

การสร้างภาพ 3 มิติจากภาพ 2 ระนาบ

BI PLANE THREE DIMENSIONAL IMAGE RECONSTRUCTION



ณัฐวรรณ วัชรสินธุ์
รัชดา สถาปาน
อโนชา จันทรรกฤต

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 39648
วัน, เดือน, ปี 19 ส.ย. 2544

b.....
1.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BI PLANE THREE DIMENSIONAL IMAGE RECONSTRUCION

NUTTHAWAN WATCHARASIN

RATCHADA SAPAN

ANOCHA JANTARAKUL

**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment
of The Requirement for the Degree of Bachelor of Science
Department of Mathematics and Computer Sciences
Faculty of Science
King Mongkut ' s Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year 2000**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ

การสร้างภาพ 3 มิติจากภาพ 2 ระนาบ

Bi plane three dimensional image reconstruction

ชื่อนักศึกษา

นางสาวณัฐวรรณ วัชรสินธุ์ 40051013

นางสาวรัชดา สาปาน 40051035

นางสาวอโนชา จันทรวงศ์ 40051058

ภาควิชา

คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา

คณิตศาสตร์ประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ภคินี ชิตสกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2543

	คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษฏา ไตรสุรัตน์	
กรรมการ	รองศาสตราจารย์พ่องพรรณ รัตนธนาวัฒน์	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ภคินี ชิตสกุล	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล	

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรบลย์ พันธรักษ์พงษ์)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การสร้างภาพ 3 มิติจากภาพ 2 ระนาบ		
ชื่อนักศึกษา	นางสาว ณัฐวรรณ	วัชรสินธุ์	40051013
	นางสาว รัชดา	สาปาน	40051035
	นางสาว อโนชา	จันทร์กุล	40051058
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต		
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์		
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์		
ปีการศึกษา	2543		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ภักคินี ชิตสกุล		
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ ประกอบผล		

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ จัดทำขึ้น โดยนำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ประยุกต์มาใช้ทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟฟิก โดยการสร้างซอฟต์แวร์สำหรับสร้างภาพเรขาคณิต 3 มิติจากภาพ 2 ระนาบซึ่ง อาจจะเป็นด้านหน้ากับด้านบน หรือ ด้านหน้ากับด้านข้าง หรือ ด้านข้างกับด้านบน คู่ใดคู่หนึ่งโดย แบ่งการทำงานของโปรแกรมออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 จะเป็นการหาข้อมูลเบื้องต้นจากภาพ เรขาคณิต 2 มิติในแต่ละระนาบซึ่งเก็บไว้ในไฟล์ภาพ ส่วนที่ 2 จะเป็นการนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการสร้างภาพเรขาคณิต 3 มิติ และ ส่วนที่ 3 จะเป็นการนำเสนอภาพที่ได้ทางจอภาพ

การสร้างซอฟต์แวร์นี้ ใช้โปรแกรม Matlab ในการเขียนโปรแกรมส่วนประมวลผลและนำเสนอผลที่ได้ทางจอภาพ โดยมีกรอบแบบซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม ง่ายต่อความเข้าใจและสามารถนำไปใช้งานได้

Special Project Title	Bi plane three dimensional image reconstruction		
Students	Miss Nutthawan Watcharasin	40051013	
	Miss Ratchada Sapan	40051035	
	Miss Anocha Jantarakul	40051058	
Degree	Bachelor's Degree of Science		
Department	Mathematics and Computer Sciences, Faculty of Science		
Programme	Applied Mathematics		
Academic Year	2000		
Special Project Advisor	Associate Professor Pakkinee Chitsakul		
	Assistant Professor Teerawat Prakobphon		

ABSTRACT

This special project is a collection of the works on knowledge from Computer Graphics to apply for making software in creating three-dimensions from bi plane such as front and top , front and side or side and top. By device algorithm of program split 3 parts. Part1 is basic entering from seeing picture in bi plane which is kept in file. Part2 is creating 3-D picture from selected bi plane. Part3 is presenting 3-D picture on monitor.

In creating this software , use MATLAB in writing program processing and present on monitor. This software is designed to suitable , easy to understand and useful to use.

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์
 ทุกๆท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งรองศาสตราจารย์ภักดีนีนี ชิตสกุลและผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์
 ประกอบผล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือเป็นอย่างดี
 เสียสละทั้งเวลา แรงกายแรงใจ นำพาให้การทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้ความสนับสนุนทางด้าน
 กำลังใจสละทุนทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียนจนกระทั่งปัจจุบันด้วยดีเสมอมา รวมทั้งเพื่อนๆทุกคนที่
 ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆเกี่ยวกับปัญหาพิเศษฉบับนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอ -
 ขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

กุมภาพันธ์ 2544



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
Abstract.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษ.....	1
1.3 ขอบเขตปัญหาพิเศษ.....	1
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน.....	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การแปลงเรขาคณิต 2 มิติ.....	3
2.2 การหาขอบในสองมิติ.....	11
2.3 การแปลงภาพเรขาคณิต 3 มิติ.....	15
2.4 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้กับคอมพิวเตอร์กราฟฟิก.....	28
บทที่ 3 การออกแบบระบบและขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1 กระบวนการและการพัฒนาระบบ.....	31
3.2 การออกแบบระบบ.....	33
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	34
3.4 อธิบายการใช้งานโปรแกรม MATLAB.....	35
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 Hardware ที่ใช้ในการทดลอง.....	42
4.2 Software ที่ใช้ในการทดลอง.....	42
4.3 ส่วนนำเข้าสู่ข้อมูล.....	42
4.4 การทดลองและผลการทดลอง.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 การวิจารณ์และการอภิปรายผล	
5.1 ประสิทธิภาพของโปรแกรม.....	55
5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม.....	55
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป.....	55
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปผล.....	56
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	56



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	ภาพแสดงการหมุนภาพ 2 มิติ.....6
2.2	ภาพแสดงตัวอย่างการหมุนภาพ 2 มิติ.....8
2.3	ภาพแสดงการย่อ-ขยายภาพ.....9
2.4	ภาพแสดงค่าความแสงขนาดช่องหน้าต่าง 3*3.....11
2.5	ภาพแสดงการพิจารณาขีดเริ่มเปลี่ยนและตำแหน่งของขอบภาพ.....12
2.6	ภาพแสดงการเปรียบเทียบระหว่างวิธีเดิมและวิธีหมุนเวกเตอร์.....14
2.7	ภาพแสดงการหมุน.....18
2.8	ภาพแสดงการสะท้อนของ 3 มิติ.....20
2.9	ภาพแสดงการหมุนรอบแกนตัวเองโดยขนานกับแกน Coordinate.....22
2.10	ภาพแสดง Hierarchy of plane geometric projections.....25
2.11	ภาพแสดง Orthographic projections.....27
2.12	ภาพแสดงการ Projection แบบมุมที่ 3.....28
2.13	ภาพแสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลแบบ Polygon.....29
2.14	ภาพแสดงตารางการเก็บข้อมูล 3 มิติ.....29
2.15	ภาพแสดงตารางการเก็บจุดยอดของ Polygon.....30
3.1	ภาพแสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งาน MATLAB.....35
3.2	ภาพแสดงหน้าจอเข้าสู่การแสดงผล.....35
3.3	ภาพแสดงหน้าจอ Run Script.....36
3.4	ภาพแสดงหน้าจอเมนู.....36
3.5	ภาพแสดงเมนู File.....37
3.6	ภาพแสดงหน้าจอ Page Setup.....37
3.7	ภาพแสดงเมนู Tools.....38
3.8	ภาพแสดงหน้าจอ Axes Limit.....38
3.9	ภาพแสดงหน้าจอ Title image.....38
3.10	ภาพแสดงหน้าจอ X Label.....39
3.11	ภาพแสดงหน้าจอ Y Label.....39
3.12	ภาพแสดงหน้าจอ Z Label.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.13 ภาพแสดงหน้าจอ Sub_Menu.....	40
3.14 ภาพแสดงหน้าจอเมนู File ของ Sub_Menu.....	40
3.15 ภาพแสดงหน้าจอเมนู Tools ของ Sub_Menu (ต่อ).....	41
3.16 ภาพแสดงหน้าจอเมนู Axes Limit ของ Sub_Menu.....	41
4.1 ภาพแสดงหน้าจอหลัก (MAIN_MENU).....	43
4.2 ภาพแสดง MENU ในการเลือก TOP-FRONT.....	44
4.3 ภาพแสดงหน้าจอ Openเพื่อทำการเลือกภาพด้านบน (TOP).....	44
4.4 ภาพแสดงด้านบน (TOP).....	45
4.5 ภาพแสดงหน้าจอ Openเพื่อทำการเลือกภาพด้านหน้า (FRONT).....	45
4.6 ภาพแสดงด้านหน้า (FRONT).....	46
4.7 ภาพแสดงภาพ 3 มิติที่ได้จากด้านบน(TOP)และด้านหน้า(FRONT).....	46
4.8 ภาพแสดงข้อผิดพลาดของ โปรแกรมในกรณีเลือกด้านบนและด้านหน้า.....	47
4.9 ภาพแสดง MENU ในการเลือก SIDE-FRONT.....	47
4.10 ภาพแสดงหน้าจอ Openเพื่อทำการเลือกภาพด้านข้าง (SIDE).....	48
4.11 ภาพแสดงด้านข้าง (SIDE).....	48
4.12 ภาพแสดงหน้าจอ Openเพื่อทำการเลือกภาพด้านหน้า (FRONT).....	49
4.13 ภาพแสดงด้านหน้า (FRONT).....	49
4.14 ภาพแสดงภาพ 3 มิติที่ได้จากด้านข้าง(SIDE)และด้านหน้า(FRONT).....	50
4.15 ภาพแสดงข้อผิดพลาดของ โปรแกรมในกรณีเลือกด้านข้างและด้านหน้า.....	50
4.16 ภาพแสดง MENU ในการเลือก TOP-SIDE.....	51
4.17 ภาพแสดงหน้าจอ Openเพื่อทำการเลือกภาพด้านบน (TOP).....	51
4.18 ภาพแสดงด้านบน (TOP).....	52
4.19 ภาพแสดงหน้าจอ Openเพื่อทำการเลือกภาพด้านข้าง (SIDE).....	52
4.20 ภาพแสดงด้านข้าง (SIDE).....	53
4.21 ภาพแสดงภาพ 3 มิติที่ได้จากด้านบน (TOP)และด้านข้าง(SIDE).....	53
4.22 ภาพแสดงข้อผิดพลาดของ โปรแกรมในกรณีเลือกด้านบนและด้านข้าง.....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันนี้การสร้างภาพวัตถุ 3 มิติเริ่มมีบทบาทในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการถ่ายภาพวัตถุในบางมุมมองไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ทั้งหมด โดยอาจจะมีบางส่วนที่ขาดหายไป ดังนั้นการนำภาพที่ได้มาประกอบกันจะสามารถคาดคะเนวัตถุ 3 มิติจากภาพนั้นได้ ซึ่งในที่นี่ จะทำการศึกษาคาดคะเนวัตถุในมุมมองต่างๆ เพื่อให้ถูกต้อง สมบูรณ์ ให้มากที่สุด โดยที่รูปทรง 3 มิติที่สร้างขึ้นมานั้นสามารถที่จะมองเห็น ได้ครอบคลุมทุกมุมมองตามความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษ

1. เพื่อศึกษาการหมุนของวัตถุ 3 มิติ
2. เพื่อศึกษาปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาของการแสดงผลทางจอภาพ
3. เพื่อเป็นระบบเบื้องต้นสำหรับการพัฒนางานในด้านคอมพิวเตอร์กราฟฟิคต่อไป

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1. สามารถคาดคะเนรูปทรงของวัตถุ 3 มิติที่เกิดขึ้นในบางมุมมอง
2. สามารถสร้างแบบการหมุนของวัตถุ 3 มิติโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์
3. สามารถมองภาพวัตถุ 3 มิติในมุมมองต่างๆ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. ศึกษาการเขียนรูปทรง 3 มิติ
2. ศึกษาการหมุนภาพวัตถุ 3 มิติ
3. ศึกษาความรู้ทางด้านทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้อง
4. เขียนโปรแกรม
5. ทดสอบและแก้ไขโปรแกรมให้มีความถูกต้องและสามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. รวบรวมข้อมูลและจัดทำเอกสารประกอบปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆได้ เช่น ในงานด้านอาชญากรรม
2. เป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับสูงขึ้นไป
3. สามารถนำมาเป็นสื่อในการเรียนการสอนได้
4. ได้รับความรู้เพิ่มเติมในการเขียนคอมพิวเตอร์กราฟฟิก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 การแปลงเรขาคณิต 2 มิติ

การแปลงภาพเรขาคณิต (Geometric transformations) หมายถึง ภาพที่วาดขึ้นมาหนึ่ง สามารถที่จะนำมาเปลี่ยนแปลง แก้ว ตำแหน่งหรือขนาดได้ ซึ่งการแปลงที่จะกล่าวถึงในหัวข้อ ใหญ่ๆ ได้แก่ การย้ายภาพ (Translation) , การหมุนภาพ (Rotation) , การย่อ – ขยายภาพ (Scaling)

การแทนจุดในสองมิติ

แทนด้วยเมตริกซ์ $[x \ y]$ และสมาชิก x และ y ในเมตริกซ์นั้น คือคู่อันดับของจุดบน รูปใน 2 มิติ

การแปลงรูปสองมิติ

การแปลงภาพใน 2 มิติ จะกระทำได้โดยการคูณเมตริกซ์ใด ๆ เข้าไปในสมการ

$$[A][T]=[B]$$

$[T]$ คือ เมตริกซ์ที่ใช้คูณเพื่อทำการแปลงเมตริกซ์

การแปลงจุด

แทนจุดใดๆ ด้วย $[x \ y]$ เราจะได้

$$\begin{aligned} [X][T] &= [x \ y] \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \\ &= [(ax + cy) \ (bx + dy)] \\ &= [x^* \ y^*] \end{aligned}$$

- ในกรณีที่ $a = d = 1$ และ $c = b = 0$ จะได้

$$\begin{aligned} [X][T] &= [x \ y] \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &= [x \ y] \\ &= [x^* \ y^*] \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า ไม่มีการเปลี่ยนตำแหน่งของจุด

- ในกรณีที่ $d = 1, b = c = 0$ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} [X][T] &= [x \ y] \begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &= [ax \ y] \\ &= [x^* \ y^*] \end{aligned}$$

จะเห็นได้ว่า ค่า x จะเปลี่ยน ค่า y คงที่

- ในกรณีที่ $b = c = 0$ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} [X][T] &= [x \ y] \begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & d \end{bmatrix} \\ &= [ax \ dy] \\ &= [x^* \ y^*] \end{aligned}$$

ถ้า $a \neq d$ การย่อขยาย จะผิดเพี้ยนไปจากเดิม แต่ถ้า $a = d$ และมีค่ามากกว่า 1 ภาพที่ถูกขยายแล้ว จะถูกเคลื่อนย้ายห่างออกไปจากจุดประจำที่ แต่ถ้า $a = d$ และมีค่าน้อยกว่า 1 ภาพที่ถูกย่อแล้ว จะถูกเคลื่อนย้ายเข้ามาใกล้กับจุดประจำมากขึ้น

- กรณีที่ $b = c = 0, d = 1$ และ $a = -1$ แล้วจะได้

$$\begin{aligned} [X][T] &= [x \ y] \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &= [-x \ y] \\ &= [x^* \ y^*] \end{aligned}$$

ภาพที่ปรากฏออกมาจะสะท้อนกับแกน y

- ถ้า $b = c = 0, a = 1$ และ $d = -1$ ภาพที่ปรากฏออกมาจะสะท้อนกับแกน x
- ถ้า $b = c = 0, a = d < 0$ ภาพที่ปรากฏออกมาจะสะท้อนกับจุดกำเนิด
- ในกรณีที่ $a = d = 1, c = 0$ แล้วจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} [X][T] &= [x \ y] \begin{bmatrix} 1 & b \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &= [x \ (bx + y)] \\ &= [x^* \ y^*] \end{aligned}$$

จากสมการจะเห็นได้ว่า ค่า x ไม่เปลี่ยน แต่ค่า y ขึ้นอยู่กับสมการเส้นตรงที่ผ่านจุดกำเนิดในทางเดียวกัน เมื่อ $a = d = 1$, $b = 0$ ค่า y จะไม่เปลี่ยน แต่ค่า x ขึ้นอยู่กับสมการเส้นตรงที่ผ่านจุดกำเนิดเช่นเดียวกัน

พิจารณาว่าถ้าต้องการย้ายตำแหน่งของจุด $(0, 0)$ จะได้

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix} = [x^* \ y^*]$$

จะเห็นว่าถ้าต้องการย้ายตำแหน่งของจุด $(0, 0)$ ได้ ดังนั้นจะต้องเปลี่ยนเป็น Homogeneous Coordinate

การหมุนภาพ

การหมุนภาพเป็นการแปลงอีกแบบหนึ่ง สำหรับการหมุนภาพนี้จะต้องกำหนดว่าจุดใดเป็นจุดหมุนเสมอ หลังจากที่ถูกหมุนไปแล้ว ระยะห่างระหว่างจุดหมุนกับภาพจะยังคงมีค่าเท่าเดิม รูปร่าง ลักษณะของภาพก็ยังคงเดิม แต่ภาพจะมีการจัดวางที่ต่างไปจากเดิมอันเนื่องจากการหมุนนั่นเอง การหมุนภาพนี้อาจจะหมุนที่ละหลาย ๆ ภาพก็ได้ จะหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกาก็ได้ และจุดหมุนที่ใช้ก็จะอาจอยู่ภายในหรือภายนอกภาพก็ได้

สำหรับเมตริกซ์ที่จะใช้คูณเพื่อทำการหมุน โดยที่จุดหมุนคือจุดกำเนิด ในกรณีต่าง ๆ จะเป็นดังนี้

$$[T] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{เมื่อต้องการหมุนเป็นมุม } 90$$

$$[T] = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{เมื่อต้องการหมุนเป็นมุม } 180$$

$$[T] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{เมื่อต้องการหมุนเป็นมุม } 270$$

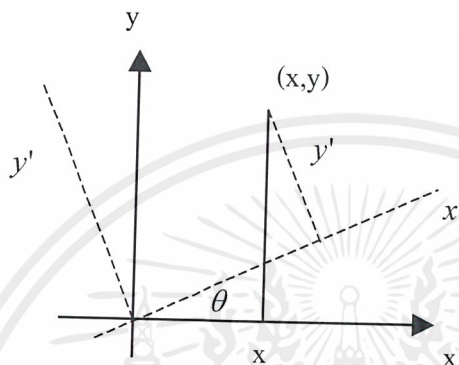
$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{เมื่อต้องการหมุนเป็นมุม } 360 \text{ หรือ } 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$$

สำหรับการหมุน ที่มุม θ ใด ๆ

ถ้ารับเมตริกซ์ของการหมุนนี้สามารถหาได้จากสมการการหมุน ซึ่งเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดจุด (x, y) กับแกน (x, y) และพิกัด (x', y') ของจุดเดียวกันกับแกนที่จะหมุน (x', y') พิจารณาจากรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 2.1 การหมุนภาพ 2 มิติ

ถ้ามุมของการหมุนเป็นมุม θ จะได้สมการ คือ

$$\begin{aligned} x' &= x \cos\theta + y \sin\theta \\ y' &= -x \sin\theta + y \cos\theta \end{aligned} \quad (1)$$

ซึ่งแสดงได้โดยเมตริกซ์ A คือ

$$A = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \quad (2)$$

ซึ่งเรียกว่า เมตริกซ์สำหรับการหมุน

เราสามารถเขียนสมการที่ (1) ในรูปแบบ rotation matrix ได้ ดังนี้

$$(A) \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \cos\theta + y \sin\theta \\ -x \sin\theta + y \cos\theta \end{pmatrix} \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตริกซ์ 2 เมตริกซ์จะเท่ากันถ้าสมาชิกเท่ากัน ดังนั้นสมการเมตริกซ์

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \cos \theta + y \sin \theta \\ -x \sin \theta + y \cos \theta \end{bmatrix} \quad (4)$$

จะเห็นว่าค่าที่ได้จะสมมูลกับสมการการหมุนสมการที่ (1) และจากสมการที่ (3) และสมการที่ (4) จะได้ว่า

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (5)$$

ถ้าเราใช้เมตริกซ์ A แทนเมตริกซ์ของการหมุนสมการที่ (2) และใช้

$$r = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

และ

$$r' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix}$$

จะได้ว่า

$$r' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = A = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \cos \theta + y \sin \theta \\ -x \sin \theta + y \cos \theta \end{bmatrix} \quad (6)$$

นั่นคือ จะได้

$$\begin{aligned} x' &= x \cos \theta + y \sin \theta \\ y' &= -x \sin \theta + y \cos \theta \end{aligned} \quad (7)$$

เป็นสมการสำหรับการหมุนใน 2 มิติ

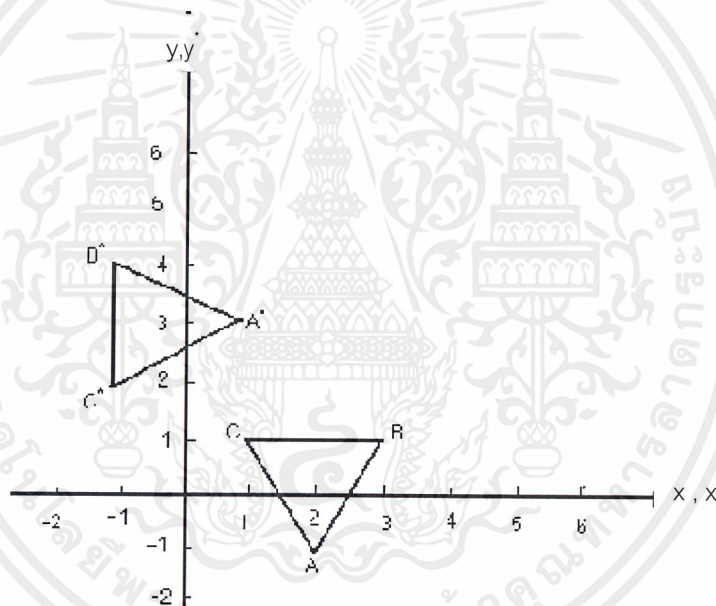
ตัวอย่าง ถ้าต้องการหมุนสามเหลี่ยม ABC เป็นมุม 90 ในทิศทวนเข็มนาฬิกากับจุดกำเนิด ดังนั้นเมตริกซ์ที่จะใช้คูณเพื่อทำการเปลี่ยนแปลง คือ

$$[T] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

ถ้าเราใช้เมตริกซ์ 3x2 แทน Coordinate ของจุดยอดของรูปสามเหลี่ยม เราจะได้ว่า

$$\begin{bmatrix} 3 & -1 \\ 4 & 1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ -1 & 4 \\ -1 & 2 \end{bmatrix}$$

เมื่อหมุนแกนแล้ว จะได้สามเหลี่ยม $A^*B^*C^*$ ดังรูป 2.1



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการหมุนภาพ 2 มิติ

การย่อ - ขยายภาพ

การเปลี่ยนขนาดของภาพได้โดยการเปลี่ยนขนาดหน้าต่างแสดงภาพ หรือ เปลี่ยนขนาดของช่องแสดงภาพ เทคนิคนี้ไม่สามารถใช้ได้ในทุกกรณี เช่น ถ้าเราต้องการเปลี่ยนขนาดของภาพภาพหนึ่งในหน้าต่างเท่านั้น ถ้าเราขยายหรือย่อขนาดของหน้าต่าง ภาพทั้งหมดในหน้าต่างก็จะขยายหรือย่อไปด้วย ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการเปลี่ยนขนาดของภาพเฉพาะภาพใดภาพหนึ่งพิจารณาจาก

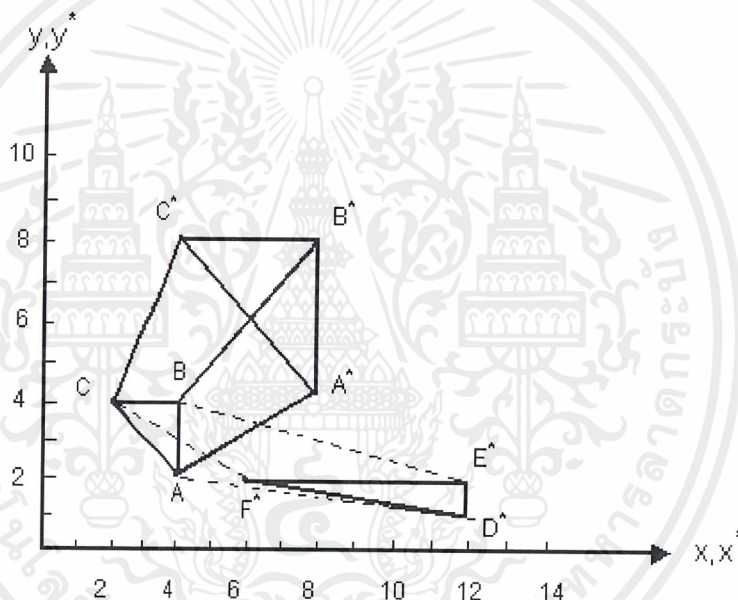
$$[X][T] = [x \ y] \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ $a = d, b = c = 0$ เป็นรูปแบบมาตรฐานของการย่อขยายภาพ แล้วจะได้รูปของการย่อขยายจากสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยม $A^*B^*C^*$ ดังรูป แต่ถ้า $a \neq d, b = c = 0$ แล้วจะทำให้รูปแบบการย่อขยายผิดพลาดไป คือ จะได้รูปของการย่อขยายจากสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยม $D^*E^*F^*$ ดังรูป

ในกรณีที่ $a = d$ และมีค่ามากกว่า 1 ภาพที่ถูกขยายแล้วจะถูกเคลื่อนย้ายห่างออกไปจากจุดประจำที่ แต่ถ้ากรณีที่ $a = d$ และมีค่าน้อยกว่า 1 ภาพที่ถูกย่อแล้วจะถูกเคลื่อนย้ายเข้ามาใกล้กับจุดประจำที่มากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น

$$[X^*] = [X][T] = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 4 & 4 \\ 2 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/2 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 2 & 12 \\ 1 & 12 \end{bmatrix}$$



รูปที่ 2.3 การย่อ - ขยายภาพ

การย้ายภาพ และ Homogeneous Coordinate

การเขียนคู่ลำดับ ปกตินั้นเรามีปัญหาในการย้ายจุด $[0 \ 0]$ เพราะว่ามีเมตริกซ์ใด ๆ แล้วค่าของตำแหน่งใหม่ที่ออกมาก็คงยังเป็นศูนย์เสมอ ดังนั้น เราแก้ปัญหาโดยวิธีการเขียนพิกัดให้อยู่ในรูปของ Homogeneous Coordinate เช่น $[x \ y]$ เขียนเป็น Homogeneous Coordinate คือ $[x \ y \ 1]$ หรือ Homogeneous Coordinate เขียนได้เป็น $[hx \ hy \ h]$ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ Homogeneous Coordinate ได้หลายรูปแบบ เช่น $[6 \ 4 \ 2], [12 \ 8 \ 4], [3 \ 2 \ 1]$ ทั้งหมดล้วนแทนจุด $(3,2)$ และเมตริกซ์ที่ใช้แปลงข้อมูลจะอยู่ในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$[T] = \begin{bmatrix} a & b & 0 \\ c & d & 0 \\ m & n & 1 \end{bmatrix}$$

จะได้

$$\begin{aligned} [x^* \ y^* \ 1] &= [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ m & n & 1 \end{bmatrix} \\ &= [x+m \ y+n \ 1] \end{aligned}$$

จะเห็นว่า สามารถทำการแปลง $[0, 0]$ ได้แล้ว

การหมุนรอบจุดอิสระใดๆ

จากการศึกษาที่ผ่านมา การหมุนจะเกิดจากการหมุนรอบจุดกำเนิด การเปลี่ยนพิกัดให้อยู่ในรูปของ Homogeneous Coordinate นั้น ทำให้สามารถที่จะหมุนรอบจุดใดๆ ที่ไม่ใช่จุดกำเนิดได้ ดังนั้นถ้าเราต้องการหมุนตำแหน่ง $[x \ y \ 1]$ รอบจุด m, n เป็นมุมใดๆ สามารถเขียนเป็น

$$[x^* \ y^* \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -m & -n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ m & n & 1 \end{bmatrix}$$

และเขียนได้เป็น

$$[x^* \ y^* \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ m & n & 1 \end{bmatrix} [x+m \ y+n \ 1]$$

ตัวอย่าง สมมุติให้จุดศูนย์กลางวัตถุอยู่ที่ $[4 \ 3]$ และต้องการที่จะหมุนเป็นมุม 90° ทวนเข็มนาฬิกา

นาฬิกาต้องใช้เมตริกซ์ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ m & n & 1 \end{bmatrix}$ เพราะที่จุดกำเนิดไม่ใช่จุดศูนย์กลางของวัตถุ จึงจำเป็นต้อง

ต้องย้ายรูปให้จุดศูนย์กลางของวัตถุเป็นจุดกำเนิดก่อน โดยใช้เมตริกซ์คูณเพื่อทำการย้าย

เมตริกซ์ที่ใช้คือ $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -4 & -3 & 1 \end{bmatrix}$ และเมื่อทำการหมุนแล้วก็ทำการย้ายตำแหน่งกลับไปทีเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งก็คือต้องคูณด้วย “เมตริกซ์ผกผัน” ทั้งหมดสามารถเขียนได้เป็น

$$[x^* \ y^* \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -4 & -3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 4 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

และเมื่อทำการคูณแล้ว จะเขียนได้เป็น

$$[x^* \ y^* \ 1] = [x \ y \ 1] \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 7 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

2.2 การหาขอบภาพในสองมิติ

ถ้าทิศทางในขอบภาพไม่อาจคาดหมายทิศทางได้ วิธีการหาขอบภาพแบบสองมิติ จะถูกนำมาใช้หาเส้นของขอบภาพในทุกทิศทาง จุดของภาพที่อยู่ข้างเคียงจะถูกนำมาพิจารณาว่าจุดใดเป็นบริเวณขอบหรือไม่ ค่าของจุดข้างเคียงเหล่านั้นขึ้นอยู่กับช่องหน้าต่างของการกระทำ โดยทั่วไปช่องหน้าต่างที่มีขนาดเล็กจะพิจารณาความละเอียดได้มากกว่า และการคำนวณย่อมง่ายกว่าด้วย

เมื่อ Robert (1975) ได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับจดจำภาพทรงเหลี่ยมหลายหน้า ใช้ช่องหน้าต่างขนาด 2×2 เพื่อหาขอบภาพ (สำหรับฟังก์ชันหนึ่งหน่วย) เป็นการหาความแตกต่างชนิดสองมิติ

A	B	C
D	E	F
G	H	I

รูปที่ 2.4 ค่าความแสงขนาดช่องหน้าต่าง 3×3

$$D_2(i,j) = [\{ f(i,j) - f(i+1,j+1) \}^2 + \{ f(i+1,j) - f(i,j+1) \}^2]^{1/2} \quad (8)$$

สมการที่ (8) มีค่าเสมือนการหาความชัน $f(i,j)$ สมการนี้สามารถปรับปรุงจากการใช้ค่าผลบวกของสมการกำลังสอง มาเป็นการใช้ผลบวกของค่าสมบูรณ์แทน เพื่อประหยัดเวลาในการคำนวณ ช่องหน้าต่างที่ใช้เป็นตัวกระทำส่วนมากเป็นขนาด 3×3 เพราะสามารถบรรจุภาพโดยรอบได้หมด ดังรูป 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถคำนวณค่าความลาดชัน G ที่จุดภาพใดๆจากการคำนวณส่วนของ G_x และ G_y จากการคำนวณค่าความเข้มของแสงสว่างจากจุดภาพข้างเคียง ดังนี้

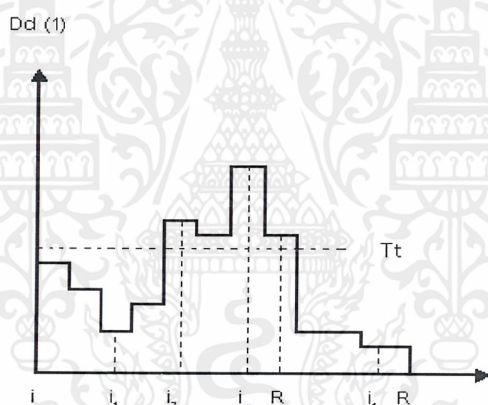
$$\begin{aligned} G_x &= (C + 2F + I) - (A + 2D + G) \\ G_y &= (A + 2B + C) - (G + 2H + I) \\ G &= (G_x, G_y) \end{aligned} \quad (9)$$

ถ้าค่าความชันขนาด G มีค่ามาก ทิศทางความชันสูงสุด (α) และทิศทางขนาดของขอบภาพ (θ) หาได้จาก

$$\begin{aligned} \alpha &= \tan(G_y, G_x) \\ \theta &= \alpha + \pi/2 \end{aligned} \quad (10)$$

ซึ่งอาจประมาณโดยสมการง่ายขึ้น ดังนี้

$$\begin{aligned} G_x &= (C + F + I) - (A + D + G) \\ G_y &= (A + B + C) - (G + H + I) \\ |G| &= |G_x| + |G_y| \end{aligned}$$



รูปที่ 2.5 การพิจารณาขีดเริ่มเปลี่ยนและตำแหน่งของขอบภาพ

สำหรับขอบรูปหลังคาหรือรูปยอดแหลม จุดซึ่งเป็นขอบภาพจะใช้การกระทำแบบ Laplacian วิธีการนี้ใช้กับฟังก์ชันที่มีความต่อเนื่อง $f(x,y)$

$$\nabla^2 f(x,y) = (\partial^2 f(x,y) / \partial x^2) + \partial^2 f(x,y) / \partial y^2 \quad (11)$$

สำหรับภาพดิจิทัล วิธีการ Laplacian โดยใช้ช่องหน้าต่างขนาด 3×3 จะได้จุดภาพดังนี้

$$DD^2 = (B + D + F + H - 4E) / 4 \quad (12)$$

และได้ค่าข้างเคียง 8 จุดภาพ ดังนี้

$$DD^2 = (A + B + C + D + F + G + H + I - 8E) / 8 \quad (13)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาขอบแบบ 2 มิติเหล่านี้เป็นวิธีการพื้นฐาน ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะถูกนำไปประยุกต์ใช้แล้วแต่กรณี และช่องหน้าต่างอาจใช้ขนาดต่างๆไป เพื่อลดผลอันเกิดจากสัญญาณรบกวน

จากวิธีการดังกล่าวที่ได้อธิบาย ต้องนำมาพิจารณาว่าจะมีจุดขอบภาพหรือไม่และถ้ามีจุดขอบภาพเกิดขึ้นจุดเหล่านั้นควรอยู่ที่ใด วิธีการที่ง่ายที่สุดคือการพิจารณาค่าเทรสโฮลด์ของผลลัพธ์จากการกระทำ ดังตัวอย่างจากการหาค่า $D_d(i)$ ในรูปที่ 2.4 ขอบของภาพชนิดฟังก์ชันหนึ่งหน่วยถูกพิจารณาในช่วงระหว่าง L, R

ถ้ามีขอบภาพเกิดขึ้นจะพิจารณาภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

1. มีค่าสูงสุดของ $D_d(i)$ ที่จุด i_m ซึ่ง i_m เป็นจุดใดๆ ที่ไม่ใช่ L, R
2. จะต้องมียุทธศาสตร์ของ $D_d(i_m) > T_a$ ซึ่ง T_a เป็นเทรสโฮลด์ความสูงของขอบภาพที่กำหนดไว้
3. จะต้องมียุทธศาสตร์ของ $D_d(i)$ ที่ $i = i_r$ ระหว่าง L กับ i_m และค่าต่ำสุดของ $D_d(i)$ ที่ $i = i_l$ ระหว่าง i_m และ R ซึ่ง

$$D_d(i_m) - D_d(i_l) > T_r$$

$$D_d(i_m) - D_d(i_r) > T_r$$

ค่า T_r เป็นค่าเทรสโฮลด์สัมพันธ์ที่กำหนดไว้

ค่า T_a มักจะพิจารณาจากคุณลักษณะทั้งหมดของรูปภาพ และค่า T_r พิจารณาจากคุณลักษณะเฉพาะของภาพ ตัวอย่างเช่นค่า $D_d(i_m)$

ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขทั้งสาม หมายความว่า มีขอบภาพเกิดขึ้น

การติดตามขอบวัตถุโดยใช้หลักการหมุนของเวกเตอร์

การตรวจหาจุดขอบของวัตถุ ทำได้โดยอาศัยกฎเกณฑ์โดยสรุป ดังนี้

“เมื่อพบจุดภาพที่ไม่ใช่จุดภาพของวัตถุ ให้หมุนตัวไปทางซ้ายหนึ่งตำแหน่ง
เมื่อพบจุดภาพที่เป็นจุดภาพของวัตถุ ให้หมุนตัวไปทางขวาหนึ่งตำแหน่ง”

ด้วยหลักการดังกล่าว ทำให้ได้ขอบภาพที่หนาเกินความจำเป็น เมื่อใช้เทคนิคของการหมุนเวกเตอร์ในแบบ 8 ทิศทาง โดยใช้ช่องหน้าต่างขนาด 3×3 วางทับไปบนจุดภาพที่เป็นจุดขอบของวัตถุ และเริ่มหมุนซ้ายหรือขวาในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเท่านั้น ซึ่งต้องใช้ทิศทางเดียวตลอดกระบวนการทั้งหมด

การใช้ทฤษฎีของคอมพิวเตอร์กราฟฟิกมาประยุกต์ เพื่อกำหนดตำแหน่งของจุดภาพเมื่อได้หมุนไปนั้น เราใช้จากสมการสำหรับการหมุนทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุม θ

$$\begin{pmatrix} x' & y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \cos \theta - y \sin \theta, & x \sin \theta + y \cos \theta \end{pmatrix} \quad (14)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสมการสำหรับการหมุนตามเข็มนาฬิกาเป็นมุม θ

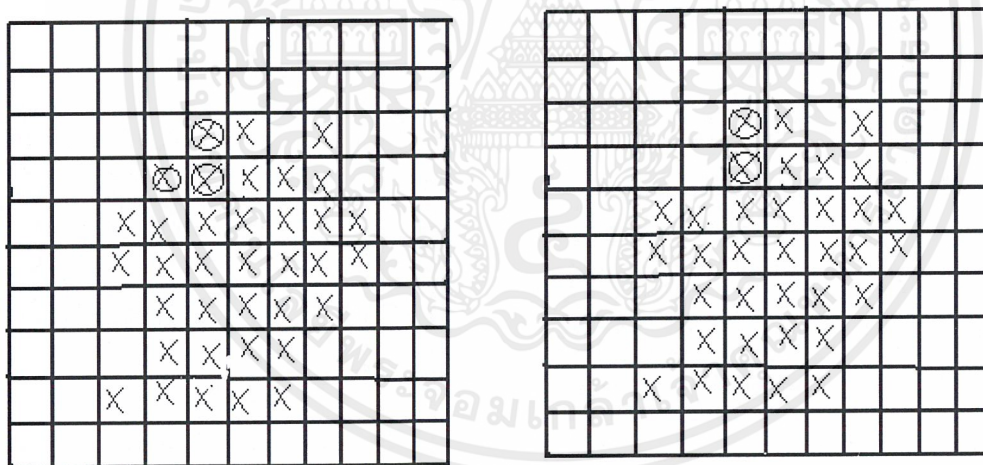
$$\begin{pmatrix} x' & y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \cos \theta + y \sin \theta & -x \sin \theta + y \cos \theta \end{pmatrix} \quad (15)$$

โดยที่ x, y เป็นจุดพิกัดเดิมก่อนการหมุนโดยรอบจุดพิกัด $(0,0)$ และจุด x', y' เป็นจุดพิกัดหลังจากการหมุนเนื่องจากค่าตำแหน่งของช่องหน้าต่างต่างเป็นจำนวนเต็ม และกำหนดพิกัดเฉพาะในตาราง 3×3 เท่านั้น

ค่าที่อยู่ตรงกลางของช่องตาราง ให้เป็นค่า i, j ($i \equiv -y, j \equiv x$) ดังนั้นเราจะกำหนดตำแหน่งของตาราง i, j หลังจากการหมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ ความสัมพันธ์ของเครื่องหมายในสมการที่ 7 และการหมุนตามเข็มนาฬิกาของสมการที่ 8 และค่า i, j ที่เปลี่ยนไปมีค่าเพิ่มขึ้นครั้งละ $+1$ หรือ -1 เท่านั้น

การใช้วิธีการหมุนเวกเตอร์ 8 ทิศทางนี้ ก็คือการหมุนไปครั้งละ 45 องศาเสมอ ซึ่งอาจสรุปวิธีการได้ ดังนี้

1. สแกนหาจุดขอบแรกของวัตถุ
2. กำหนดทิศทางหมุนซ้าย (หรือหมุนขวา)
3. ทาบตาราง 3×3 โดยให้จุดกลางทับอยู่บนขอบภาพแรก



รูปที่ 2.6 เปรียบเทียบระหว่างวิธีเดิมและวิธีหมุนเวกเตอร์

4. ลากเวกเตอร์จากจุดกลางช่องหน้าต่างไปทางซ้าย (หมุนทวนเข็มนาฬิกา 180 องศา)
5. ถ้าตำแหน่งจุดภาพที่หมุนไปไม่ใช่จุดภาพ ให้หมุนทวนเข็มนาฬิกาไปครั้งละ 45 องศา
6. ถ้าหมุนครบทั้ง 8 ทิศแล้วแต่ยังไม่พบจุดภาพ แสดงว่าจุดแรกที่พบนั้นไม่เชื่อมต่อกับจุดภาพใดเลย
7. เมื่อพบจุดภาพให้เลื่อนช่องหน้าต่างมาที่จุดภาพใหม่ ให้จุดกึ่งกลางช่องทับจุดภาพใหม่พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ลากเวกเตอร์จากจุดภาพใหม่ กลับไปสู่ขอบภาพเดิม (เพื่อหาตำแหน่งเริ่มต้นการหมุน)
9. ใช้จุดขอบภาพใหม่เป็นศูนย์กลางการหมุน ตามช่องหน้าต่างที่วางทาบไว้
10. จากแนวเวกเตอร์ในข้อ 8 หมุนเวกเตอร์ตามข้อ 9 ทวนเข็มนาฬิกาเพิ่มขึ้นต่อไปครั้งละ 45 องศา จนกว่าจะพบจุดขอบภาพใหม่ (ถ้าภาพเป็นจุดขอบภาพ ถือว่าสิ้นสุดการตามขอบภาพ)
11. ทำตามขั้นตอน 7-10 ซ้ำต่อไปจนกว่าจะพบจุดขอบภาพแรก ผลของการหมุนเวกเตอร์ตามแนวช่องหน้าต่าง 3 X 3 ทำให้สามารถลดจำนวนจุดของขอบภาพลงได้

2.3 การแปลงภาพเรขาคณิต 3 มิติ

เนื่องจากเราต้องการใช้การคำนวณทางเมตริกซ์มาใช้ในการคำนวณการแปลงภาพ เราจึงต้องแปลงพิกัดปกติของเราให้เป็น Homogeneous Coordinate ก่อน ดังนั้นถ้าพิกัดเป็น 3 มิติจะต้องเขียนในรูป vector 1*4 เช่น $[x \ y \ z]$ จะต้องทำการเขียนให้อยู่ในรูปของ $[x \ y \ z \ 1]$ สำหรับจุดใหม่ที่แปลงแล้วคือ $[x' \ y' \ z']$ เขียนให้อยู่ในรูปของ vector จะเป็น

$$[x' \ y' \ z' \ h] = [x \ y \ z \ 1][T]$$

ซึ่ง $[T]$ คือเมตริกซ์ที่ใช้ในการแปลง และถ้าเราจะทำการแปลงจาก Homogeneous Coordinate กลับมาเป็น Physical Coordinate เราสามารถทำได้ดังนี้

$$[x^* \ y^* \ z^* \ 1] = \begin{bmatrix} x' & y' & z' & 1 \\ h & h & h & 1 \end{bmatrix}$$

สำหรับเมตริกซ์ที่ใช้ในการคูณ เพื่อทำการแปลงภาพสามมิตินั้นคือ

$$[T] = \begin{bmatrix} a & b & c & p \\ d & e & f & q \\ g & i & j & r \\ l & m & n & s \end{bmatrix}$$

การหมุน

การหมุนภาพจะต้องกำหนดว่าจุดใดเป็นจุดหมุนเสมอ หรือเมตริกซ์ที่ใช้ทำการคูณเพื่อหมุนภาพนั้น จะอยู่ในรูปแบบดังนี้

$$\text{หมุนตามแกน } x \quad [T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{หมุนตามแกน } z \quad [T] = \begin{bmatrix} \cos\varpi & \sin\varpi & 0 & 0 \\ -\sin\varpi & \cos\varpi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมุนตามแกน y

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos\varphi & 0 & -\sin\varphi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\varphi & 0 & \cos\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ตัวอย่าง พิจารณารูปที่ 2.6 เมตริกซ์ของตำแหน่ง คือ

$$[x] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ต่อไป จะทำการหมุนรอบแกน x โดย $\theta = 90$ จะได้เมตริกซ์สำหรับการคูณเพื่อแปลง คือ

$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

โดยเมตริกซ์ที่ทำการแปลงแล้ว คือ

$$[x^*] = [x] [T] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & -2 & 1 \\ 0 & 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

อีกกรณีหนึ่งคือการหมุนรอบแกน y โดยที่ $\phi = 90$ จะได้เมตริกซ์สำหรับการคูณเพื่อแปลง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$[T'] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

โดยเมตริกซ์ที่ทำการแปลงแล้ว คือ

$$[X^*] = [X] [T'] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -3 & 1 \\ 1 & 2 & -3 & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -3 & 1 \\ 0 & 2 & -3 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ต่อไปลองพิจารณาการหมุนตามแกน x แล้วต่อด้วยการหมุนตามแกน y จะได้เมตริกซ์ใช้
คูณ เพื่อทำการหมุนดังต่อไปนี้

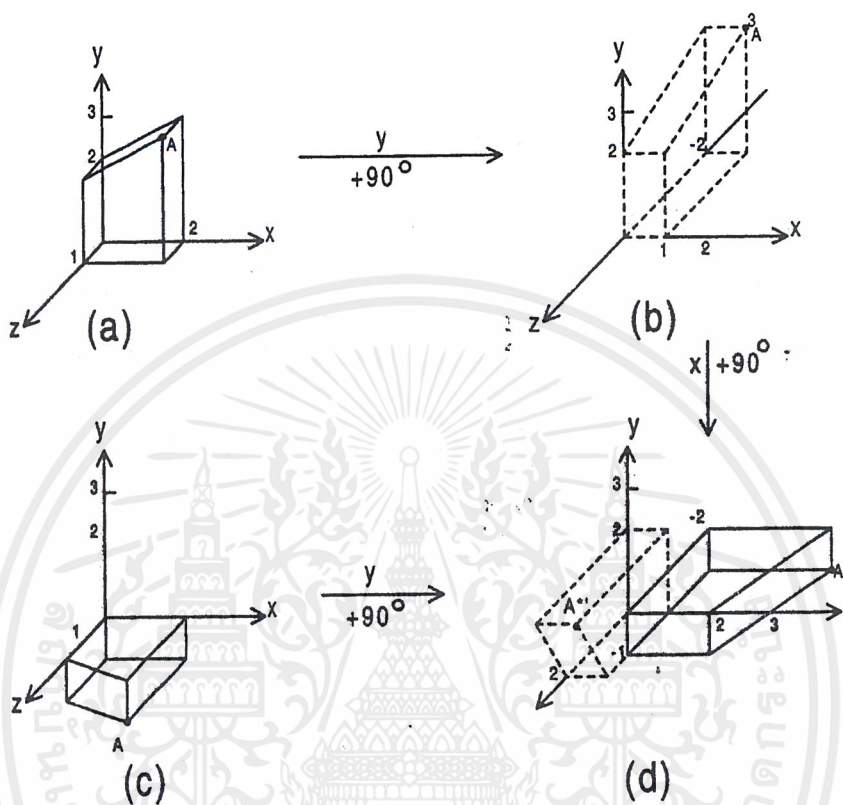
$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta & 0 \\ \sin^2 \theta & \cos \theta & \cos \theta \sin \theta & 0 \\ \cos \theta \sin \theta & -\sin \theta & \cos^2 \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

และในทางกลับกัน ถ้าเราหมุนตามแกน y ก่อน แล้วค่อยหมุนตามแกน x เมตริกซ์ที่ใช้หมุนจะเป็น

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin^2 \theta & -\cos \theta \sin \theta & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ \sin \theta & -\cos \theta \sin \theta & \cos^2 \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเราลองทำการเปรียบเทียบการหมุนทั้ง 2 ลักษณะ จะเห็นว่าเมื่อหมุนเสร็จแล้วภาพ 3 มิติที่ปรากฏจะต่างกัน



รูปที่ 2.7 การหมุน 3 มิติ

การสะท้อนของภาพ 3 มิติ

ในการสะท้อนของรูปสามมิติจะเสมือนกับการหมุนภาพต่อไปเป็นเมตริกซ์ที่จะใช้ในการคูณเพื่อให้เกิดภาพสะท้อน

ถ้าสะท้อนตาม plane x-y

$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ถ้าสะท้อนตาม plane y-z

$$[T] = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

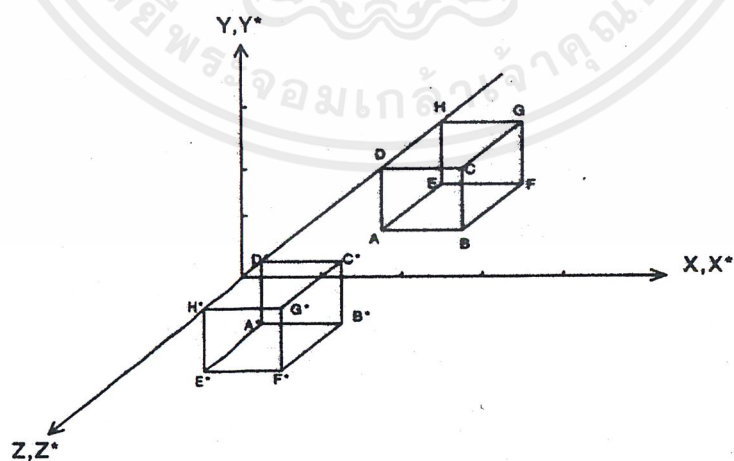
ถ้าสะท้อนตาม plane x-z

$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ตัวอย่าง กล่อง ABCDEFGH แสดงดังรูปที่ 2.8 เขียนเมทริกซ์แสดงตำแหน่งได้

$$[X] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 1 \\ 2 & 0 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -2 & 1 \\ 2 & 0 & -2 & 1 \\ 2 & 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[X^*] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 1 \\ 2 & 0 & -1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -2 & 1 \\ 2 & 0 & -2 & 1 \\ 2 & 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



รูปที่ 2.8 แสดงการสะท้อนของ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย้ายภาพ

เมตริกซ์ที่ใช้ในการย้ายภาพ คือ

$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & m & n & 1 \end{bmatrix}$$

การหมุน Homogeneous Coordinate นั้นสามารถเขียนได้เป็น

$$[x' \ y' \ z' \ h] = [x \ y \ z \ 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & m & n & 1 \end{bmatrix}$$

จะได้ $[x' \ y' \ z' \ 1] = [(x+1) \ (y+m) \ (z+n) \ 1]$

หรือในการหมุน Physical Coordinate ก็จะสามารถเขียนได้เป็น

$$x^* = x + 1$$

$$y^* = y + m$$

$$z^* = z + n$$

การแปลงภาพหลายๆแบบผสมกัน

เราใช้รูปแบบการคูณในเมตริกซ์ ดังนี้

$$[X][T] = [X] [T_1] [T_2] [T_3] [T_4] \dots$$

เมื่อ

$$[T] = [T_1][T_2][T_3][T_4] \dots$$

ดังนั้นเราสามารถแปลงภาพหลายๆภาพแบบผสมกันได้ ดังตัวอย่างเราจะทำการย้ายตำแหน่งของภาพก่อนเสร็จแล้วนำการหมุนตามแกน x และแกน y ตามลำดับ

$$\begin{aligned}
 [T] &= [T_r][R_x][R_y] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & m & n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\phi & 0 & -\sin\phi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\phi & 0 & \cos\phi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta & 0 \\ \sin\phi\sin\theta & \cos\theta & \cos\phi\sin\theta & 0 \\ \sin\phi\cos\theta & -\sin\theta & \cos\phi\cos\theta & 0 \\ 1\cos\phi + m\sin\phi\sin\theta + n\sin\phi\cos\theta & m\cos\theta - n\sin\theta & -\sin\phi + m\cos\phi\sin\theta + n\cos\phi\cos\theta & 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

การหมุนรอบแกนตัวเอง โดยขนานกับแกน Coordinate

เมตริกซ์ที่ใช้ในการคูณเพื่อให้วัตถุ 3 มิติหมุนรอบแกนของตัวเอง คือ

$$[T] = [T_r][R][T_r]^{-1}$$

จะได้ว่า

$$[X^*] = [X][T_r][R][T_r]^{-1}$$

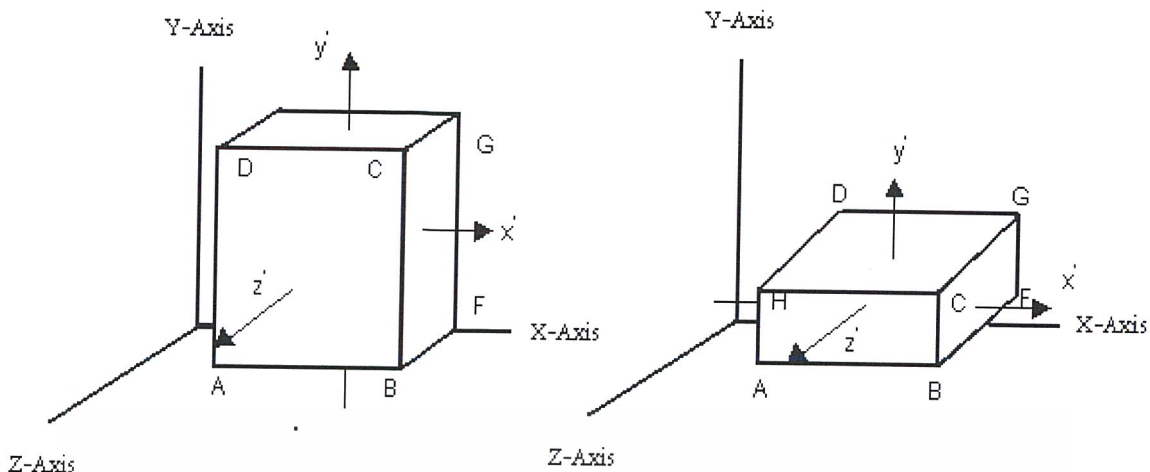
โดยที่

- $[X^*]$ แทนเมตริกซ์ที่เกิดจากการหมุนแล้ว
- $[X]$ แทนเมตริกซ์ก่อนการหมุน
- $[T_r]$ แทนเมตริกซ์ที่จะใช้คูณเพื่อทำการย้ายที่
- $[R]$ แทนเมตริกซ์ที่จะใช้คูณเพื่อทำการหมุน
- $[T_r]^{-1}$ แทนเมตริกซ์ผกผัน ของการย้ายที่

ตัวอย่าง พิจารณาจากรูปที่ 2.8 จะได้เมตริกซ์แสดงตำแหน่ง คือ

$$[X] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \\ G \\ H \end{matrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การหมุนรอบแกนตัวเองโดยขนานกับแกน Coordinate

ให้ทำการหมุน block โดยที่ $\theta = 30^\circ$ รอบแกน x' ซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของ block โดยศูนย์กลาง

ของ block คือ $[x_c \ y_c \ z_c \ 1] = \left[\frac{3}{2} \ \frac{3}{2} \ \frac{3}{2} \ 1 \right]$ โดยสามารถหาเมตริกซ์แสดงตำแหน่ง

ที่หมุนแล้วโดยสมการต่อไปนี้

$$[X^*] = [X][T_r][R][T_r]^{-1}$$

โดยที่ $[T_r] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -y_c & -z_c & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -3/2 & -3/2 & 1 \end{bmatrix}$

$$[R_x] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.866 & 0.5 & 0 \\ 0 & -0.5 & 0.866 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$[T_r]^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & y_c & z_c & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{3} & 0 \\ 0 & \frac{3}{2} & \frac{3}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

เมื่อคูณเมทริกซ์แล้ว แถวของ block จะถูกย้ายตำแหน่งมาทับกับแถว x พอดี จากนั้นจะทำการคูณด้วยเมทริกซ์ $[R]$ เพื่อทำการหมุนรอบแกน x จากนั้นทำการคูณเพื่อย้ายตำแหน่งของ block กลับคืนสู่แถวเดิมของ block โดยการนำคูณด้วยเมทริกซ์ $[T_r]^{-1}$ ซึ่งแสดงดังสมการต่อไปนี้

$$[T] = [T_r][R][T_r]^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & y_c(1-\cos\theta) + z_c \sin\theta & z_c(1-\cos\theta) - y_c \sin\theta & 1 \end{bmatrix}$$

เมทริกซ์การแปลงที่ได้คือ

$$[X'] = [X][T] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.866 & 0.5 & 0 \\ 0 & -0.5 & 0.866 & 0 \\ 0 & 0.951 & -0.549 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0.817 & 1.683 & 1 \\ 2 & 0.817 & 1.683 & 1 \\ 2 & 1.683 & 2.183 & 1 \\ 1 & 1.683 & 2.183 & 1 \\ 1 & 1.317 & 0.817 & 1 \\ 2 & 1.317 & 0.817 & 1 \\ 2 & 2.183 & 1.317 & 1 \\ 1 & 2.183 & 1.317 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \\ G \\ H \end{matrix}$$

ถ้าจะทำการหมุนรอบแกนของตัวเอง ขนานกับแกน y-coordinate และตามด้วยการหมุน ขนานกับแกน x-coordinate ทำได้โดยคูณกับเมทริกซ์ที่จะใช้หมุน คือ

$$[T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -x_c & -y_c & -z_c & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\phi & 0 & -\sin\phi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\phi & 0 & \cos\phi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ x_c & y_c & z_c & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \cos\phi & \sin\phi\sin\theta & -\sin\phi\cos\theta & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ \sin\phi & -\cos\phi\sin\theta & \cos\phi\cos\theta & 0 \\ x_c(1-\cos\phi) - z_c\sin\phi & -x_c\sin\phi\sin\theta + y_c(1-\cos\theta) + z_c\cos\phi\sin\theta & x_c\sin\phi\cos\theta - y_c\sin\theta + z_c(1-\cos\phi\cos\theta) & 1 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมุนรอบแกนของตัวเองโดยอิสระ

เมตริกซ์ที่ใช้ในการหมุนเพื่อให้วัตถุ 3 มิติหมุนรอบแกนตัวเองโดยอิสระ คือ

$$[M] = [T][R_x][R_y][R_\delta][R_y]^{-1}[R_x]^{-1}[T]^{-1}$$

$$\text{เมื่อ } [T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -x_0 & -y_0 & -z_0 & 1 \end{bmatrix} \quad [R_x] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{C_z}{d} & \frac{C_y}{d} & 0 \\ 0 & \frac{-C_y}{d} & \frac{C_z}{d} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[R_y] = \begin{bmatrix} d & 0 & C_x & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -C_x & 0 & d & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad [R_\delta] = \begin{bmatrix} \cos \delta & \sin \delta & 0 & 0 \\ -\sin \delta & \cos \delta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

โดยเราจะต้องหา direction cosine (C_x, C_y, C_z) ก่อน โดยที่

$$[C_x, C_y, C_z] = \frac{[(x_1 - x_0)(y_1 - y_0)(z_1 - z_0)]}{[(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2]^{1/2}}$$

การสะท้อนบน Arbitrary Plane

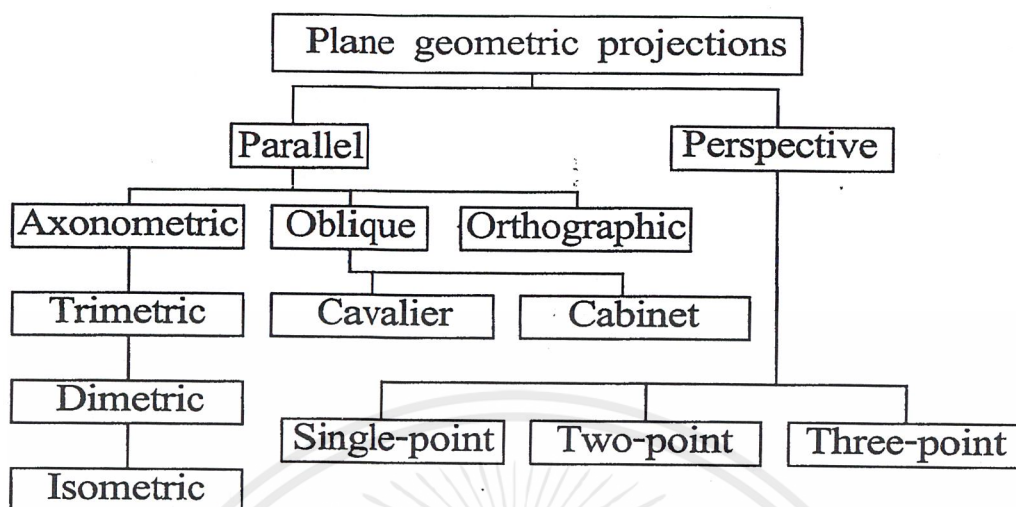
เป็นการสะท้อนกับระนาบอิสระที่เกิดจากแกนอิสระของรูปทรง และเมตริกซ์ที่ใช้ในการหมุนเพื่อหมุนภาพนั้นมีรูปแบบดังนี้

$$[M] = [T][R_x][R_y][R_{nr}][R_y]^{-1}[R_x]^{-1}[T]^{-1}$$

$$\text{โดย } [T] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -x_0 & -y_0 & -z_0 & 1 \end{bmatrix}$$

และ $[R_{nr}]$ เป็นเมตริกซ์ที่ใช้ทำการหมุนเพื่อสะท้อนวัตถุกับระนาบอิสระ

Affine และ Perspective Geometry



รูปที่ 2.10 Hierarchy of plane geometric projections

Orthographic projections

สิ่งที่ยากที่สุดของการ Projection แบบ parallel คือ Orthographic projection ซึ่งส่วนมากจะใช้กับงานด้าน Engineering Drawing การ projection แบบนี้จะแสดงขนาดและรูปร่างที่ถูกต้องตามความเป็นจริงของวัตถุในระนาบใดระนาบหนึ่ง Orthographic Projection เป็นการ projection ในหนึ่งระนาบของ $x=0$, $y=0$ และ $z=0$

เมตริกซ์สำหรับการหา projection บนระนาบที่ $z=0$ คือ

$$[P_z] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

สังเกตในคอลัมน์ที่ 3 (column ของ z) เป็น 0 ทั้งหมด เป็นผลมาจากการ Transformation และเป็นเซตของจุดบน z ซึ่งตำแหน่งของเวกเตอร์เป็น 0

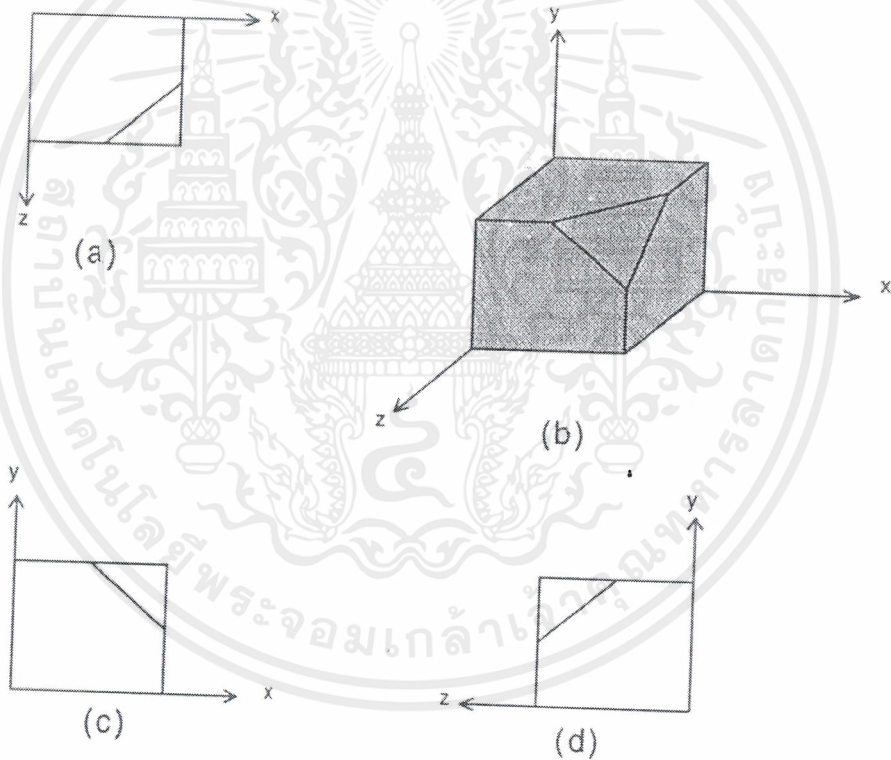
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทำนองเดียวกันเมื่อ $x = 0$ และ $y = 0$ เมตริกซ์สำหรับการหา projection คือ

$$[P_x] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[P_y] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

เป็นการหา projection จากการมองแค่ 3 มุมมอง สำหรับใน 6 มุมมอง เมื่อเรามองทางด้านหลัง เราก็ทำ projection บน $z=0$ ทั้งด้านข้างซ้าย และด้านล่างก็เช่นกัน หา projection บน ระนาบ $x=0$ และ $y=0$ ตามลำดับ



รูปที่ 2.11 แสดง Orthographic Projections

Orthographic projection ของวัตถุในรูป 2.11(a) บนระนาบ $x=0$, $y=0$ และ $z=0$ จุดศูนย์กลางการ Projection ที่ infinity บนแกน $+x$ -, $+y$ - และ $+z$ - แสดงในรูป 2.11(b), 2.11(c) และ 2.11(d) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ Projection แบบหลายมุมมอง (Multiview)

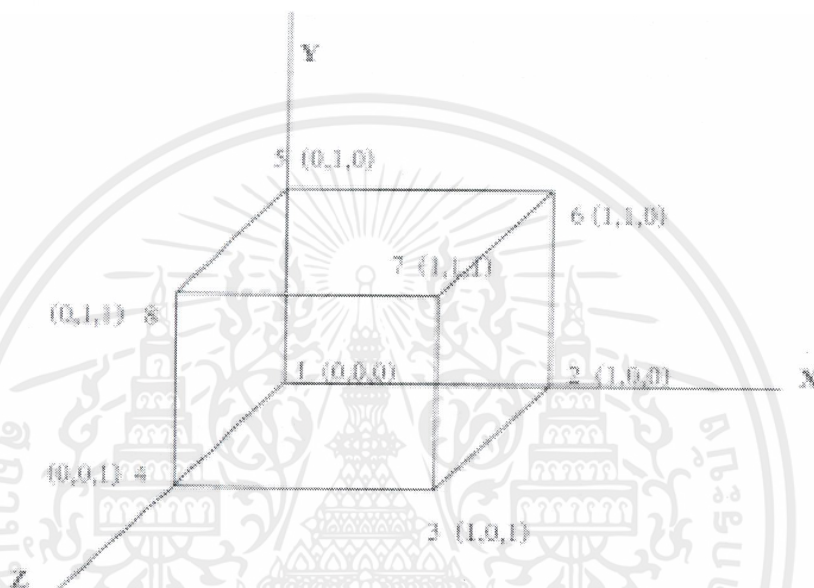
การ Projection แบบหลายมุมมอง (Multiview) จุดมุ่งหมายสำคัญของวิธีการนี้ คือ การแสดงวัตถุในมุมมองต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงและวัดได้จริง โดยจะทำการหมุนด้านหน้า (Front Face) ของวัตถุให้ขนานกับระนาบที่ Project เพื่อเป็นการแสดงความกว้างและความสูงของวัตถุ

เนื่องจากการมองภาพในมุมมองเดียวไม่สามารถที่จะอธิบายวัตถุได้อย่างสมบูรณ์ได้ ดังนั้นการเพิ่มมุมมองบนระนาบที่เราทำการ Project โดยให้มุมมองนั้นตั้งฉากกับระนาบที่ต้องการ Projection จะเป็นการแสดงความลึกของวัตถุได้ นั่นหมายความว่า การแสดงภาพหลายๆมุมมองบนระนาบเดียวจะถูกพัฒนาขึ้น เพื่อให้สามารถมองวัตถุ 3 มิติได้อย่างสมบูรณ์ คือ มองเห็นส่วนลึกของวัตถุนั้นได้ ซึ่งรูปข้างล่างนี้จะแสดงระนาบใน 3 มุมมอง แต่ละระนาบจะถูกเรียกว่า “Principal หรือ Coordinate plan ของการ Projection” ซึ่งจะมีอยู่ 3 ระนาบด้วยกัน คือ ระนาบด้านหน้า (Frontal plane) ระนาบตามขวาง (Horizontal plane) และ ระนาบด้านข้าง (Profile plane) ระนาบทั้ง 3 นี้จะตั้งฉากซึ่งกันและกัน

2.4 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้กับคอมพิวเตอร์กราฟฟิก

การออกแบบชิ้นงานต่างๆไม่ว่าจะเป็นเครื่องหัดกรรม , ยานพาหนะ , เฟอ์นเจอร์ และอื่นๆ จะต้องมีการกล่าวถึงพื้นผิวของวัตถุ ดังนั้นเราจึงต้องมีความเข้าใจในเรื่องพื้นผิวซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการแทนข้อมูลของวัตถุ ในที่นี้เราจะแทนพื้นผิวของวัตถุเป็นแบบ polygon

ตัวอย่าง การเก็บข้อมูลแบบ polygon



รูปที่ 2.13 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลแบบ Polygon

ตารางที่ 1 จะเก็บจุดข้อมูลที่อยู่ในสามมิติจริง

Vertex	X	Y	Z
1	0	0	0
2	1	0	0
3	1	0	1
4	0	0	1
5	0	1	0
6	1	1	0
7	1	1	1
8	0	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เก็บจุดยอดของ Polygon

P	Vertex			
1	1	2	6	5
2	2	3	7	6
3	3	4	8	7
4	4	1	5	8
5	5	6	7	8
6	1	4	3	2

ตารางที่ 2 เก็บ polygon ซึ่งในแต่ละ polygon จะประกอบไปด้วยจุดยอดที่บอกตำแหน่งของ polygon ในที่นี้จะเก็บ 4 จุด เพราะเป็น polygon รูปสี่เหลี่ยม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบระบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 กระบวนการและการพัฒนาระบบ

3.1.1 การศึกษาค้นคว้า

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ทางผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น เมตริกซ์ที่ใช้ในการหมุน การย้ายตำแหน่ง การย่อ-ขยายภาพ เป็นต้น และได้ค้นคว้าเกี่ยวกับ Computer Graphics และโปรแกรม Matlab เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการเขียนโปรแกรม

3.1.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการศึกษาลักษณะและความรู้ทางด้าน Computer Graphics และหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการวางแผนระบบและพัฒนาระบบ
2. ทำการศึกษาระบบและวิธีการใช้งาน Application Development Tools เพื่อให้เหมาะสมและมีความสามารถที่จะพัฒนาระบบได้โดยการใช้ Matlab
3. ทำการศึกษาระบบ Software ที่เกี่ยวกับ Graphics ที่มีในปัจจุบันเพื่อศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
4. แสดงขั้นตอนการดำเนินงานโดยทำการออกแบบ Flow Chart ของระบบงานและกำหนด input และ output ของ Flow Chart ในระบบ

3.1.3 แนะนำเบื้องต้นเกี่ยวกับ Matlab

Matlab เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ขั้นสูง สำหรับการคำนวณทางเทคนิคที่ประกอบด้วยการคำนวณเชิงตัวเลข กราฟฟิกที่ซับซ้อน และการจำลองแบบเพื่อให้มองเห็นภาพพจน์ได้ง่ายและชัดเจน โปรแกรม Matlab นี้สามารถเชื่อมโยงเพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆได้ เช่นสามารถใช้ร่วมกับ Boland C/C++ , Microsoft Visual C++ , Fortran Watcom C/C++ ด้วยการเขียนฟังก์ชันที่เป็น mex ไฟล์ โดยโปรแกรม Matlab จะเรียกใช้รoutines จากโปรแกรมภาษา C และ Fortran

โครงสร้างของ Matlab

โครงสร้างของ Matlab ประกอบด้วย 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ภาษาโปรแกรม Matlab

Matlab เป็นภาษาควบคุมชั้นสูงที่ใช้ควบคุม flow statement ฟังก์ชัน โครงสร้างข้อมูล อินพุต/เอาต์พุต และลักษณะโปรแกรม Object-Oriented Programming ทำให้การเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยาก

2. สถาปัตยกรรมในการทำงานของ Matlab

Matlab จะมีกลุ่มเครื่องมือที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำงานของผู้ใช้โปรแกรม คือ จะมีการจัดการกับตัวแปรใน workspace การนำข้อมูลหรือการผ่านค่าตัวแปรเข้า / ออกและกลุ่มของเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการตัดการตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมที่เขียนขึ้น

3. ฟังก์ชันในการคำนวณทางคณิตศาสตร์

Matlab จะมีไลบรารีทั่วไปที่ใช้ในการคำนวณอย่างกว้างขวาง เช่น sin , cos และ ฟังก์ชันเชิงซ้อน โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นฟังก์ชันหรือไลบรารีที่ใช้กัน โดยทั่วไป เช่น ฟังก์ชันในการหา eigenvalues และ eigenvectors การแยกตัวประกอบและส่วนประกอบของเมตริกซ์ด้วยวิธีต่างๆ การวิเคราะห์ข้อมูล การหาความน่าจะเป็น เป็นต้น ซึ่งจะครอบคลุมในรายละเอียดของการคำนวณต่างๆได้มากขึ้น

4. Handle Graphics

จะประกอบด้วยคำสั่งชั้นสูงให้เลือกใช้ในการสร้าง Graphic User Interface นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันสำหรับการแสดงภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ และการสร้างภาพเคลื่อนไหว

5. The Matlab Application Program Interface (API)

API จะใช้เพื่อสนับสนุนการติดต่อกับภายนอกโดยใช้โปรแกรมที่เป็น mex ไฟล์ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ mex ฟังก์ชันใน Matlab สามารถเชื่อมโยงติดต่อกับโปรแกรมอื่นได้ เช่น BolandC/C++ , Microsoft Visual C++ , Fortran Watcom C/C++ ด้วยการเขียนฟังก์ชันที่เป็น mex ไฟล์โดยโปรแกรม Matlab เรียกใช้รoutines จากโปรแกรมภาษา C และ Fortran ได้

3.2 การออกแบบระบบ

ประกอบด้วย 3 ส่วนต่อไปนี้คือ

- ส่วนนำข้อมูลเข้า

ภาพวัตถุทางเรขาคณิตที่ถ่ายจากกล้องดิจิทัล 2 ภาพซึ่งเก็บไว้ในไฟล์ภาพ โดยที่ขนาดของภาพควรมีขนาด 60*60 และต้องบันทึกเป็นสกุล pcx ในโหมด RGB เท่านั้นและเป็นภาพที่เลือกจากด้านบน (Top view) , ด้านข้าง (Side View) หรือ ด้านหน้า (Front View) ด้านใดด้านหนึ่งซึ่งเป็นภาพที่ถ่ายเข้ามานั้นจะมีพื้นหลังสีเดียวกัน และสีพื้นหลังต้องแตกต่างจากสีของวัตถุเรขาคณิต

- ส่วนวิเคราะห์

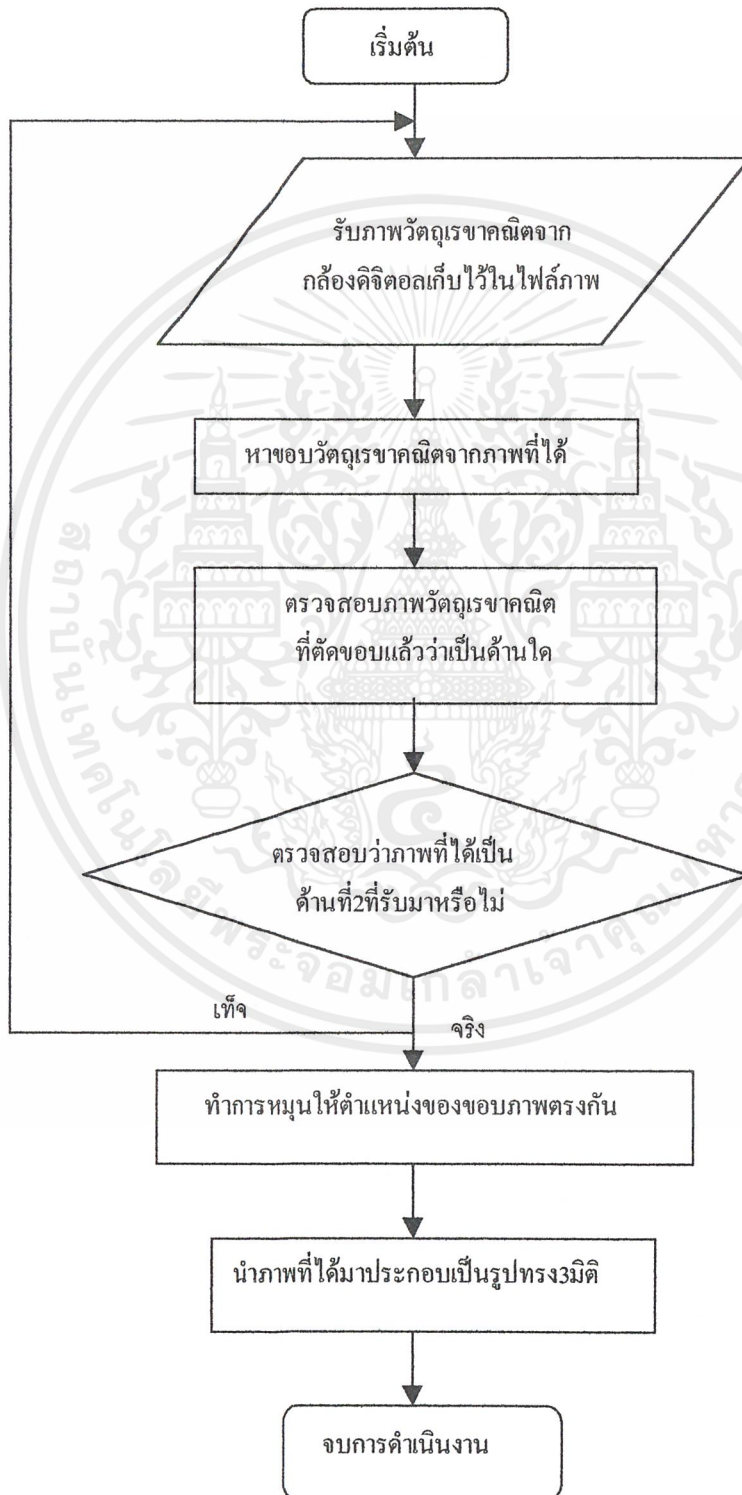
นำภาพถ่ายวัตถุเรขาคณิตที่ได้จากกล้องดิจิทัลซึ่งเก็บไว้ในไฟล์ภาพ มาพิจารณาขอบของภาพโดยภาพที่ได้มานั้นจะมีความละเอียดของสีเป็น RGB และพิจารณาว่าภาพที่ได้มานั้นเป็นภาพที่ถ่ายจากด้านบน (Top View) ด้านข้าง (Side View) หรือ ด้านหน้า (Front View) โดยเลือกมา 2 ระนาบซึ่งอาจเป็นด้านบน (Top View) กับด้านข้าง (Side View) หรือด้านบน (Top View) กับด้านหน้า (Front View) หรือ ด้านหน้า (Front View) กับด้านข้าง (Side View) ใดๆก็ได้ โดยโปรแกรมจะทำการเก็บค่าสีในทุกตำแหน่งของภาพในแต่ละด้าน แล้วทำการหมุนด้านที่เราเลือก 2 ด้านนั้นให้ตำแหน่งของขอบภาพนั้นตรงกัน เพื่อนำมาประกอบเป็นรูปทรง 3 มิติ

- ส่วนแสดงผล

ส่วนแสดงผล จะแสดงผลของการรวมภาพเรขาคณิต 2 มิติที่ได้จากการถ่ายใน 2 ด้าน ซึ่งถูกเก็บไว้ในไฟล์ภาพ โดยจะนำภาพที่ได้มานั้นมาประกอบกันเป็นรูปทรงเรขาคณิต 3 มิติซึ่งสามารถหมุน ย่อ-ขยาย และสามารถแสดงได้ทุกมุมมองที่ต้องการ

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

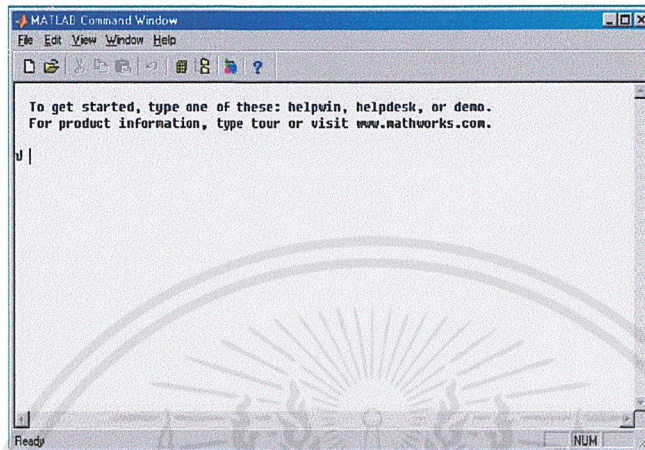
System Flow Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

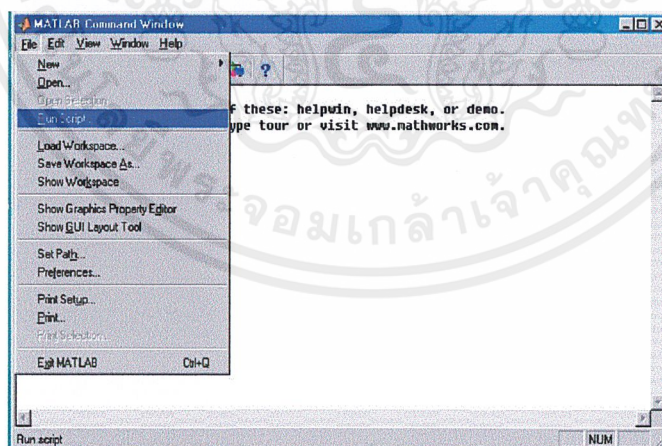
3.3 อธิบายการใช้งานโปรแกรม Matlab

3.3.1 หน้าจอเข้าสู่การใช้งานโปรแกรม Matlab



รูปที่ 3.1 หน้าจอเข้าสู่การใช้งาน MATLAB

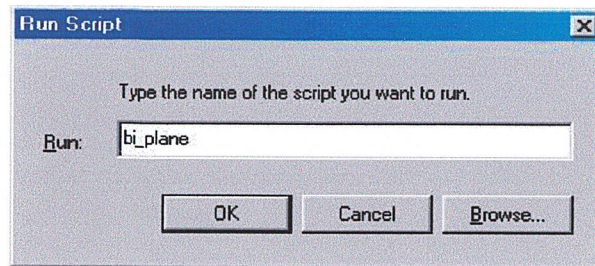
- ถ้าต้องการเปิดไฟล์ที่บันทึกไว้ สามารถเปิดไฟล์จากเมนูหลัก คือ ไปที่ File>Open>ชื่อไฟล์
- เมื่อต้องการรันผลโปรแกรม ก็สามารถเปิดไฟล์ได้จากเมนูหลัก คือ Tool>Run ซึ่งจะเป็นการรันโปรแกรมที่เราเปิดอยู่ แต่ถ้าต้องการรันโปรแกรมอื่น ก็สามารถรันได้จากเมนูหลัก คือ File>Run Script ดังนี้



รูปที่ 3.2 หน้าจอเข้าสู่การแสดงผล

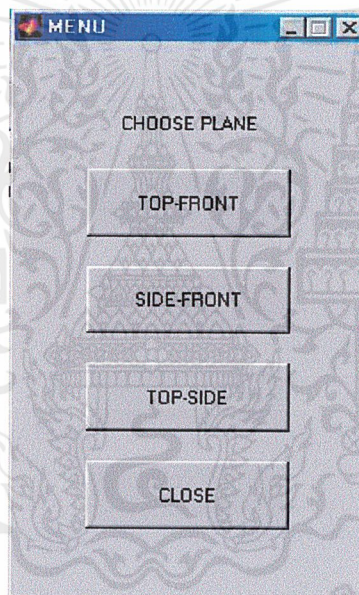
- เมื่อกด File >Run Script จะขึ้นหน้าจอต่อไปนี้เพื่อใส่ชื่อโปรแกรมที่ต้องการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 หน้าจอ Run Script

- เมื่อใส่ชื่อโปรแกรมที่ต้องการรันแล้ว ให้กดปุ่ม OK จะได้หน้าจอแสดงผลของการรันโปรแกรม bi_plane คือ

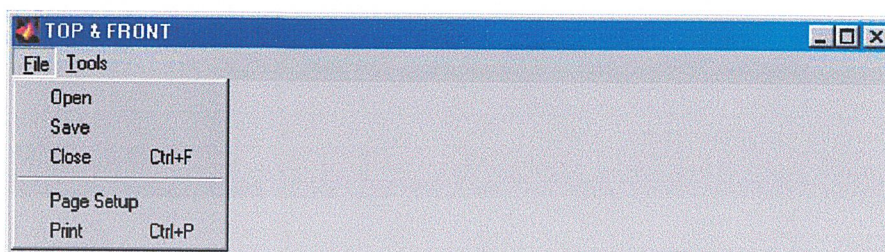


รูปที่ 3.4 หน้าจอเมนู

หรือสามารถรันแสดงผลได้จากหน้าจอ MATLAB Command Window โดยพิมพ์ชื่อไฟล์ที่ต้องการรัน ก็จะเข้าสู่หน้าจอดังรูปที่ 3.4 เช่นเดียวกัน

- หลังจากนั้น ผู้ใช้สามารถเลือกกดปุ่มต่างๆ เพื่อแสดงผลได้ตามต้องการ

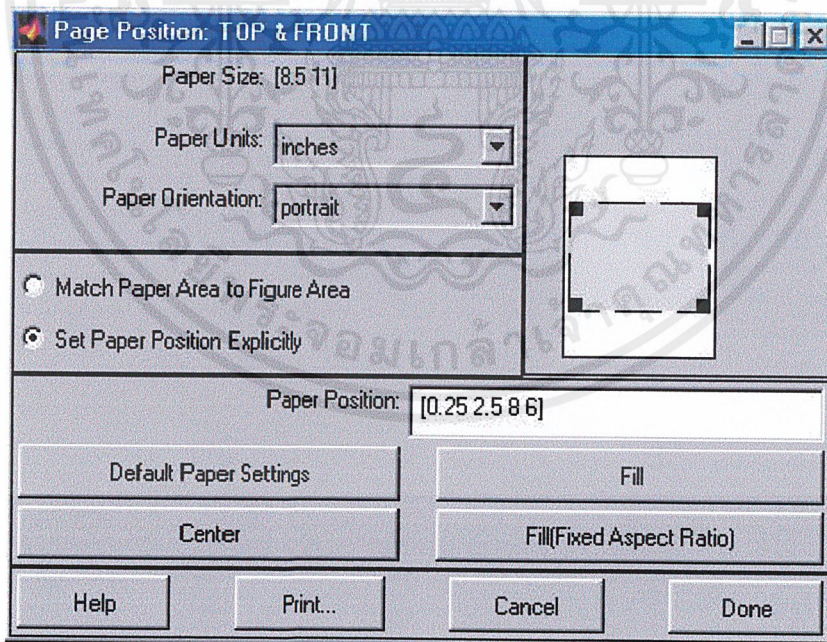
หน้าจอ TOP-FRONT จะประกอบด้วยเมนูหลัก 2 เมนูคือ File และ Tool โดยแต่ละเมนูจะประกอบด้วยเมนูย่อยต่างๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.5 เมนู File

File จะประกอบด้วย

- Open เป็นคำสั่งที่ใช้เปิดไฟล์รูปภาพทั้งหมดที่เก็บไว้ในแฟ้มภาพ
- Save เป็นคำสั่งที่ใช้บันทึกข้อมูลหรือรูปภาพต่างๆที่ต้องการไว้ในแฟ้มภาพ
- Close เป็นคำสั่งที่ใช้ปิดรูปภาพที่แสดงอยู่
- Page Setup เป็นคำสั่งที่ใช้ Set ค่าหน้ากระดาษ ซึ่งมีรูปแบบหน้าจอดังนี้



รูปที่ 3.6 หน้าจอ Page Setup

- Print เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสั่งพิมพ์ภาพที่เราต้องการออกมา

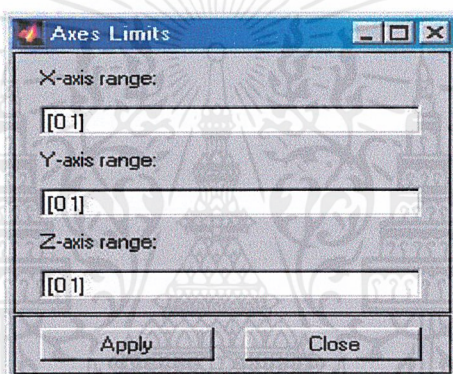
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tools จะประกอบด้วยเมนูย่อยดังนี้



รูปที่ 3.7 เมนู Tools

- **Axes Limit** เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดขอบเขตของแกน ซึ่งมีรูปแบบหน้าจอดังนี้



รูปที่ 3.8 หน้าจอ Axes Limit

- **Title image** เป็นคำสั่งที่ใช้ในการตั้งชื่อภาพที่ต้องการ ซึ่งมีรูปแบบหน้าจอดังนี้



รูปที่ 3.9 หน้าจอ Title image

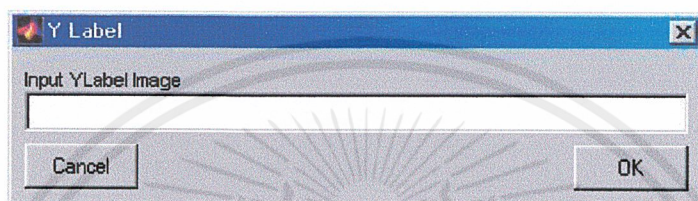
- **XYZ Label** เป็นคำสั่งที่ใช้ตั้งชื่อแกน X,Y หรือแกน Z ซึ่งมีเมนูย่อย คือ

- **Xlabel** เป็นคำสั่งที่ใช้ตั้งชื่อแกน X มีรูปแบบหน้าจอดังนี้



รูปที่ 3.10 หน้าจอ X Label

- Ylabel เป็นคำสั่งที่ใช้ตั้งชื่อแกน Y ซึ่งมีรูปแบบหน้าจอดังนี้



รูปที่ 3.11 หน้าจอ Y Label

- Zlabel เป็นคำสั่งที่ใช้ตั้งชื่อแกน Z ซึ่งมีรูปแบบหน้าจอดังนี้



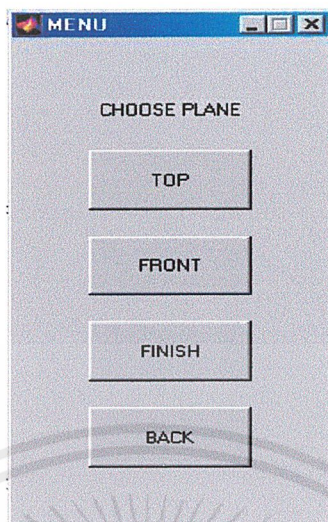
รูปที่ 3.12 หน้าจอ Z Label

- Rotate เป็นคำสั่งที่ใช้ในการหมุนรูปภาพที่ต้องการให้แสดงในมุมมองต่างๆ

และเมื่อ กดปุ่ม SIDE-FRONT หรือ TOP-SIDE จะเข้าสู่หน้าจอซึ่งประกอบด้วยเมนูหลักและเมนูย่อยต่างๆเหมือนกันกับ TOP-FRONT

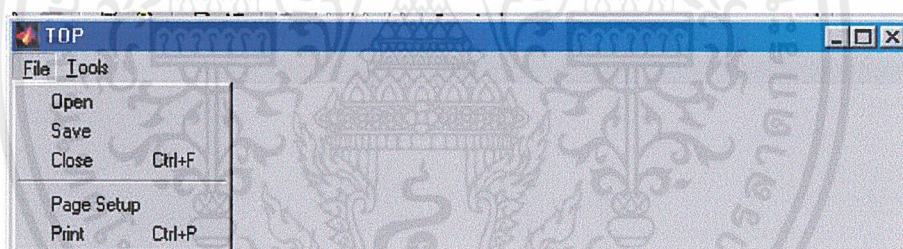
สำหรับปุ่ม CLOSE จะเป็นการออกจากโปรแกรม MATLAB ทั้งหมด

เมื่อผู้ใช้กดเลือกปุ่มใดปุ่มหนึ่งเพื่อแสดงระนาบที่ต้องการ เช่น กดปุ่ม TOP-FRONT แล้วจะเข้าสู่หน้าจอต่อไปนี้



รูปที่ 3.13 หน้าจอ Sub Menu

ผู้ใช้งานสามารถคลิกปุ่มใดปุ่มหนึ่ง เพื่อเลือกแสดงรูปภาพของระนาบที่ต้องการได้ เช่น เมื่อผู้ใช้งานคลิกปุ่ม TOP ก็จะแสดงรูปภาพในด้านบน (Top View) ออกมา โดยมีหน้าจอดังนี้



รูปที่ 3.14 หน้าจอเมนู File ของ Sub Menu

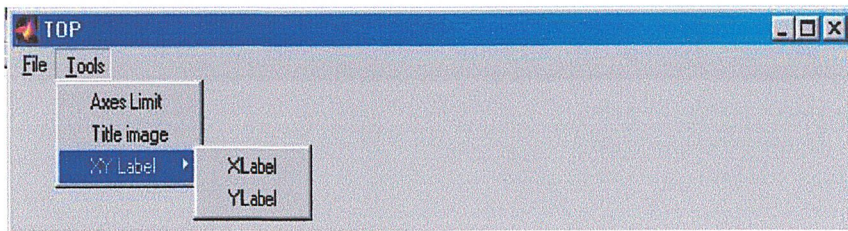
หน้าจอ TOP จะประกอบด้วยเมนูหลัก 2 เมนู คือ File และ Tools

File จะประกอบด้วย

- **Open** เป็นคำสั่งที่ใช้เปิดไฟล์รูปภาพทั้งหมดที่เก็บไว้ในแฟ้มภาพ
- **Save** เป็นคำสั่งใช้บันทึกข้อมูลหรือรูปภาพต่างๆที่ต้องการไว้ในแฟ้มภาพ
- **Close** เป็นคำสั่งที่ใช้เปิดรูปภาพที่แสดงอยู่
- **Page Setup** เป็นคำสั่งที่ใช้ set ค่าหน้ากระดาษ
- **Print** เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสั่งพิมพ์ภาพที่เราต้องการออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

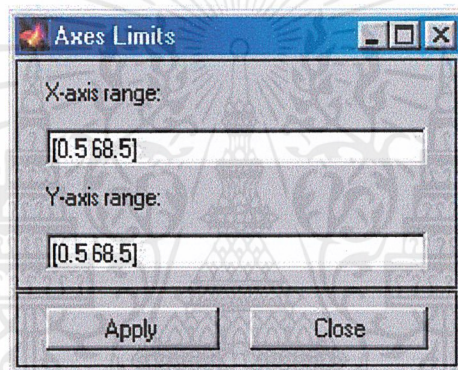
Tools จะประกอบด้วย



รูปที่ 3.15 หน้าจอเมนู Tools ของ Sub Menu

นั้น

- **Axes Limit** เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดขอบเขตของแกน ซึ่งจะมีรูปแบบหน้าจอตั้ง



รูปที่ 3.16 หน้าจอเมนู Axes Limit ของ Sub Menu

- **Title image** เป็นคำสั่งที่ใช้ในการตั้งชื่อภาพที่ต้องการ ซึ่งจะมีรูปแบบหน้าจอเหมือนกับรูปที่ 3.9
- **XY Label** เป็นคำสั่งที่ใช้ตั้งชื่อแกน X และแกน Y ซึ่งมีเมนูย่อย คือ
 - **Xlabel** เป็นคำสั่งที่ใช้ตั้งชื่อแกน X ซึ่งมีรูปแบบหน้าจอตั้งรูป 3.10
 - **Ylabel** เป็นคำสั่งที่ใช้ตั้งชื่อแกน Y ซึ่งมีรูปแบบหน้าจอตั้งรูป 3.11

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 Hardware ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องคอมพิวเตอร์

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Pentium II 400 MHz หรือสูงกว่า
- หน่วยความจำหลัก (Main Memory) ขนาดไม่ต่ำกว่า 32 เมกะไบต์
- หน่วยความจำความเร็วสูง (Cache Memory) ชนิดภายในหน่วยประมวลผลกลางขนาดไม่น้อยกว่า 32 กิโลไบต์ และชนิดภายนอกหน่วย
- ประมวลผลกลางขนาดไม่น้อยกว่า 512 กิโลไบต์
- เครื่องขับจานแม่เหล็กอย่างอ่อน (Floppy Disk Drive) ขนาด 3.5 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- จอภาพสีชนิดรายละเอียดสูง ขนาดไม่ต่ำกว่า 14 นิ้วตามเส้นทแยงมุมซึ่งสามารถใช้แสดงภาพที่ได้รับจากวงจรแสดงผลกราฟฟิก รายละเอียดไม่น้อยกว่า 1,024*768 pixels แบบ Non-Interlace
- คีย์บอร์ด (Keyboard) ที่มีอักษรไทย / ภาษาอังกฤษ ตัวเลขและเครื่องหมายสัญลักษณ์พิเศษอย่างน้อย 101 คีย์
- มีอุปกรณ์ป้อนคำสั่งแบบเมาส์ (Mouse) มีปุ่ม 2 ปุ่ม หรือ 3 ปุ่ม

4.2 Software ที่ใช้ในการทดลอง

- ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟวินโดว 98 (Microsoft Window98)
- โปรแกรม MATLAB5.3

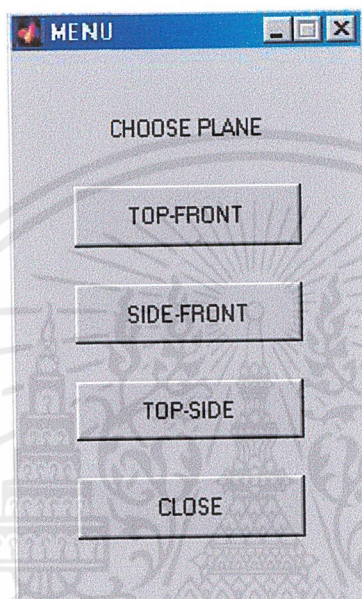
4.3 ส่วนนำเข้าสู่ข้อมูล

นำภาพวัตถุเรขาคณิตที่ถ่ายจากกล้องดิจิตอล ซึ่งเก็บไว้ในไฟล์ภาพที่บันทึกเป็นสกุล pcx ในโหมด RGB เท่านั้น และ เป็นภาพที่เลือกจากด้านบน (Top view) ด้านข้าง (Side view) หรือด้านหน้า (Front view) ด้านใดด้านหนึ่ง ภาพที่ถ่ายเข้ามานั้นจะมีพื้นหลังสีเดียวกัน และสีพื้นหลังต้องแตกต่างจากสีของวัตถุเรขาคณิต

4.4 การทดลองและผลการทดลอง

หน้าจอแรกเป็นส่วนของหน้าจอหลัก (MAIN_MENU) ซึ่งมี 4 แบบ คือ

1. TOP-FRONT
2. SIDE-FRONT
3. TOP-SIDE
4. CLOSE



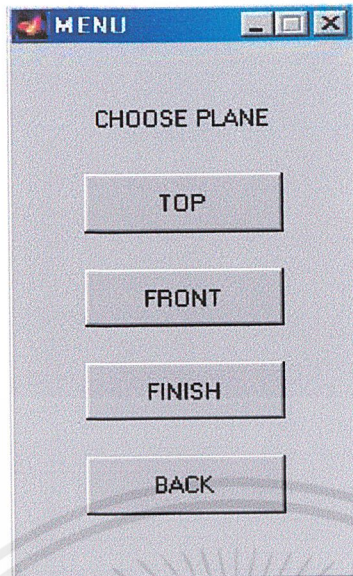
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอหลัก (Main_Main)

เมื่อกดปุ่ม **CLOSE** จากหน้าจอ MAIN_MENU จะทำการปิดโปรแกรม

1. TOP-FRONT เมื่อกดปุ่ม TOP-FRONT จะเข้าสู่หน้าจอ MENU ซึ่งมีให้เลือก 4 แบบด้วยกัน คือ

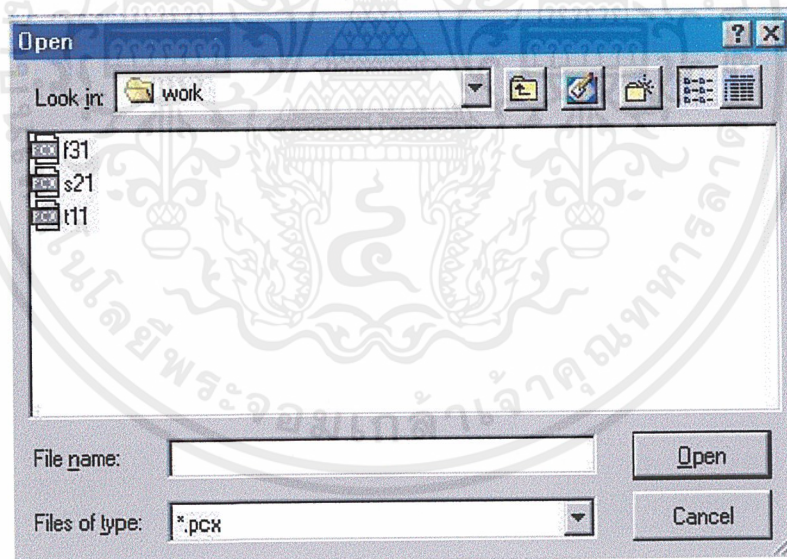
- 1.1 TOP
- 1.2 FRONT
- 1.3 FINISH
- 1.4 BACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดง MENU ในการเลือก TOP-FRONT

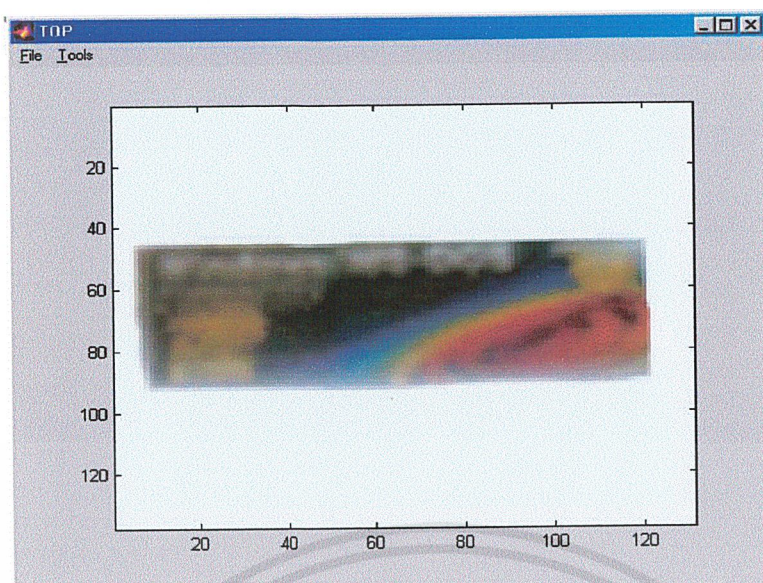
กดปุ่ม **BACK** จากหน้าจอ MENU จะกลับ ไปหน้า MAIN_MENU ถ้ากดปุ่ม **TOP** จะเข้าสู่หน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพที่ต้องการ



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพด้านบน(TOP)

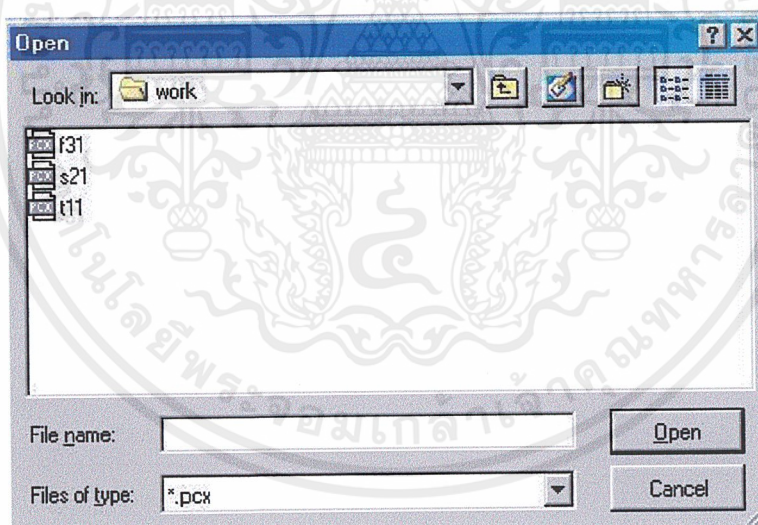
เมื่อเลือกภาพที่ต้องการได้เรียบร้อยแล้วกด **Open** จะแสดงภาพในส่วนด้านบน (TOP) ถ้ากดปุ่ม **Cancel** จะเข้าสู่หน้าจอ MENU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงภาพด้านบน (TOP)

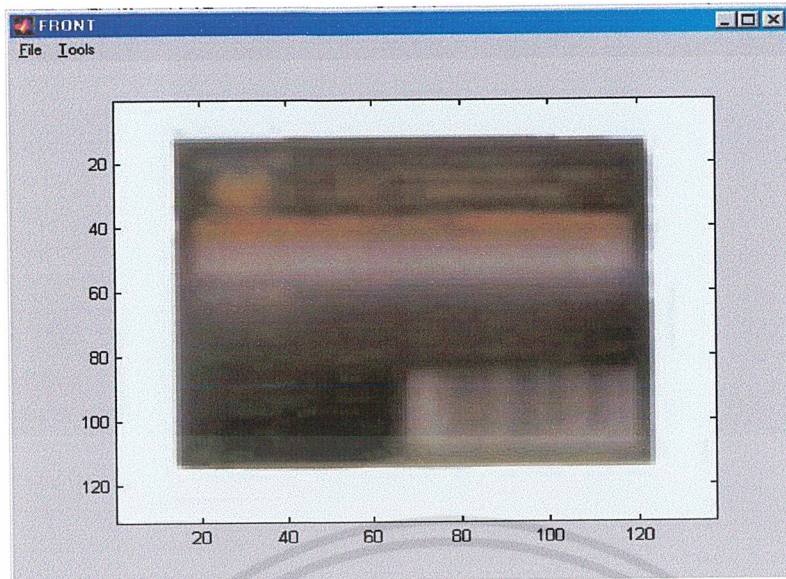
เมื่อทำการเลือกภาพของ **TOP** เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม **FRONT** จากหน้าจอ **MENU** จะเข้าสู่หน้าจอ **Open** เพื่อทำการเลือกภาพที่ต้องการ



รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพด้านหน้า (FRONT)

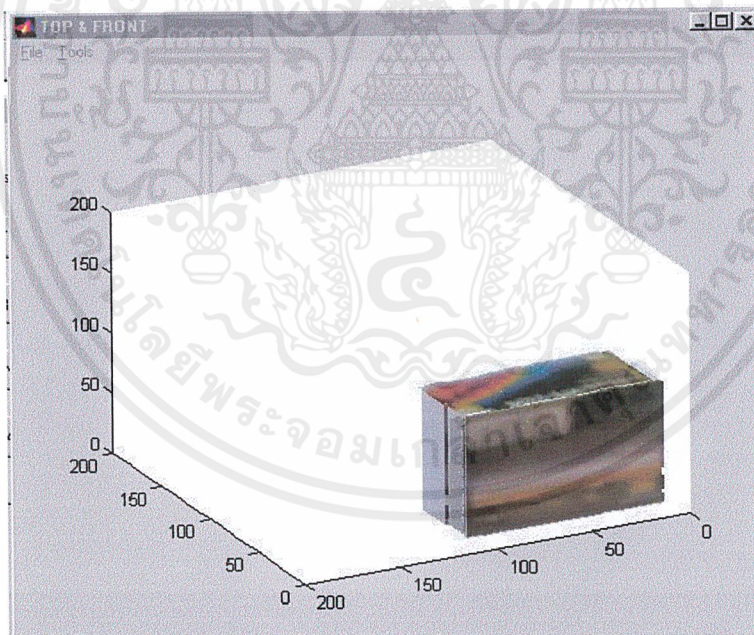
เมื่อเลือกภาพที่ต้องการ ได้เรียบร้อยแล้วกด **Open** จะแสดงภาพในส่วนด้านหน้า(Front) ถ้ากดปุ่ม **Cancel** จะเข้าสู่หน้าจอ **MENU**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงภาพด้านหน้า (Front)

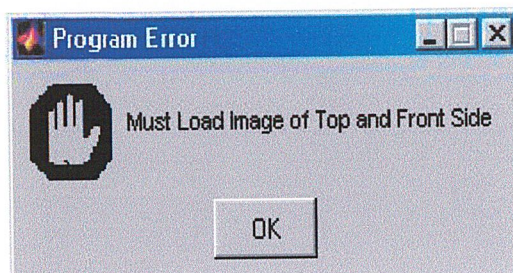
เมื่อเลือกภาพ TOP และ FRONT เรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม FINISH เพื่อดูผลที่สำเร็จเรียบร้อย



รูปที่ 4.7 แสดงภาพ 3 มิติที่ได้จากด้านบน(TOP)และด้านหน้า(FRONT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากดปุ่ม **FINISH** โดยที่ไม่ได้กดปุ่ม **TOP** หรือ ปุ่ม **FRONT** เพื่อเลือกภาพของด้านบน(Top)และด้านหน้า(Front) จะแสดงหน้าจอแสดงข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Error)

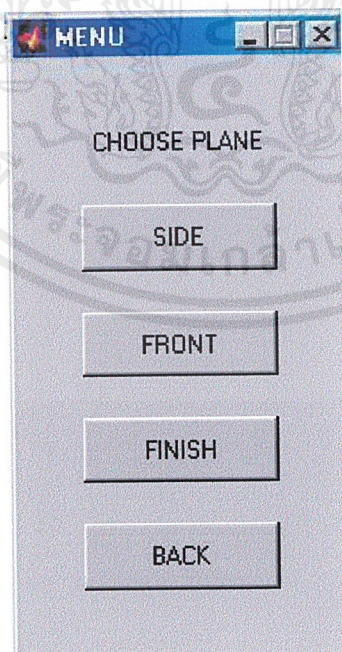


รูปที่ 4.8 แสดงการผิดพลาดของโปรแกรม(Error)

เมื่อกดปุ่ม **OK** หน้าจอจะเข้าสู่หน้าจอ **MENU**

2. SIDE-FRONT เมื่อกดปุ่ม **SIDE-FRONT** จากหน้าจอ **MAIN_MENU** จะเข้าสู่หน้าจอ **MENU** ซึ่งมีให้เลือก 4 แบบด้วยกัน คือ

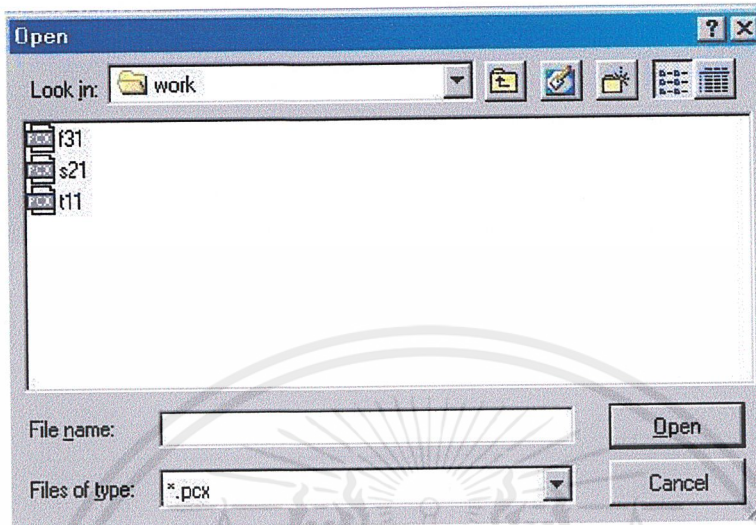
- 2.1 SIDE
- 2.2 FRONT
- 2.3 FINISH
- 2.4 BACK



รูปที่ 4.9 แสดง MENU ในการเลือก SIDE - FRONT

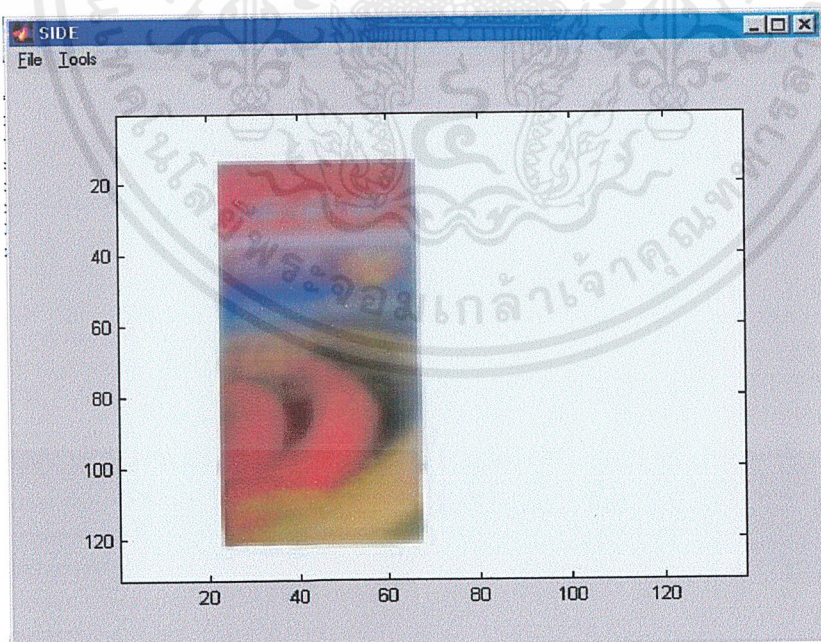
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม **BACK** จากหน้าจอ MENU จะกลับไปหน้า MAIN_MENU ถ้ากดปุ่ม **SIDE** จะเข้าสู่หน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพที่ต้องการ



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพด้านข้าง (SIDE)

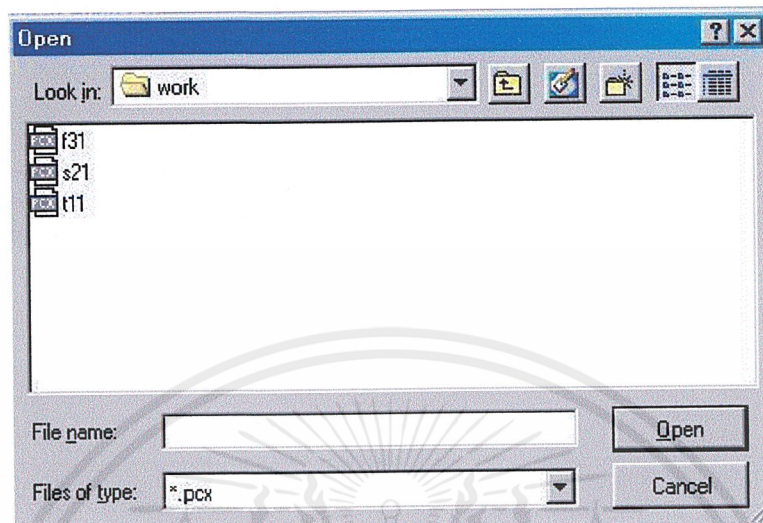
เมื่อเลือกภาพที่ต้องการ ได้เรียบร้อยแล้วกด **Open** จะแสดงภาพในส่วนของด้านข้าง (Side) ถ้ากดปุ่ม **Cancel** จะเข้าสู่หน้าจอ MENU



รูปที่ 4.11 แสดงภาพด้านข้าง (SIDE)

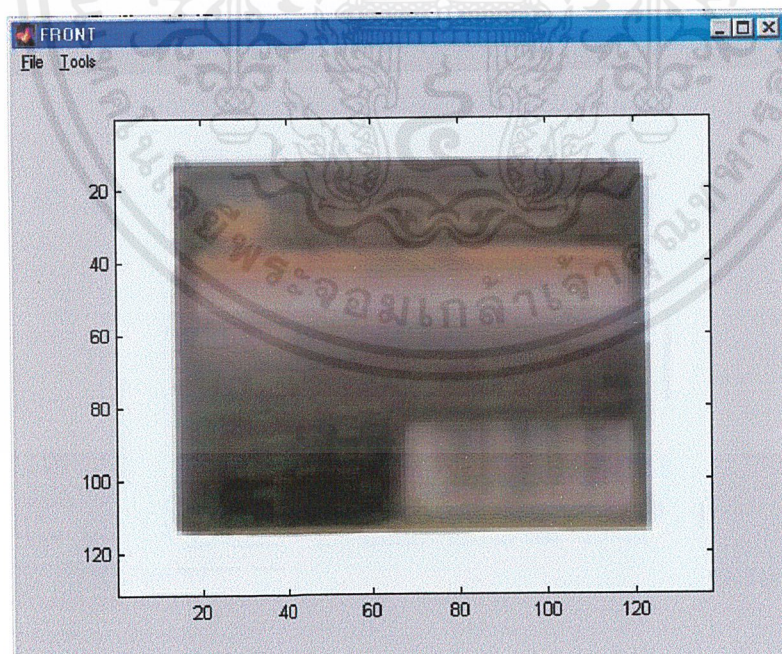
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเลือกภาพของ SIDE เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม **FRONT** จากหน้าจอ MENU จะเข้าสู่หน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพที่ต้องการ



รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพด้านหน้า (FRONT)

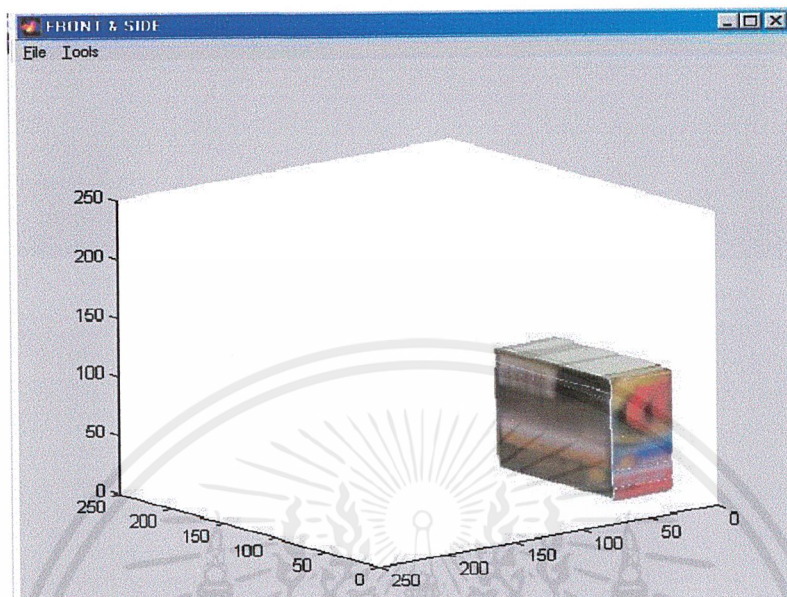
เมื่อเลือกภาพที่ต้องการได้เรียบร้อยแล้วกด **Open** จะแสดงภาพในส่วนด้านหน้า (Front) ถ้ากดปุ่ม **Cancel** จะเข้าสู่หน้าจอ MENU



รูปที่ 4.13 แสดงภาพด้านหน้า (Front)

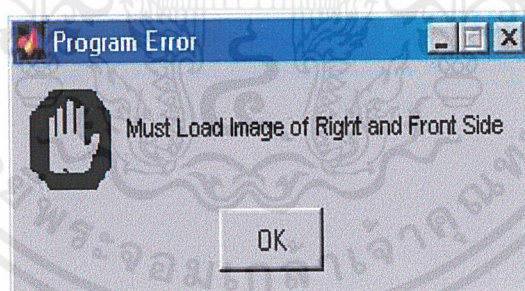
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกภาพ **SIDE** และ **FRONT** เรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม **FINISH** เพื่อดูผลที่สำเร็จเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.14 แสดงภาพ 3 มิติที่ได้จากด้านข้าง (SIDE)และด้านหน้า(FRONT)

ถ้ากดปุ่ม **FINISH** โดยที่ไม่ได้กดปุ่ม **TOP** หรือ ปุ่ม **FRONT** เพื่อเลือกภาพของด้านข้าง(Side)และด้านหน้า(Front) จะแสดงหน้าจอแสดงข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Error)



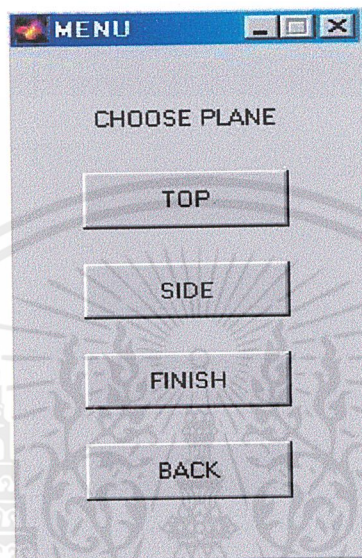
รูปที่ 4.15 แสดงข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Error)

เมื่อกดปุ่ม **OK** จะกลับเข้าสู่หน้าจอ MENU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

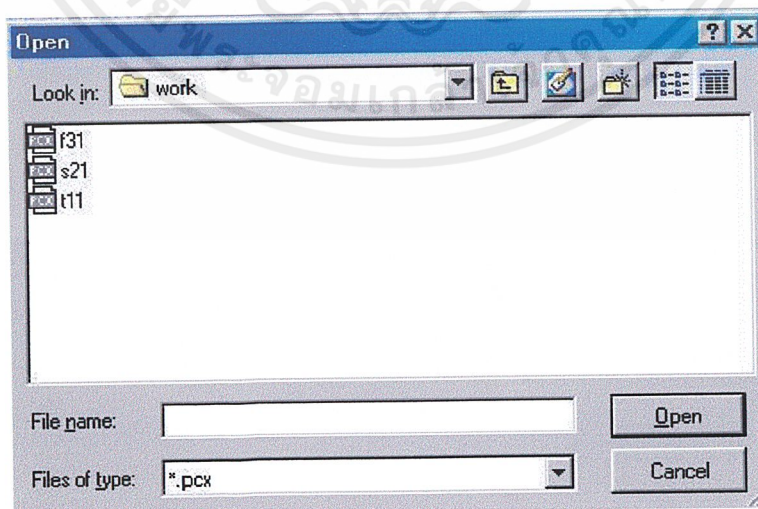
3. **TOP-SIDE** เมื่อกดปุ่ม TOP-SIDE จะเข้าสู่หน้าจอ MENU ซึ่งมีให้เลือก 4 แบบด้วยกัน คือ

- 3.1 TOP
- 3.2 SIDE
- 3.3 FINISH
- 3.4 BACK



รูปที่ 4.16 แสดง MENU ในการเลือก TOP-SIDE

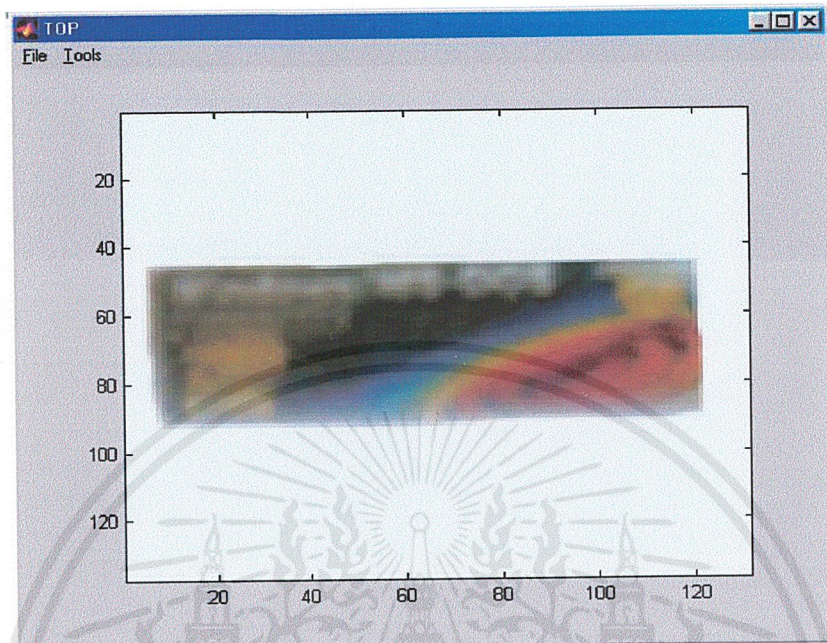
กดปุ่ม **BACK** จากหน้าจอ MENU จะกลับไปหน้า MAIN_MENU ถ้ากดปุ่ม **TOP** จะเข้าสู่หน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพที่ต้องการ



รูปที่ 4.17 แสดงหน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพด้านบน(TOP)

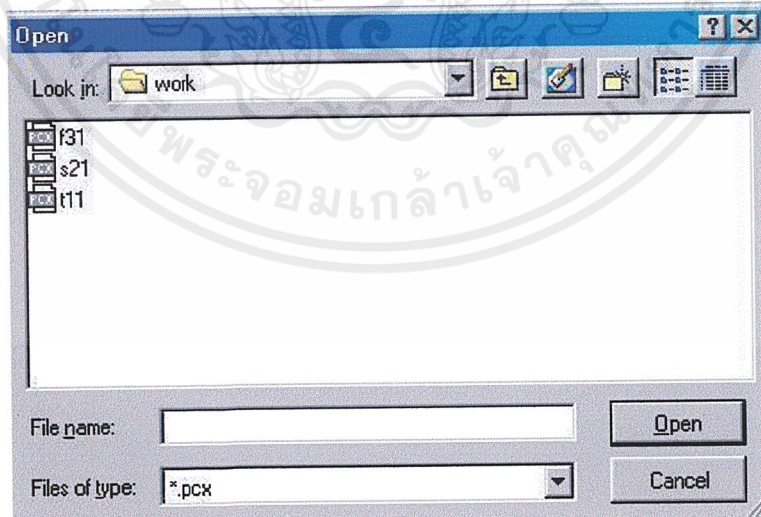
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกภาพที่ต้องการ ได้เรียบร้อยแล้วกด **Open** จะแสดงภาพในส่วนของ **TOP** ถ้ากดปุ่ม **Cancel** จะเข้าสู่หน้าจอ MENU



รูปที่ 4.18 แสดงภาพด้านบน (TOP)

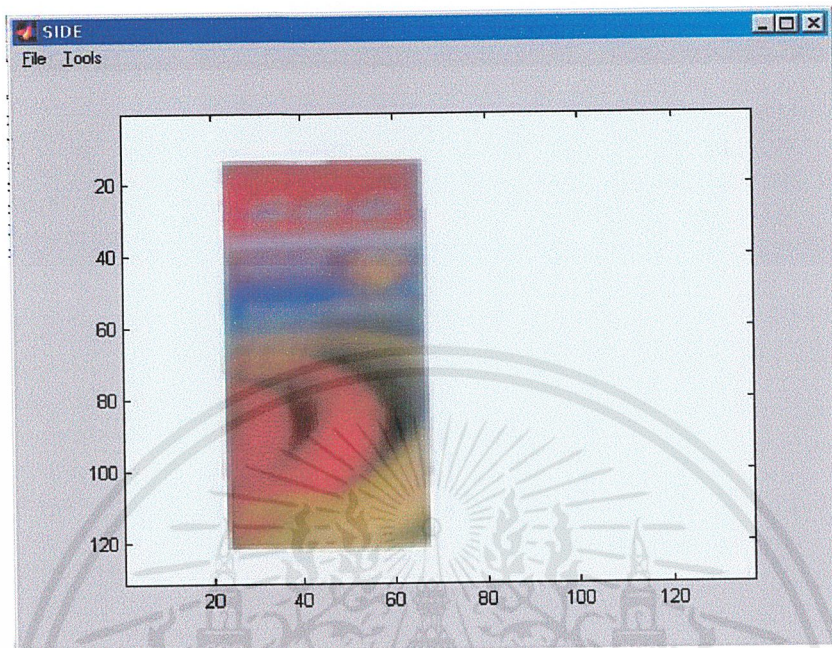
เมื่อทำการเลือกภาพของ **TOP** เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม **SIDE** จากหน้าจอ MENU จะเข้าสู่หน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพที่ต้องการ



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าจอ Open เพื่อทำการเลือกภาพด้านข้าง (SIDE)

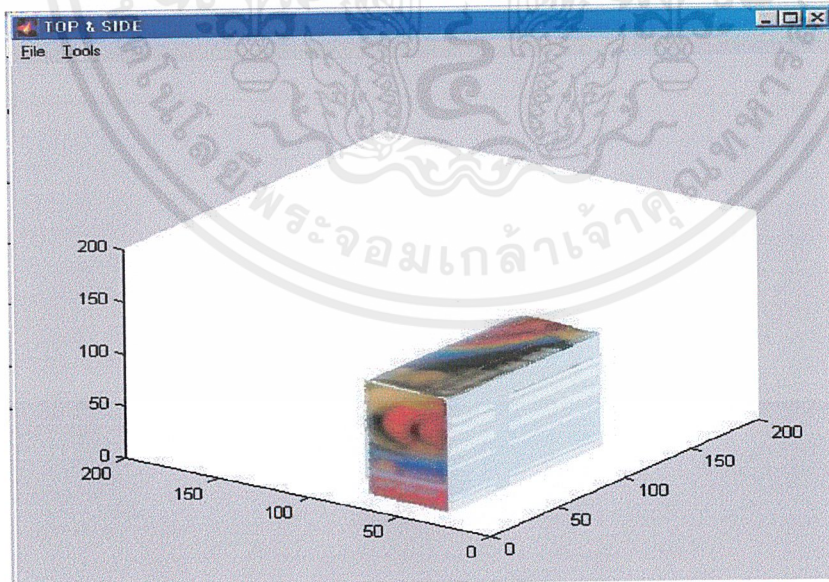
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกภาพที่ต้องการได้เรียบร้อยแล้วกด **Open** จะแสดงภาพในส่วนของด้านข้าง (Side)
ถ้ากดปุ่ม **Cancel** จะเข้าสู่หน้าจอ MENU



รูปที่ 4.20 แสดงภาพด้านข้าง (SIDE)

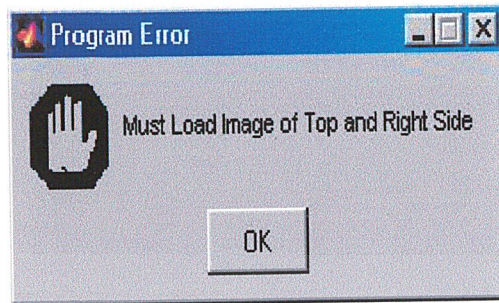
เมื่อเลือกภาพ **TOP** และ **SIDE** เรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม **FINISH** เพื่อดูผลที่สำเร็จเรียบร้อยแล้ว



รูป 4.21 แสดงภาพ 3 มิติที่ได้จากด้านบน(TOP)และด้านข้าง(SIDE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากดปุ่ม **FINISH** โดยที่ไม่ได้กดปุ่ม **TOP** หรือ ปุ่ม **SIDE** เพื่อเลือกภาพของด้านบน(Top)และด้านข้าง(Side) จะแสดงหน้าจอแสดงข้อผิดพลาดของโปรแกรม(Error)



รูปที่ 4.22 แสดงข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Error)

เมื่อกดปุ่ม **OK** จะกลับเข้าสู่หน้าจอ **MENU**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การวิจารณ์และการอภิปรายผล

5.1 ประสิทธิภาพของโปรแกรม

- สามารถแก้ไขและบันทึกข้อมูลของภาพเรขาคณิต 2 มิติได้
- สามารถนำภาพเรขาคณิต 2 มิติมาประกอบกันเป็นภาพ 3 มิติได้ โดยภาพเรขาคณิต 2 มิติที่นำมาประกอบนั้นได้จากการถ่ายภาพในด้านหน้ากับด้านบน หรือด้านหน้ากับด้านข้าง หรือด้านบนกับด้านข้างคู่ใดคู่หนึ่ง
- สามารถหมุนเพื่อแสดงภาพ 3 มิติที่ได้ในมุมมองต่างๆได้

5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม

โปรแกรมนี้จะมีข้อจำกัดในการแสดงผลของภาพ ดังนั้นภาพที่ถ่ายจากกล้องดิจิทัลจึงควรเป็นภาพของวัตถุรูปทรงเรขาคณิต และควรจะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก เนื่องจากโปรแกรมจะต้องทำการเก็บค่าสีในแต่ละจุด ดังนั้นถ้ารูปทรงเรขาคณิตที่ถ่ายมามีขนาดใหญ่ โปรแกรมจะต้องทำการเก็บค่าสีในทุกตำแหน่งของภาพซึ่งจะใช้เวลาค่อนข้างนาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการนำภาพเรขาคณิต 2 มิติจาก 2 ระนาบมาประกอบเป็นภาพ 3 มิติจะใช้เวลาในการประมวลผลค่อนข้างนานมาก ดังนั้นเพื่อความถูกต้องและรวดเร็วจึงควรเลือกถ่ายภาพของวัตถุรูปทรงเรขาคณิตที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

เนื่องจากภาพถ่ายวัตถุที่เราจะนำมาสร้างเป็นภาพ 3 มิตินั้น ต้องเป็นภาพจากการถ่ายวัตถุรูปทรงเรขาคณิตเท่านั้น และควรจะเป็นรูปทรงที่มีขนาดค่อนข้างเล็กเพื่อความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผลทางจอภาพ ดังนั้นจึงสามารถพัฒนาโปรแกรมให้ครอบคลุมในทุกกรณีเพื่อให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นได้ กล่าวคือ สามารถเลือกถ่ายภาพจากวัตถุใดๆก็ได้ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นรูปทรงเรขาคณิต และไม่จำกัดขนาดของวัตถุ โดยใช้เวลาในการประมวลผลและแสดงผลทางจอภาพได้อย่างรวดเร็ว

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นการจำลองภาพ 3 มิติจากภาพเรขาคณิตที่ถ่ายมาจากกล้องดิจิทัล ซึ่งเป็นภาพที่ถ่ายจากด้านบน (Top View) ด้านข้าง (Side View) หรือด้านหน้า (Front View) และนำภาพที่ได้เพียง 2 ภาพนี้ ซึ่งอาจจะเป็นด้านบนกับด้านหน้า ด้านบนกับด้านข้าง หรือด้านข้างกับด้านหน้าคู่ใดคู่หนึ่งมาประกอบกันเป็นภาพ 3 มิติ โดยนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ทางคอมพิวเตอร์กราฟฟิก เช่น นำเมตริกซ์มาใช้ในการหมุน การย้ายตำแหน่ง การย่อ-ขยายวัตถุในรูปแบบต่างๆ

สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจะแบ่งการทำงานเป็นส่วนหลักๆ ได้ 3 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นการหาข้อมูลเบื้องต้นจากภาพเรขาคณิต 2 มิติในแต่ละระนาบ โดยได้จากการถ่ายจากกล้องดิจิทัล แล้วนำมาตัดขอบของภาพ ส่วนที่ 2 จะเป็นการนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นภาพ 3 มิติ และส่วนที่ 3 จะเป็นการนำเสนอผลที่ได้ทางจอภาพ โดยสามารถหมุนแสดงวัตถุในมุมมองต่างๆได้ตามต้องการ

6.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากโปรแกรมนี้นี้มีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของวัตถุที่ต้องการถ่าย คือ ควรจะมีขนาดค่อนข้างเล็กเพื่อความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผลทางจอภาพ และต้องเป็นวัตถุรูปทรงเรขาคณิตที่มีลักษณะเป็นรูปเหลี่ยมต่างๆเท่านั้น อย่างไรก็ตามโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้สามารถรับข้อมูลที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตที่มีลักษณะบางมุมมองเป็นรูปวงกลม วงรี หรือ รูปอื่นๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

ทัมพร วายจุต และคณะ. 2540 การสร้างภาพ 3 มิติจากการมองภาพ 3 มุมมอง. กรุงเทพฯ คณะวิทยาศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

David F.Rogers . **Procedural Element for computer graphics** : McGraw Hill Co , 1985.

Foley , Vandam , Feiner , Hughes . **Computer Graphics principle and Practice** : Addison_Wesley Publishing company , Inc . 1992.

David F. Rogers , J.Alan Adam . **Mathematical Element for computer Graphics** : McGraw Hill , 1990.

Rogers D.F. **Procedural Element for computer graphics** : McGraw Hill Co , 1995.

Kent Reisdorph , Ken Henderson . **Teach Yourself Borland C++ Builder in 21 days** . 1997.

George B.Arffken , Hans J. Weber . **Mathematical Methods for Physicists** . 1966.

Patrick Marchand . **Graphics and GUIs with MATLAB** . 1996.