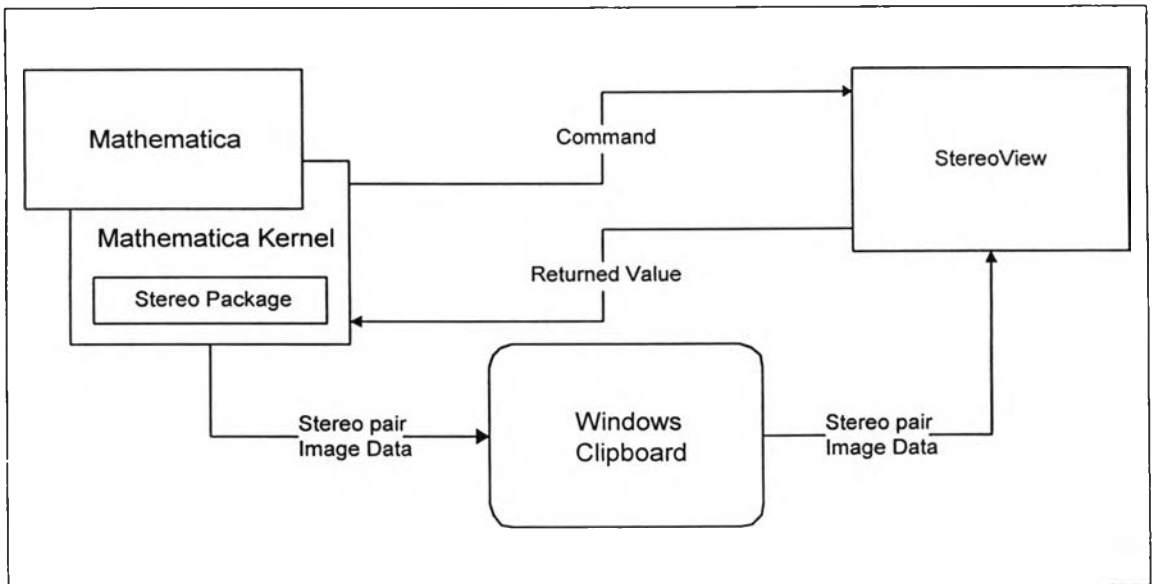


### บทที่ 3

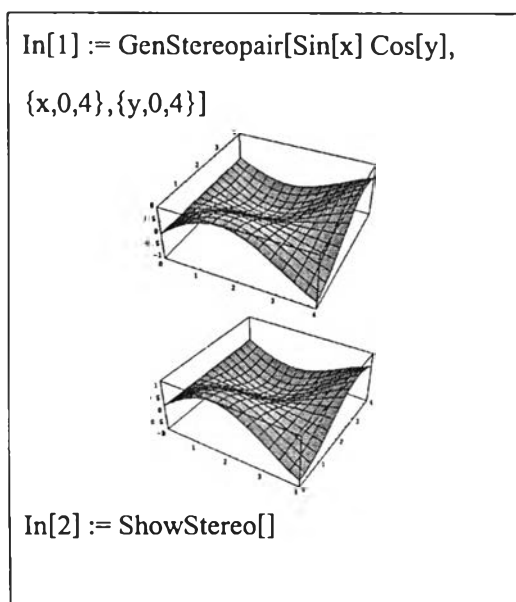
#### การออกแบบและพัฒนาระบบ

งานวิจัยนี้ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมขึ้นเพื่อใช้เป็นส่วนเสริมสำหรับโปรแกรมเมทแมติกาให้สามารถแสดงภาพ 3 มิติแบบสเตอริโอสอดคล้องกันที่มีความลึกนูน โดยมีลักษณะที่สอดคล้องกับข้อกำหนดเมทลิงค์ เพื่อให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถทำการเชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลกับโปรแกรมเมทแมติกาได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนเมทแมติกาแพ็คเกจมีชื่อว่าสเตอริโอแพ็คเกจ (StereoPackage.m) เป็นส่วนที่ใช้สร้างภาพคู่สเตอริโอของฟังก์ชันที่ต้องการ และส่วนโปรแกรมเมทลิงค์มีชื่อว่าสเตอริโอวิว (StereoView.exe) ซึ่งมีหน้าที่ประมวลผลภาพคู่สเตอริโอสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดคล้องกันและแสดงผลออกทางจอภาพ ลักษณะการทำงานของระบบคือโปรแกรมเมทแมติกาเรียกใช้สเตอริโอแพ็คเกจให้ขึ้นมาทำงานกับศูนย์กลางการประมวลผลของโปรแกรมเมทแมติกาเมื่อมีการเรียกใช้สเตอริโอแพ็คเกจ สเตอริโอแพ็คเกจจะเรียกโปรแกรมสเตอริโอวิวขึ้นมาทำงานโดยอัตโนมัติ โดยสเตอริโอแพ็คเกจทำหน้าที่สั่งให้โปรแกรมเมทแมติกาวาดภาพคู่สเตอริโอและส่งผ่านภาพผลลัพธ์ที่สร้างได้ไปให้โปรแกรมสเตอริโอวิวโดยผ่านทางคลิปบอร์ดของวินโดวส์ และโปรแกรมสเตอริโอวิวนำข้อมูลรูปภาพเหล่านั้นมาทำการประมวลผลสร้างเป็นรูปแบบสเตอริโอสอดคล้องกันและแสดงผล การส่งข้อมูลรูปภาพเหล่านั้นต้องทำได้เร็วและครบถ้วน ซึ่งระบบการทำงานแสดงในรูป 3.1

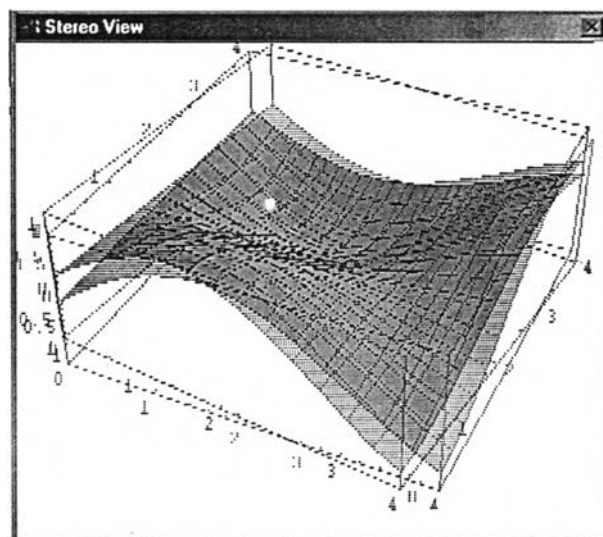


รูปที่ 3.1 ระบบการทำงานของสเตอริโอแพ็คเกจและโปรแกรมสเตอริโอวิวที่ทำงานเชื่อมต่อกับโปรแกรมเมทแมติกา

ตัวอย่างการใช้งานชุดคำสั่งในสเตอริโอแพ็คเกจและโปรแกรมสเตอริโอวิวแสดงในรูปที่ 3.2 (ก) โดยมีการเรียกใช้ฟังก์ชัน GenStereoair เพื่อสร้างภาพคู่สเตอริโอของ  $\sin[x]\cos[y]$  เสร็จแล้วจึงเรียกฟังก์ชัน ShowStereo เพื่อส่งภาพที่สร้างขึ้นไปยังโปรแกรมสเตอริโอวิวเพื่อรวมภาพและแสดงผลเป็นภาพแบบสเตอริโอสอดประสานดังแสดงในรูปที่ 3.2 (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.2 (ก)แสดงการใช้งานสเตอริโอแพ็คเกจและ (ข) แสดงการใช้งานโปรแกรมสเตอริโอวิว

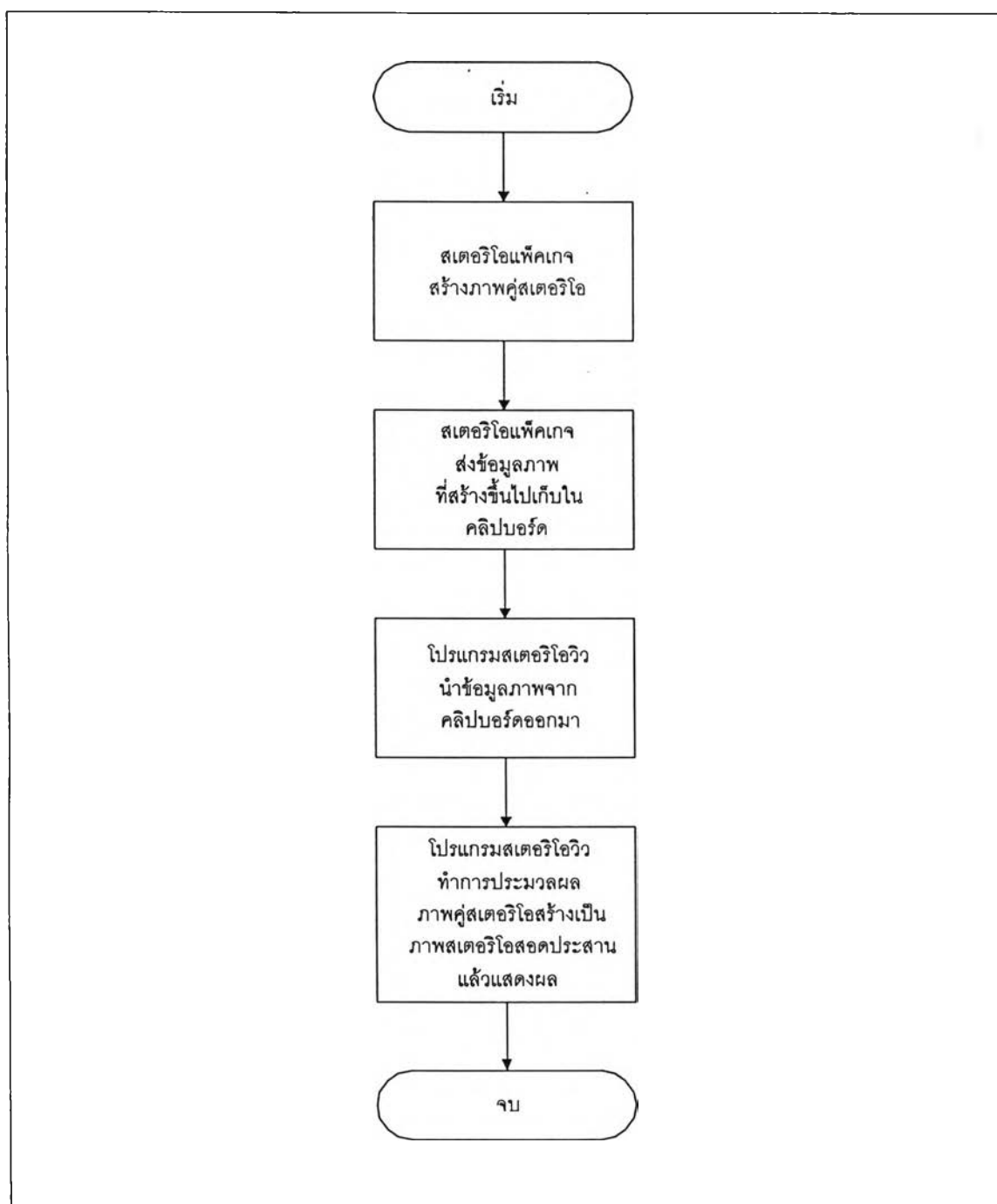
### 3.1 การออกแบบระบบ

โปรแกรมนี้ใช้ประโยชน์เพื่อการแสดงผลภาพแบบสเตอริโอ 3 มิติของกราฟฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ที่ถูกวาดขึ้นโดยโปรแกรมแมทแมติค้ำ โดยทำการออกแบบเป็น 2 ส่วนของโปรแกรมที่ใช้ทำงานร่วมกันคือ

3.1.1 ส่วนสเตอริโอแพ็คเกจ พัฒนาขึ้นด้วยภาษาโปรแกรมแมทแมติค้ำเพื่อทำหน้าที่รับสมการหรือชุดข้อมูลที่ต้องการสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดประสาน แล้วนำไปสร้างเป็นภาพคู่สเตอริโอซึ่งมีลักษณะเป็นกราฟ 3 มิติ 2 รูปสำหรับตาข้างซ้ายและขวา จากนั้นจึงทำการส่งภาพที่ถูกสร้างขึ้นไปยังโปรแกรมสเตอริโอวิว

3.1.2 ส่วนโปรแกรมสเตอริโอวิว เป็นโปรแกรมเมทริกซ์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแสดงผลแบบสเตอริโอสอคประสาน โดยโปรแกรมเมทริกซ์ใช้ชุดคำสั่งที่มีในสเตอริโอแพ็คเกจ สั่งให้โปรแกรมสเตอริโอวิวเก็บข้อมูลรูปภาพคู่สเตอริโอที่ถูกส่งมาไว้ในคลิปบอร์ดของวินโดว์ แล้วทำการสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอคประสานที่สมบูรณ์และแสดงผลออกทางจอภาพ

ลักษณะการทำงานของสเตอริโอแพ็คเกจและโปรแกรมสเตอริโอวิวดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ผังการทำงานของสเตอริโอแพ็คเกจและโปรแกรมสเตอริโอวิว

### 3.2 การออกแบบการส่งข้อมูลภาพจากโปรแกรมเมทแมติกาไปยังโปรแกรมสเตอร์โอวิว

การส่งข้อมูลภาพคู่สำหรับตาซ้ายและขวาจากโปรแกรมเมทแมติกามาให้โปรแกรมสเตอร์โอวิวนั้นสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

3.2.1 แปลงภาพที่โปรแกรมเมทแมติกาสร้างขึ้นให้เป็นรูปแบบเพิ่มข้อมูลรูปภาพแล้วจึงส่งผ่านไปให้โปรแกรมสเตอร์โอวิว โดยใช้คำสั่งที่มีอยู่ในโปรแกรมเมทแมติกา ซึ่งสามารถแปลงรูปที่สร้างขึ้นเป็นเพิ่มข้อมูลกราฟิกแบบต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 3.1 แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดที่ต้องเสียเวลาในการแปลงรูปแบบนาน ทำให้การใช้งานโปรแกรมไม่ต่อเนื่อง

ตารางที่ 3.1 รูปแบบเพิ่มข้อมูลรูปภาพที่โปรแกรมเมทแมติกาสนับสนุน

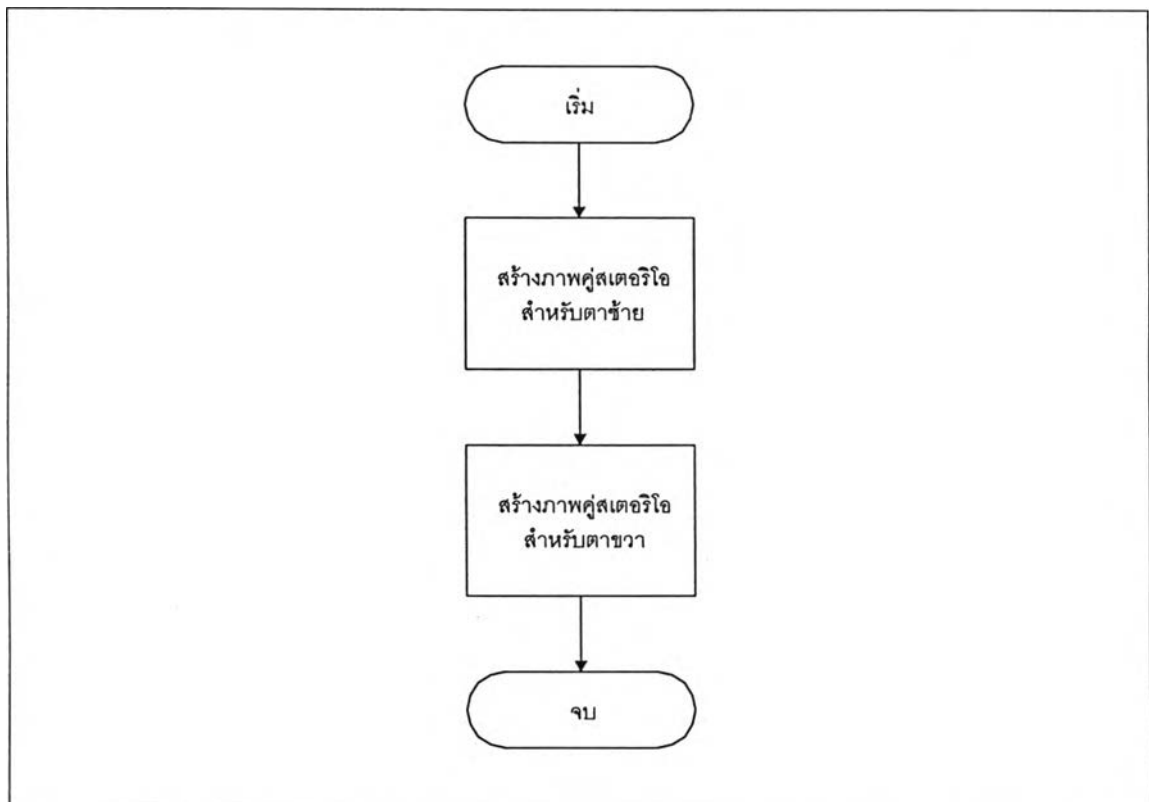
ประเภทเพิ่มข้อมูลที่สนับสนุน	ชื่อเต็ม
MPS	Mathematica abbreviated PostScript
EPS	Encapsulated PostScript
PDF	Adobe Acrobat portable document format
Illustrator	Adobe Illustrator format
PICT	Macintosh PICT
Metafile	Microsoft Windows metafile
TIFF	TIFF
GIF	Compuserve GIF
PSImage	PostScript image format
Xbitmap	X Windows bitmap
PCL	Hewlett-Packard printer control language
PBM	Portable bitmap
MGF	Mathematica system-independent raster graphics format

3.2.2 ใช้การส่งผ่านข้อมูลผ่านทางคลิปบอร์ดของวินโดว์ เนื่องจากวิธีการแบบแรกนั้นเสียเวลาในการแปลงข้อมูลของรูปที่สร้างมาจากโปรแกรมเมทแมติกา ให้เป็นเพิ่มข้อมูลรูปภาพที่มีฟังก์ชันของโปรแกรมเมทแมติการองรับ ทำให้การใช้งานเชิงโต้ตอบเป็นไปได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจึงได้นำวิธีการส่งผ่านข้อมูลทางคลิปบอร์ดของวินโดว์มาใช้เนื่องจากโปรแกรมที่ทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดว์มีความสามารถใช้คลิปบอร์ดร่วมกันได้ รูปแบบของภาพที่ส่งผ่านทางคลิปบอร์ดเป็นแบบดีไอบี (Device Independent Bitmap) ซึ่งรายละเอียดของเพิ่มข้อมูลแบบ ดีไอบี ได้กล่าวถึงในภาคผนวก ก.

### 3.3 การออกแบบสเตอริโอแพ็คเกจ

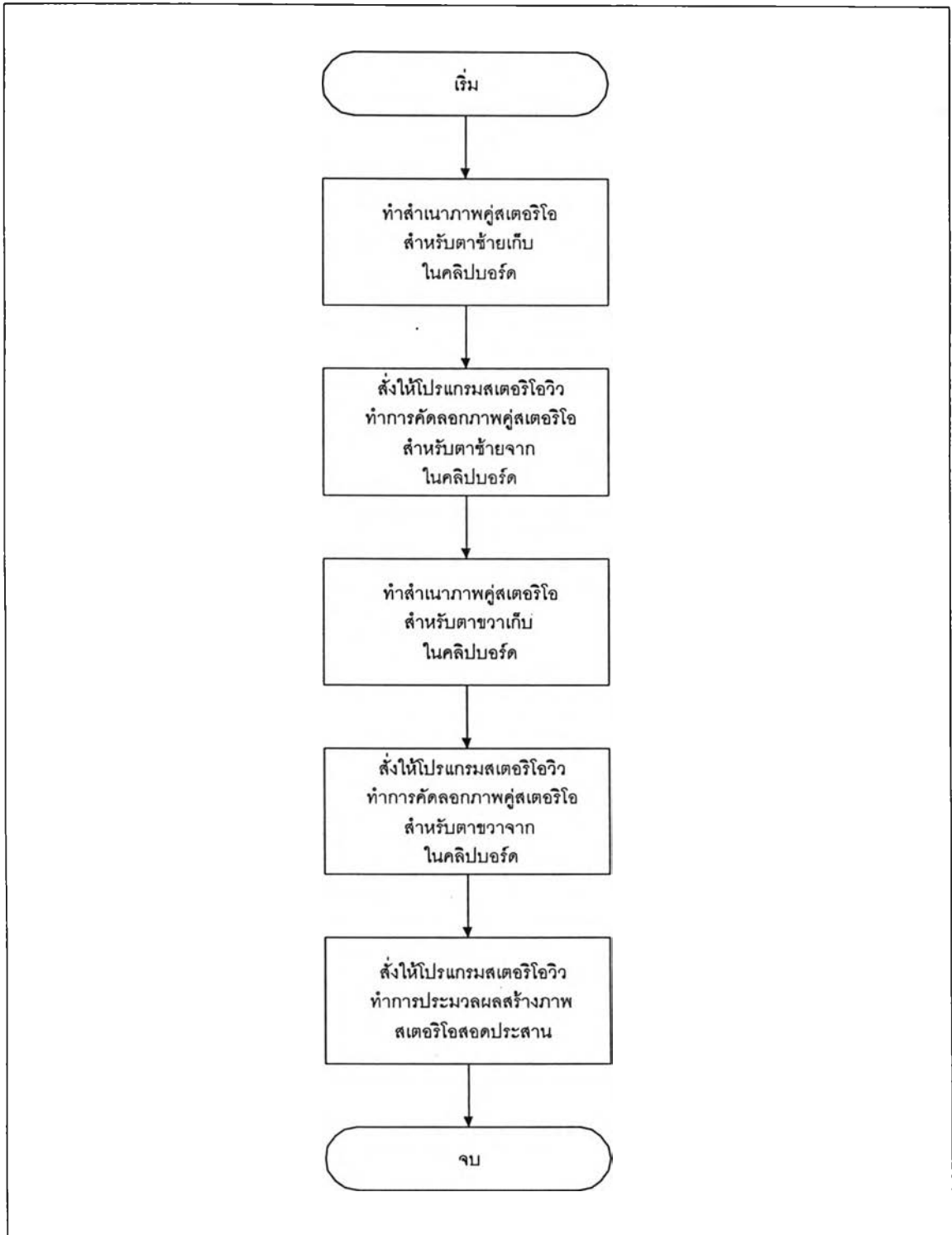
สเตอริโอแพ็คเกจมีหน้าที่สร้างภาพคู่สเตอริโอและส่งภาพที่สร้างได้ไปเก็บไว้ในคลิปบอร์ด จากนั้นจึงทำการส่งคำสั่งไปยังโปรแกรมสเตอริโอวิวเพื่อให้โปรแกรมสเตอริโอวิวนำภาพคู่สเตอริโอที่อยู่ในคลิปบอร์ดไปสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานต่อไป ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นส่วนๆตามหน้าที่หลักคือ

3.3.1 ส่วนการสร้างภาพคู่สเตอริโอ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่สร้างภาพคู่สเตอริโอของฟังก์ชันหรือชุดข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ผังการทำงานของสเตอริโอแพ็คเกจส่วนการสร้างภาพคู่สเตอริโอ

3.3.2 ส่วนการส่งภาพไปยังโปรแกรมสเตอริโอวิวผ่านทางคลิปบอร์ด เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ส่งภาพคู่สเตอริโอที่สร้างไว้แล้วไปเก็บไว้ในคลิปบอร์ดของวินโดว ตามด้วยการส่งคำสั่งให้โปรแกรมสเตอริโอวิว เพื่อทำการคัดลอกภาพคู่สเตอริโอที่เก็บไว้ในคลิปบอร์ดแล้วนำไปสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานต่อไป โดยมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 3.5



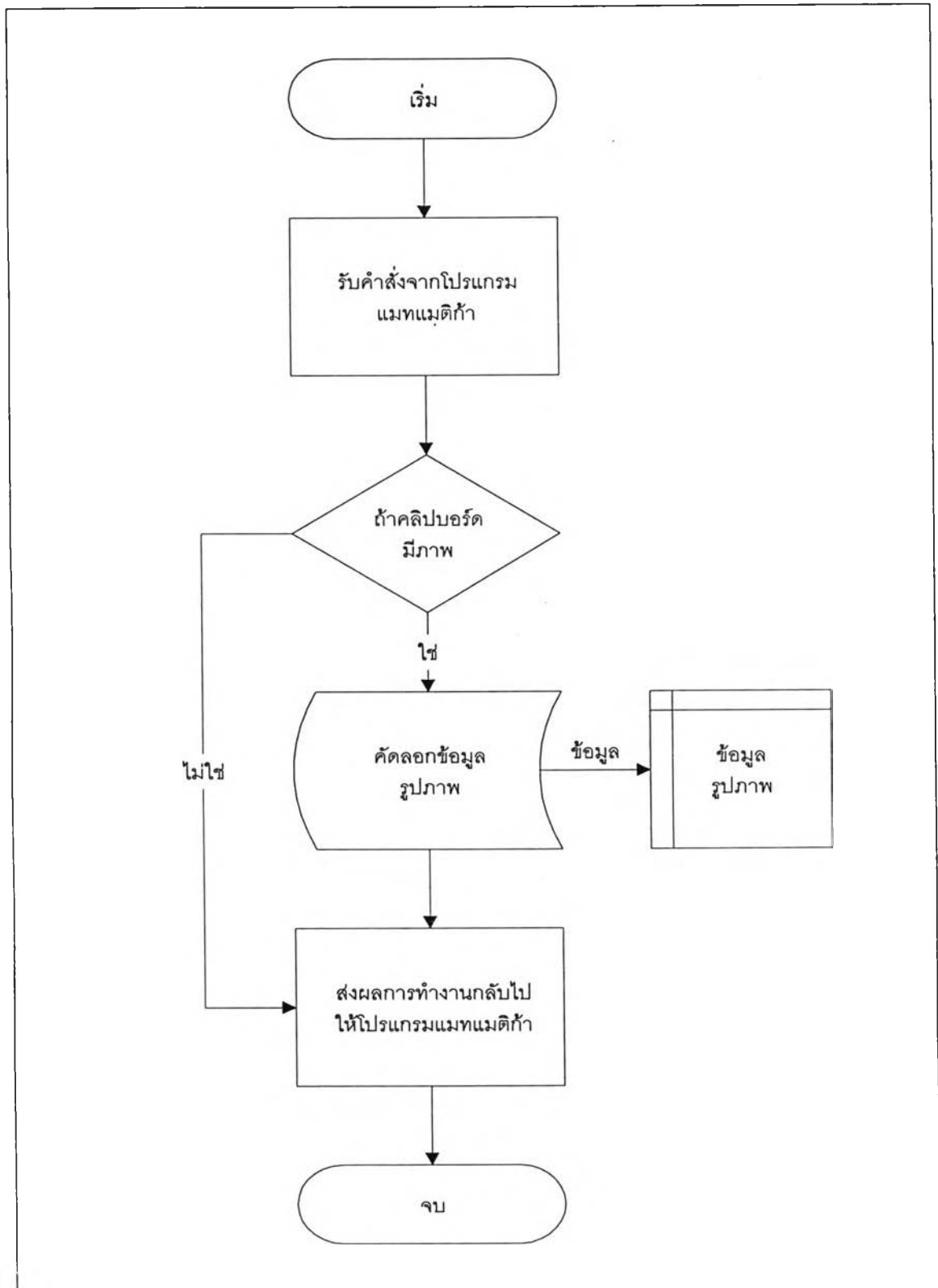
รูปที่ 3.5 ผังการทำงานของสเตริโอแพ็คเกจส่วนการส่งภาพ ไปยังโปรแกรมสเตริโอวีว  
ผ่านทางคลิปปอร์ด

### 3.4 การออกแบบโปรแกรมสเตอริโอวิว

โปรแกรมสเตอริโอวิวเป็นโปรแกรมเมทลิ่งที่ใช้ทำการรับภาพคู่สเตอริโอที่สเตอริโอแพ็คเกจส่งให้โปรแกรมเมทเมตริก้าส่งมาเก็บไว้ในคลิปบอร์ด แล้วนำภาพทั้งสองภาพที่ได้รับมารวมกันเป็นภาพแบบสเตอริโอสอดประสานและทำการแสดงผลออกมาทางจอภาพ ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานของโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

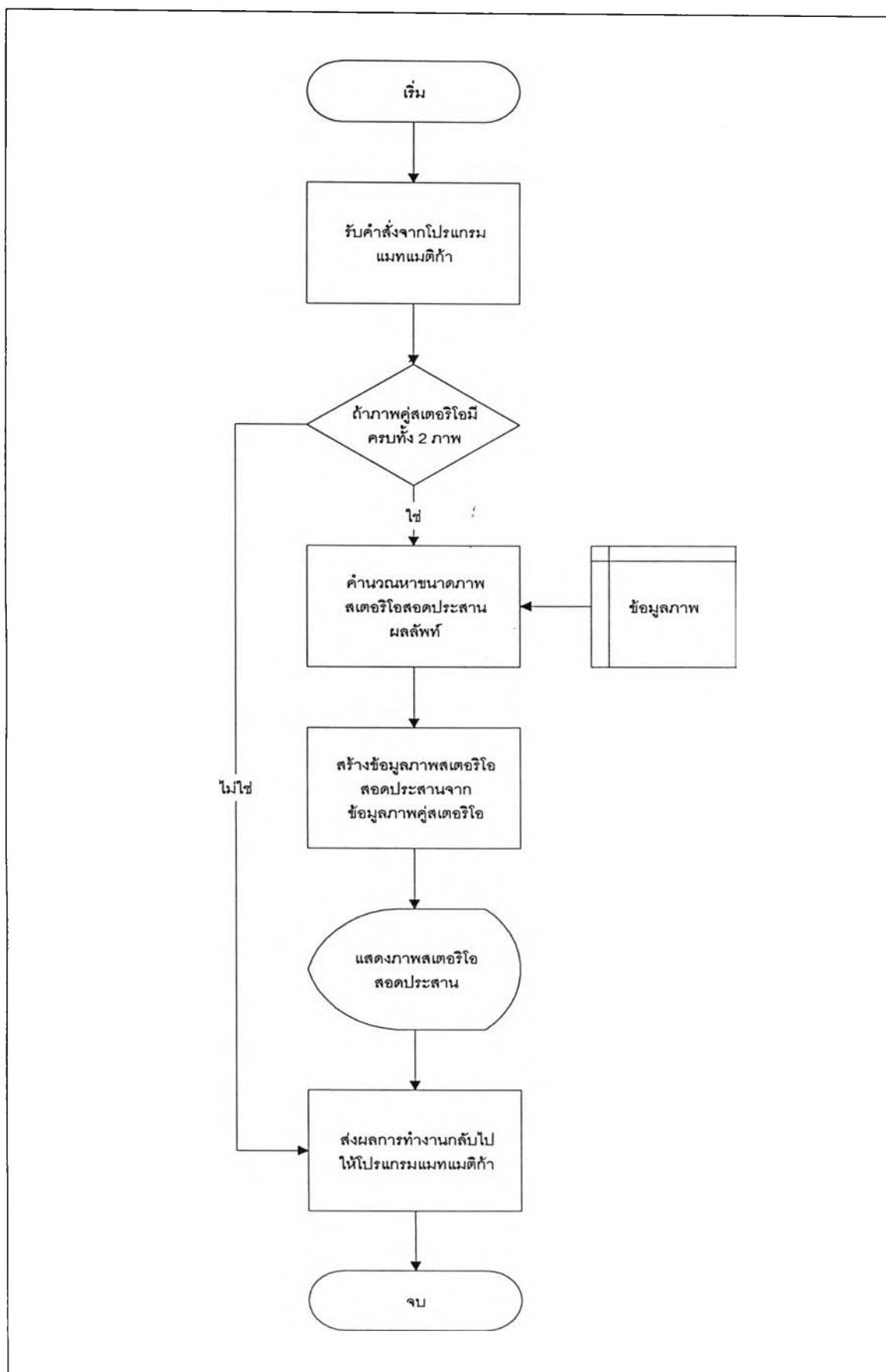
3.4.1 ส่วนการรับภาพที่โปรแกรมเมทเมตริก้าส่งมาเก็บไว้ในคลิปบอร์ด เมื่อสเตอริโอแพ็คเกจส่งให้โปรแกรมเมทเมตริก้าทำการส่งรูปไปเก็บไว้ในคลิปบอร์ดแล้ว จะส่งคำสั่งมาให้โปรแกรมสเตอริโอวิวทำการดึงข้อมูลภาพที่อยู่ในคลิปบอร์ดมาเก็บไว้ในตัวแปรที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับการรวมภาพเป็นภาพสเตอริโอสอดประสานและแสดงผลออกทางจอภาพต่อไป โดยมีลักษณะการทำงานดังรูปที่ 3.6

3.4.2 ส่วนการรวมภาพและแสดงผลภาพ เมื่อโปรแกรมได้รับภาพคู่สเตอริโอครบสำหรับตาข้างซ้ายและขวาแล้ว โปรแกรมสเตอริโอวิวจะทำการคำนวณขนาดภาพสเตอริโอสอดประสานที่เป็นภาพผลลัพธ์ได้โดยใช้ขนาดความกว้างและสูงของภาพผลลัพธ์จากด้านที่กว้างที่สุดและสูงที่สุดของภาพคู่สเตอริโอทั้ง 2 ภาพ เพื่อให้ภาพผลลัพธ์ที่แสดงมีความสมบูรณ์ ไม่ขาดรายละเอียดด้านใดด้านหนึ่ง และเมื่อได้ขนาดภาพที่ต้องการแล้วจึงทำการคัดลอกข้อมูลจากภาพสำหรับข้างซ้ายและขวาแบบสลับเส้นคือคัดลอกเส้นคู่จากภาพหรับตาข้างซ้ายและเส้นคู่จากภาพหรับตาข้างขวามาใส่ในภาพผลลัพธ์เพื่อให้ได้เป็นภาพแบบสเตอริโอสอดประสานที่สมบูรณ์ จากนั้นจึงทำการแสดงภาพที่คำนวณได้ออกทางจอภาพ จากนั้นโปรแกรมสเตอริโอวิวจะส่งผลการทำงานกลับไปให้โปรแกรมเมทเมตริก้าเพื่อแสดงผลการทำงานตอบกลับ โดยมีลักษณะการทำงานดังรูป 3.7



รูปที่ 3.6 ผังการทำงานของโปรแกรมสตอรี่โอวีวส่วนรับภาพจากคลิปบอร์ด

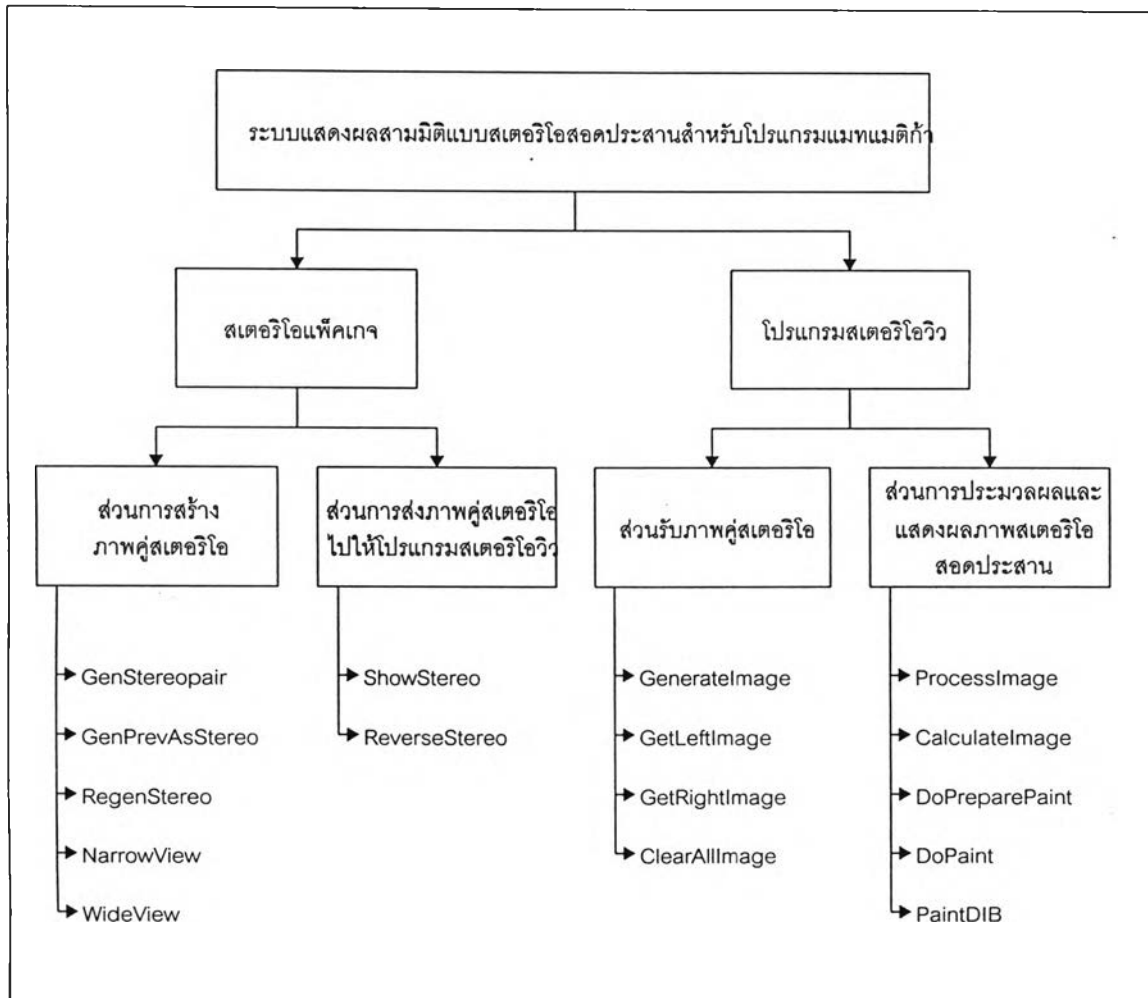




รูปที่ 3.7 ผังการทำงานของโปรแกรมสเตอริโอวีวี่ส่วนรวมภาพและแสดงผลภาพ

### 3.5 การพัฒนาโปรแกรม

ระบบการทำงานของระบบแสดงผลสามมิติแบบสเตอริโอสอดประสานสำหรับโปรแกรมแมทเมติก้าสามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยที่ทำหน้าที่ต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ระบบการทำงานของระบบแสดงผลสามมิติแบบสเตอริโอสอดประสานสำหรับโปรแกรมแมทเมติก้า

ในแต่ละส่วนของระบบทำหน้าที่เกี่ยวเนื่องกันคือ

#### 3.5.1 สเตอริโอแพ็คเกจ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก

- 1) ส่วนการสร้างภาพคู่สเตอริโอ มีหน้าที่สร้างภาพคู่สเตอริโอของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์หรือชุดข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันต่างๆคือ

- 1.1) GenStereoPair เป็นฟังก์ชันที่ใช้สร้างภาพคู่สเตอริโอของสมการเดี่ยวที่ไม่กลับซับซ้อน
  - 1.2) GenPrevAsStereo เป็นฟังก์ชันที่ใช้สร้างภาพคู่สเตอริโอของภาพที่ได้ทำการสร้างมาแล้ว ใช้ในกรณีชุดข้อมูลหรือสมการมีความซับซ้อน ไม่สามารถที่ใช้ฟังก์ชัน GenStereoPair สร้างภาพคู่สเตอริโอได้ จำเป็นต้องให้โปรแกรมเมทแมตริก้าสร้างกราฟ 3 มิติของชุดข้อมูลหรือสมการนั้นครั้งหนึ่งก่อน แล้วจึงใช้ฟังก์ชันนี้ทำการสร้างเป็นภาพคู่สเตอริโอภายหลัง
  - 1.3) RegenStereo เป็นฟังก์ชันที่ใช้สำหรับสร้างภาพคู่สเตอริโอที่ได้ทำการสร้างมาแล้วขึ้นใหม่ ใช้ในกรณีที่ทำการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์บางค่าเช่น มุมมอง แล้วต้องการวาดภาพคู่สเตอริโอนั้นอีกครั้ง
  - 1.4) NarrowView เป็นฟังก์ชันที่ใช้ทำการปรับมุมมองของภาพคู่สเตอริโอให้มุมมองระหว่างภาพทั้งสองบีบเข้าหากัน
  - 1.5) WideView เป็นฟังก์ชันที่ใช้ทำการปรับมุมมองของภาพคู่สเตอริโอให้มุมมองระหว่างภาพทั้งสองกางออกจากกัน
- 2) ส่วนการส่งภาพคู่สเตอริโอไปให้โปรแกรมสเตอริโอวิว มีหน้าที่ส่งภาพคู่สเตอริโอที่ได้สร้างขึ้นไปให้โปรแกรมสเตอริโอวิวเพื่อใช้ทำการสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดประสานต่อไป ซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันต่างๆคือ
- 2.1) ShowStereo เป็นฟังก์ชันที่ใช้ทำการส่งข้อมูลภาพคู่สเตอริโอไปให้โปรแกรมสเตอริโอวิวผ่านทางคลิปปอร์ดของวินโดว์
  - 2.2) ReverseStereo เป็นฟังก์ชันที่ใช้ทำการส่งข้อมูลภาพคู่สเตอริโอแบบสลับซ้ายขวา ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้รู้สึกว่าภาพสเตอริโอสอดประสานที่สร้างขึ้นมีการสร้างสลับด้านซ้ายและขวา

ซึ่งรหัสต้นฉบับของสเตอริโอแพ็คเกจจะแสดงไว้ในภาคผนวก ข-1

3.5.2 โปรแกรมสเตอริโอวิว ประกอบไปด้วย 2 ส่วนการทำงานหลักคือ

- 1) ส่วนรับภาพคู่สเตอริโอ มีหน้าที่รับภาพคู่สเตอริโอที่ส่งมาจากโปรแกรมเมทแมตริก้า โดยฟังก์ชันของสเตอริโอแพ็คเกจ ซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันต่างๆคือ

- 1.1) `GenerateImage` ใช้จำแนกว่าภาพคู่สเตอริโอที่ส่งมานั้นเป็นภาพสำหรับตาซ้ายหรือขวา เมื่อจำแนกแล้วจึงทำการเรียกฟังก์ชัน `GetLeftImage` หรือ `GetRightImage` มาทำงานต่อ
  - 1.2) `GetLeftImage` ใช้คัดลอกภาพคู่สเตอริโอสำหรับตาซ้ายจากคลิปบอร์ดมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ เพื่อเตรียมนำไปสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดคล้องประสาน
  - 1.3) `GetRightImage` ใช้คัดลอกภาพคู่สเตอริโอสำหรับตาขวาจากคลิปบอร์ดมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ เพื่อเตรียมนำไปสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดคล้องประสาน
  - 1.4) `ClearAllImage` ใช้ลบรูปภาพที่ค้างอยู่ในหน่วยความจำเพื่อเตรียมสำหรับการสร้างภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานครั้งต่อไป
- 2) ส่วนการประมวลผลและแสดงผลภาพสเตอริโอสอดคล้องประสาน มีหน้าที่นำภาพคู่สเตอริโอที่ได้มาทำการสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานและแสดงผลออกทางจอภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันต่างๆคือ
- 2.1) `ProcessImage` ใช้เป็นส่วนที่รับคำสั่งการสร้างภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานจากโปรแกรมเมทเมตริก้า
  - 2.2) `CalculateImage` ใช้คำนวณขนาดภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานที่เป็นผลลัพธ์ โดยคำนวณขนาดจากด้านที่กว้างและยาวที่สุดของภาพคู่สเตอริโอทั้งสองภาพ แล้วนำขนาดที่คำนวณได้มาสร้างเป็นภาพ แล้วจึงคัดลอกข้อมูลจากภาพคู่สเตอริโอทั้งสองมาสร้างเป็นภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานที่สมบูรณ์
  - 2.3) `DoPreparePaint` ใช้จัดเตรียมข้อมูลพื้นฐานสำหรับการแสดงผลภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานบนจอภาพ
  - 2.4) `DoPaint` ใช้กำหนดพิกัดการแสดงผลทางจอภาพของภาพสเตอริโอสอดคล้องประสาน
  - 2.5) `PaintDIB` ใช้วาดภาพสเตอริโอสอดคล้องประสานที่ถูกสร้างขึ้นออกทางจอภาพ

ซึ่งรหัสต้นฉบับของโปรแกรมสเตอริโอวิวแสดงไว้ในภาคผนวกที่ ข-2

### 3.6 การพัฒนาโปรแกรมส่วนสเตอริโอแพ็คเกจ

โปรแกรมในส่วนสเตอริโอแพ็คเกจเมื่อทำการพัฒนาแล้วเสร็จจะมีฟังก์ชันสำหรับโปรแกรมเมทเมติก้าที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการใช้สร้างภาพคู่สเตอริโอและส่งภาพคู่สเตอริโอที่สร้างได้ไปเก็บในคลิปบอร์ดเพื่อให้ส่วนโปรแกรมสเตอริโอวิวนำไปใช้งานต่อไป ฟังก์ชันต่างๆ ที่ทำการพัฒนาขึ้นแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ฟังก์ชันของสเตอริโอแพ็คเกจที่ถูกพัฒนาขึ้น

ฟังก์ชัน	หน้าที่ของฟังก์ชัน
GenStereoair[func_, {v_,vmin_,vmax_}, {u_,umin_,umax_}]	สร้างกราฟของฟังก์ชัน func_ ขึ้นมา 2 รูปซึ่งเป็นรูปสำหรับตาข้างซ้ายและขวาอย่างละ 1 รูป
ShowStereo[]	ทำการส่งรูปที่สร้างขึ้นไปไว้ในคลิปบอร์ดและเรียกให้โปรแกรมสเตอริโอวิวนำมาทำการอ่านภาพเพื่อนำไปทำการประมวลผลและแสดงผลเป็นภาพสเตอริโอสอดประสาน
ReverseStereo[]	ทำการกลับการแสดงผลภาพโดยจะแสดงผลภาพแบบสลับเส้นซ้ายขวากับการแสดงผลในครั้งแรก ใช้ในกรณีที่ใช้ดูแล้วรู้สึกภาพที่แสดงนั้นแสดงสลับระหว่างตาทั้งสองข้าง
RegenStereo[]	แสดงผลภาพของฟังก์ชันที่สร้างครั้งล่าสุด ใช้ในกรณีที่ทำการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์บางค่าแล้วต้องการแสดงผลฟังก์ชันอีกครั้ง
NarrowView[n_]	ปรับลดมุมระหว่างภาพคู่สเตอริโอ เพื่อให้เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ใช้แต่ละคน
WideView[n_]	ปรับเพิ่มมุมระหว่างภาพคู่สเตอริโอ เพื่อให้เหมาะสมที่สุดสำหรับผู้ใช้แต่ละคน
EndStereo[]	สิ้นสุดการใช้งานสเตอริโอแพ็คเกจ

### 3.7 การพัฒนาโปรแกรมสแตอริโอวิว

การพัฒนาโปรแกรมสแตอริโอวิวถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อยคือ

1) ส่วนแผ่นแบบเมทลิงก์ (Mathlink template) เป็นส่วนที่เขียนตามขึ้นภายใต้ข้อกำหนดวิธีการเขียนโปรแกรมเมทลิงก์กำหนดไว้ เพื่อใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อกันระหว่างโปรแกรมเมทเมตริก้าและโปรแกรมสแตอริโอวิว โดยส่วนนี้ทำหน้าที่กำหนดว่าโปรแกรมเมทเมตริก้าสามารถทำการเรียกใช้โปรแกรมสแตอริโอวิวด้วยฟังก์ชันใดได้บ้าง และการรับส่งค่าต่างๆระหว่างโปรแกรมเมทเมตริก้ากับโปรแกรมสแตอริโอวิวนั้นเป็นประเภทใด โดยการเขียนแผ่นแบบเมทลิงก์ซึ่งสามารถเขียนได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.9

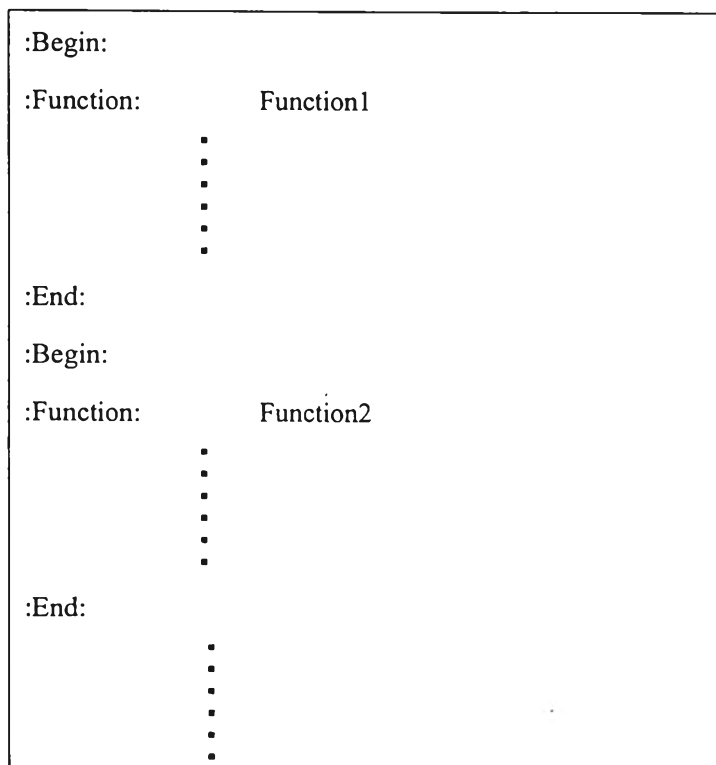
```

:Begin:
:Function:      GenerateImage
:Pattern:      GenerateImage[x_Integer]
:Arguments:    {x}
:ArgumentTypes: {Integer}
:ReturnType:   Integer
:End:

```

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างแสดงแผ่นแบบเมทลิงก์ของฟังก์ชัน GenerateImage

จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสแตอริโอวิวมีฟังก์ชันที่ชื่อ GenerateImage ซึ่งเวลาที่ทำการเรียกใช้จะทำการส่งผ่านอาร์กิวเมนต์ 1 ตัวโดยอาร์กิวเมนต์นั้นเป็นประเภทจำนวนเต็ม แล้วสิ่งที่ส่งคืนกลับมาจากการเรียกใช้ฟังก์ชันนี้เป็นประเภทจำนวนเต็ม ซึ่งในโปรแกรมเมทลิงก์หนึ่งๆ สามารถมีฟังก์ชันได้หลายฟังก์ชันโดยวิธีการเขียนแผ่นแบบเมทลิงก์สามารถเขียนเป็นหลายๆ ชุดต่อกัน โดยมี :Begin: และ :End: คั่นอยู่แต่ละชุดแสดงในรูปที่ 3.10 จากนั้นทำการแปลโปรแกรมจากแผ่นแบบเมทลิงก์เพื่อให้กลายเป็นรหัสต้นฉบับภาษาซีโดยใช้ตัวประมวลผลก่อนชื่อ "mprep.exe" ซึ่งถูกบรรจุอยู่ในชุดพัฒนาโปรแกรมเมทลิงก์ (Mathlink Developer Kit) ซึ่งสามารถแปลงแผ่นแบบเมทลิงก์เป็นรหัสต้นฉบับภาษาซี



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างแสดงแผ่นแบบเมทลิ่งค์แบบหลายฟังก์ชัน

2) ส่วนโปรแกรมฟังก์ชัน ในส่วนนี้เป็นส่วนหลักที่ใช้ในการประมวลผลของโปรแกรมสเตอริโอวีวทำการพัฒนาโดยใช้ไมโครซอฟต์แวร์วิชวลซีเขียนรหัสต้นฉบับ มีหน้าที่รับภาพคู่สเตอริโอจากคลิปบอร์ดแล้วนำภาพที่ได้มารวมกันสร้างเป็นภาพใหม่ จากนั้นจึงทำการแสดงผลภาพผลลัพธ์ออกมาในแบบภาพสเตอริโอสดประสาน

เมื่อได้รหัสต้นฉบับทั้ง 2 ส่วนแล้ว นำทั้ง 2 ส่วนมารวมกับคำสั่งที่ให้มากับชุดพัฒนาโปรแกรมเมทลิ่งค์ชื่อ "m13211m.lib" ซึ่งเป็นคำสั่งซึ่งใช้กับโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยไมโครซอฟต์แวร์วิชวลซี++ สามารถสร้างเป็นโปรแกรมสเตอริโอวีวที่สมบูรณ์ ซึ่งเมื่อส่วนต่างๆของโปรแกรมสเตอริโอวีวถูกพัฒนาขึ้นแล้ว จะได้ฟังก์ชันที่ทำหน้าที่ต่างๆดังแสดงในตารางที่ 3.3, 3.4, และ 3.5 ซึ่งเมื่อทำการเรียกใช้สเตอริโอแพ็คเกจ แพ็คเกจจะทำการเรียกโปรแกรมสเตอริโอวีว โดยอัตโนมัติ และทำการคำนวณหามุมการแสดงผลที่เหมาะสมสำหรับภาพข้างซ้ายและข้างขวาซึ่งโดยปกติใช้ค่า  $\{x, y, z\}$  มาตรฐานของโปรแกรมเมทเมตริกาคือ  $\{1.3, -2.4, 2\}$  เป็นจุดเริ่มต้นในการคำนวณ แต่สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละคนได้

ตารางที่ 3.3 ฟังก์ชันที่ทำการเรียกใช้ผ่านจากโปรแกรมเมทเมดิก้า

ฟังก์ชัน	หน้าที่ของฟังก์ชัน
GenerateImage(int side)	ทำหน้าที่จำแนกว่าภาพที่ส่งมาจากโปรแกรมเมทเมดิก้า นั้นใช้เป็นภาพสำหรับตาซ้ายหรือตาขวา
ProcessImage(int x)	ทำหน้าที่สั่งการรวมภาพและแสดงผลภาพแบบ สเตอริโอสอดประสาน
ClearAllImage()	ทำหน้าที่ลบรูปภาพที่ค้างอยู่ในหน่วยความจำเพื่อเตรียม สำหรับการสร้างรูปครั้งต่อไป

ตารางที่ 3.4 ฟังก์ชันที่ใช้ทำการรับภาพจากคลิปบอร์ดและนำมาประมวลผลสร้างเป็นภาพ สเตอริโอสอดประสาน

ฟังก์ชัน	หน้าที่ของฟังก์ชัน
void CalculateImage()	สร้างภาพดีไอบีที่เป็นผลลัพธ์โดยทำการอ่านขนาดของรูป ข้างซ้ายและขวาแล้วนำมาสร้างเป็นเป็นรูปใหม่ที่มีขนาด กว้างและยาวมาจากด้านที่กว้างและยาวที่สุดของรูปทั้งสอง
BOOL GetLeftImage()	คัดลอกรูปภาพจากคลิปบอร์ดไว้เป็นภาพสำหรับตาซ้าย
BOOL GetRightImage()	คัดลอกรูปภาพจากคลิปบอร์ดไว้เป็นภาพสำหรับตาขวา

ตารางที่ 3.5 ฟังก์ชันที่ใช้จัดการเกี่ยวกับข้อมูลภาพดีไอบี

ฟังก์ชัน	หน้าที่ของฟังก์ชัน
void DoPreparePaint(HWND hWnd)	จัดเตรียมข้อมูลพื้นฐานของการแสดงผลภาพ
void DoPaint(HWND hWnd)	กำหนดพิกัดที่ใช้แสดงผลภาพสเตอริโอสอด ประสาน
HDI B CreateDIB(DWORD dwWidth, DWORD dwHeight, WORD wBitCount)	จองหน่วยความจำสำหรับสร้างข้อมูลภาพแบบดีไอบี โดยใส่ค่าส่วนหัวของข้อมูลภาพดีไอบีและจองหน่วย ความจำสำหรับข้อมูลส่วนต่างๆ
LPSTR FindDIBBits(LPSTR lpDIB)	คำนวณตำแหน่งที่อยู่ของภาพดีไอบีในหน่วยความจำ และชี้พอยเตอร์ไปที่จุดนั้น
DWORD DIBWidth(LPSTR lpDIB)	ดึงค่าความกว้างของภาพดีไอบีจากส่วนหัวของข้อมูล ภาพดีไอบี



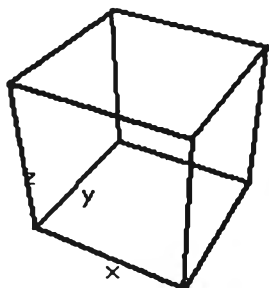
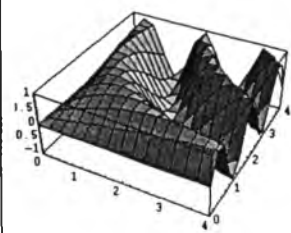
ตารางที่ 3.5 ฟังก์ชันที่ใช้จัดการเกี่ยวกับข้อมูลภาพดีไอบี (ต่อ)

ฟังก์ชัน	หน้าที่ของฟังก์ชัน
DWORD DIBHeight(LPSTR lpDIB)	ดึงค่าความยาวของภาพดีไอบีจากส่วนหัวของข้อมูลภาพดีไอบี
WORD PaletteSize(LPSTR lpDIB)	คำนวณขนาดที่ต้องการในการเก็บpaletteสีของภาพดีไอบี
WORD DIBNumColors(LPSTR lpDIB)	คำนวณจำนวนสีของภาพดีไอบี
HPALETTE CreateDIBPalette(HDIB hDIB)	สร้างpaletteสีสำหรับภาพดีไอบี
BOOL PaintDIB(HDC hDC, RECT lpDCRect, RECT lpDIBRect, HPALETTE hPal)	แสดงภาพดีไอบีออกทางดีไวซ์คอนเท็กซ์ที่ถูกเลือก โดยแสดงในตำแหน่งของตัวแปร lpDIBRect
WORD DestroyDIB(HDIB hDib)	คืนหน่วยความจำของภาพดีไอบี

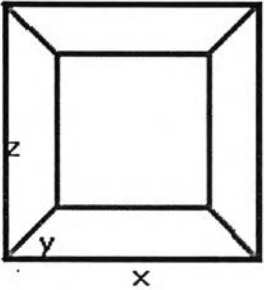
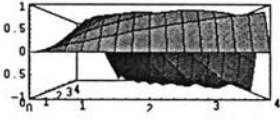
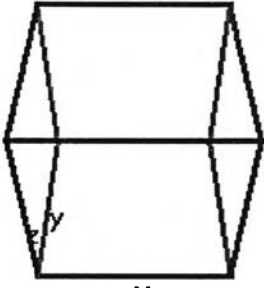
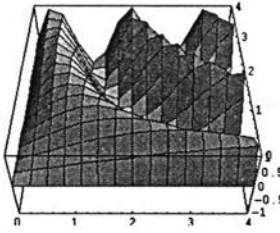
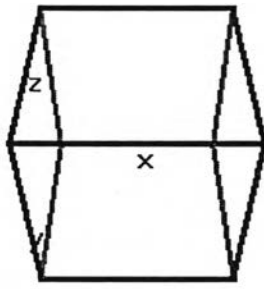
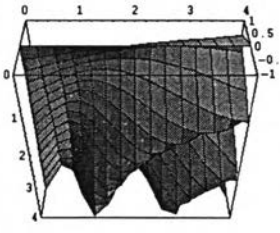
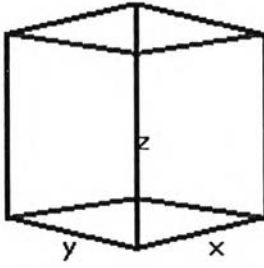
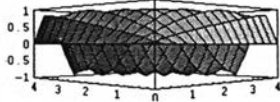
### 3.8 การปรับมุมมองสเตอริโอ

การแสดงผลภาพ 3 มิติของโปรแกรมเมทแมติกาสามารถแสดงได้ในมุมมองต่างๆกันโดยกำหนดทิศทางโดยใช้ค่าของแกน  $x$ ,  $y$ , และ  $z$  โดยที่กำหนดมุมการแสดงผลมาตรฐานไว้ดังตารางที่ 3.2

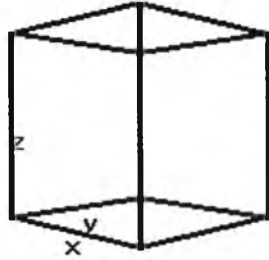
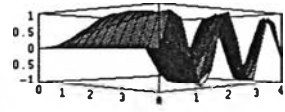
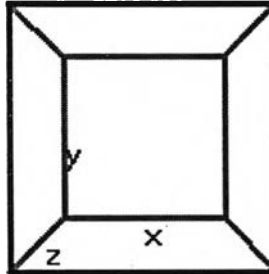
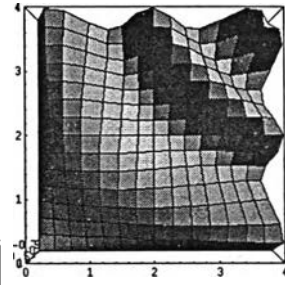
ตารางที่ 3.6 มุมการแสดงผลมาตรฐานของการแสดงผล 3 มิติของโปรแกรมเมทแมติกา

ค่า $x, y, z$	ทิศทางการแสดงผล	รูปแสดงมุมมอง	รูปตัวอย่าง
1.3, -2.4, 2	มุมมองมาตรฐาน		

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) มุมการแสดงผลมาตรฐานของการแสดงผล 3 มิติของโปรแกรมเมทแมติกา

ค่า $x, y, z$	ทิศทางการแสดงผล	รูปแสดงมุมมอง	รูปตัวอย่าง
$0, -2, 0$	มุมมองด้านหน้า		
$0, -2, 2$	มุมมองด้านหน้าบน		
$0, -2, -2$	มุมมองด้านหน้าล่าง		
$-2, -2, 0$	มุมมองจากมุมซ้าย		

ตารางที่ 3.6 (ต่อ) มุมการแสดงผลมาตรฐานของการแสดงผล 3 มิติของโปรแกรมเมทเมติก้า

ค่า $x, y, z$	ทิศทางการแสดงผล	รูปแสดงมุมมอง	รูปตัวอย่าง
2, -2, 0	มุมมองจากมุมขวา		
0, 0, 2	มุมมองจากด้านบน		

การคำนวณมุมของภาพคู่สเตอริโอแต่ละภาพ โดยอ้างอิงจากมุมมาตรฐานการแสดงผลของโปรแกรมเมทเมติก้าทำได้ดังนี้

มุมภาพซ้าย = มุมมาตรฐาน + ค่าความเอียงสำหรับภาพซ้าย

เช่นเดียวกันกับกรณีภาพขวาคือ

มุมภาพขวา = มุมมาตรฐาน + ค่าความเอียงสำหรับภาพขวา

ซึ่งค่าความเอียงได้มาจาก

$$\text{viewline} * \pm \tan(\theta/2) * \text{viewdistance}$$

เมื่อ  $\text{viewline} = \text{eyeline} / \text{Vector Length}(\text{eyeline})$

$\theta$  = มุมกึ่งของดวงตา

$$\text{viewdistance} = \sqrt{\text{viewpoint}(1)^2 + \text{viewpoint}(2)^2 + \text{viewpoint}(3)^2}$$

$\text{eyeline} = \text{viewpoint} \times \text{viewvertical}$

$\text{viewpoint}$  คือมุมมองมาตรฐาน {1.3, -2.4, 2}

$\text{viewvertical}$  คือมุมมองด้านบน {0, 0, 1}

การคำนวณที่กล่าวมานี้ใช้ในขั้นตอนการหามุมของภาพคู่สเตอริโอของสเตอริโอแพ็คเกจ ทั้งตอนที่เริ่มทำการวาดภาพคู่สเตอริโอครั้งแรกโดยฟังก์ชัน `GenStereoPair[]` และในการปรับเปลี่ยนมุมมองโดยฟังก์ชัน `NarrowView[]` และ `WideView[]`

### 3.9 เครื่องมือที่ใช้

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ พัฒนาด้วยภาษาซีโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลซี++ รุ่น 4.0 โดยทำการพัฒนาให้เป็นโปรแกรมที่ทำงานสำหรับระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ และใช้ตัวประมวลผลก่อนชื่อ `mprep.exe` ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดพัฒนาโปรแกรมแมทลิงค์ทำการแปลโปรแกรมในส่วนที่เป็นแผ่นแบบแมทลิงค์ให้เป็นภาษาซีเพื่อนำมารวมกับส่วนที่พัฒนาโดยภาษาซี