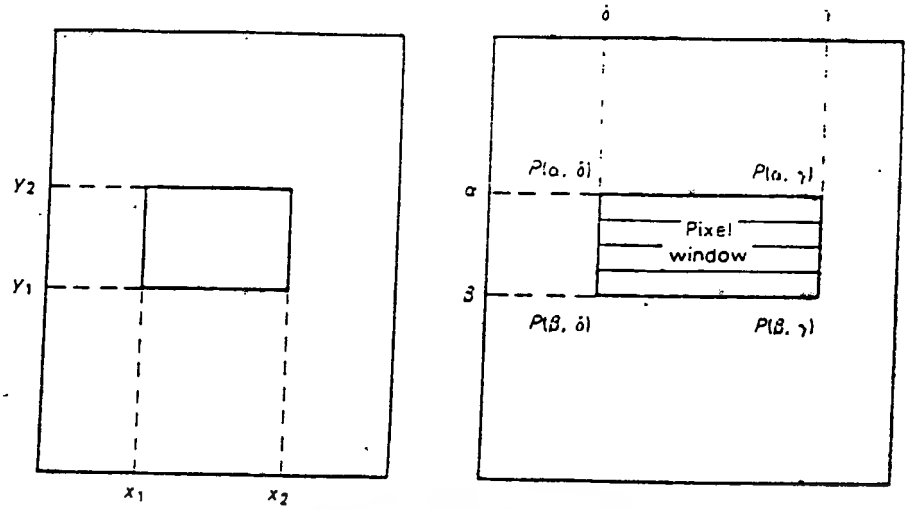
3.3.1. พิกเซล (Pixel)

การแสดงข้อมูลภาพดิจิตอลสามารถอธิบายได้ด้วยเมตริกซ์ NxM และให้จุดต่างๆ ที่อยู่ในเมตริกซ์เป็นจุดที่ (x,y) ใดๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของภาพ ในแต่ละจุด (x,y) ใดๆ เรียกว่า พิกเซลหรือจุดภาพ และในแต่ละพิกเซลจะแสดงให้เราเห็นได้ด้วยฟังก์ชันความเข้มของแสง

3.3.2. หน้าต่าง (Window)

เป็นพื้นที่ส่วนย่อยของภาพหรือเรียกว่าหน้าต่าง สามารถกำหนดได้ด้วยมุม 4 มุมแสดง ด้วยค่าของพิกเซล $p(\beta,\delta)$, $p(\beta,\gamma)$, $p(\alpha,\delta)$, $p(\alpha,\gamma)$ แสดงได้ดังรูป 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a) หน้าต่างของภาพ b) หน้าต่างของพิกเซล

รูป 3.1 แสดงหน้าต่างของภาพและหน้าต่างของพิกเซล

3.3.3. ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Position)

ตำแหน่งของจุดภาพหรือพิกเซลที่ทุกจุดจะต้องอยู่ภายในพื้นที่ NxM พื้นที่ที่ไม่มีแสงแสดงได้ด้วยค่า 0 ส่วนพื้นที่ที่สว่างที่สุดแสดงได้ด้วย 255

3.3.4. ระดับเทา (Gray Scale)

ระดับเทา เป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของจุดภาพ เราสามารถเพิ่มความสว่างหรือระดับเทาให้กับจุดภาพได้หลายระดับ โดยการเพิ่มจำนวนของบิตในการนำเสนอค่าของพิกเซล ตัวอย่างเช่น ต้องการระดับความสว่าง 4 ระดับ ก็ต้องใช้บิตข้อมูลจำนวน 2 บิต , ความสว่าง 16 ระดับ ต้องใช้บิตข้อมูลจำนวน 4 บิต และความสว่าง 256 ระดับ ต้องใช้บิตข้อมูลจำนวน 8 บิต จำนวนของระดับความสว่างหาได้จาก 2 ยกกำลังด้วยจำนวนบิต

3.3.5. ฮีสโตแกรม (Histogram)

ฮีสโตแกรมเป็นกราฟแท่งที่บอกถึงความถี่ของแต่ละความเข้มแสงของภาพ

เราสามารถสร้างฮีสโตแกรมได้โดย

**ทำภาพให้เป็นระดับที่แตกต่างกัน

**นับจำนวนจุดภาพที่มีระดับเทาเดียวกันทุกระดับเทา

**พล็อตความถี่ของจุดภาพที่แต่ระดับเทา

โดยเราสามารถหาความน่าจะเป็น(P_b)ของจุดภาพ ณ ระดับเทาหนึ่งๆ ได้ตามสมการ

P(b) ณ จุด (x,y) ในภาพ = จำนวนจุดภาพที่มีค่าระดับเทาเป็น b/ จำนวนของพิกเซลทั้งหมดในภาพ

รูปร่างของฮีสโตแกรมจะขึ้นอยู่กับลักษณะของภาพ ประโยชน์ของฮีสโตแกรมคือ ใช้สำหรับปรับค่าเทรสโฮล (Threshold) เพื่อจะแปลงระดับเทาของภาพให้เป็นภาพ 2 ระดับ หรือใช้สำหรับปรับแต่งส่วนของสเปกตรัมระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6. การจำลองภาพ

จากคำจำกัดความของอิมเมจ หมายถึง ฟังก์ชันความเข้มของแสงในระนาบ 2 มิติ คือ ค่าของ f(x,y) ได้จากส่วนประกอบ 2 ส่วน ส่วนประกอบอันที่ 1 คือ แสงที่ส่องไปยังวัตถุ และส่วนประกอบที่ 2 คือ แสงที่สะท้อนกลับมาจากวัตถุ ซึ่งสามารถเขียนเป็นฟังก์ชันได้ คือ i(x,y) และ r(x,y) ตามลำดับ ฟังก์ชัน f(x,y) เกิดจากการคูณกันระหว่าง i(x,y) และ r(x,y)

$$f(x,y) = i(x,y)r(x,y) \qquad ...(3.1)$$

เมื่อ

$$0 < i(x,y) < \infty \qquad ...(3.2)$$

$$0 < r(x,y) < 1 \qquad ...(3.3)$$

สมการที่ 3.3 เป็นฟังก์ชันการสะท้อนกลับของแสง ณ จุด (x,y) มีค่าระหว่าง 0 (คือ วัตถุดูดกลืนแสงทั้งหมด ไม่สะท้อนกลับเลย) ถึง 1 (คือ วัตถุสะท้อนแสงกลับทั้งหมด ไม่มีการดูดกลืนแสง) ส่วนฟังก์ชัน i(x,y) หาได้จากแหล่งกำเนิดแสง ส่วนฟังก์ชัน r(x,y) หาได้จากคุณสมบัติการดูดแสงของวัตถุ ในวันที่มีแสงแดดจ้า ดวงอาทิตย์จะให้ความสว่าง 9000 แรงเทียนส่องมายังผิวโลก ถ้าวันใดมีเมฆความสว่างจะลดลงเหลือ 1000 แรงเทียนโดยประมาณ ค่าของ r(x,y) จะมีค่า 0.01 สำหรับกำมะหยี่ , 0.65 สำหรับสเตนเลส , 0.9 สำหรับเงินและ 0.93 สำหรับหิมะ

3.3.7. พื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพ

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพ ในระบบการประมวลผลภาพดิจิตอล ฟังก์ชันของข้อมูลภาพแสดงได้ด้วยฟังก์ชัน f(x,y) และจะแทนด้วยตัวอักษรตัวเล็ก คือ p และ q ส่วนเซตย่อยของจุดภาพของฟังก์ชัน f(x,y) จะแทนด้วยตัว S

3.3.7.1. จุดรอบข้างพิกเซล (neighbors of a pixel)

พิกเซล p ณ. โคออดิเนท (x,y) จะโดนล้อมรอบด้วยพิกเซลอื่นทั้งแถวนอนและแถวตั้ง นั่นคือ

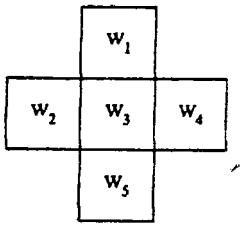
$$(x+1,y+1)\ ,\ (x-1,y)\ ,\ (x,y+1)\ ,\ (x,y-1)$$

ดังนั้นเซตของพิกเซล เรียกว่า <u>การล้อมรอบทั้ง 4 ด้าน</u>ของพิกเซล p (4 - neighbors of p) ซึ่งแสดงได้โดย $N_4(p)$ นั่นคือจุดทั้ง 4 จะอยู่ห่างจากจุด (x,y) เป็นระยะ 1 หน่วย ในแนวทั้งสี่ โดยจุดทั้งสี่ (w_1,w_2,w_4,w_5) มีโคออดิเนท ดังนี้

$$(x+1,y+1)\ ,\ (x+1,y-1)\ ,\ (x-1,y+1)\ ,\ (x-1,y-1)$$

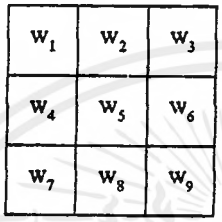
ดังรูป 3.2 a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.2 a) 4 - neighbors of p

ในกรณีเราคิดจุดล้อมรอบ ในแนวทแยงด้วยจะเห็นว่าจุดภาพหรือพิกเซล จะโดนล้อมรอบด้วยจุดภาพอื่น ๆ 8 พิกเซลด้วยกัน จึงเรียกว่า การล้อมรอบทั้ง 8 (8 - neighbors of p) ของจุด p หรือ $N_8(p)$ มีจุดล้อมรอบดังกล่าว คือ $w_1,w_2,w_3,w_4,w_6,w_7,w_8,w_9$ ซึ่งแสดงได้ดังรูป 3.2 b)



รูป 3.2 b) 8- neighbors

สิ่งที่ได้กล่าวมาทั้งหมด เป็นนิยามพื้นฐานที่ควรทราบ ก่อนการนำไปประยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ทฤษฎีและหลักการของระบบการประมวลผลภาพ

4.1 ทฤษฎีการแปลงภาพและการปรับปรุงภาพ

โดยปกติแล้วข้อมูลภาพที่ได้มานั้นอาจไม่ได้เป็นไปตามความต้องการ เช่น อาจจะได้ภาพที่มีความแตกต่างไม่เพียงพอบ้าง ความสว่างไม่เพียงพอบ้าง เป็นต้น ในกรณีนี้ต้องใช้วิธีการหรืออัลกอริทึมเกี่ยวกับการปรับปรุงภาพมาใช้เพื่อที่จะให้ได้ภาพที่มีคุณภาพที่ดีขึ้น

4.1.1 ชนิดของข้อมูลภาพ

โดยทั่วไปวิธีการที่ใช้สำหรับการปรับปรุงภาพปกติแล้วมีอยู่สองชนิด คือ ข้อมูลภาพชนิด สกาล่าร์อิมเมจ (Scalar Image) ซึ่งแต่ละจุดภาพจะเป็นตัวบ่งบอกค่าของความสว่างหรือระดับสีของภาพด้วยตัวมันเองเพียงค่าเดียว ตัวอย่างเช่น ข้อมูลภาพขาวดำ ส่วนข้อมูลภาพชนิดที่สองนี้เรียกว่า เวกเตอร์อิมเมจ (Vector Image) ข้อมูลแต่ละจุดภาพจะเป็น เวกเตอร์ของค่าความสว่างที่เป็นองค์ประกอบของสีทั้งสาม คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ในกรณีที่ต้องการให้ได้สีของจุดภาพนั้น ๆ ก็ต้องนำค่าเวกเตอร์หรือองค์ประกอบทั้งสามสีที่ตำแหน่งนั้นมาประมวลผลเพื่อรวมกัน แต่สำหรับการปรับปรุงภาพทั่วไปแล้วจะทำกับข้อมูลภาพที่เป็นสกาล่าร์ ส่วนในกรณีที่ต้องการทำกับข้อมูลภาพที่เป็นเวกเตอร์ ก็จะแยกการประมวลผลเป็นสามสีอย่างอิสระ การประมวลผลแต่ละสีจะทำแบบสกาล่าร์

4.1.2 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพเพื่อการปรับปรุงภาพที่เป็นข้อมูลภาพทั้งสองชนิดที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น โดยสามารถทำได้ทั้งทางด้านสปาเชียล โดเมน(Spatail Domain) หรือ โดเมนอื่น ๆ เช่น ฟูเรียร์โดเมน เป็นต้น ในสปาเชียลโดเมน ค่าของจุดภาพใหม่จะเปลี่ยนแปลงไป โดยอาศัยข้อมูลของจุดภาพเดิมเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นการประมวลผล แบบโลคอล(Local) หรือการประมวลผลแบบจุด ส่วนอีกวิธีการหนึ่ง คือการประมวลผลภาพด้วยจุดข้างเคียงหรือการใช้ ฟิลเตอร์ที่เป็นหน้ากาก โดยนำมาทำคอนโวลูชั่น(Convolution)กับภาพต้นแบบ เพื่อให้ได้ค่าตามต้องการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าที่กำหนดในหน้ากากนั้นๆ เช่น การเพิ่มความคมของภาพ การทำการกำจัดสัญญาณรบกวน ด้วยการใช้วิธีการเฉลี่ยของจุดภาพ การหาค่ากลาง เป็นต้น การประมวลผลสำหรับวิธีการนี้ต้องใช้หน่วยความจำในการประมวลผลมาก เพราะต้องใช้การเก็บค่าของจุดภาพข้างเคียงหลายจุดภาพ เพื่อใช้ในการหาค่าจุดภาพใหม่เพียงจุดเดียว ทำให้ต้องอ้างอิงแต่ละจุดภาพหลายครั้ง ซึ่งต้องใช้เวลาในการประมวลผลมาก เพื่อให้ได้ความเร็วในการประมวลผลแล้ว ในทางปฏิบัติ ต้องทำการใช้ชิฟรีจิสเตอร์ และอาร์เรย์โปรเซสเซอร์ในการประมวลผล แต่ในที่นี้จะขอ กล่าวถึงเฉพาะการประมวลผลแบบจุดเท่านั้น สำหรับวิธีการแปลงภาพและปรับภาพโดยวิธีการประมวลผลแบบจุดนั้นมีมากมายหลายวิธี แต่ในที่นี้จะอธิบายเพียงบางวิธีที่เหมาะสม

4.1.3 การแปลงภาพเป็นสองระดับ (Binary Image)

การแปลงภาพสองระดับนั้นเพื่อให้ข้อมูลภาพที่เป็นวัตถุกับพื้นของภาพ แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ทำให้สามารถแยกแยะวัตถุในภาพได้ง่ายยิ่งขึ้น อีกทั้งเมื่อทำภาพเป็นสองระดับแล้วจะช่วยให้สามารถลดข้อมูลภาพลง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้อย่างมาก เพราะข้อมูลภาพสองระดับในหนึ่งจุดภาพสามารถแทนที่บิทข้อมูลเพียงหนึ่งบิทเท่านั้น ช่วยให้สามารถบีบอัดข้อมูลภาพได้สูงและช่วยลดหน่วยความจำที่ใช้ลงได้มาก ข้อมูลภาพสองระดับนี้ โดยมากมักจะนำไปใช้ในการรู้จำวัตถุ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ของภาพ

การแปลงภาพด้วยวิธีการนี้สามารถทำได้ด้วยการตั้งค่าตัดสินใจ (Threshold) เพื่อแยกข้อมูลภาพออกเป็นสองกลุ่ม โดยค่าของจุดภาพที่มากกว่าหรือเท่ากับค่าตัดสินใจก็ให้มีค่าอยู่ที่ระดับสูง ส่วนค่าของจุดภาพที่ต่ำกว่าค่าตัดสินใจนั้นจะถูกจัดให้อยู่ในระดับต่ำ ในการตั้งค่าตัดสินใจนั้น อาจทำได้หลายวิธี ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะใช้วิธีการทำเทรสโฮลโดยหาค่าตัดสินใจที่เหมาะสมโดยวิธีของออทซุ (Otsu) [2]

การหาค่าตัดสินใจที่เหมาะสมของภาพโดยคำนวนจากฮีสโตแกรมระดับเทา (Gray Scale Histogram) ซึ่งค่าตัดสินใจที่ได้จะเป็นการแบ่งระดับเทาของภาพออกเป็น 2 คลาส อย่างเหมาะสม ซึ่งมีหลักการดังนี้

ทำการอนุมานว่าได้ ทำการแบ่งพิกเซลออกเป็น 2 คลาส คือ C_0 และ C_1 โดยค่าตัดสินใจค่าหนึ่งที่ระดับเทา k ซึ่ง C_0 แสดงถึงพิกเซลที่อยู่ในระดับเทา [1,2,...,k] และ C_1แสดงถึงพิกเซลที่อยู่ในระดับเทา [k+1,...,L] และให้ σ^2_w (With-in class variance) คือ ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในคลาส, σ^2_B (Between-class variance) คือความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างคลาส, σ^2_T (Total variance of levels) คือความแปรปรวนของระดับเทาทั้งหมด

ส่วนการประเมินความเหมาะสมของค่าตัดสินใจ(ที่ระดับเทา k) จะใช้บรรทัดฐานในการประเมิน ดังนี้

$$\lambda = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_W^2}$$

$$\beta = \frac{\sigma_T^2}{\sigma_W^2}$$

$$\eta = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_T^2}$$

จากสมการข้างต้นพบว่าค่า σ^2_w และ σ^2_B เป็นฟังก์ชันของค่าตัดสินใจ k แต่ค่า σ^2_T จะไม่ขึ้นกับค่า k เพราะฉะนั้นค่า η จึงเป็นเครื่องมือในการประเมินผลที่ง่ายที่สุดที่ขึ้นกับค่า k ดังนั้นจึงนำค่า η มาเป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินความเหมาะสมของค่าตัดสินใจที่ระดับเทา k ซึ่งค่าตัดสินใจที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับค่า η หรือ σ^2_B ที่มากที่สุด โดยทำการตรวจสอบจากสมการ

$$\eta(k) = \frac{\sigma_B^2(k)}{\sigma_T^2} \qquad \ldots(4.1)$$

$$\sigma^2_B(k) = \frac{(\mu_T w(k) - \mu(k))^2}{w(k)(1-w(k))} \qquad \ldots(4.2)$$

(2) ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์,สิทธิศักดิ์ รอดทุกข์และพงเดช ณรงค์ฤทธิ์, "การทำเทรดโชลด์ตามลักษณะของวัตถุ", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นค่าตัดสินใจที่เหมาะสม คือ ค่าระดับเทา (k*) ที่

$$\sigma^2_B(k^*) = \text{Max}(\sigma^2_B(k)) ;\ 1 < k < L \qquad \ldots(4.3)$$

โดย

$$W_0 = \sum_{i=1}^{k} P_i = W(k)$$

$$W_1 = 1 - W(k)$$

$$\mu_0 = \sum_{i=1}^{k} \frac{iP_i}{W_0}$$

$$\mu_1 = \sum_{i=k+1}^{L} \frac{iP_i}{W_1}$$

$$\mu_T = \sum_{i=1}^{L} iP_i$$

4.1.4 การปรับปรุงภาพ

ดิจิตอลอิมเมจ (Digital image) นี้จะเป็นข้อมูลของภาพวัตถุที่คอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ในการจดจำรูปร่างวัตถุต่อไป แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว ข้อมูลภาพที่รับเข้ามานี้ยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปประมวลผลได้ทันที อาจจะมีสัญญาณรบกวน (noise)อยู่ ถ้านำข้อมูลดิบไปประมวลผลทันที อาจจะทำให้เกิดการตีความที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องผ่านกระบวนการประมวลภาพขั้นต้น (Preprocessing) เสียก่อน โดยกระบวนการประมวลผลภาพขั้นต้นที่ได้คือ การปรับเรียบภาพ (Smoothing)

4.1.5 การปรับเรียบภาพ (Smoothing)

การปรับเรียบภาพ (Smoothing) เป็นกระบวนการในการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ โดยจะเป็นการลดสัญญาณรบกวนและความผิดพลาดอื่นๆ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นกับข้อมูลภาพ อันอาจจะเป็นผลมาจากกระบวนการเก็บภาพ (Samping,Quantization) การส่งถ่ายข้อมูลหรือการรบกวนจากสิ่งแวดล้อมขณะทำการรับภาพ ซึ่งกระบวนการในการปรับเรียบภาพนี้ สามารถกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน แต่ในปริญญานิพนธ์นี้ จะเลือกมาทดสอบเพียง 2 วิธี คือ

4.1.5.1 ค่าเฉลี่ยรอบจุด (Neighborhood Average)

วิธีการนี้เป็นเทคนิคแบบสปาเชี่ยลโดเมนอย่างง่ายสำหรับการปรับเรียบภาพ โดยกำหนดให้ค่าความสว่างของภาพ ณ จุดภาพ (x,y) ของข้อมูลภาพถูกแทนด้วยฟังก์ชัน f(x,y) และเมื่อผ่านกระบวนการ ปรับเรียบภาพแล้วจะได้ภาพใหม่ซึ่งมีฟังก์ชัน g(x,y) ที่ใช้แทนข้อมูลภาพที่ขจัดสัญญาณรบกวนออกไปแล้ว ซึ่งค่าความเข้มของแต่ละจุดภาพ (x,y) ของภาพใหม่นี้ ได้มาจากการหาค่าเฉลี่ยค่าความเข้มของจุดภาพซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับจุด (x,y) สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$g(x) = \frac{1}{P} \sum_{(n,m)\in s} f(n,m) \qquad \ldots(4.4)$$

สำหรับพิกัด x และ y ทุกๆ ค่า ของข้อมูลภาพ

โดยที่ S เป็นเซทของตำแหน่งของจุดภาพ ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับจุด (x,y) รวมทั้งจุด (x,y) นั้นเอง และ P คือจำนวนจุดภาพทั้งหมดที่อยู่ในเซท S เช่น ถ้าให้บริเวณใกล้เคียงเป็นหน้าต่างขนาด 3x3 ก็จะได้ P เท่ากับ 9 จุด

4.1.5.2 การกรองภาพด้วยวิธีมัธยฐาน (Median Filtering)

เนื่องจากการปรับเรียบภาพด้วยวิธีการค่าเฉลี่ยรอบจุดนั้น มีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่งคือ จะทำให้ภาพบริเวณขอบวัตถุและข้อมูลที่สำคัญอื่น ๆ มัว เราสามารถลดความมัวนี้ได้ โดยใช้วิธีการกรองภาพด้วยวิธีมัธยฐาน (Median Filtering) ซึ่งค่าความเข้มของแต่ละจุดภาพ (x,y) ของภาพใหม่ จะได้มาจากการหาค่ามัธยฐานของค่าความเข้มของจุดภาพที่อยู่ใกล้เคียงกับจุด (x,y) แทนที่การใช้ค่าเฉลี่ยตามวิธีการค่าเฉลี่ยรอบจุด เมื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยกระบวนการปรับเรียบภาพแล้ว เนื่องจากภาพที่จะรับเข้ามาเป็นภาพของวัตถุหลายชิ้น ดังนี้การแยกแยะรูปร่างของวัตถุแต่ละชิ้น จำเป็นจะต้องรู้ขอบเขตของวัตถุแต่ละชิ้นนั้นเสียก่อน จึงต้องทำการตรวจหาขอบของภาพวัตถุด้วยกระบวนการ เอจดีเทกชัน (Edge Detection) ดังได้กล่าวถึงต่อไป

4.1.6 ฮีสโตแกรม (Histogram)

ฮีสโตแกรม เป็นกราฟที่แสดงจำนวนจุดภาพที่ค่าต่างๆ ของระดับความสว่างในภาพหรือระดับเทา โดยฮีสโตแกรมของข้อมูลภาพที่อยู่ในย่านระดับเทาช่วง [0,L-1] เป็นฟังก์ชันที่ไม่ต่อเนื่องคือ

$$P(r_k) = \frac{n_k}{p}$$

เมื่อ r_k เป็นค่าระดับสีเทาที่ k

n_k เป็นจำนวนของจุดภาพที่ปรากฏในภาพที่ระดับเทา k

และ n เป็นจำนวนจุดภาพทั้งหมดที่มีอยู่ในภาพ

โดยค่าของ k = 0,1,2,...,L-1

ฟังก์ชัน $P(r_k)$ จะเป็นค่าความน่าจะเป็นของการเกิดข้อมูลที่มีระดับสีเทาที่ r_k เมื่อนำฟังก์ชันของ $p(r_k)$ ไปพล็อตตามค่าของระดับเทา จะได้กราฟของฮีสโตแกรมออกมาในลักษณะต่างๆ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของภาพ ซึ่งจุดนี้นี่เองสามารถเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพของภาพนั้นๆ

4.1.7 การปรับปรุงภาพโดยการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้น

ในหลักการทั่วไปนั้นฮีสโตแกรมอยู่รวมกลุ่มชิดกันในช่วงแคบ ๆนั้น แสดงว่าข้อมูลของภาพมีลักษณะการกระจายและความต่างกันของข้อมูลในภาพต่ำ เมื่อเป็นเช่นนี้ภาพที่เห็นภาพจะมีคุณภาพต่ำ ในทางตรงกันข้าม ถ้าฮีสโตแกรมของภาพนั้นมีการกระจายฮีสโตแกรมที่กว้าง จะแสดงถึงภาพที่มีคุณภาพสูง

สำหรับวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้มีการการะจายของฮีสโตแกรมที่กว้างขึ้น เพื่อทำให้เกิดความห่างของแท่งฮีสโตแกรม หรือเพิ่มความแตกต่างของข้อมูล ทำให้สามารถดีความหมายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพได้ดียิ่งขึ้น วิธีการยืดฮีสโตแกรมแบบเชิงเส้น ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถทำได้ ด้วยการนำคุณสมบัติของสมการเชิงเส้นมาใช้ในการขยายย่านของฮีสโตแกรม

จากสมการเชิงเส้น

$$y = ax+b \qquad \ldots(4.5)$$

คุณสมบัติของสมการเชิงเส้น ถ้าความชัน a มีค่ามากกว่าหนึ่งแล้วจะทำให้ได้เอาต์พุตที่ได้มีอัตราการขยายในย่านที่กว้างขึ้นจากย่านของอินพุต และถ้า a มีค่าน้อยกว่าหนึ่งจะได้เอาต์พุตที่มีย่านแคบลงจากเดิม ดังนั้นเมื่อต้องการยืดฮีสโตแกรม ได้มีการกำหนดค่าของ a ให้มีค่ามากกว่าหนึ่งเสมอ

สำหรับการใช้งานจริงในการปฏิบัติแล้วสามารถเขียนสมการให้ง่ายต่อการใช้ตามนี้

$$g(x,y) = [(f(x,y)-x_{min})(y_{max}-y_{min})/(x_{max}-x_{min})]+y_{min} \qquad \ldots(4.6)$$

โดย

g(x,y)	คือ ค่าระดับสีเทาของเอาต์พุท
f(x,y)	คือ ค่าระดับสีเทาของอินพุท
Xmin	คือ ค่าระดับสีเทาต่ำสุดของฮีสโตแกรมเดิม
Xmax	คือ ค่าระดับสีเทาสูงสุดของฮีสโตแกรมเดิม
Ymin	คือ ค่าระดับสีเทาต่ำสุดของฮีสโตแกรมใหม่
Ymax	คือ ค่าระดับสีเทาสูงสุดของฮีสโตแกรมใหม่

โดย Xmin และ Xmax เป็นค่าระดับสีเทาต่ำและสูงที่กำหนดย่านของข้อมูลจากฮีสโตแกรมเดิม ซึ่งสามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสม แต่เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบและไม่ผิดเพี้ยนควรกำหนดค่าให้ครอบคลุมข้อมูลเดิมทั้งหมด ส่วนค่า Ymin และ Ymax เป็นค่าของระดับเทาต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ เพื่อให้ได้ฮีสโตแกรมใหม่ ปกติแล้วในการกระจายของฮีสโตแกรมที่ดีควรกำหนดค่าของ Ymin ให้มีค่าน้อยกว่า Xmin และ Ymax ให้มีค่ามากกว่า Xmax ซึ่งอัตราส่วนของ $\frac{y_{max} - y_{min}}{x_{max} - x_{min}}$ จะมีค่ามากกว่าหนึ่ง ค่านี้ก็คือความชันสมการนั่นเอง จากฮีสโตแกรมของภาพเอาต์พุตที่ผ่านการแปลงแล้วนั้น จะเห็นว่าความห่างของแท่งฮีสโตแกรมมีความห่างมากขึ้น โดยช่องห่างของแท่งฮีสโตแกรมใหม่จะมีความห่างในลักษณะเป็นเชิงเส้น จากวิธีการนี้มีการกำหนดค่าของความชันด้วย Xmin , Xmax และ Ymin , Ymax นั้น ทำให้สามารถกำหนดขอบเขตของย่านระดับเทาในด้านอินพุตและเอาต์พุตตามต้องการ

4.1.8 การตรวจหาขอบภาพของวัตถุด้วยวิธีเอจดีเทกชัน (Edge Detection)

การตรวจหาขอบภาพของวัตถุด้วยวิธีเอจดีเทกชัน (Edge Detection) เป็นกระบวนการที่มีบทบาทสำคัญในการมองเห็นของหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นขั้นตอนของการเตรียมข้อมูลภาพเริ่มต้นสำหรับอัลกอริทึมในการตรวจหาวัตถุ หลักการเบื้องต้นของวิธีเอจดีเทกชัน คือ ในบริเวณที่เป็นขอบใดขอบหนึ่งของภาพ วัตถุย่อมจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงความเข้มของจุดภาพจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง มากกว่าบริเวณที่เป็นเนื้อวัตถุ ดังนั้น ในการที่จะตรวจหาว่าจุดภาพใดเป็นส่วนของขอบภาพวัตถุ จะต้องมีการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงนั้น โดยสามารถหาได้ในรูปของ แกรเดียน (gradient) ดังนี้

การกำหนดให้แกรเดียน ของภาพ f(x,y) ที่ตำแหน่งจุดภาพ (x,y) เป็นเวคเตอร์ 2 มิติ

คือ $G[f(x,y)] = [Gx \quad Gy] = [\partial y/\partial x \quad \partial y/\partial y] \qquad \ldots(4.7)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการวิเคราะห์ทางเวคเตอร์ ทำให้สรุปได้ว่าเวคเตอร์ G จะชี้ไปในทิศทางที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของ f มากที่สุด ณ ตำแหน่ง (x,y) แต่ในวิธีการเอจดีเทกชัน เราสนใจเฉพาะแกรเดียน ซึ่งเป็นขนาดของเวคเตอร์ G นี้เท่านั้น

$$g[f(x,y)] = [Gx^2+Gy^2]^{1/2} = [\,(\partial v/\partial x)^2+(\partial v/\partial y)^2\,]^{1/2} \qquad ...(4.8)$$

แต่ในทางปฏิบัติเราสามารถประมาณค่าของแกรเดียน ได้ด้วยค่าสัมบูรณ์

$$G[f(x,y)] = |Gx|+|Gy| \qquad ...(4.9)$$

ทำให้ง่ายต่อการคำนวณสำหรับฮาร์ดแวร์ที่มีขีดจำกัดด้านการคำนวณ สำหรับการหาค่า Gx และ Gy นั้นสามารถทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งที่ใช้คือ การหาค่าความแตกต่างของจุด (x,y) กับจุดถัดไป ดังนี้

$$Gx = (\partial v/\partial x) = f(x,y)-f(x-1,y) \qquad ...(4.10)$$

และ

$$Gy = (\partial v/\partial y) = f(x,y)- f(x,y-1) \qquad ...(4.11)$$

มีอีกวิธีหนึ่งที่ซับซ้อนกว่าวิธีแรกเล็กน้อยคือ คำนวณจากจุดภาพที่อยู่ภายในกรอบหน้าต่าง ขนาด 3*3ที่มีจุด (x,y) เป็นตำแหน่งศูนย์กลางดังนี้

$$Gx = [f(x+1,y-1)+2f(x+1,y)+f(x+1,y+1)]-[f(x-1,y-1)+2f(x-1,y)+f(x-1,y+1)]$$
$$= (g+2h+ i)-(a+2b+c)$$

และ

$$Gy = [f(x-1,y+1)+2f(x,y+1)+f(x+1,y+1)]-[f(x-1,y-1)+2f(x,y-1)+f(x+1,y-1)]$$
$$= (c+2e+ i)-(a+2d+s)$$

ซึ่งค่า a ถึง i ตามสมการทั้งสองนี้ จะแทนค่าของจุดภาพซึ่งอยู่ล้อมรอบจุดภาพ (x,y) ซึ่งสามารถแสดงเป็นรูปอย่างง่าย ดังนี้

a	b	c
d	(x,y)	e
g	h	i

จะเห็นได้ว่า จุดภาพที่อยู่ใกล้กับจุด (x,y) มากกว่า จะมีน้ำหนักเป็น 2 เท่า สำหรับการหา Gx และ Gy ด้วยวิธีนี้จะมีข้อดีกว่าวิธีแรก คือ จะมีการเฉลี่ยมากกว่า ซึ่งมีผลดีทำให้ลดความไวต่อสัญญาณรบกวนลงไป ขนาดของกรอบหน้าต่างอาจใช้มากกว่า 3 x 3 ก็ได้ แต่จะต้องใช้เวลาในการประมวลผลเพิ่มขึ้น ปกติแล้วโดยทั่วไปจะใช้ขนาดหน้าต่างขนาด 3 x 3

ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาค่า Gx โดยใช้หน้ากากตามรูป 4.2 และคำนวณหาค่าของ Gy โดยใช้หน้ากากตามรูป 4.3 ได้ ซึ่งหน้ากากทั้ง 2 แบบนี้เรียกกันโดยทั่วไปว่าโซเบล-โอเปอเรเตอร์ (Sobel Operator) เมื่อหาค่าของ Gx และ Gy
โดยใช้โซเบล-โอเปอเรเตอร์ ไปจนทั่วทุกจุดของภาพ f(x,y) ก็จะได้แกรเดียนของจุดภาพนั้นออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง 038026

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

รูปที่ 4.2 แสดงหน้ากากสำหรับการคำนวณหาค่า Gx

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

รูปที่ 4.3 แสดงหน้ากากสำหรับการคำนวณค่า Gy

หลังจากหาค่าแกรเดียนของแต่ละจุดภาพได้แล้ว ก็มีหลายวิธีที่จะนำค่าแกรเดียนเหล่านั้น มาสร้างให้เกิดภาพ G(x,y) ที่จะนำไปใช้งาน วิธีที่ง่ายที่สุดคือ ใช้ค่าแกรเดียนของภาพ f ที่จุด (x,y) ใด ๆ มาเป็นค่าของภาพ g ที่จุด (x,y) นั้น ๆ จะได้ว่า

$$g(x,y) = G[f(x,y)] \qquad \ldots(4.12)$$

หรือมีอีกวิธีหนึ่งที่จะให้ได้ภาพที่จะนำไปใช้งาน คือ สร้างเป็นภาพสองระดับ โดยมีความสัมพันธ์ คือ

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & ;G[f(x,y)] > T \\ 0 & ;G[f(x,y)] < T \end{cases} \qquad \ldots(4.13)$$

เมื่อ T เป็นค่าตัดสินใจที่ไม่เป็นลบ จะเห็นได้ว่า เฉพาะจุดที่มีแกรเดียนสูงกว่าค่าตัดสินใจเท่านั้น ที่จะมีความสำคัญ กล่าวคือ จุดภาพที่เป็นขอบของวัตถุเท่านั้นที่จะมี g(x,y) เป็น 255 ส่วนบริเวณเนื้อวัตถุจะมีค่าเป็น 0 ทำให้สามารถตรวจหาขอบของภาพวัตถุได้ โดยใช้ค่าตัดสินใจที่คำนวนได้จากหัวข้อ 4.1.3

4.2 การตรวจสอบหาชนิดของวัตถุ โดยอาศัยการเปรียบเทียบแถบหลัก

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ และหุ่นยนต์ ได้เจริญรุดหน้าควบคู่กันไปอย่างรวดเร็ว แต่ถึงแม้ว่าวิทยาการทางด้านนี้จะพัฒนาไปรวดเร็วอย่างไร ในการนำไปประยุกต์ใช้งานความเร็วในการทำขบวนการและขนาดหน่วยความจำก็เป็นปัญหาสำคัญ เป็นข้อจำกัดที่ถูกนำขึ้นมาพิจารณา ทำให้มีการคิดเทคนิคและหลักการหลาย ๆ อย่าง เพื่อที่จะใช้อุปกรณ์เหล่านี้ให้เกิดประโยชน์ได้เต็มที่ตามต้องการ ในขณะที่ประหยัดทั้งเวลาและหน่วยความจำ ซึ่งการมองเห็นของหุ่นยนต์นั้น เมื่อนำข้อมูลภาพมาแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลทางดิจิตอล ภาพแต่ละภาพเมื่อเปลี่ยนเป็นข้อมูลทางดิจิตอลแล้ว จะมีขนาดของข้อมูลที่ใหญ่มาก ในการตรวจสอบหาชนิดวัตถุแบบ 2 มิติของหุ่นยนต์ วิธีดั้งเดิมโดยทั่วไปมักจะใช้วิธีหาสหสัมพันธ์ 2 มิติ เพื่อเปรียบเทียบภาพวัตถุที่มองเห็นนั้น กับภาพอ้างอิงที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำอีกภาพหนึ่ง ต้องใช้เวลาในการคำนวณและสิ้นเปลืองหน่วยความจำมาก เพราะต้องทำการคำนวณและเก็บข้อมูลแบบจุดต่อจุด กรณีที่จะต้องทำการเปรียบเทียบวัตถุหลาย ๆ ชนิด การจะใช้วิธีเก็บภาพหลาย ๆ ภาพ ไว้เพื่อรอการเปรียบเทียบนั้น จะต้องสิ้นเปลืองหน่วยความจำเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงได้มีการคิดเทคนิคและหลักการหลาย ๆ อย่าง เพื่อที่จะประหยัดทั้งเวลาและหน่วยความจำขึ้น เช่น สหสัมพันธ์ด้วยลูกโซ่สำหรับการตรวจสอบวัตถุ หรือการตรวจสอบชนิดวัตถุของหุ่นยนต์ โดยใช้ข้อมูลในรูปของมุม และระยะทาง เป็นต้น สหสัมพันธ์ด้วยลูกโซ่สำหรับการตรวจสอบวัตถุ (Chain code correlation for

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

object identification) ข้อมูลของจุดภาพที่เป็นขอบของวัตถุ จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปของรหัสลูกโซ่ โดยใช้ทิศทางรหัสของฟรีแมน (Freeman) การตรวจสอบชนิดของวัตถุก็ทำได้ โดยการทำสหสัมพันธ์มิติเดียวระหว่างรหัสลูกโซ่ของวัตถุใด ๆ กับรหัสลูกโซ่ของวัตถุอ้างอิงต่าง ๆ ที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ เทคนิคดังกล่าวสามารถที่จะลดเวลาในการคำนวณ และขนาดของหน่วยความจำลงได้เป็นอย่างมาก อย่างไรก็ดีข้อมูลของจุดภาพที่เป็นขอบของวัตถุนี้ ยังคงมีปริมาณมากอยู่และต้องสูญเสียเวลาเพิ่มขึ้นกับเทคนิคพิเศษที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อให้สามารถตรวจสอบวัตถุที่มีการหมุนหรือการเลื่อนตำแหน่งไป ดังนั้นเพื่อลดขนาดของรหัสลูกโซ่ลงให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ และหาหลักการที่ไม่ขึ้นกับทิศทางการหมุนของวัตถุ จึงมีการพัฒนาต่อมา โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบชนิดของวัตถุของหุ่นยนต์ โดยใช้ข้อมูลในรูปของมุมและระยะทาง (0bject identification by using angle and distance information) เพื่อเปรียบเทียบกราฟของรหัสลูกโซ่ของมุม และระยะทางที่เกิดของวัตถุใด ๆ กับกราฟรหัสลูกโซ่ของมุม และระยะทางของวัตถุอ้างอิง แต่วิธีการนี้หลังจากแปลงภาพระดับเทา ให้เป็นภาพสองระดับแล้ว ก่อนจะทำขบวนการได้ ยังคงต้องทำการจัดเตรียมภาพให้เป็นภาพที่เป็นขอบของวัตถุ (Edge image) และต้องทำการปรับแต่งข้อมูลขอบให้ราบเรียบเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนเสียก่อน ซึ่งต้องสูญเสียเวลาไป

ดังนั้นจึงเสนอการนำวิธีการเปรียบเทียบแกนหลักมาใช้เพื่อทำให้หุ่นยนต์ สามารถโต้ตอบได้อย่างทันทีทันใด ไม่ขึ้นกับทิศทางการหมุนหรือการเลื่อนตำแหน่งไปของวัตถุ และสามารถเริ่มทำขบวนการจากภาพสองระดับได้โดยตรง โดยใช้หน่วยความจำน้อย เพื่อให้สามารถเก็บวัตถุอ้างอิง ไว้เพื่อรอการเปรียบเทียบได้เป็นจำนวนมาก ยังผลให้สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ที่มีหน่วยความจำน้อยและมีความเร็วต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย โดยวิธีการนี้อาศัยหลักการที่ว่า วัตถุชนิดต่าง ๆ จะมีแกนหลักและจะให้ค่าอีเกนแวลู (Eigenvalue) ซึ่งเป็นค่าระยะห่างเฉลี่ยจากแกนหลัก มีความแตกต่างกันไปตามรูปแบบของวัตถุนั้น ๆ เราจึงสามารถที่จะเก็บค่าของอีเกนแวลูของวัตถุตัวนั้น แทนที่จะเก็บข้อมูลภาพของวัตถุนั้นไว้ทั้งหมด ดังนั้นเมื่อหุ่นยนต์มองเห็นอะไรก็ทำการคำนวณหาค่าอีเกนแวลูของวัตถุชนิดนั้นออกมา แล้วนำไปเปรียบเทียบกับวัตถุอ้างอิงที่เก็บไว้ก่อนแล้ว หากเป็นข้อมูลชนิดเดียวกัน ค่าอีเกนแวลูย่อมใกล้เคียงกัน ซึ่งนอกจากจะประหยัดทั้งเวลาและหน่วยความจำอย่างมากแล้ว ยังมีข้อดีที่คงรักษาไว้จากวิธีก่อนหน้านี้ด้วย

4.2.1 การเปรียบเทียบแกนหลัก (Principle Axis Comparision) [3]

การเปรียบเทียบแกนหลักเป็นการนำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักมาใช้ประโยชน์เพื่อแยกความแตกต่างของวัตถุแต่ละชนิด ซึ่งทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักได้ถูกเขียนขึ้นในปี ค.ศ. 1923 โดยโฮเทลลิง (Hotelling) และในปี ค.ศ. 1964 โดยสแกรล (Scarle) และได้ถูกนำไปใช้ในงานต่าง ๆ เป็นเวลานานหลายปีมาแล้ว การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนี้เป็นวิธีการวิเคราะห์แบบการรวมแบบเชิงเส้น (Linear Combination) ของข้อมูลภาพที่จะรักษาไว้ซึ่งค่าการเปลี่ยนแปลงหรือความแปรปรวน (Variance) ของแกนเดิม (Original Axis) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นเทคนิคทางสถิติ ที่อยู่บนพื้นฐานของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของเซ็ตของข้อมูล ค่าความแปรปรวนนี้เป็นการวัดการแตกกระจาย (Scatter) ที่อยู่ภายในหนึ่งตัวแปรของเซ็ตข้อมูล ส่วนความแปรปรวนร่วมเป็นการวัดการแตกกระจาย ในระหว่างสองตัวแปร การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของตัวแปร x ตัว เป็นการกำหนดการแปลงเชิงเส้นของทุก ๆ การแปรเปลี่ยนในข้อมูลเดิมสู่ตัวแปรใหม่ y ตัว เมื่อ

---

(3) ฮาโมทย์ ปราบแก้ว,วิทยา ทิพย์สุวรรณพรและ รศ.ดร.ชูศักดิ์ ชิวปฐวิทย์, "การตรวจสอบหาชนิดวัตถุของหุ่นยนต์โดยอาศัยการเปรียบเทียบแกนหลัก", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนตัวแปร y มีขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนตัวแปร x ในการแปลงนี้ถูกกำหนดให้ตัวแปรแรก (หรือองค์
ประกอบแรก) ของกลุ่มตัวแปร y มีค่าความแปรปรวนสูงสุดจากความแปรปรวนทั้งหมด ส่วนตัวที่สองของกลุ่มตัวแปร y จะมีความแปรปรวนสูงสุดจากความแปรปรวนที่เหลือ และลดลงไปเรื่อย ๆ สำหรับตัวแปรถัดไป การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นการแปลงเชิงเส้นที่อยู่ในรูปของ

$$Y = CX+R \qquad \ldots(4.14)$$

$$Y = \begin{bmatrix} y1 \\ y2 \\ \ldots \\ yq \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ \ldots \\ xq \end{bmatrix}$$

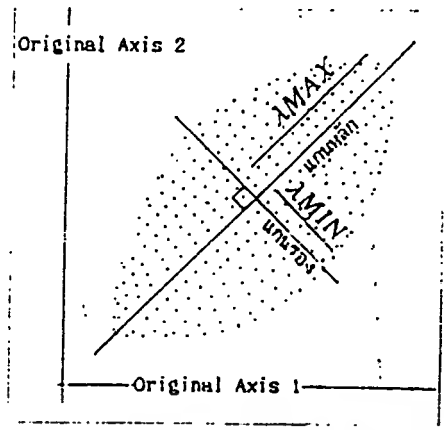
$$c = \begin{bmatrix} c11 & c12 & \ldots & c1p \\ c21 & c22 & \ldots & c2p \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ cq1 & cq2 & \ldots & cqp \end{bmatrix}, \quad R = \begin{bmatrix} R1 \\ R2 \\ \ldots \\ Rq \end{bmatrix}$$

โดยที่ $q < p$ เงื่อนไขถูกกำหนดว่าการแปลงนั้นต้องได้ $CC' = I$ โดย C' เป็นทรานสโพส (Transpose) ของ C และ I เป็นเมตริกซ์เอกลักษณ์ (Identify Matrix) และที่สำคัญขึ้นมาคือ ตัวแปรหลังการแปลง Y ต้องตั้งฉากกัน แต่ละตัวของ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน การกำหนดเงื่อนไขให้พิจารณาจาก [Expected value ของ x] $E(x) = Ux$ เมื่อ Ux เป็นเวกเตอร์ของค่าเฉลี่ยของตัวแปร X จะได้ว่า $E(y) = E(CX+B) = CE(X) + B = Uy$ เนื่องจาก ไม่มีการกำหนดข้อจำกัดในการเปลี่ยนตัวแปร ไปยังจุดตั้งต้นใหม่ ดังนั้นอาจจะเลือกให้ $Uy = 0$ ซึ่งจะได้ $CUx+B = 0$
หรือ $-Cux = B$ ดังนั้นจะได้ $Y = CX + (-Cux)$ ซึ่งเราจะได้สมการ ดังต่อไปนี้

$$Y = C(X - Ux)$$

จุดประสงค์หลักของทฤษฎีในการแปลง คือ ต้องการได้คืนมาของการแปรปรวนทั้งหมด เพื่อรักษาเอาไว้ซึ่งการแปรปรวนทุก ๆ อย่างที่ต้องการ ค่าการแปรปรวนน้อย ๆ ในตัวแปรหลัง ๆ นั้นจะมีค่าน้อยจนอาจจะพิจารณาได้ว่าไม่มีค่าและตัดทิ้งได้ ถ้าหากมีการตัดเอาตัวแปรหลัง ๆ ดังกล่าวทิ้งไป ก็จะเป็นการลดขนาดมิติของภาพ ทำให้ค่าความแปรปรวนของข้อมูลหลังการแปลง มีค่าน้อยกว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลเดิม เมื่อเรานำมาใช้หาแกนหลักและแกนรองของภาพวัตถุใด ๆ โดยการลดขนาดกลุ่มของกลุ่มตัวแปร Y ให้เหลือเพียง 2 ตัว คือ ค่าอีเกนแวลูสูงสุด (Maximum Eigenvalue) และ ค่าอีเกนแวลูต่ำสุด (Minimum Eigenvalue) ความยาวของแกนหลักและแกนรองจากจุดตัดของแกนทั้งสอง ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ค่าทั้งสองสามารถใช้เป็นลักษณะเฉพาะวัตถุแทนตัววัตถุใด ๆ ได้เป็นอย่างดี ถึงแม้การขาดหายไปของค่าสหสัมพันธ์ของแกนหลังการแปลงที่เกิดจากผลของการแปลงนั้น ทำให้ตัวแปรหลังการแปลงคือ กลุ่มตัวแปร y จะไม่ให้ค่าสหสัมพันธ์ ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันของกลุ่มตัวแปร x ก็สามารถแสดงหรือแทนได้ด้วยกลุ่มของตัวแปรที่ไม่สัมพันธ์กันของกลุ่มตัวแปร y ได้ อย่างรัดกุมกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงแกนหลักและแกนรองที่มีอีเกนแวลูเป็นความยาวจากจุดตัดของแกนทั้งสอง

4.2.2 การนำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักมาใช้ในการเปรียบเทียบแกนหลัก

ค่าอีเกนแวลูเป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นการแปลงเชิงเส้นที่อยู่ในรูปของสมการเวกเตอร์ $Y = CX + B$ ในที่นี้จะเลือกใช้กรณีที่ผลลัพธ์เป็นจำนวนจริง ซึ่งโดยปกติอาจจะเป็นจำนวนจินตภาพก็ได้ จากการเปรียบเทียบแกนหลัก เราอาจทำการเปลี่ยนตัวแปรเสียใหม่ ได้สมการ $D(\lambda) = \det(A-\lambda I)x$ เนื่องจากไม่มีการกำหนดข้อจำกัดในการเปลี่ยนตัวแปรไปยังจุดตั้งต้นใหม่ ดังนั้นอาจจะเลือกให้ $D(\lambda) = 0$ ซึ่งจะได้ $D(\lambda) = \det(A - \lambda I)x = 0$ เมื่อ a,b,c,d คือ สมาชิกของเมตริกซ์ 2x2

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad , \quad \text{Matrix A} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

ดังนั้นจะได้

$$\begin{vmatrix} a-\lambda & b \\ c & d-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$(a-\lambda)(d-\lambda)-bc = 0$$

$$ad - a\lambda - d\lambda - \lambda^2 - bc = 0$$

$$\lambda^2 - (a+d)\lambda + (ad-bc) = 0$$

จาก $ax^2+bx+c = 0$, $x = [-b \pm \sqrt{(b^2-4ac)}]/2a$

เพราะฉะนั้น $\lambda = [(a+d) + \sqrt{\{(a+d)^2 - 4(ad-bc)\}}]/2$

นั่นคือจะได้คำตอบที่เราต้องการคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\lambda_{max} = [(a+d)+\sqrt{\{(a+d)^2 - 4(ad-bc)\}}]/2 \quad ...(4.15)$$

$$\lambda_{min} = [(a+d)-\sqrt{\{(a+d)^2 - 4(ad-bc)\}}]/2 \quad ...(4.16)$$

เมื่อ λ_{max} และ λ_{min} คือ ความยาวของแกนหลักและความยาวของแกนรองจากจุดตัดของแกนทั้งสองตามลำดับ

4.2.3 การทดลอง

ในขั้นต้นต้องทำการดิจิไตซ์ภาพจากกล้อง เพื่อแปลงสัญญาณให้เป็นข้อมูลภาพแบบดิจิตอล ซึ่งจะได้ภาพระดับเทาออกมา จากนั้นนำภาพระดับสีเทาที่ได้มาทำให้เป็นภาพสองระดับ ที่มีระดับความสว่างเพียง 2 ระดับ ซึ่งเราจะใช้ภาพสองระดับ นี้สำหรับการหาค่าอีเกนแวลูต่อไป ในการทำภาพระดับเทาให้เหลือเพียงสองระดับนั้น สามารถทำได้โดยใช้ค่าตัดสินใจ ดังวิธีต่อไปนี้

$$B(i,j) = \begin{cases} 255 & ,G(i,j) > T \\ 0 & ,otherwise \end{cases}$$

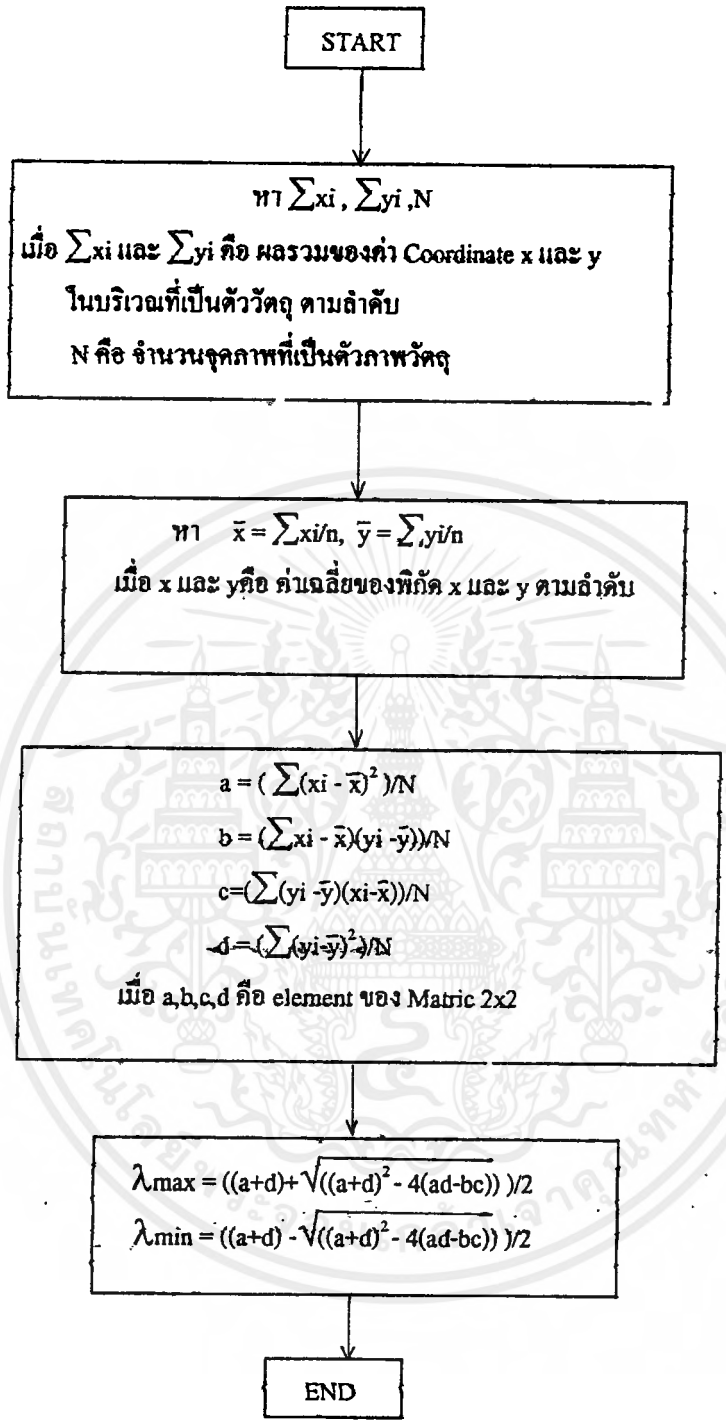
เมื่อ G(i,j) = ระดับความสว่างของภาพระดับเทา ที่โคออดิเนท(i,j)

B(i,j) = ระดับความสว่างของภาพสองระดับที่ได้

T = ค่าตัดสินใจในการแปลงภาพสองระดับ

สำหรับในส่วนของการหา Eigenvalue จากภาพ Binary นั้นมีลำดับขั้นตอนทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

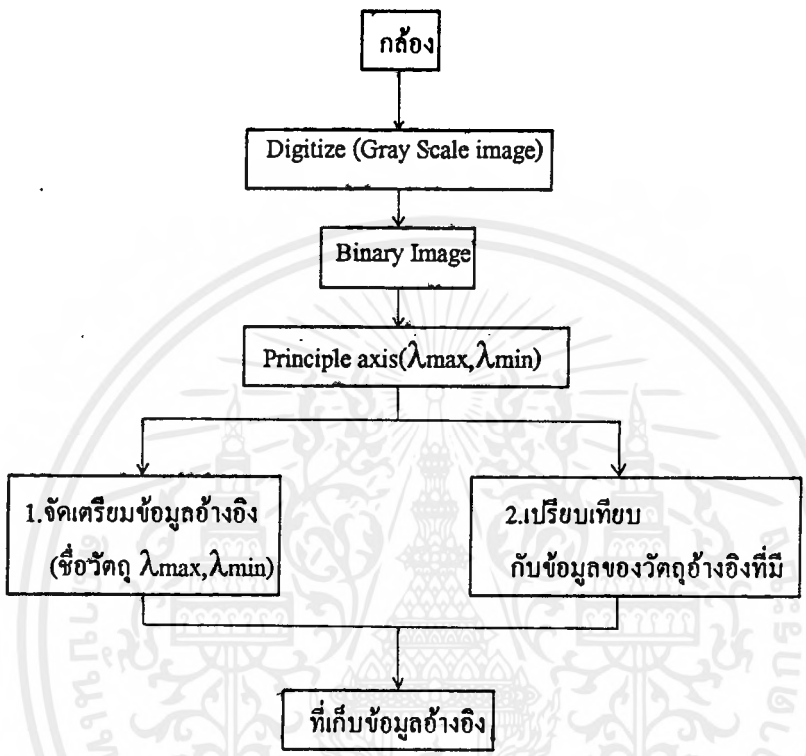


รูปที่ 4.5 ลำดับขั้นการหาค่าอีเกนแวลู

สำหรับในการทำการตรวจสอบหาชนิดวัตถุในการใช้งานจริงของหุ่นยนต์นั้นจะต้องทำการจัดเตรียมหาค่าอีเกนแวลูของวัตถุหลาย ๆ ชนิดเท่าที่จำเป็นและทำการเก็บเอาไว้ เมื่อจะเริ่มทำการตรวจสอบก็อ่านมาไว้ที่หน่วยความจำและเริ่มทำการตรวจสอบได้ ในการทดลองนี้ได้แบ่งการทำงาน และเขียนโปรแกรมไว้ 2 ส่วน ซึ่งมีลำดับขั้นการทำงานดังภาพที่ 4.6 ในส่วนแรกจะทำการจัดเตรียมหาค่าอีเกนแวลูของวัตถุทั้งหมดที่จะใช้ตรวจสอบหาชนิด โดยเก็บเอาผลลัพธ์ไว้เป็นข้อมูลอ้างอิงไว้ ซึ่งวัตถุแต่ละตัวนั้น จะแทนที่ด้วยชื่อของวัตถุและค่าอีเกนแวลูที่หาได้ ในรูปของเลขทศนิยม ในส่วนที่สองจะเป็น ส่วนที่ทำการตรวจสอบการเปรียบเทียบหาชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเก็บเอาผลลัพธ์ไว้เป็นข้อมูลอ้างอิงไว้ ซึ่งวัตถุแต่ละตัวนั้น จะแทนที่ด้วยชื่อของวัตถุและค่าอีเกนแวลูที่หาได้ในรูปของเลขทศนิยม ในส่วนที่สองจะเป็น ส่วนที่ทำการตรวจสอบการเปรียบเทียบหาชนิด สามารถตรวจหาชนิดได้ ไม่ว่าวัตถุจะหมุนไปหรือเลื่อนไปอยู่ส่วนใดของภาพ ก็ไม่มีผลต่อค่าอีเกนแวลู ซึ่งยังคงสามารถระบุชนิดได้ถูกต้อง ซึ่งมีประโยชน์อย่างมาก ในกรณีที่ยากที่จะกำหนดให้วัตถุที่ต้องการตรวจสอบเข้ามาอยู่ในตำแหน่งเดียวกับวัตถุอ้างอิงนั้น



รูปที่ 4.6 ลำดับขั้นการทำงานเมื่อนำไปใช้ตรวจสอบชนิดวัตถุหลายชนิด

4.2.4 สรุป

ในการมองเห็นของหุ่นยนต์นั้นนอกจากจะมองเห็นโดยทั่วไปแล้ว ในกรณีที่ต้องการตรวจหาชนิดของวัตถุนั้นด้วย การใช้วิธีการเปรียบเทียบแกนหลักมีข้อดีที่เห็นได้ชัดเจน 4 ประการ คือ

ประการแรก มีความเร็วสูงโดยมีการทำงานโดยใช้เวลาจริง(Real time) เมื่อนำไปใช้ หุ่นยนต์สามารถโต้ตอบตรวจหาชนิดวัตถุได้อย่างทันทีทันใด

ประการที่สอง สามารถอ้างอิงถึงวัตถุได้ โดยใช้หน่วยความจำน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ จึงสามารถเก็บวัตถุอ้างอิงไว้ได้มากมาย โดยไม่สูญเสียหน่วยความจำในส่วนนี้ และจะได้นำเอาหน่วยความจำไปใช้ ในขบวนการอย่างอื่น ได้อย่างเต็มที่

ประการที่สาม ค่าอีเกนแวลูไม่ขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุน จึงสามารถตรวจสอบหาชนิดได้ โดยไม่ต้องควบคุมตำแหน่งวัตถุ

ประการสุดท้ายก็คือ วิธีการนี้สามารถใช้กับภาพขอบของวัตถุเช่นเดียวกับวิธีการตรวจหาชนิดวิธีอื่นได้เป็นอย่างดี

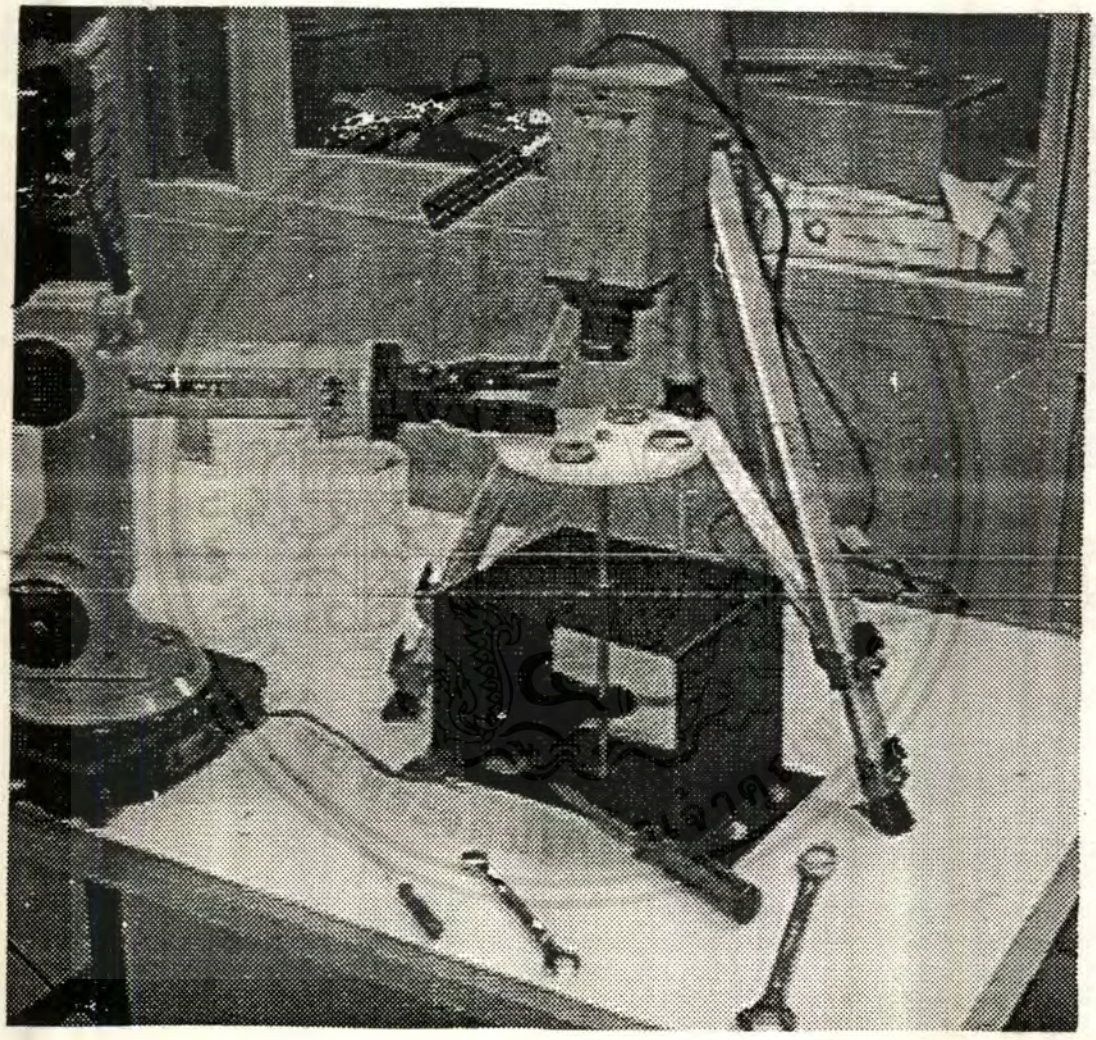
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

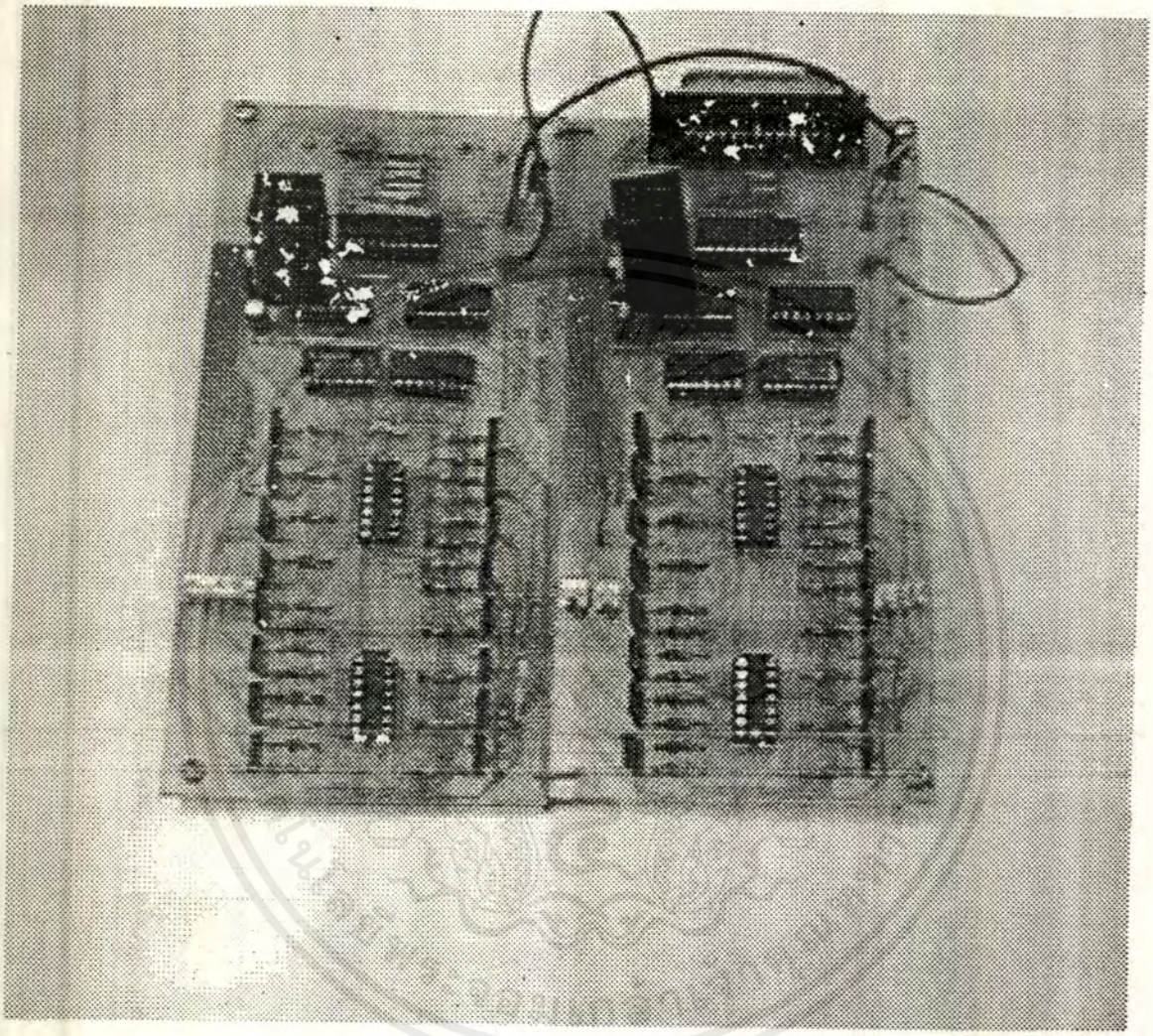
5.1 การทดลอง

เตรียมการประมวลผลภาพ เริ่มจากเตรียมอุปกรณ์ดังรูปที่ 5.1 ทำการเก็บไฟล์(file)ภาพข้อมูลที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบ จากนั้นทำการเก็บภาพทดสอบแล้วนำมาประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์และส่งสัญญาณไปสั่งให้แขนกลทำงาน



รูปที่ 5.1 อุปกรณ์การทดลอง

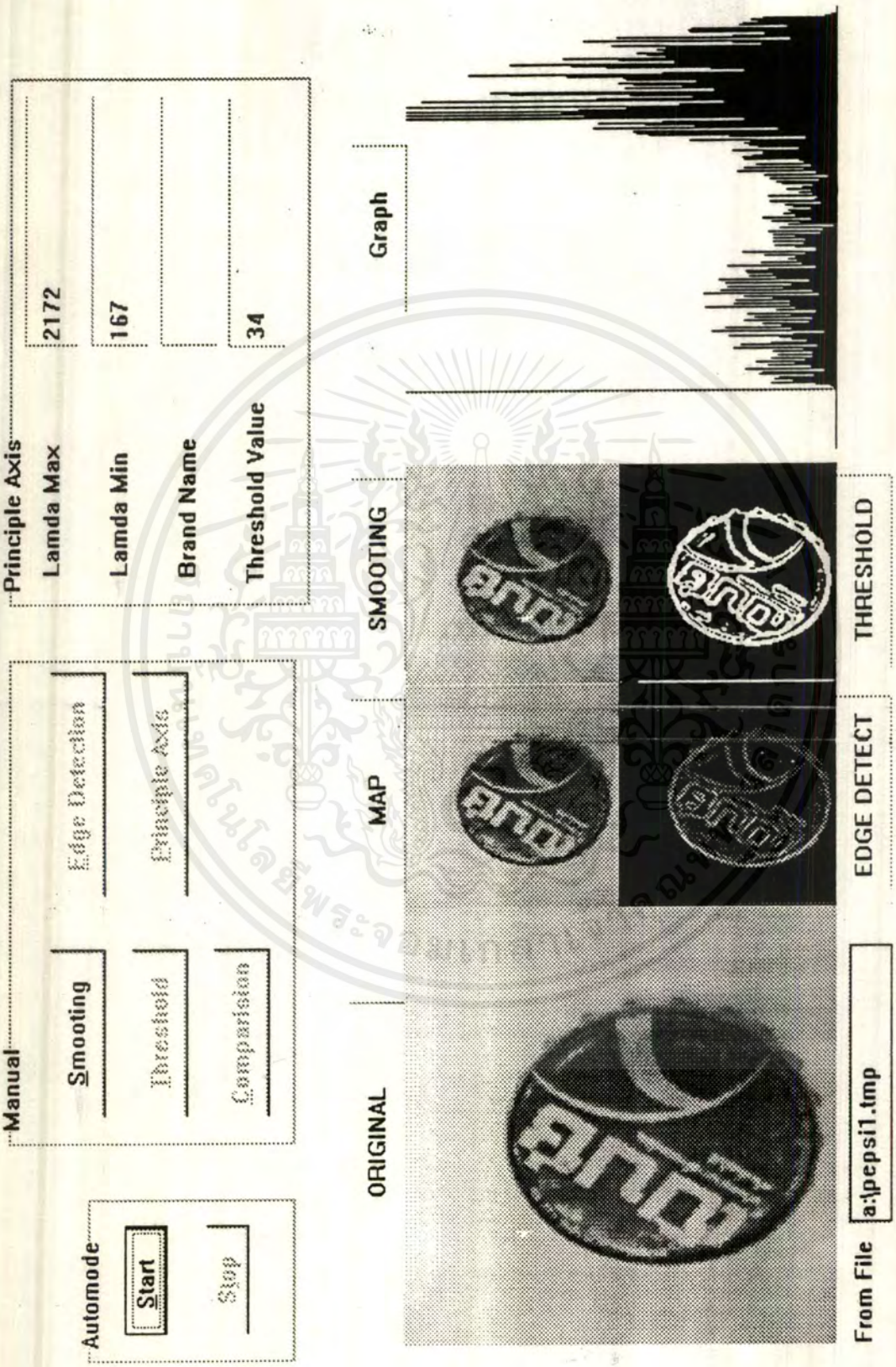
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 เป็นวงจรขับมอเตอร์ ที่ใช้ขับเคลื่อนแขนกลและขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ใช้หมุนแผ่นเพลท

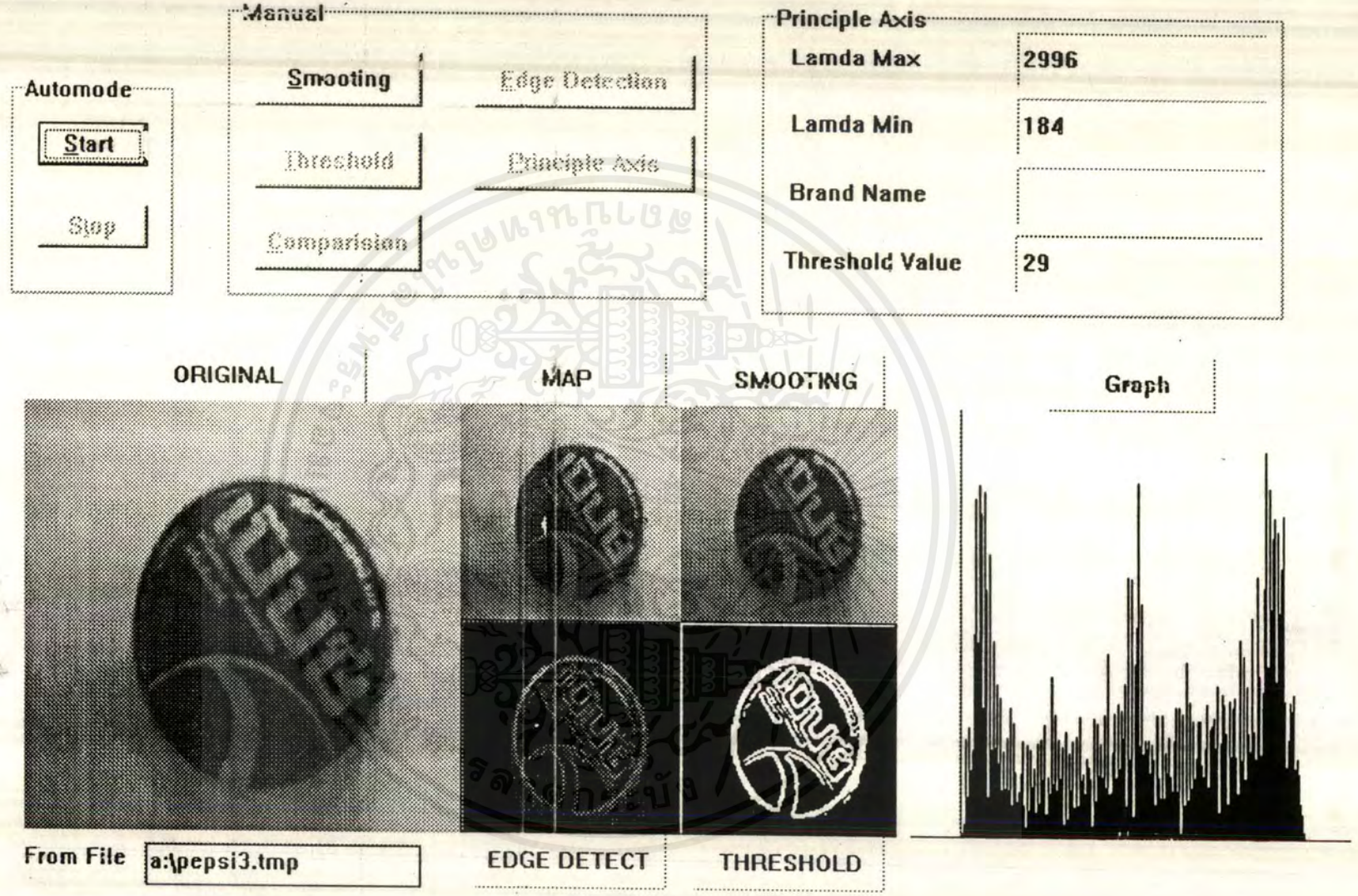
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการทดลอง



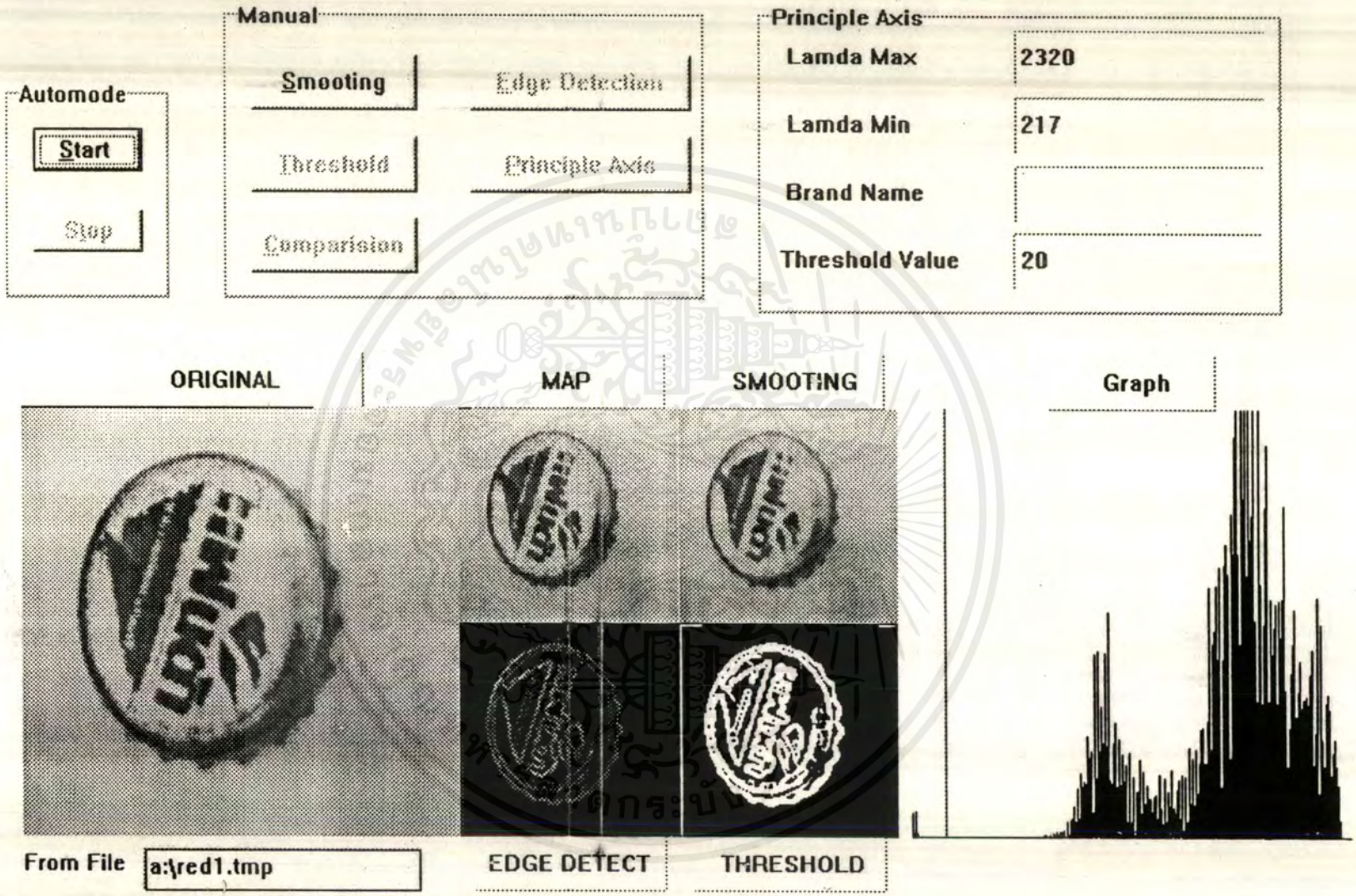
รูปที่ 5.3 ผลการทดลองเก็บภาพฝาจีบชนิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 ผลการทดลองกับภาพประเภทวัตถุรูปที่ 1 ในแนวต่างๆ

ลิขสิทธิ์เป็นของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่ายเพื่อการค้า



รูปที่ 5.5 ตัวอย่างของโปรแกรมในขั้นตอนที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 6
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

6.1 บทนำ

การที่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวได้ตามการควบคุมนั้น ก็เพราะอาศัยพลังงานขับเคลื่อนจากแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น จากระบบไฮดรอลิก ระบบนิวแมติก และระบบไฟฟ้า ซึ่งระบบไฟฟ้าเป็นระบบที่นิยมใช้มากเพราะลงทุนต่ำ ง่ายต่อการบำรุงรักษา อีกทั้งสามารถควบคุมตำแหน่งและความเร็วได้เที่ยงตรง โดยมีมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนแขนกลของหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนไหวได้ตามการควบคุม เนื่องจากมอเตอร์กระแสตรงจะควบคุมตำแหน่งและความเร็วยาก ดังนั้นจึงมีผู้นิยมหันมาใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์แทน เพราะมีคุณสมบัติที่ดีหลายอย่างคือ

- ไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณป้อนกลับเพื่อควบคุมตำแหน่งและความเร็ว นั่นคือ สามารถใช้การควบคุมแบบระบบเปิดได้ ลดความยุ่งยากทางวงจรควบคุมลง แต่ยังให้การควบคุมตำแหน่งที่เที่ยงตรงได้
- สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลไปเป็นการเคลื่อนที่ทางกล ดังนั้นการติดต่อกับอุปกรณ์ดิจิตอลก็เป็นไปได้ง่าย และวงจรขยายกำลังจากสัญญาณดิจิตอล (digital power amplifier) ที่ใช้ก็มีราคาถูกกว่าวงจรขยายกำลังเชิงเส้น (linear power amplifier) อีกด้วย
- การออกแบบวงจรควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถทำได้ง่ายกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์แบบเซอร์โว และยังสามารถออกแบบวงจรให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ทำงานหรือหยุดได้แบบทันทีทันใด

6.2 ชนิดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบ่งตามพื้นฐานได้เป็น 3 ชนิดคือ

6.2.1 ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ (variable reluctance : VR)

6.2.2 ชนิดเพอมาเนนต์แมกเนต (permanent magnet : PM)

6.2.3 ชนิดไฮบริด (hybrid)

ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์จะมีโครงสร้างแบบมัลติทูธ (muti tooth) ทำจากเหล็กอ่อน เราจะทราบได้ว่าเป็นมอเตอร์ชนิดนี้โดยการทดสอบได้ง่ายมากคือใช้นิ้วหมุนเพลาของมอเตอร์และสังเกตมอเตอร์ชนิดนี้ที่โรเตอร์จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทางแม่เหล็ก มันจึงหมุนได้ตลอดโดยไม่มีการติดขัดแตกต่างจากชนิดเพอมาเนนต์แมกเนตและชนิดไฮบริด ซึ่งมีสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์เมื่อหมุนจะรู้สึกขัดๆ เหมือนเป็นฟันเฟือง สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้มีจุดด้อยในเรื่องของความถูกต้องของตำแหน่งและทำงานได้ไม่ดีนักเมื่อมีสเต็ปในการหมุนสูง

ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ตมีโครงสร้างของโรเตอร์แบบเรียบไม่มีซี่ขั้วแม่เหล็กและบนโรเตอร์จะเป็นแบบแม่เหล็กถาวรการควบคุมทำได้โดยป้อนกระแสกระตุ้นที่ขดลวดบนสเตเตอร์ เช่น ถ้าเป็นสเตเตอร์แบบ 4 เฟส จะมีขั้วแม่เหล็ก 4 ขั้ว ซึ่งมีคอยล์พันแยกจากกัน ขั้วแม่เหล็กถาวรบนโรเตอร์จะจะถูกแรงดึงดูดจากขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าบนสเตเตอร์เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขดลวด และโรเตอร์จะอยู่คงที่ที่ขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์นั้นถึงแม้ว่าจะไม่มีกระแสป้อนให้ ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวขึ้น สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้มีข้อดีในเรื่องของความถูกต้องของตำแหน่งและความเร็วมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่น

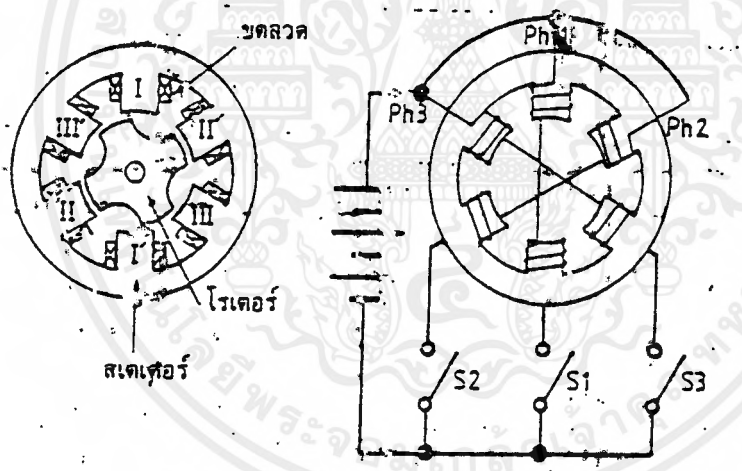
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดไฮบริดเป็นที่นิยมใช้งานกันมากที่สุด โดยเฉพาะนำมาใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดไฮบริดมีโครงสร้างภายในซึ่งได้จากการรวมเอาโครงสร้างของสเตเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ และโครงสร้างของโรเตอร์จากชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ตมาประกอบเข้าด้วยกันจึงทำให้เป็นมอเตอร์ที่มีแรงยึดหน่วงสูง มีแรงบิดดึงและผลักได้ดีซึ่งมีความคงที่และทำงานได้ดีแม้ว่าจะมีสเต็ปต่อรอบในการหมุนสูง

6.3 การทำงานของสเตปปิ้งมอเตอร์

ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียง 2 ชนิดเท่านั้นที่ใช้งานกันบ่อยๆ คือ แบบวาริเอเบิลรีลักแตนซ์ หรือ VR มอเตอร์ และเพอมาเนนต์แมกเนต หรือ PM มอเตอร์

VR มอเตอร์ เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยให้เข้าใจการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดอื่นๆ รูปที่ 6.1 เป็นภาพที่แสดงหน้าตัดและยังแสดงถึงการพันขดลวดของ VR มอเตอร์แบบ 3 เฟส มีขั้วเหนือและใต้อยู่ตรงข้ามกัน 3 คู่ โดยจะพันขดลวดแบบอนุกรมกันในแต่ละชุด ถ้ามีการกระตุ้นเฟสเกิดขึ้น ขั้ว I', II', III' จะเป็นขั้วใต้ และขั้ว I, II, III จะเป็นขั้วเหนือ การทำงานจะเริ่มจากการกระตุ้นที่เฟส I ก่อน (S1 "ON") ซึ่งจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นดังรูปที่ 6.2 ตัวโรเตอร์จะพยายามวางตำแหน่งตัวเองให้อยู่ในทิศทางที่ทำให้เกิดค่าความต้านทานแม่เหล็กน้อยที่สุดในขั้ว I' - I



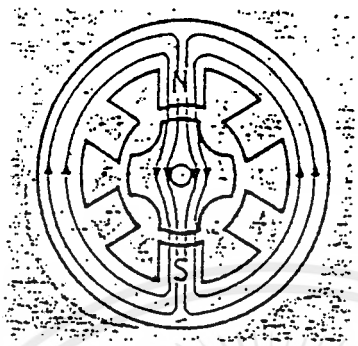
รูปที่ 6.1 ภาพหน้าตัดและการพันขดลวดของ VR สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 3 เฟส

ในขณะเริ่มต้นที่จะกระตุ้นที่เฟส II (S2 "ON") ดังรูปที่ 6.3 เส้นแรงแม่เหล็กจะไม่อยู่ในแนวทางเดินที่สะดวก จึงทำให้ค่าความต้านทานแม่เหล็กมีค่าสูง ตัวโรเตอร์ก็จะพยายามปรับตัวเองเพื่อให้ค่าความต้านทานแม่เหล็กน้อยที่สุด ด้วยการหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งแรงบิดที่ใช้หมุนเกิดจากแรงของเส้นแรงแม่เหล็ก แล้วจะไปหยุดที่ตำแหน่งความต้านทานแม่เหล็กน้อยที่สุด นั่นคือ จะหมุนไป 1 สเต็ป ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสเต็ปของการหมุนโรเตอร์ไป 1 รอบ (S) มุมที่เปลี่ยนไปใน 1 สเต็ป (θ) จำนวนเฟสของสเตเตอร์ (m) และ จำนวนฟันของโรเตอร์ (N) แสดงได้ดังสมการ

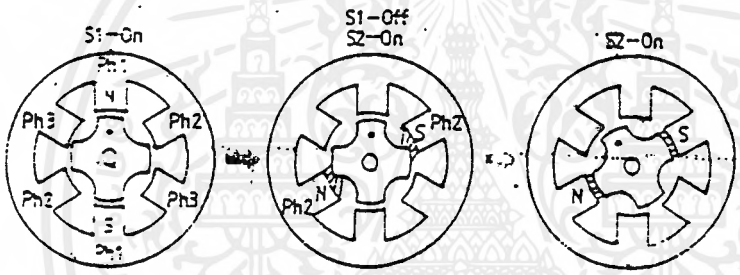
$$S = 360 / \theta = mN \qquad \ldots(6.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ ตัวอย่างเช่น สเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวหนึ่งมี $m = 3$, $N = 4$ จะมี $S = 3*4 = 12$ สเต็ป และมุมในการหมุน $\theta = 360 / 12 = 30$ องศา ซึ่งจากสมการ ยังทำให้ทราบอีกว่าถ้าจะลดค่า θ ให้น้อยลง อาจทำได้โดยการเพิ่มค่า m หรือ N ให้สูงขึ้นและลดช่องว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์ให้มีค่าน้อยๆ เพื่อให้เกิดแรงบิดสูงสุดและยังผลต่อตำแหน่งที่ที่ยงตรงขึ้นด้วย

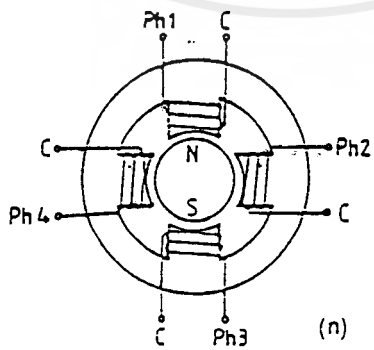


รูปที่ 6.2 แสดงเส้นแรงแม่เหล็กขณะกระตุ้นเฟสที่ 1



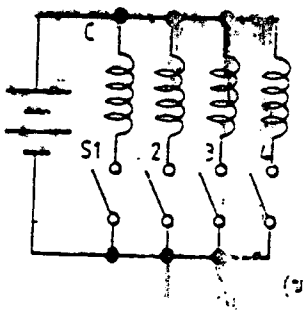
รูปที่ 6.3 แสดงขั้นตอนการหมุนเมื่อมีการกระตุ้นเฟสจาก เฟส 1 ไป เฟส 2

สำหรับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดเพอมาเนนต์แมกเนต หรือ PM มอเตอร์ จะมีข้อแตกต่างที่สำคัญจาก VR มอเตอร์คือ โรเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ทำให้การพันขดลวดที่สเตเตอร์ต้องแตกต่างไป ดังแสดงในรูปที่ 6.4 (ก)



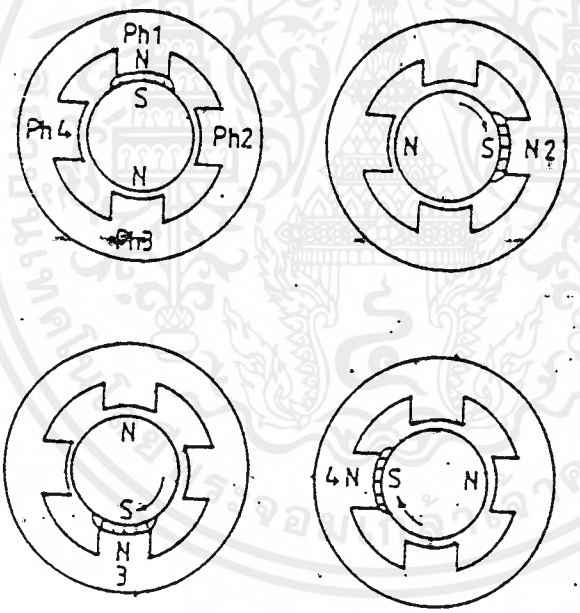
รูปที่ 6.4 (ก) ภาพหน้าตัดของ PM สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 4 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) วงจรกระตุ้นเฟสพื้นฐาน สำหรับ PM มอเตอร์ 4 เฟส

จะเห็นว่าสเตเตอร์แต่ละขั้วจะมีขดลวดพันอยู่ ซึ่งถือว่าแต่ละขั้วคือ 1 เฟส ดังนั้นจากรูปจึงมีทั้งหมด 4 เฟสด้วยกัน สำหรับการต่อวงจรกระตุ้นเฟสมอเตอร์แสดงไว้ในรูป 6.4 (ข) จะเห็นว่าปลายขดลวดของทุกเฟสจะต่อร่วมกันถึงขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ ดังนั้นเมื่อเกิดการกระตุ้นที่เฟสใดแล้วขั้วสเตเตอร์ที่เฟสนั้นจะกลายเป็นขั้วเหนือ รูปที่ 6.5 จะเป็นการแสดงตำแหน่งของโรเตอร์ในแต่ละสเต็ป หลังจากถูกกระตุ้นที่เฟส 1,2,3,4 ตามลำดับ และจะหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทุก 90 องศาต่อสเต็ป ถ้าต้องการจะให้มุมองศาต่อสเต็ปมีค่าลดลงหรือมีความละเอียดในตำแหน่งมากขึ้นจะต้องเพิ่มจำนวนเฟสของสเตเตอร์และจำนวนขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์ให้มากขึ้น ข้อเสียของ PM มอเตอร์คือ มีราคาแพง และ ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กจะถูกจำกัดโดยเส้นแรงแม่เหล็กภายในของแม่เหล็กถาวรทำให้ไม่สามารถผลิตแรงบิดได้มาก



รูปที่ 6.5 ลำดับขั้นในการหมุนมอเตอร์ 4 เฟส

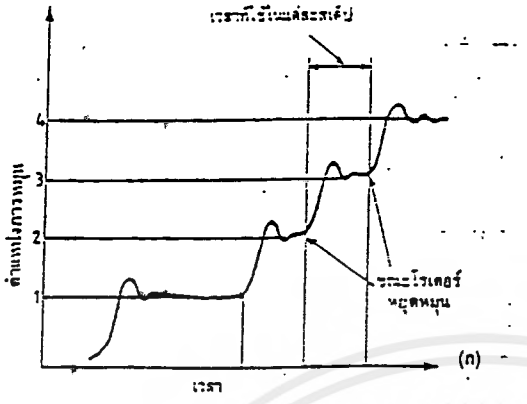
6.4 โหมดการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

ถ้าจะแบ่งโหมดการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตามอัตราเร็วของสเต็ปแต่ละสเต็ปจะแบ่งออกได้เป็น 2 โหมดคือ หมุนเป็นสเต็ป (discrete stepping motor) และหมุนแบบต่อเนื่อง (slewing mode)

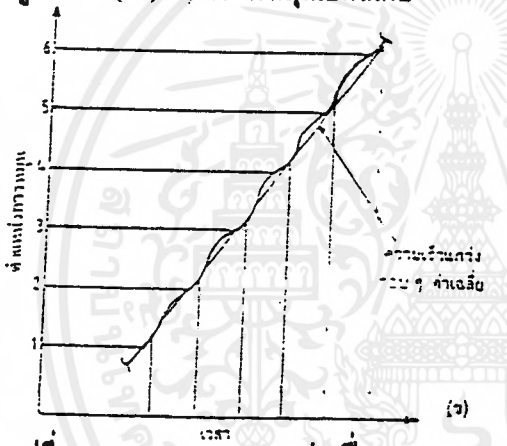
โดยถ้าการหมุนเป็นแบบสเต็ปและมีเวลาหยุดนิ่ง ก่อนที่จะเปลี่ยนสเต็ปถัดไป ดังแสดงรูปที่ 6.6 (ก) สำหรับตัวอย่างของเครื่องใช้ที่ทำงานในโหมดนี้คือ เครื่องเจาะบัตร การทำงานคร่าวๆ คือ สเตปปิ้งมอเตอร์จะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวส่งแถบกระดาษเข้าไปยังเครื่องปรุแผ่นกระดาษ เพื่อบันทึกข้อมูลลงในแถบกระดาษ ซึ่งการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะหมุนไปแล้ว จะหยุดชั่วขณะเพื่อปรุกระดาษให้เรียบร้อยก่อน แล้วจึงค่อยหมุนต่อไปยังตำแหน่งเจาะใหม่



รูปที่ 6.6 (ก) แสดงการหมุนเป็นสเต็ป



รูปที่ 6.6 (ข) การหมุนแบบต่อเนื่อง

ถ้าเพิ่มอัตราเร็วในแต่ละสเต็ปให้เร็วขึ้น และเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่มีการหยุดนิ่งจะเรียกการทำงานนี้ว่า การหมุนแบบต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 6.6 (ข) ซึ่งจะสามารถหาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบของมอเตอร์ (n) กับอัตราเร็วของสเต็ป (f) และจำนวนสเต็ปทั้งหมด (s) ได้ดังสมการ

$$n = 60f / s \qquad \ldots(6.2)$$

6.5 กราฟคุณลักษณะของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

กราฟคุณลักษณะของสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของสเต็ปกับแรงบิด ดังแสดงในรูปที่ 6.7 สำหรับกราฟเส้นประเรียกว่ากราฟแสดงการเริ่ม-การหยุด (start - stop curve) หรือกราฟสเต็ปเดี่ยว (single - step load curve) เป็นกราฟที่อยู่ในโหมดการหมุนเป็นสเต็ป และเป็นกราฟที่แสดงถึงย่านของแรงบิดที่มอเตอร์สามารถเริ่มและหยุดหมุนได้ โดยปราศจากความผิดพลาดแม้ที่อัตราเร็วของสเต็ปต่างๆกัน และมีกราฟอีกเส้นคือกราฟสกรู(slew curve) ซึ่งทำงานอยู่ในโหมดการหมุนแบบต่อเนื่อง จะเป็นกราฟที่แสดงถึงค่าแรงบิดสูงสุดที่สเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถจะกระทำได้ที่อัตราเร็วของสเต็ปต่างๆกัน ถ้ามีการใช้งานสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

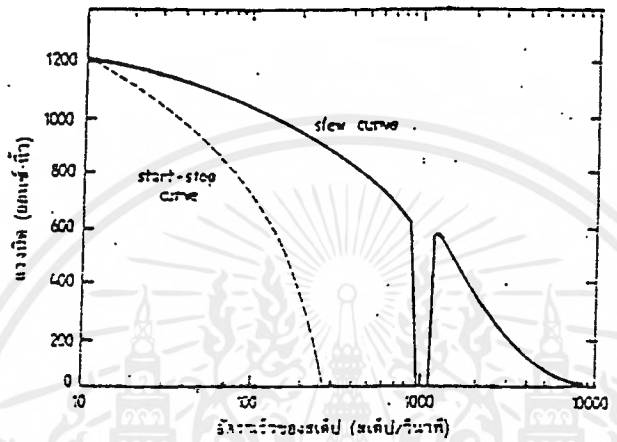
เหนือกราฟนี้ก็อาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้งานอยู่ภายใต้กราฟนี้แม้จะควบคุมแบบระบบเปิดก็มั่นใจได้ว่าทั้งตำแหน่งและความเร็วมีความเที่ยงตรงแน่นอนโดยตำแหน่งของมอเตอร์สามารถคำนวณได้จากสมการ

มุมที่เปลี่ยนไป = มุมใน 1 สเต็ป * จำนวนพัลส์ที่ป้อนให้

ส่วนอัตราเร็วของสเต็ปหาได้จากสมการ

$$f = ns / 60 \qquad \ldots(6.3)$$

สำหรับช่วงที่เส้นกราฟหายไปของกราฟนั้นเป็นย่านเรโซแนนซ์ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่เสถียรและควบคุมไม่ได้



รูปที่ 6.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของสเต็ป กับ แรงบิดของมอเตอร์

6.6 วิธีการกระตุ้นเฟส

การที่จะทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนได้นั้นจะต้องมีการจ่ายพัลส์ให้กับสเต็ปปิ้งมอเตอร์อย่างต่อเนื่อง โดยการกระตุ้นเฟสซึ่งมีอยู่หลายวิธีในที่นี้จะอธิบายเพียง 3 วิธี คือ

6.6.1 การกระตุ้นแบบเฟสเดี่ยว (single phase exitation) เป็นการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งและเรียงลำดับกันไป เช่น ขดที่ 1,2,3,4,1 หรือ 1,4,3,2,1 ขึ้นอยู่กับทิศทางที่ต้องการให้หมุนดังนั้นจึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลาหนึ่งที่ถูกกระตุ้นเท่านั้น

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน			
2		ทำงาน		
3			ทำงาน	
4				ทำงาน

ตารางที่ 6.1 แสดงขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแบบเฟสเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6.2 การกระตุ้นแบบเฟสคู่ (two phase exitation) เป็นการกระตุ้นโดยจ่ายไฟฟ้าไปที่ขดลวดใกล้เคียง 2 ขด ที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน และเรียงลำดับกันไป เช่น ขดที่ 12,23,34,41,12 หรือ 14,43,32,21,14 ขึ้นอยู่กับว่าเราต้องการให้หมุนไปทางทิศใด การเพิ่มจำนวนขดลวดที่จะกระตุ้นนี้จะทำให้ได้แรงบิดมากกว่าแบบเฟสเดี่ยว แต่ก็มีข้อเสียคือ ต้องใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามากขึ้น

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน	ทำงาน		
2		ทำงาน	ทำงาน	
3			ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน			ทำงาน

ตารางที่ 6.2 แสดงขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบ 2 เฟส

6.6.3 การกระตุ้นแบบครึ่งสเต็ป (half step exitation) เป็นการรวม 2 แบบแรกเข้าด้วยกันเพื่อเพิ่มสเต็ปต่อรอบอีกเท่าหนึ่ง ระบบนี้ จะทำการกระตุ้นขดลวดเป็นลำดับดังนี้ ขดลวดที่ถูกกระตุ้น 1,12, 2,23, 3,34, 4,41, 1 หรือ 1,14, 4,43, 3,32, 2,21, 1 เมื่อต้องการหมุนอีกทิศทางหนึ่ง แรงบิดที่ได้จะเพิ่มมากกว่าแบบเฟสคู่ เพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลงและแต่ละสเต็ปเกิดแรงลึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งเพิ่มขึ้น แต่ก็ต้องระวังไว้อย่างหนึ่งว่าจะต้องทำการหมุน 2 สเต็ปจึงจะเท่ากับ 1 สเต็ปเต็มเหมือนใน 2 แบบแรก สำหรับแหล่งจ่ายไฟจะใช้เทียบเท่าแบบเฟสคู่

สเต็ปที่	เฟสที่ 1	เฟสที่ 2	เฟสที่ 3	เฟสที่ 4
1	ทำงาน			
2	ทำงาน	ทำงาน		
3		ทำงาน		
4		ทำงาน	ทำงาน	
5			ทำงาน	
6			ทำงาน	ทำงาน
7				ทำงาน
8	ทำงาน			ทำงาน

ตารางที่ 6.3 แสดงขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดแต่ละเฟสแบบครึ่งสเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

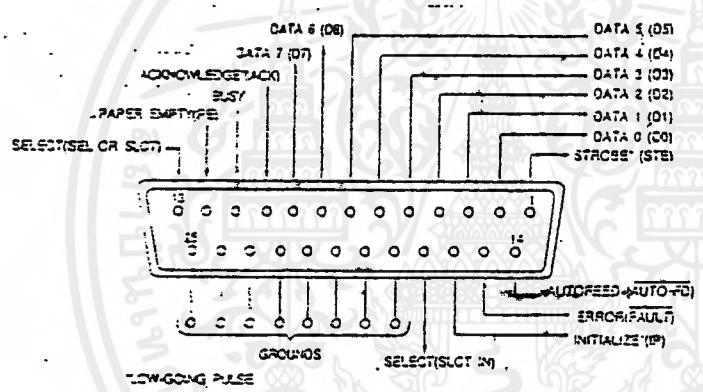
พอร์ตควบคุมแบบขนาน (PARARELL PORT)

7.1 บทนำ

ในการจะเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่อร่วมนั้นเราจำเป็นจะต้องมีส่วนที่ส่งข้อมูลจากบอร์ดไปควบคุมให้วงจรทำงานได้ เราจะใช้ พอร์ตแบบขนาน (parallel port) ในการส่งข้อมูล ซึ่ง พอร์ตแบบขนาน 1 พอร์ต สามารถที่จะควบคุมบอร์ดควบคุมได้ 4 บอร์ด บอร์ดหนึ่งควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้ 2 ตัว ซึ่งในที่นี้เราใช้คอนเน็กเตอร์แบบ 25 ขา ในการส่งข้อมูล

7.2 สัญญาณต่างๆในการเชื่อมโยง

อุปกรณ์ขนานส่วนใหญ่ที่เราพบเห็นจะมีคอนเน็กเตอร์ตัวผู้หรือที่เรียกว่า DB-25 มีลักษณะเป็นคอนเน็กเตอร์ 25 ขา



รูปที่ 7.1 แสดงคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 กับสัญญาณ

จากรูปเราจะได้สรุปที่มาของตำแหน่งขาและสัญญาณที่อยู่บนคอนเน็กเตอร์ โดย สัญญาณที่อยู่ระหว่าง 2.4 - 5 โวลท์ จะเป็นสถานะสูง (high) และสัญญาณที่อยู่ระหว่าง 0 - 0.8 โวลท์ เป็นสถานะต่ำ (low) ส่วนที่อยู่ระหว่าง 0.8 - 2.4 โวลท์ จะถูกพิจารณาว่าใช้การไม่ได้

เริ่มต้นที่สัญญาณ data strobe ที่ขา 1 เป็นสัญญาณแรก คอมพิวเตอร์จะสร้างพัลท์สถานะต่ำ ที่สายเส้นนี้เพื่อบอกสถานะแก่อุปกรณ์ร่วมว่าข้อมูลพร้อมแล้ว และทำการเตรียมพร้อมที่จะรับข้อมูลเข้า

สายข้อมูล ที่ขา 2 - 9 มีขนาด 8 บิต เป็นตัวที่จะรับข้อมูลได้พร้อมกัน 1 ไบต์ ที่ส่งมา โดยคอมพิวเตอร์

สัญญาณ acknowledge ที่ขา 10 โดยอุปกรณ์ต่อร่วมจะส่งพัลส์เป็นสถานะต่ำ มาเมื่อมีการรับข้อมูลมา

สัญญาณ busy ที่ขา 11 ซึ่งอุปกรณ์ต่อร่วมจะให้พัลส์เป็นสถานะสูง เมื่ออุปกรณ์ไม่พร้อมที่จะทำงาน

สัญญาณเกี่ยวกับการพิมพ์ (paper empty) ที่ขา 12 โดยอุปกรณ์ต่อร่วมจะให้พัลส์เป็นสถานะสูง จนกว่าจะมีการ ป้อนกระดาษเข้าที่อุปกรณ์ต่อร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ select ที่ขา 13 โดยอุปกรณ์ต่อร่วมจะให้พัลส์เป็นสถานะสูง เมื่ออุปกรณ์ต่อร่วมทำงาน (on line)

สัญญาณเกี่ยวกับการพิมพ์ (autofeed) ที่ขา 14 โดยการกำหนดให้สาย autofeed เป็นสถานะต่ำ เมื่ออุปกรณ์ร่วมต้องการ linefeed

สัญญาณ error ที่ขา 15 โดยอุปกรณ์ร่วมจะแสดงสถานะต่ำ เพื่อแสดงสถานะของการผิดพลาด ซึ่งบางครั้งอุปกรณ์ร่วมจะใช้แสดงว่ามัน offline หรือ ไม่มีกระดาษ (out of paper)

สัญญาณ initialize ที่ขา 16

สัญญาณ select ที่ขา 17 มีสถานะเป็นสถานะสูง เมื่อจะทำการเชื่อมกับอุปกรณ์ต่อร่วม

สัญญาณ ground ที่ขา 18 - 25 จะถูกต่อเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับตัวของเราและอุปกรณ์ของเรา

7.3 การเซตพอร์ต (Set port)

สามารถกระทำตามลำดับ 3 ข้อ คือ

1. ตรวจดูว่ามีการ์ดสำหรับขยายพอร์ตที่ต้องการอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่ ถ้าไม่มีต้องทำการจัดหามาติดตั้ง

2. ถ้ามีการ์ดอยู่แล้วควรทำการเซลสวิตช์ต่างๆให้ถูกต้องตามคู่มือการ์ด โดยเฉพาะแอดเดรสของอุปกรณ์และสาย interrupt ต่างๆ

3. ทำการทดสอบว่าพอร์ตขนานที่เซตนั้นใช้ได้หรือยัง โดยต่อคอนเน็กเตอร์เข้ากับการ์ด แล้วทำการบูทเครื่องแล้วตรวจดูว่าอุปกรณ์ที่ต่อร่วมมีการตอบสนองต่อการทำงานของคอมพิวเตอร์หรือไม่ ถ้าไม่มีการตอบสนองแสดงว่าพอร์ตเสีย ต้องทำการซ่อม

สำหรับในโครงงานนี้จะใช้เพียงสายข้อมูล 8 สาย และ สายควบคุม คือ สายสัญญาณ strobe, สายสัญญาณ ackhowledge, สายสัญญาณ busy, สายสัญญาณ select และ สายสัญญาณ initialize เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
บอร์ดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

8.1 บทนำ

ในโลกปัจจุบันนี้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานในเกือบทุกสาขา และการควบคุมหุ่นยนต์หรือเครื่องจักรกลต่างๆ มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมแทนมนุษย์ในงานที่มีความซ้ำซ้อนหรือต้องการความเที่ยงตรงสูง ซึ่งส่วนใหญ่ในหุ่นยนต์หรือเครื่องกลมักมีมอเตอร์ประกอบอยู่ด้วยและเครื่องควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่มักมีสเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง และแม่นยำ

สำหรับบอร์ดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะทำการเชื่อมต่อกับพอร์ตแบบขนานในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยบอร์ดควบคุม 1 บอร์ด สามารถควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้ 2 ตัวด้วยกัน

8.2 หลักการทำงาน

วงจรสมบูรณ์ของบอร์ดควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 1 เริ่มต้นจากไอซี 1 (IC1) ซึ่งเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างพอร์ตขนานและบอร์ดควบคุมไอซี 1 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่แลตท์ข้อมูล ซึ่งภายในเป็นฟลิปฟลอปแบบ D ฟลิปฟลอบ จำนวน 8 ตัว โดยใช้สัญญาณควบคุมแลตช์อินาเบิลหรือสัญญาณนาฬิการ่วมกันที่ขา 11 ข้อมูลทั้ง 8 บิตจะถูกโหลดเข้าเมื่อขาสัญญาณแลตช์อินาเบิลมีสถานะเป็นสถานะสูง และปรากฏทางขาเอาต์พุตทั้ง 8 ขาคือขา 19 , 2 , 16 , 5 , 15 , 6 , 12 และ 9

ข้อมูลที่จะส่งไปยังบอร์ดควบคุมทำได้โดยให้คอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลขนาด 8 บิต ออกทางพอร์ตขนานและส่งสัญญาณทำให้ขาที่ 11 ของไอซี 1 เป็นสถานะสูง ข้อมูลจะปรากฏที่เอาต์พุตของไอซี 1 ทันที สัญญาณเอาต์พุตที่ได้ป้อนให้กับไอซี 2 และไอซี 3 ซึ่งเป็นไอซีทำหน้าที่ดีโค้ดสายสัญญาณจาก 2 อินพุต ออกเป็น 4 เอาต์พุต ทั้ง 2 วงจรในตัวเดียว

ขา 5 และ 6 ของไอซี2 ถูกนำมาใช้งานซึ่งเป็นเอาต์พุตของดีโค้ดเดอร์ตัวแรก โดยที่อีก 2 ขาเอาต์พุตไม่นำมาใช้งาน และที่ขา 10 และ 11 ก็ถูกนำมาใช้งานเช่นกันสำหรับดีโค้ดเดอร์ตัวที่สอง ไอซี 6 ทำหน้าที่กลับสถานะลอจิกจากขาเอาต์พุตของดีโค้ดเดอร์เป็นตรงกันข้าม จากแอกทีฟลอจิก "0" เป็นแอกทีฟลอจิก "1" สำหรับป้อนให้วงจรขับ

วงจรขับเป็นแบบบริดจ์ ประกอบด้วย Q1, Q2, Q3 และ Q4 โดยที่ Q1 และ Q2 ต่อวงจรให้ทำงานเป็นแบบสวิทช์สมบรูณ์ (complementary switches) ดังนั้นเมื่อ Q1 ทำงาน Q2 จะหยุดทำงาน เช่นเดียวกันเมื่อ Q3 ทำงาน Q4 จะหยุดทำงาน Q1 - Q4 ทำหน้าที่ในการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่ขดลวดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ หรือกำหนดขั้วไฟฟ้าที่ขดลวดและถ้า Q1 - Q4 หยุดทำงานหมดทุกตัวนั่นคือจะไม่มีกระแสไหลเข้าสู่ขดลวดเลย สถานะการทำงานของ Q1 - Q4 ถูกกำหนดโดยดีโค้ดเดอร์ภายในไอซี 2 ซึ่งตอบสนองการทำงานตามสัญญาณข้อมูลที่ขาอินพุต

จากวงจรจะเห็นว่าไอซี 6 ทำหน้าที่ควบคุมเฉพาะทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็น (NPN) ในวงจรบริดจ์ สำหรับทรานซิสเตอร์ชนิดพีเอ็นพี (PNP) ถูกขับโดยผ่านทางไอซี 4 ซึ่งเป็นอินเวอร์เตอร์แบบเอาต์พุตชนิดคอลเล็กเตอร์เปิด 6 ตัวในตัวเดียว ไอซี 4 มีหน้าที่ 2 ประการคือ ประการแรกเป็นตัวเปลี่ยนระดับแรงดันสัญญาณควบคุมจากเอาต์พุตของ ไอซี 6 จาก 5 โวลท์ เป็น 12 โวลท์ ในวงจรบริดจ์ และประการที่ 2 คือเป็นตัวกลับสถานะของสัญญาณอีกครั้งหนึ่งเพื่อไบแอสให้กับทรานซิสเตอร์แบบพีเอ็นพีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซี 2 เพียงตัวเดียวต่อวงจรบริดจ์ 2 วงจรและที่ยังไม่ได้กล่าวถึงอีกวงจรหนึ่งคือวงจรบริดจ์ที่ประกอบด้วย Q5 - Q8 การทำงานในส่วนนี้เหมือนกันกับส่วนที่กล่าวมาแล้ว และวงจรบริดจ์ ทั้ง 2 วงจรนี้จะควบคุมมอเตอร์ได้ 1 ตัว สำหรับวงจรที่เหลืออันได้แก่วงจรที่ประกอบด้วย IC3, IC5, IC7, Q9 - Q16 เป็นวงจรควบคุมแบบบริดจ์เหมือนกันทุกประการ เพียงแต่ใช้ข้อมูล 4 บิทบน ในการควบคุมแทนและต่อควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวที่ 2

จากวงจรจะเห็นว่าขาที่ 11 ของ IC1 สามารถเลือกต่อได้จาก 1 ใน 4 สาย สัญญาณจากพอร์ตขนานอันได้แก่สายสัญญาณ strobe, autofeed, initialize หรือ selectโดยใช้ jumper J1 - J4 เป็นตัวเลือกสัญญาณควบคุมที่ต้องการสำหรับบอร์ดควบคุมนั้นๆ หรืออาจกล่าวได้ว่าสามารถติดตั้งบอร์ดควบคุม 4 บอร์ด ให้ทำงานแยกจากกันได้โดยใช้สัญญาณร่วมจากพอร์ตขนาน และใช้ ซอฟแวร์เป็นตัวเลือกแต่ละบอร์ดควบคุมว่าจะติดต่อเมื่อใดโดยการส่งสัญญาณควบคุมไปยังบอร์ดควบคุมที่ต้องการและส่งข้อมูลออกไป จะมีเพียงบอร์ดเดียวเท่านั้นที่ถูกเลือกให้รับข้อมูลนั้นมา

สำหรับข้อมูล 8 บิท ที่ใช้ควบคุม การทำงานแบ่งออกเป็น 4 บิทล่าง (D0 - D3) สำหรับควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 บนบอร์ดและอีก 4 บิทบน (D4 - D7) สำหรับควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 2 บนบอร์ดควบคุม

8.3 การทดสอบ

เมื่อต่ออุปกรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการตรวจสอบวงจรอีกครั้งก่อนที่จะทำการทดสอบเครื่องอีกครั้งหนึ่ง เมื่อแน่ใจแล้วทำการป้อนแรงดันไฟ 12 โวลท์ ให้กับบอร์ดควบคุม ตรวจสอบแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลท์ที่ขา 14 ของ ไอซี 4 - ไอซี 7, ที่ขา 16 ของ ไอซี 2 จับดูที่ตัวถังทรานซิสเตอร์ทุกตัวว่าร้อนขึ้นสูงผิดปกติหรือไม่ ถ้าเกิดผิดปกติให้ปลดไฟเลี้ยงออกแล้วทำการตรวจสอบวงจรใหม่อีกครั้ง

เมื่อทุกอย่างเรียบร้อย ทำการทดสอบจริงให้ต่อบอร์ดควบคุมเข้ากับพอร์ตเครื่องพิมพ์และเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากนั้นให้ใส่จัมเปอร์ที่ตำแหน่ง J1 บนบอร์ดควบคุม จากนั้นทำการรันโปรแกรม STEP TEST และ STEP ตามลำดับ

โปรแกรมทดสอบ STEP TEST ทำหน้าที่ทดสอบการขับเสต็ปปิ้งมอเตอร์โดยแบ่งเป็นทีละเฟสในการหมุน จากนั้นทำการทดสอบโปรแกรม TEST ซึ่งโปรแกรมนี้จะใช้ทดสอบความเร็วของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยโปรแกรมจะให้ป้อนค่าความเร็วและทิศทาง จากนั้นสังเกตว่าเพลาที่หมุนเป็นไปตามที่เราป้อนค่าหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

ปัญหาที่พบและแนวทางการพัฒนา

9.1 ปัญหาที่พบ

1. การเก็บภาพจะต้องกำหนดระยะที่ห่างแน่นอน ระหว่างกล้องและวัตถุเพราะจะทำให้ขนาดของภาพที่จะทำการประมวลผลมีขนาดแตกต่างกัน

2. ความสว่างของแสงขณะที่ใช้เก็บภาพจะมีผลกับแสงเงาที่เกิดขึ้นที่ภาพของวัตถุและถ้าฝาจีบมีการบิดเบี้ยวหรือเกิดความไม่สมบรูณ์ จะทำให้การประมวลผลภาพเกิดการผิดพลาดได้

3.ในการแปลงภาพสองระดับโดยการใช้ค่าตัดสินใจโดยวิธีของออทซุ(Ostu)นั้น ยังมีข้อจำกัด คือวิธีนี้สามาถใช้กับข้อมูลที่มีค่าระดับเทาสูง (ใกล้ค่าระดับเทา 255)

4. การเขียนโปรแกรมภาษาเดลไฟ (Delphi) นั้น จะมีการรวมค่าข้อมูลภาพสีที่ใกล้เคียงไว้เป็นกลุ่มข้อมูลเดียวกัน ดังนั้นค่าจุดภาพที่ถ่ายโอนจากไฟล์ (file)ภาพที่เก็บจากกล้องไปยังไฟล์จุดแคนวาส (Canvas) ในโปรแกรมเดลไฟ จะไม่เท่ากับค่าจุดภาพจากไฟล์ภาพที่เก็บจากกล้อง

5. การเขียนโปรแกรมที่ทำงานบนวินโดว์(Windows) ทำให้การติดต่อกับไฟล์ที่ทำงานบนดอส (Dos)นั้นมีปัญหาเพราะวินโดว์มีการจองหน่วยความจำบางส่วน ทำให้การทำงานของโปรแกรมบางส่วนที่ใช้พื้นที่หน่วยความจำเดียวกัน จะไม่สามารถทำงานได้

6.ส่วนของมอเตอร์ที่ใช้มีแรงเคลื่อนย้อนกลับ(Back emf)มาก

9.2 แนวทางการพัฒนา

ในการทำปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ยังมีข้อจำกัดอีกมาก เช่น การเก็บภาพยังสามารถเก็บเป็นภาพระดับเทาเท่านั้น จึงไม่สามารถคัดแยกวัตถุที่มีสีต่างกันได้ การทำงานของแขนกลยังไม่สามารถจับวัตถุได้หลายแกน การทำงานของแขนกลและการประมวลของคอมพิวเตอร์ยังไม่สามารถทำได้ในเวลาจริง(Real time) ดังนั้น หากได้ศึกษาปริญญานิพนธ์นี้ สามารถนำแนวคิดไปพัฒนาการทำงานของแขนกลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ จะไม่สามารถสำเร็จได้หากขาดความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาและพี่ๆ ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำ อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์จึงขอขอบพระคุณอาจารย์และพี่ ๆ เป็นอย่างสูง ขอบพระคุณคณะกรรมการคุมสอบที่เสียสละเวลาอันมีค่า ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อน ๆที่เป็นกำลังใจตลอดมา

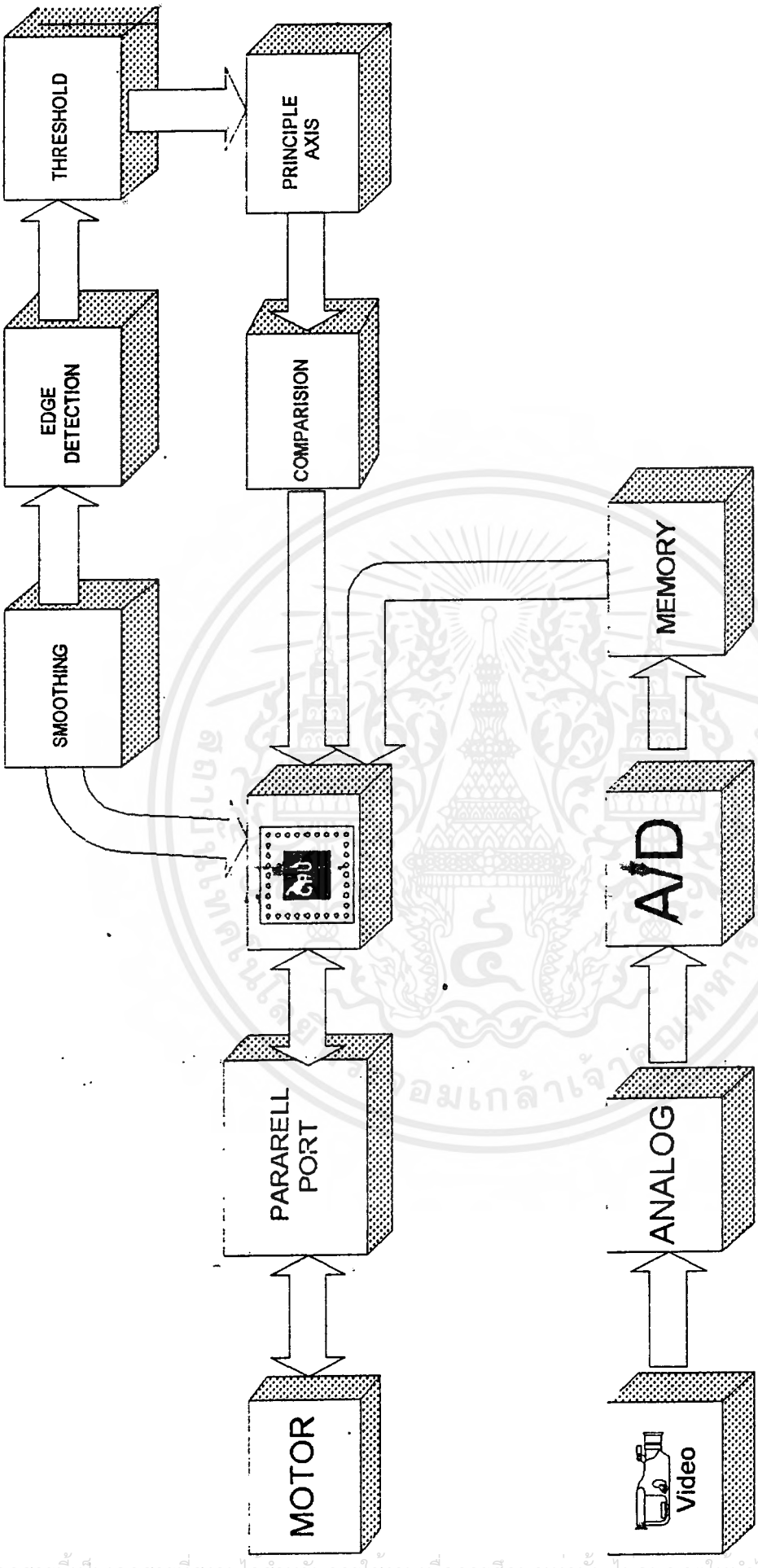
เอกสารอ้างอิง

1. บัณฑิต สุมนวัฒนเดช, "แผงวงจรเก็บข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยฟังก์ชันหน่วยความจำ", วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุม-ทางอุตสาหกรรม พ.ศ. 2539
2. อาโมทย์ สมบูรณ์แก้ว ,วิทยา ทิพย์สุวรรณพร และ รศ.ดร. ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ , "การตรวจสอบหาชนิดวัตถุของหุ่นยนต์ โดยอาศัยการเปรียบเทียบแกนหลัก", เอกสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14
3. ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี , สิทธิศักดิ์ รอดทุกข์ และพงเดช ฉรงค์ฤทธิ์ "การทำเทรดโซลด์ตามคุณลักษณะของวัตถุ" ,เอกสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 18
4. ไกรวุฒิ โรจน์ประเสริฐสุข "บอร์ดควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วยเครื่อง พีซี" , "ไมโครคอมพิวเตอร์" บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด มหาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

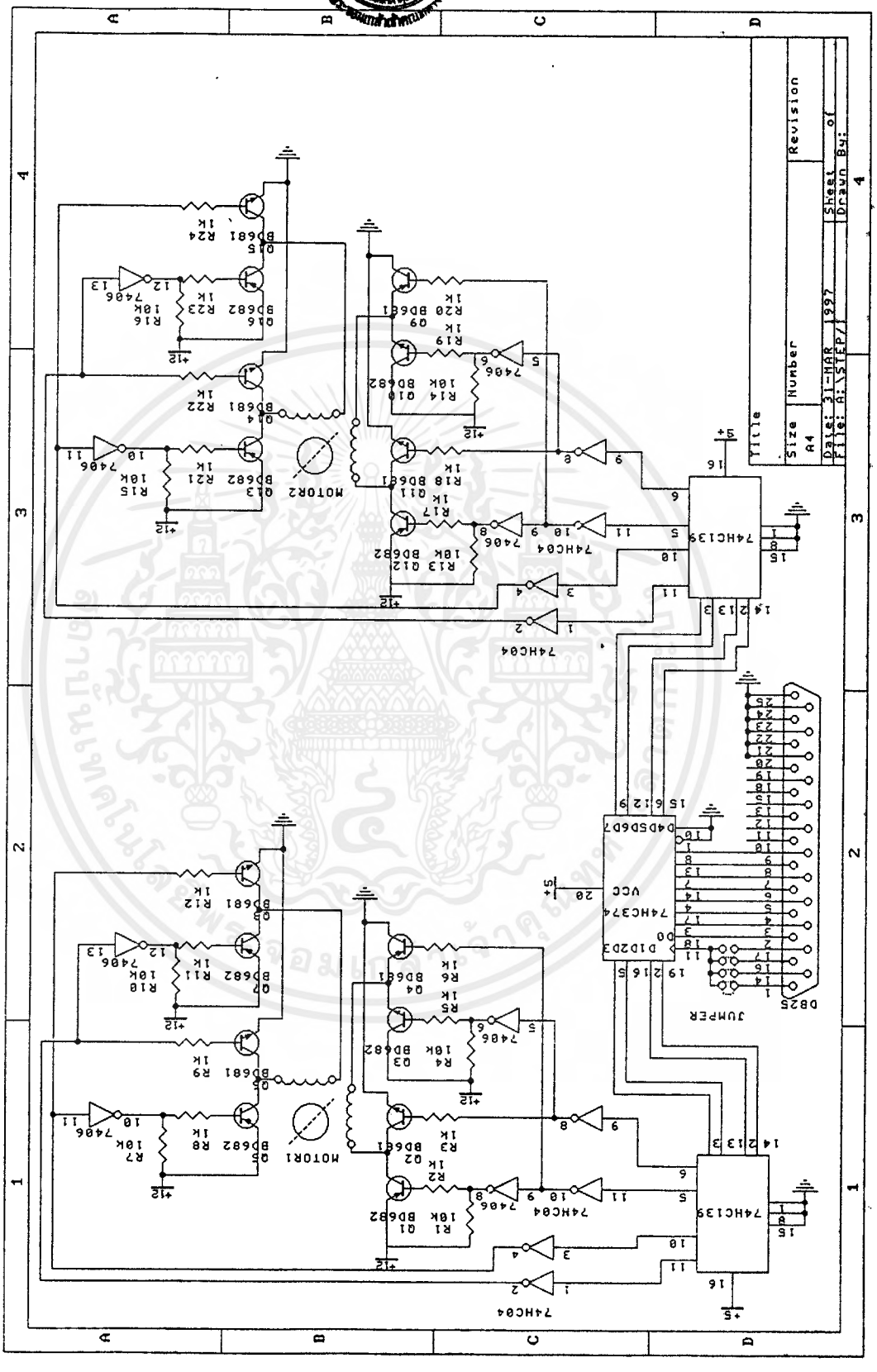
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภาพการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้