เป่าหยิงฉุบ : กรณีศึกษาการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์สื่อประสมโดยอาศัยเทคโนโลยีวีอาร์

Pao Ying Chub : A case study of multimedia computer game development using VR technology

โดย

นาย วิรพงศ์ เนียรมงคล

รหัส 41067071

H001581

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.นพพร โชติกกำธร

วัน เดือน ปี 21 ธ.ค. 2542
เลขทะเบียน 01581
เลขเรียกหนังสือ วพ. ว 681ป 2542
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เป่าหยิงฉุบ : กรณีศึกษาการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์สื่อประสมโดยอาศัยเทคโนโลยีวีอาร์
นักศึกษา	นายวิรพงศ์ เนียรมงคล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นพพร โชติกกำธร
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ทำการศึกษาถึงการออกแบบและพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์โดยการนำเอาอุปกรณ์วีอาร์(data glove)มาใช้เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์รูปแบบของมือในท่าทางลักษณะของกรรไกร ค้อนและกระดาษที่มีกติกาไปตามกฎของเกม โดยการรวบรวมค่าที่ได้จากอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์สร้างออกมาเป็นรูปแบบเสมือนจริงในระบบคอมพิวเตอร์และมีการโต้ตอบระหว่างโปรแกรมกับผู้เล่น ในการพัฒนาเกมเป่าหยิงฉุบจะอาศัยกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอล(IrisGL)ในการสร้างภาพกราฟิกและใช้เวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารีในการติดต่อกับถุงมือดาต้าโกล์ฟเพื่อใช้ในการทำการแยกแยะรูปแบบของมือผู้เล่นเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Pao Ying Chub : A case study of development multimedia computer game by using VR technology
Student	Mr. Virapong Ṇeanmongkol
Advisor	Dr. Nopporn Chotikakamthorn
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	1999

ABSTRACT

In this development project, we have studied on the design and development of a multimedia computer game by using a VR device (data glove). Raw data of hand gesture is collected by device to classify a player hand pattern: hammer, paper or scissors within game's rule, the goal is to integrate all information above for implementing the virtual reality application in the computer graphic system and forcing to the interaction between the application and the players. In this project, we used IrisGL (Iris Graphic Library) to create graphic object and Virtual Hand Library to communicate with a data glove device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการพัฒนาโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์สื่อประสมโดยใช้เทคโนโลยีวีอาร์นี้ ต้องอาศัยแหล่งความรู้ต่าง ๆ คำแนะนำและปรึกษาทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต่าง ๆ ทั้งหลาย ตลอดจนกำลังใจและแรงที่ได้จากบุคคลต่าง ๆ ที่สมควรได้รับความขอบคุณเป็นพิเศษ ดังนี้

1. ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณยาย ผู้ซึ่งให้กำเนิด และเลี้ยงดู เอาใจใส่ และดูแล ที่ได้กรุณาส่งเสริม อบรมให้การสนับสนุนด้วยความรักและความเมตตามาตั้งแต่เกิด อบรมให้ประพฤติในสิ่งที่ดีและถูกต้อง ตลอดจนส่งเสริมทางด้านการศึกษาอย่างดีที่สุด
2. ขอขอบคุณอาจารย์ดร.นพพร โชติกกำธร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ให้คำปรึกษาในการจัดทำโครงงาน และจัดหาทรัพยากรต่าง ๆ ให้แก่ข้าพเจ้า และอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน ที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอน ชี้แนะ ช่วยเหลือแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ให้ความร่วมมือด้วยดีมาโดยตลอดนับตั้งแต่เริ่มก้าวเข้ามาศึกษายังสถาบันแห่งนี้
3. ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการของบริษัทซิลิกอนกราฟิกและบริษัทเวอร์เทกซ์ที่ได้ให้คำชี้แนะต่าง ๆ ในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนการพัฒนาโปรแกรม
4. ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อนๆ และรุ่นน้อง ทั้งที่อยู่คณะเดียวกัน หรือต่างคณะ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ทั้งหมดนี้ถูกรวบรวมได้จากหลายฝ่าย เพื่อให้การศึกษาและการพัฒนาโปรแกรมเป็นไปโดยสำเร็จ

นายวิรพงศ์ เนียรมงคล

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญภาพ VIII
บทที่
1. บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา 1
1.2 เป้าหมายของโครงงาน 2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์กราฟิก 4
2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์กราฟิก 4
2.2 องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก 4
2.2.1 หน่วยอุปกรณ์รับข้อมูล 4
2.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง 6
2.2.3 หน่วยอุปกรณ์แสดงผล 6
2.3 องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก 8
2.4 การนำคอมพิวเตอร์กราฟิกไปประยุกต์ใช้ 9
3. องค์ประกอบของเกมเป้าหยิงฉุบ 11
3.1 หลักการจำลองรูปร่างมือมนุษย์ของอุปกรณ์ถุงมือดาต้าโกล์ฟ 11
3.2 การจัดการตำแหน่งรูปแบบของโครงร่างของมือ 14
3.2.1 การจัดการกำหนดพิกัดและโครงสร้าง 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.2 การงอของนิ้ว 14
3.2.3 การจำลองส่วนของนิ้วโป้ง 15
3.2.4 ส่วนโค้งของฝ่ามือ 16
3.2.5 การจัดการสร้างโครงสร้างมือเสมือนให้ถูกต้อง 17
3.3 ระบบกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอล 18
3.3.1 ระบบสภาพแวดล้อมที่จะใช้พัฒนา 19
3.3.2 การวาด 20
3.3.3 การจัดการรูปแบบของตัวอักษรและรูปแบบอักษร 22
3.3.4 การจัดการเกี่ยวกับการแสดงผลและสี 23
3.3.5 การจัดการการนำข้อมูลเข้าจากอุปกรณ์ต่างๆ 26
3.3.6 การจัดการระบบตำแหน่งพิกัด 28
3.3.6.1 การเปลี่ยนแปลงของภาพวัตถุที่แสดงออกมา 30
3.3.6.1.1 การฉายภาพแบบเปอร์สเปกตีป 31
3.3.6.1.2 การฉายภาพแบบหน้าต่าง 32
3.3.6.1.3 การฉายภาพแบบออโทกราฟิก 33
3.3.6.2 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบโมเดล 34
3.3.7 การจัดการทางแสง 36
3.3.8 การจัดการกับวัตถุทางกราฟิก 39
4. การพัฒนาโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์เป่าหยิงฉุบ 41
4.1 การศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบ 41
4.2 การศึกษาการระบุตำแหน่งของมือในตำแหน่งพิกัดโลก 46
4.3 หลักการรับค่าข้อมูลจากอุปกรณ์ถุงมือ 49
4.4 วิธีการแยกแยะรูปแบบของมือ 53
4.5 การสร้างวัตถุกราฟิกและการออกแบบอินเตอร์เฟส 55
4.6 การทำงานของระบบเกมเป่าหยิงฉุบ 58
5. บทสรุปผลการทำงานของระบบเกมเป่าหยิงฉุบ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 ผลการทำงานของระบบเกมเป้าหยิงฉุบ 63
5.2 ข้อเสนอแนะ 64
บรรณานุกรม 66
ภาคผนวก 67
ประวัติผู้เขียน 79

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 แสดงค่าสีมาตรฐานของcolor map mode..... 26

5.1 ผลการทดสอบการดักจับรูปแบบมือของเกมเป่าหยิงฉุบ..... 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

3.1 แสดงโครงสร้างทางกายวิภาคมือขวาของมนุษย์ 12

3.2 แสดงถึงตำแหน่งของเซนเซอร์และทิศทางการหมุนของแกนที่เกี่ยวข้อง 13

3.3 แสดงถึงตำแหน่งและทิศทางการหมุนของส่วนข้อต่อมือ 16

3.4 แสดงวัตถุที่สร้างจากกราฟิกไลบรารีจีแอลที่มีความสว่างโดยกำหนดทิศทางของแสง 18

3.5 แสดงระดับค่าของสีที่มีการไล่ระดับสีตามลักษณะshading 25

3.6 แสดงระบบตำแหน่งพิกัดที่ถูกใช้หลายขั้นตอนของการประมวลการวาดรูปวัตถุกราฟิก 28

3.7 ลักษณะและทิศทางและตำแหน่งพิกัดในระบบกราฟิก3มิติ 30

3.8 แสดงตำแหน่งการนำเสนอมุมมองแบบเปอร์สเปกตีป 38

3.9 แสดงลักษณะการฉายแบบหน้าต่าง 33

3.10 แสดงลักษณะการฉายภาพแบบออโทกราฟิก 34

3.11 ตัวอย่างของลักษณะการหมุนวัตถุ การย้ายตำแหน่งวัตถุ และการเปลี่ยนแปลงขนาด 35

3.12 แสดงผลของการแสดงวัตถุที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงต่างกัน 36

3.13 รายละเอียดการกำหนดคุณสมบัติของพื้นผิววัตถุปกติ 38

3.14 แสดงการสร้างรูปวัตถุวงกลมโดยใช้หลักการสร้างวัตถุแบบลำดับขั้น 40

4.1 แสดงตัวอย่างโปรแกรมอย่างง่ายเริ่มแรกของการใช้เวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารี 43

4.2 แสดงผลลัพธ์ของการทำงานในลักษณะโครงร่างแบบwireframe 45

4.3 แสดงลักษณะของมือหลังจากผ่านกระบวนการทำงานของกราฟิกไลบรารี 45

4.4 แสดงลำดับการทำงานคราว ๆ ของการแสดงวัตถุในโลกเสมือน 46

4.5 แสดงขั้นตอนการทำงานคราว ๆ ของการกำหนดหาตำแหน่งของพื้นผิวจุดสัมผัสของมือ 47

4.6 แสดงรูทีนย่อยในการอ่านค่าของข้อต่อมือที่ได้จากเซ็นเซอร์ของถุงมือ 50

4.7 แสดงภาพตัวอย่างของท่าทางของมือในลักษณะท่าทางกระดาษ กรรไกร ค้อน และค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ตามตำแหน่งข้อต่อของนิ้วมือขณะทำงาน ตามลำดับ 51

4.8 แสดงค่ามาตราฐานกลางที่ได้จากการรวบรวมจากเซ็นเซอร์ข้อต่อของถุงมือ 52

4.9 แสดงรูทีนในการแบ่งแยกรูปร่างลักษณะของมือว่ามีขั้นตอนอย่างไรในการจำแนกรูปแบบของมือผู้เล่น 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

4.10 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันการวาดวัตถุกราฟิก 56

4.11 แสดงรูปวาดวัตถุกราฟิกและอินเตอร์เฟสทั้งหมดของระบบแกมเป่าหยิงฉุบ..... 58

4.12 แสดงการเริ่มต้นเกมโดยสัมผัสปุ่มSTART..... 60

4.13 แสดงการเริ่มต้นเกมโดยสัมผัสปุ่มRESTART 60

4.14 แสดงสถานะของระบบหลังจากการสัมผัสปุ่มSTARTหรือRESET..... 61

4.15 แสดงผลลัพธ์ของการเล่นในกรณีฝ่ายผู้เล่นชนะ 61

4.16 แสดงผลลัพธ์ของการเล่นในกรณีฝ่ายผู้เล่นแพ้..... 62

4.17 แสดงผลลัพธ์ของการเล่นในกรณีที่ผลการเล่นเสมอกัน 62

ผ1 แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าต่าง ๆ 67

ผ2 แสดงฟังก์ชันการวิเคราะห์แยกแยะลักษณะมือที่รับเข้ามา..... 68

ผ2 แสดงฟังก์ชันการวิเคราะห์แยกแยะลักษณะมือที่รับเข้ามา(ต่อ) 69

ผ3 แสดงฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ 69

ผ3 แสดงฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ (ต่อ)..... 70

ผ3 แสดงฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ (ต่อ)..... 71

ผ3 แสดงฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ (ต่อ)..... 72

ผ4 แสดงฟังก์ชันของการแสดงข้อความ 72

ผ4 แสดงฟังก์ชันของการแสดงข้อความ (ต่อ)..... 73

ผ5 แสดงฟังก์ชันของการเรียกใช้สีและการสะท้อนของแสง 74

ผ6 แสดงฟังก์ชันการวาดวัตถุกราฟิก 75

ผ6 แสดงฟังก์ชันการวาดวัตถุกราฟิก (ต่อ) 76

ผ7 แสดงรูทีนคราว ๆ ของการออกท่าทางมือฝ่ายคอมพิวเตอร์ 77

ผ8 แสดงรูทีนคราว ๆ ของการใช้ช่วงเวลาดักจับท่าทางมือผู้เล่น 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในโลกของคอมพิวเตอร์ มนุษย์สามารถนำเอาความรู้และสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโลกแห่งความจริงนั้นนำมาพัฒนาประยุกต์ใส่ไว้ในโลกของคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ปัจจุบันการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้นั้นก็เพื่อจะได้สนับสนุนกับกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่กระทำอยู่ในทุก ๆ วัน ความสามารถของคอมพิวเตอร์สามารถทำในสิ่งที่เป็นไปได้เนื่องจากประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง ทำหน้าที่คอยจัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับเข้ามา และปรับเปลี่ยนข้อมูลที่ได้มาตามหน้าที่ที่กำหนดไว้ให้แสดงออกมาเพื่อที่มนุษย์จะได้นำเอาสิ่งเหล่านั้นไปใช้งานตามที่ต้องการได้ เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันสามารถนำเสนองานด้านโปรแกรมประยุกต์ด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการวิจัยดำเนินการ ทางด้านสำนักงาน ทางด้านความบันเทิงต่าง ๆ คอมพิวเตอร์สามารถช่วยเหลืออำนวยความสะดวกขึ้นมาให้ได้อย่างมาก เกมคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถนำเอาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้

เนื่องด้วยเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็วมีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้งานด้านต่าง ๆ มาใช้ในรูปแบบที่มีการติดต่อกับผู้ใช้ระบบอย่างสะดวกมากขึ้น โครงการการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ที่อาศัยสื่อประสมและอาศัยเทคโนโลยีวีอาร์เข้ามาช่วยในการพัฒนานี้เป็นการนำเอาอุปกรณ์วีอาร์มาใช้เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ซึ่งจะทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวอุปกรณ์วีอาร์โดยอาศัยลักษณะท่าทางที่สัมพันธ์กับรูปแบบของมือในท่าทางต่าง ๆ ที่ปรากฏให้สัมพันธ์กับเงื่อนไขของเกมคือการออกท่าทางมือในท่ากรรไกร ค้อน และกระดาษ ซึ่งกรรไกรชนะกระดาษแต่แพ้ค้อน กระดาษชนะค้อนแต่แพ้กรรไกร ค้อนชนะกรรไกรแต่แพ้กระดาษ โดยที่จะทำการรวบรวมค่าข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์สร้างออกมาเป็นรูปแบบเสมือนจริงในระบบคอมพิวเตอร์ มีการโต้ตอบระหว่างตัวโปรแกรมกับผู้เล่น ซึ่งแนวคิดที่จะพัฒนาระบบเกมคอมพิวเตอร์นี้จะรวบรวมข้อมูลจากการใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ และต้องมีความรู้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมไปถึงการเขียนโปรแกรมเพื่อดึงข้อมูลที่ต้องการออกมาแล้วทำการสร้างเป็นต้นแบบของตัวระบบเกม และพัฒนารูปแบบให้น่าสนใจมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้สำหรับโครงงานนี้จะพัฒนาโดยอาศัยการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี ความรู้ทางคอมพิวเตอร์กราฟิกไลบรารี เทคนิคการใช้งานบนระบบปฏิบัติการไอริสยูนิกซ์ การใช้งานของกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอล และการศึกษาเทคโนโลวีอาร์ถึงลักษณะการใช้งานการนำเอาข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเกมเป่าหยิงฉุบ

1.2 เป้าหมายของโครงงาน

1. เพื่อพัฒนาระบบโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่นำเอาเทคโนโลยีวีอาร์มาใช้โดยมีรูปแบบติดต่อกับผู้ใช้
2. เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการออกแบบและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวีอาร์
3. เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสื่อประสมและวีอาร์ในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษารูปแบบและวิธีการนำเอาเทคโนโลยีวีอาร์มาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเป็นรูปแบบเกมคอมพิวเตอร์
2. เพื่อศึกษาข้อมูลที่ได้จากสื่อของระบบวีอาร์นำมาวิเคราะห์ถึงรูปแบบของมือมนุษย์ที่สัมพันธ์กับเงื่อนไขของเกม
3. เพื่อออกแบบระบบเกมที่มีรูปแบบการโต้ตอบระหว่างผู้เล่นกับระบบเกม

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ที่มีรูปแบบการโต้ตอบกับผู้ใช้ และเพื่อการเพิ่มประสบการณ์ในการออกแบบประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวีอาร์ ซึ่งต้องทำการศึกษาความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการไอริก-ยูนิกซ์, ความรู้เกี่ยวกับระบบการทำงานของอุปกรณ์วีอาร์, การนำเอาข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นต้นแบบของเกมเป่าหยิงฉุบ ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกและการใช้กราฟิกไลบรารีไอริสจีแอลมาทำการสร้างออกมาเป็นรูปแบบของเกมที่มีการนับคะแนนและสามารถตัวจับรูปแบบของมือของผู้เล่นในขณะนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการศึกษาถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาโดยทำการทดลองทดสอบว่ามีการทำงานอย่างไร
2. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ที่มีมาทำการสร้างเป็นวัตถุเสมือนในระบบเกม
3. ทำการศึกษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องและทำการพัฒนาโปรแกรมรูปแบบการติดต่อของผู้เล่นกับท่าทางที่ปรากฏว่าถูกต้องและเป็นไปตามเงื่อนไขของเกมหรือไม่
4. ทำการตรวจสอบและปรับปรุงส่วนต่างๆของเกมที่มีให้ถูกต้องน่าสนใจมากขึ้น
5. จัดทำเอกสารประกอบโครงงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มประสบการณ์ความรู้ความเข้าใจในการออกแบบและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวีอาร์
2. เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสื่อประสมและวีอาร์ในรูปแบบอื่นๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์กราฟิก

2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์กราฟิก

คำว่า "กราฟิก" (Graphic) เป็นคำที่มาจากรากศัพท์ในภาษากรีก ว่า **"Graphikos"** ซึ่งหมายถึงการเขียนภาพด้วยสีและลักษณะขาวดำ เมื่อนำมารวมกับคำว่า "**Graphein**" อันหมายถึงการเขียนตัวหนังสือและการสื่อความหมายโดยการใช้เส้นแล้ว งานกราฟิกจึงหมายถึงงานมุ่งแสดงความจริงหรือความคิดให้เกิดความชัดเจน โดยใช้วิธีการวาดรูปและการเขียนตัวอักษร ซึ่งอาจออกมาในรูปของแผนภาพ แผนภูมิ แผนสถิติ ภาพวาด หัวเรื่อง ภาพการ์ตูน การ์ตูนเรื่อง สัญลักษณ์ ตลอดจนภาพถ่าย เพื่อสื่อความหมายในเรื่องที่แสดงข้อเท็จจริงต่าง ๆ

คอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นคำที่ใช้ในการกล่าวถึงการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการแสดงความคิดให้เกิดเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ รวมถึงการสร้างและจัดการทุกรูปแบบโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้จินตนาการที่เกิดขึ้นสามารถทำให้เป็นจริงได้ในงานทุก ๆ ด้าน เพื่อสื่อความหมายในเรื่องที่แสดงถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ได้ถูกต้องและชัดเจน ซึ่งจะประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.2 องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก

ฮาร์ดแวร์ (Hardware) หมายถึงอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำงานซึ่งสามารถมองเห็นและจับต้องได้ และสามารถที่จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสั่งงานได้ฮาร์ดแวร์ทางคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 3 หน่วย

2.2.1 หน่วยอุปกรณ์รับข้อมูล (Input Devices) เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูล ให้ผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลหรือคำสั่งไปยังระบบคอมพิวเตอร์ ดังนั้นอุปกรณ์ป้อนข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งอุปกรณ์ในการรับข้อมูล เช่น

1) อุปกรณ์ควบคุมตำแหน่งเคอร์เซอร์ (Cursor)

ก) เคอร์เซอร์คีย์ (Cursor Key) เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นปุ่ม (Keys) บนแป้นพิมพ์ เพื่อควบคุมตำแหน่งเคอร์เซอร์ที่กระพริบบนจอภาพ โดยปุ่มควบคุมตำแหน่งเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางซ้าย ทางขวา ขึ้นบน ลงล่าง ตามความต้องการของผู้ใช้ ปกติเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มักจะมีปุ่มในการควบคุมเคอร์เซอร์บนแป้นพิมพ์อยู่แล้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งแก้ไขข้อผิดพลาดของคำสั่งให้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีปุ่มแทรกตำแหน่ง, ปุ่มลบ, ปุ่มพลิกหน้าขึ้น, ปุ่มพลิกหน้าลง เป็นต้น

ข) จอยสติก (Joy Stick) เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าที่ใช้เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ไปบนจอภาพ ซึ่งแทนตำแหน่งบนแกน X และ Y ทั้งนี้โดยการบิดด้ามตามทิศทาง จะได้ตำแหน่งที่ไม่ละเอียด จึงเหมาะสำหรับการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ หรือวีดีโอเกม แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการใช้ความละเอียดสูง

ค) เมาส์ (Mouse) เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าที่ใช้เลื่อนตำแหน่ง เคอร์เซอร์ไปบนจอภาพอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งแทนตำแหน่งบนแกน X และ Y ปัจจุบันเมาส์ได้ต่อมาด้วยกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ช่วยในการสั่งงานเคอร์เซอร์บนหน้าจอภาพ โดยมีหลักการทำงานหลายแบบ อันได้แก่ เทคนิคทางแสง (Optical) หรือเทคนิคทางกล (Mechanical)

2) **ดิจิไดเซอร์ (Digitizer)** เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลเข้า ที่ใช้บอกตำแหน่งของข้อมูลให้เข้ากับจอภาพ ที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายเมาส์ ปลายมีช่องพร้อมกากบาทเพื่อบอกตำแหน่ง และมีแผ่นกระดานที่เรียกว่า แทบเล็ต(Tablet) รูปสี่เหลี่ยมผิวราบ

3) **สแกนเนอร์ (Scanner)** เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลเข้า โดยจะทำหน้าที่กวาดภาพ, อ่านภาพเข้าไปเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ และภาพที่ได้จัดอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูล สามารถนำภาพที่อ่านได้ มาปรับปรุงแก้ไข หรือดัดแปลง ซึ่งจะให้ความสะดวกและรวดเร็วสแกนเนอร์แบ่งได้หลายแบบในที่นี้จะกล่าว 2 แบบคือ

ก) แบบมือถือ (Hand Held Scanner) เป็นสแกนเนอร์ที่ผู้ใช้จะต้องเลื่อนหัวสแกนเนอร์ ไปบนข้อมูลรูปภาพที่ต้องการ

ข) แบบแท่นนอน (Flatbed Scanner) เป็นสแกนเนอร์ที่ผู้ใช้นำข้อมูลรูปภาพวางไว้บนแผ่นกระจกใน ซึ่งจะมีกลไกคล้าย ๆ กับเครื่องถ่ายเอกสาร เมื่อต้องการกวาดภาพ สแกนเนอร์ก็จะกวาดโดยจะเคลื่อนหัวสแกนจากปลายด้านหนึ่งไปยังปลายอีกด้านหนึ่ง

4) แป้นพิมพ์ (Keyboard) เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลเข้า ที่ใช้นิ้วกดบนแป้นพิมพ์ที่เป็นตัวอักขระ เมื่อกดแป้นจะเกิดสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งจะมีรหัสตรงกับตัวอักขระบนแป้นพิมพ์ รหัสจะเป็นตัวกำหนดตัวอักขระตามมาตรฐานของรหัส ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit, CPU)

ในปัจจุบันเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถในการประมวลผลสูงสามารถนำไปใช้ในการประมวลผลทางด้านกราฟิกส์ งานกราฟิกเป็นงานที่มีการประมวลผลเชิงคณิตศาสตร์ หน่วยประมวลผลกลาง จึงจำเป็นต้องมีความสามารถพอที่จะคำนวณสูตรเชิงคณิตศาสตร์ หมายความว่าจะต้องมีหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์ด้วย ดังนั้นมีบริษัทผู้ผลิตหลายกลุ่มที่ผลิตหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์ เช่น บริษัท Intel ผลิตชิป Intel Pentium, บริษัท Motorolla ผลิตชิป 6x020 เป็นต้น ซึ่งมีขีดความสามารถทำงานกราฟิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แบ่งตามการใช้งานและสถาปัตยกรรมออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่

1) กลุ่มเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป การออกแบบสถาปัตยกรรมแบบ CISC (Computer Instruction Set Computer) เป็นสถาปัตยกรรมที่รวบรวม และประกอบชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้งานได้หลากหลาย ซึ่งสามารถใช้งานทั่ว ๆ ไป เช่น ทำงานด้านการประมวลผลคำ ทำงานบัญชี เป็นต้น เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะอยู่ในตระกูล IBM PC หรือเครื่องเลียนแบบ ความสามารถในการประมวลผลกราฟิกอยู่ในระดับปานกลาง ถึงระดับดี ขึ้นอยู่กับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และหน่วยแสดงผล ซึ่งปัจจุบันเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูงมาก

2) กลุ่มเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานกราฟิก การออกแบบสถาปัตยกรรมแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) เป็นสถาปัตยกรรมที่ลดชุดคำสั่งทั่วไปออก และสร้างคำสั่งใหม่ที่เฉพาะงาน เช่น ทำงานกราฟิก, ทำงานการผลิต เป็นต้น เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ เช่น Sun Workstation, Nextstep Workstation เป็นต้น โดยมีหน่วยประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูงเหมาะสมกับงานเฉพาะด้าน

2.2.3. หน่วยอุปกรณ์แสดงผล (Output Devices)

เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แสดงผล หรือออกรายงาน อุปกรณ์ในการแสดงผลเช่น

1) **จอภาพ**

จอภาพที่ใช้สำหรับการแสดงภาพ ในปัจจุบันจอภาพส่วนใหญ่เป็นชนิดที่ใช้ปืนอิเล็กตรอน (Electron Gun) ซึ่งเรามักเรียกกันว่า CRT (Cathode Ray Tube) ปืนอิเล็กตรอนเมื่อเกิดความร้อนก็จะปล่อยประจุลบออกมา และประจุลบที่วิ่งไปจะต้องผ่านระบบปรับโฟกัส, ระบบเบี่ยงเบนประจุในแนวดิ่งและแนวนอน ซึ่งเป็นตัวบังคับให้ประจุลบวิ่งไปกระทบจอในตำแหน่งที่ต้องการ โดยจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพจะทำหน้าที่เป็นประจุบวกฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์เมื่อประจุลบกระทบกับจอภาพจะทำให้เกิดจุดสว่างเล็ก ๆ บนจอภาพ ดังนั้นส่วนประกอบสำคัญของจอภาพแบบ CRT มีดังนี้

ก) ปืนอิเล็กตรอน ทำหน้าที่ยิงประจุลบ

ข) ระบบปรับโฟกัสทำหน้าที่ปรับลำประจุลบให้กระทบกับจอภาพ ทำให้เกิดจุดสว่างเล็ก ๆ บนจอภาพ

ค) ระบบเบี่ยงเบนประจุในแนวดิ่งและการเบี่ยงเบนในแนวนอน ทำหน้าที่ปรับทิศทางการวิ่งของประจุลบ

ง) สารฟอสเฟอร์ที่ฉาบบนจอ ทำหน้าที่เปล่งแสงที่ตาคนสามารถมองเห็นได้

สำหรับจอภาพสีที่ใช้หลอดภาพ CRT จะมีปืนอิเล็กตรอน 3 ชุด ที่ทำหน้าที่แสดงสีแม่สีคือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และบนจอภาพจะฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์สามสีต่อหนึ่งจุด มีระบบควบคุมการจัดการจอภาพที่สามารถแสดงสีต่าง ๆ ได้ตามต้องการของผู้ใช้เทคนิคในการสร้างภาพบนจอภาพ CRT ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายลักษณะ ในที่นี้จะกล่าวถึง 2 ลักษณะ คือ

ก) จอภาพ CRT ที่ใช้ระบบ Vector Writing จะทำการยิงอิเล็กตรอนที่มีหน้าที่กวาดอิเล็กตรอน เพื่อสร้างภาพเส้นให้เกิดภาพบนจอ ภาพจะถูกสร้างขึ้นโดยจะมีหน่วยความจำที่เรียกว่า "แฟ้มข้อมูลแสดงภาพ (Display File)" ใช้เก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการลากเส้น

ข) จอภาพ CRT ที่ใช้ระบบ Raster Scan จะเป็นจอภาพที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยจอภาพจะแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นจุดเล็ก ๆ ที่เรียกว่า พิกเซล (Pixel หรือ Picture Element) จำนวนของพิกเซล ในจอภาพจะมีพิกเซล ขึ้นอยู่กับความสามารถของจอภาพที่จะให้ความละเอียด (Resolution) ได้ พิกเซลจะเรียงกันเป็นเส้นคล้ายตาข่าย โดยจุดตัดของเส้นตามแนวนอนกับเส้นตามแนวดิ่งก็คือ จุด เส้นตามแนวนอนจะเรียกว่า เส้นแรสเตอร์สแกน (Raster Scan Line) ซึ่งการสร้างภาพจะเกิดจากการยิงอิเล็กตรอนโดยกวาดไปตามแนวราบ จากซ้ายไปขวา ความเร็วในการกวาดภาพ 1 รอบ จะใช้เวลาประมาณ 30 - 60 ครั้งต่อวินาที

เนื่องจากจอภาพแบบแรสเตอร์สแกนเป็นที่นิยมใช้กันมาก ดังนั้นส่วนประกอบที่สำคัญของจอภาพนี้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่คือ

1) วิธีการแปลงภาพให้เป็นตำแหน่งของพิกเซล โดยใช้สมการทางกราฟิกให้มีค่าที่เหมาะสม แล้วนำไปเก็บไว้ในเฟรมบัฟเฟอร์

2) เฟรมบัฟเฟอร์ (Frame Buffer) เป็นหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของพิกเซลที่แสดงบนจอภาพโดยค่าที่เฟรมบัฟเฟอร์จะสัมพันธ์กับจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตัวควบคุมการแสดงผล เป็นฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากเฟรมบัฟเฟอร์ไปเก็บไว้ในวีดีโอบัฟเฟอร์ และทำการควบคุมการแสดงผลบนจอภาพให้ได้ตามคำสั่งที่ให้แสดงผล

2) **เครื่องพิมพ์**

เครื่องพิมพ์ คืออุปกรณ์ที่นำข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์มาประมวลผลเพื่อแสดงผลในรูปแบบต่าง ๆ อาจจะพิมพ์บนกระดาษ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ตามคุณลักษณะของเครื่องพิมพ์

เครื่องพิมพ์สามารถจำแนกประเภทตามวิธีการพิมพ์ได้ดังนี้

ก) เครื่องพิมพ์แบบใช้ความร้อน (Thermal paper printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีวิธีการพิมพ์โดยใช้หัวพิมพ์แบบความร้อนกระดาษหรือวัสดุที่ใช้จะต้องเป็นแบบ Thermal เครื่องพิมพ์ประเภทนี้ เช่น เครื่องพิมพ์ Barcode, FAX เป็นต้น

ข) เครื่องพิมพ์แบบจานอักขระ (Daisywheel printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีวิธีการพิมพ์แบบวงล้อ ลักษณะการทำงานคล้ายเครื่องพิมพ์ดีด จะไม่สามารถพิมพ์ภาพได้

ค) เครื่องพิมพ์แบบจุด (Dot-matrix printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีวิธีการพิมพ์แบบหัวเข็ม ลักษณะการทำงานจะค้นหาหัวเข็มกระแทกผ้าหมึกลงบนกระดาษตามข้อมูลที่สั่ง การเกิดตัวอักษรจะเกิดเป็นจุดต่อเนื่อง สามารถพิมพ์ได้ทั้งตัวอักษรและภาพ พิมพ์ทั้งแบบสีได้

ง) เครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึก (Inkjet printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีวิธีการพิมพ์แบบพ่นสี ซึ่งมีความสามารถอยู่ระหว่างเครื่องพิมพ์เลเซอร์และเครื่องพิมพ์แบบจุด จะได้ตัวอักษรและภาพที่ใกล้เคียงกับเครื่องพิมพ์เลเซอร์

จ) เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (Laser printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีวิธีการพิมพ์แบบการใช้คำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ของลำแสงเลเซอร์ ทำให้กระดาษสามารถจับผงหมึกเป็นรูปตามข้อมูล จากนั้นก็จะอบกระดาษให้ร้อนจนผงหมึกละลายติดกระดาษ หัวใจของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ คือจักรกลเพื่อพิมพ์ (printer engine) ซึ่งลอกเลียนแบบมาจากกลไกเครื่องถ่ายเอกสาร และรวมกับกลไกอื่น ๆ เช่น เทคโนโลยีเลเซอร์การควบคุมการทำงานโดยไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นต้น

2.3 องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก

ระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก จะมีซอฟต์แวร์ตามประเภทของระบบที่ใช้เท่านั้น เช่น ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการแสดงผลจอภาพ CRT แบบ Line Drawing จะไม่สามารถใช้ได้กับระบบที่เป็นจอภาพแบบแรสเตอร์สแกน เนื่องจากแต่ละระบบนี้มีข้อจำกัดทางด้านฮาร์ดแวร์ แต่สามารถพิจารณาคุณสมบัติของซอฟต์แวร์ของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ความสามารถในการสร้างภาพพื้นฐานกราฟิก เช่น จุด, เส้น, วงกลม, วงรี เป็นต้น

2) ความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงภาพที่สร้างขึ้น

3) ความสามารถในการแก้ไขเฉพาะส่วน หรือเป็นหน้าต่างให้ดูเฉพาะส่วน

4) ความสามารถในการจัดเก็บข้อมูล และอ่านข้อมูลรูปภาพที่สร้างขึ้นได้

5) ความสามารถในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น แป้นพิมพ์, เมาส์, ปากกาแสง เป็นต้น

6) ความสามารถในการแสดงผลจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น จอภาพ, โปรเจกเตอร์, TV เป็นต้น

ดังนั้นคอมพิวเตอร์กราฟิกจึงหมายถึงการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการแสดงความคิดให้เกิดเป็นรูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ รวมถึงการสร้างและการจัดการทุกรูปแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์

2.4 การนำคอมพิวเตอร์กราฟิกไปประยุกต์ใช้

การนำคอมพิวเตอร์กราฟิกไปประยุกต์ใช้สามารถนำไปในงานด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) คอมพิวเตอร์กราฟิกกับการช่วยสอน

ปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในการช่วยสอนในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านภาษา เช่น โปรแกรมช่วยสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โปรแกรมช่วยสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น โปรแกรมประยุกต์เหล่านี้ เรียกว่า CAI (Computer Aided Instruction)

2) คอมพิวเตอร์กราฟิกกับการออกแบบ

โปรแกรมสำหรับช่วยในการออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรม หรือทางด้านวิศวกรรม ช่วยให้ผู้ออกแบบงานได้ง่าย ให้เกิดภาพคล้ายของจริงได้ สามารถกำหนดขนาดของวัตถุ ย่อ หรือขยายภาพนั้น หรือต้องการหมุนภาพ การเก็บภาพ, การอ่าน, การแก้ไข ภาพได้ง่าย และสะดวกกว่าการออกแบบบนกระดาษ ซึ่งคอมพิวเตอร์กราฟิกกับการออกแบบเรียกว่า CAD (Computer Aided Design)

3) คอมพิวเตอร์กราฟิกกับกราฟและแผนภาพ

โปรแกรมสำหรับการแสดงภาพกราฟและแผนภาพโดยการนำเสนอข้อมูลทางธุรกิจ สามารถใช้ได้ทั้งกราฟ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เพื่อเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจ ให้กับผู้บริหาร ซึ่งการนำเสนอรูปแบบนี้จะให้ผลลัพธ์ที่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) คอมพิวเตอร์กราฟิกกับงานศิลปะ

โปรแกรมสำหรับการวาดภาพ โดยไม่ต้องอาศัยพู่กันกับจานสี แต่ใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกแทน ซึ่งสามารถกำหนดสี แสง เงา รูปแบบการแสดงภาพมีมากมาย โดยนำไปใช้การตกแต่งภาพโฆษณาต่าง ๆ ซึ่งข้อดีที่เห็นได้ชัดเจน คือ การแก้ไขเพิ่มเติมบางส่วนของภาพจะสะดวกรวดเร็ว

5) คอมพิวเตอร์กราฟิกกับการทำภาพเคลื่อนไหว

โปรแกรมสำหรับการทำภาพเคลื่อนไหว ภาพยนต์การ์ตูน และภาพยนต์ประเภทนิยายวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์กราฟิกจะช่วยในการออกแบบและสร้างภาพเคลื่อนไหว (Computer Animation) ซึ่งการทำภาพเคลื่อนไหวจะมีประโยชน์ในด้านการศึกษาการวิจัย และการจำลองการทำงาน การทำเกมคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันภาพยนต์ต่างประเทศได้นำเทคโนโลยีนี้มาใช้ปรับปรุง, ตัดต่อ, เปลี่ยนแปลงภาพ ให้สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

6) คอมพิวเตอร์กราฟิกกับการประมวลผลภาพ (Image Processing)

โปรแกรมสำหรับการแสดงภาพที่เกิดจากการถ่ายรูป, กล่องวิดีโอ หรือจากการสแกนภาพ ให้ปรากฏบนจอภาพคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเน้นในเรื่องการจัดการรูปแบบของสีและแสงเงาที่มีอยู่แล้วในภาพให้ชัดเจน ซึ่งเป็นข้อมูลทางดิจิตอล (Digital) ซึ่งจะเหมาะกับงานประเภทที่ต้องปรับปรุงความชัดเจน เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพที่ได้จากกล้องวงจรปิด เป็นต้น

ดังนั้นการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟิกจึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ เช่น การนำคอมพิวเตอร์กราฟิกกับการช่วยสอน, การนำคอมพิวเตอร์กราฟิกกับการออกแบบ, การนำคอมพิวเตอร์กับการทำภาพเคลื่อนไหวเป็นต้น และการพัฒนาโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์ที่อาศัยสื่อประสมและเทคโนโลยีวีอาร์ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่อาศัยคอมพิวเตอร์กราฟิกและนำเอาเทคโนโลยีวีอาร์เข้ามาช่วยในการพัฒนาเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
องค์ประกอบของเกมเป่าหยิงฉุบ

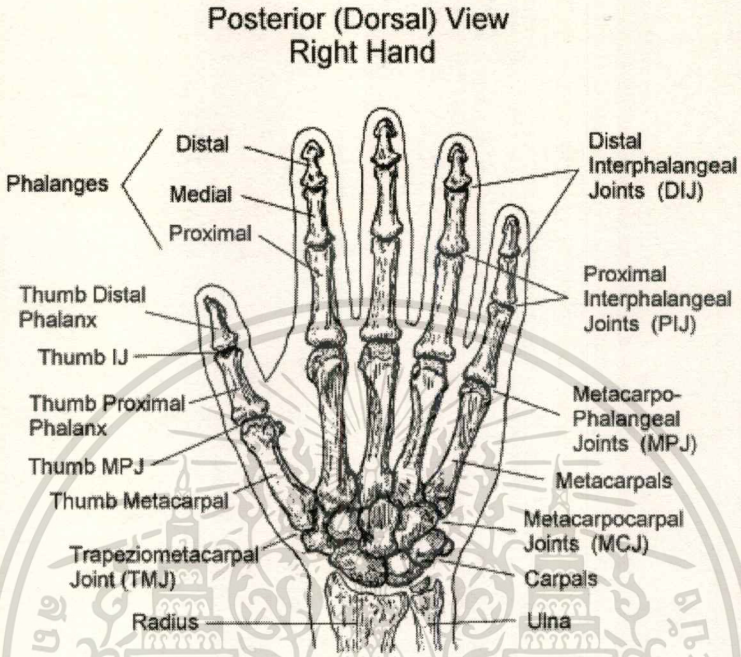
ในการพัฒนาโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์กราฟิกเป่าหยิงฉุบที่ได้นำเอาเทคโนโลยีวีอาร์มาใช้และอาศัยระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกมาใช้ในการพัฒนามีคือจะใช้ถุงมือดาต้าโกล์ฟ (data glove) เป็นอุปกรณ์รับค่าข้อมูลเข้าสู่ระบบ ซึ่งจะมีการจัดการการนำค่าข้อมูลของเซ็นเซอร์มาใช้เป็นข้อมูลเข้าสู่ระบบและระบบกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอลของระบบเครื่องเวิร์คสเตชัน ซิลิกอนกราฟิก มาใช้เป็นสิ่งที่คอยช่วยจัดการการแสดงผลลัพธ์ต่าง ๆ ของการประมวลผล รายละเอียดต่าง ๆ ขององค์ประกอบที่ควรทราบดังต่อไปนี้

3.1 หลักการจำลองรูปร่างมือมนุษย์ของอุปกรณ์ถุงมือดาต้าโกล์ฟ

ในการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ที่อาศัยอุปกรณ์ติดต่อกับมนุษย์ด้วยถุงมือนั้น สามารถจะศึกษาได้โดยอาศัยจากโมเดลหรือรูปแบบจำลองกายวิภาคของมือมนุษย์ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไรซึ่งในที่นี้ได้ถูกทำการวิเคราะห์และพัฒนามาจากผู้ผลิตอุปกรณ์ถุงมือมาแล้ว ทั้งนี้รูปแบบกายภาพของมือมนุษย์นั้นจะมีลักษณะตำแหน่งต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 3.1 โดยส่วนต่าง ๆ ที่สัมพันธ์เกี่ยวข้องมีดังนี้

1. MPJ = Metacarpophalangeal Joint. จะเป็นส่วนที่เชื่อมนิ้วกับฝ่ามือ
2. PIJ = Proximal Interphalangeal Joint. จะเป็นส่วนที่เชื่อมถัดออกไปอยู่ระหว่างปลายนิ้วจาก MPJ (ข้อกลางของนิ้ว)
3. DIJ = Distal Interphalangeal Joint. เป็นส่วนที่อยู่นอกสุดเช่นใกล้สุดกับเล็บมือ (ข้อปลายนิ้ว)
4. TMJ = Trapeziometacarpal Joint. เป็นส่วนที่มีลักษณะเป็นแอ่งที่ฐานของนิ้วโป้งเข้าใกล้ข้อมือ

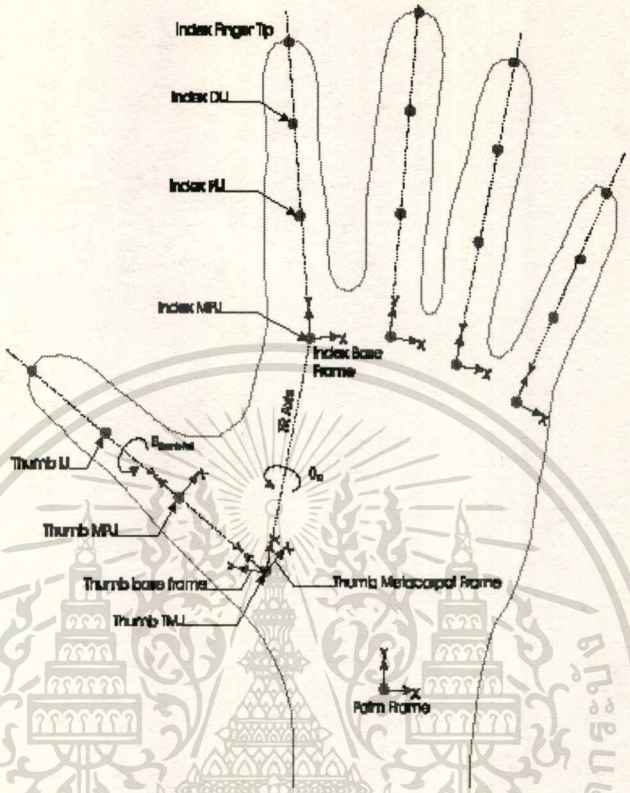
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างทางกายวิภาคมือขวาของมนุษย์

หลังจากได้ทราบถึงตำแหน่งต่าง ๆ แล้ว การพัฒนาจะอาศัยซอฟต์แวร์ไลบารีเพื่อนำข้อมูลมาสร้างเป็นรูปร่างของมือในการปรากฏบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่ผู้พัฒนาโปรแกรมจะอาศัยค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ของตัวถุงมือมาทำการสร้างเป็นชุดข้อมูล เซ็นเซอร์ของตัวถุงมือจะเป็นตัวรับค่าจากตำแหน่งระยะห่างของตัวมือของมนุษย์แล้วส่งไปยังตัวรับสัญญาณข้อมูลก่อนจะนำเอาไปให้ระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกที่เกี่ยวข้องทำการประมวลและสร้างเป็นรูปร่างขึ้นมาจะอาศัยร่วมกับตัวกำเนิดสัญญาณสนามแม่เหล็กเพื่อที่จะได้ระบุถึงตำแหน่งของตัวของถุงมือซึ่งจะช่วยให้สามารถนำค่าที่สัมพันธ์กันมาสร้างเป็นรูปโครงร่างเสมือนมือมนุษย์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ตำแหน่งต่าง ๆ ของเซ็นเซอร์บนถุงมือแสดงดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงถึงตำแหน่งของเซ็นเซอร์และทิศทางการหมุนของแกนที่เกี่ยวข้อง

ซึ่งตำแหน่งที่ปรากฏอยู่ในรูปที่ 3.2 ได้มาจากการวิจัยของผู้พัฒนาและออกแบบตัวถุงมืออาศัยตามตำแหน่งทางกายภาพของมือมนุษย์ดังที่ได้ทำการศึกษาและทำออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ดังตัวถุงมือที่ใช้ โดยแสดงพิกัดของโครงร่างสำหรับรูปแบบเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวโดยใช้ในซอฟท์แวร์ไลบรารีเวอร์ชวลแฮนด์มาใช้จำลองและนำเอาค่าข้อมูลที่ได้จากการกระทำต่าง ๆ เช่น การขยับหรือเคลื่อนที่ไปมาของนิ้วมือมารวมกับค่าที่ได้จากตำแหน่งของตัวรับสัญญาณสนามแม่เหล็กในแนวระนาบแกน X แกน Y และแกน Z เพื่อที่จะได้กำหนดออกมาเป็นชุดของข้อมูล แล้วจึงนำส่งไปยังตัวรับชุดข้อมูลก่อนที่จะทำการส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ในลักษณะข้อมูลแบบเรียลไทม์ โดยที่แต่ละจุดของเซ็นเซอร์ในถุงมือจะมีลักษณะแกนหมุนของมันเองตามทิศทางที่ควรจะเป็น ซึ่งแสดงดังในรูปที่ 3.2 จะมีการบอกถึงแนวทิศทางของเซ็นเซอร์แต่ละจุด ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ที่จุด Palm Frame จะมีแนวระนาบ แกน X ที่จะเป็นตัวรับการเคลื่อนไหวของข้อมือแนวด้านข้าง ส่วนแนวระนาบแกน Y จะเป็นตัวรับการเคลื่อนไหวของข้อมือในแนวดิ่ง ซึ่งก็คือการขยับข้อมือขึ้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น เมื่อได้รับค่าข้อมูลต่าง ๆ จนครบตามตำแหน่งแล้วก็จะนำเอาไปสู่การจัดการด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ไลบรารีที่เกี่ยวข้องทันที

3.2 การจัดการตำแหน่งรูปแบบของโครงร่างของมือ

การจัดการส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้องในการสร้างออกมาเป็นรูปร่างของฝ่ามือเสมือนนั้นจะมีส่วนต่าง ๆ ที่ควรจะรู้จักดังนี้

3.2.1 การจัดการกำหนดพิกัดและโครงสร้าง

การจัดการพิกัดและโครงร่างของมือซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับแต่ละส่วนของตำแหน่งกระดูกมือโดยโครงสร้างจะเริ่มจากตำแหน่งที่ศูนย์กลางของจุดที่เชื่อมที่ติดกับฝ่ามือ แกน Y ของโครงสร้างมือจะถูกจัดในแนวระนาบเดียวกับแกนที่ยาวของฝ่ามือ แกน Z จะเป็นแนวระนาบของตัวมือมีทิศทางแนวตั้งฉากไปยังด้านหลังของมือ และแกน X จะเป็นแนวตั้งฉากไปยังแกน Y และแกน Z ด้วยตำแหน่งทิศทางที่กำหนดโดยใช้กฎมือขวา โครงสร้างจะถูกกำหนดในส่วนที่ติดต่อกับส่วนกระดูกมือไปยังฝ่ามือ ซึ่งตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ ของมือ หากมือผ่อนคลายตำแหน่งต่าง ๆ จะอยู่ในแนวระนาบ ส่วนที่อยู่ในตำแหน่งที่เชื่อมกันนั้นจะเป็นจุดหมุน โดยโครงสร้างจะมีความสัมพันธ์กันเพื่อสร้างเป็นรูปพื้นฐานที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นมุมต่าง ๆ ที่เชื่อมกัน จากรูปที่ 3.2 นั้นมือจะอยู่ในท่าผ่อนคลาย อยู่ในตำแหน่งเรียบ ๆ ทุกมุมที่เชื่อมกันมีค่าเป็นศูนย์

3.2.2 การงอของนิ้ว

ในการงอนิ้ว แกนหมุนของของนิ้วที่เป็นส่วนเชื่อมต่อของนิ้วกับฝ่ามือ หรือตำแหน่งของ MPJ ตั้งอยู่ในแนวระนาบของกระดูกฝ่ามือ และเป็นเส้นตั้งฉากไปยังทิศทางจาก MPJ ไปยังข้อปลายนิ้ว (ตำแหน่งของ DIJ) ที่ตรงกัน ตำแหน่งของการหมุนสำหรับแต่ละ PIJ และ DIJ จะถูกระบุเหมือนกันให้ขนานไปยัง MPJ ที่เกี่ยวข้อง มุมที่โค้งงอจะสอดคล้องกับค่าของเซ็นเซอร์ที่ได้รับมาจากถุงมือที่เพิ่มขึ้น

การปรับความสัมพันธ์ของนิ้วมือที่จะปรากฏขึ้นมาเป็นโครงร่างจะถูกปรับให้สัมพันธ์กับระบบพิกัดตำแหน่งที่แปรตามตำแหน่งของเซ็นเซอร์ที่ได้จากตัวถุงมือที่ได้ค่ามาเมื่อตัวของถุงมือได้รับการกระทำต่าง ๆ เช่นการกางนิ้วมือออกด้านข้างจะถูกคำนวณโดยซอฟท์แวร์ไลบรารีที่มีอยู่ซึ่งจะสอดคล้องกับความเป็นจริงตามค่าของตัวรับสัญญาณที่ได้รับมาจากถุงมือ

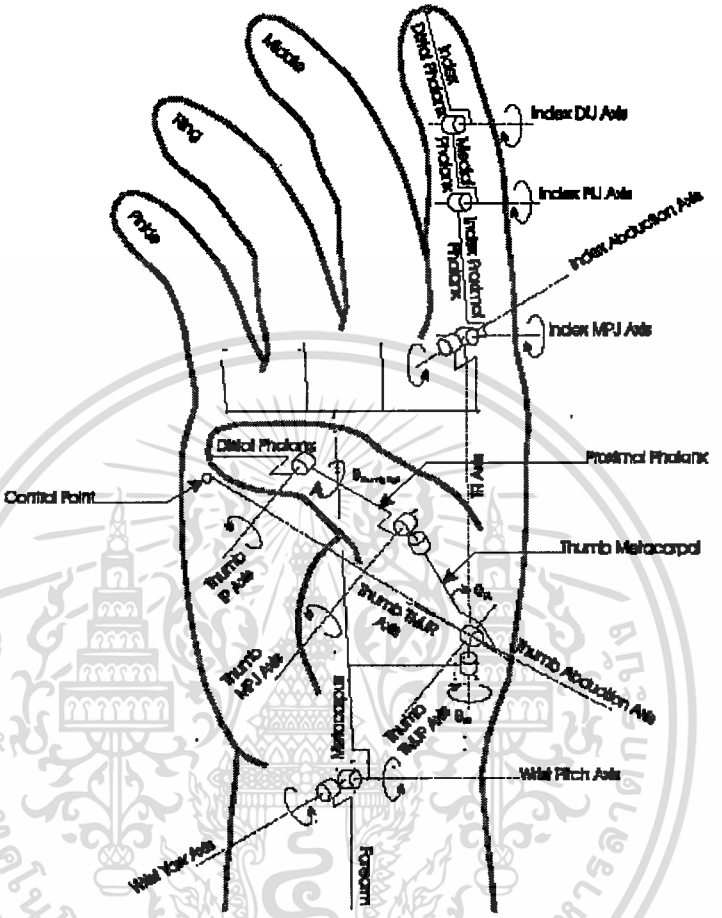
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การจำลองส่วนของนิ้วโป้ง

การจำลองของส่วนนิ้วโป้งจะเป็นตำแหน่งที่ยุ่งยาก เนื่องจากมีข้อต่อพับงอได้ในแนวระนาบเข้ามาซึ่งจำลองรูปร่างได้ยาก การจำลองรูปร่างนั้นจะอาศัยซอฟท์แวร์ไลบรารีช่วยในการจำลองโดยจะอาศัยค่าจากตำแหน่งของข้อต่อตามลำดับที่ม้วนพับเข้ามาได้โดยกำหนดรูปพื้นฐานของเฟรมต้นแบบที่ศูนย์กลางจุดของ TMJ และอยู่กับตำแหน่งที่แน่นอนของฝ่ามือ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 แกนหมุนของนิ้วโป้ง (TR) คือเส้นที่ผ่านไปยังนิ้วชี้ MPJ และ นิ้วโป้ง TMJ แกน X ของกรอบฐานนิ้วโป้งจะเป็นแนวเดียวกับแกน TR ด้วยทิศทางที่ถูกต้องหันไปยังนิ้วชี้ MPJ แกน Z ของฝ่ามือจะตั้งฉากกับแกน X และแกน Y บนฝ่ามือ ด้วยทิศทางถูกต้องที่กำหนดในลักษณะของกฎมือขวา แกนYของกรอบฐานนิ้วโป้งเป็นตัวที่กำหนดโดยแสดงออกมาแนวตรงกันข้ามกับแกน Z ของฝ่ามือและแกน X ตามลักษณะที่จะปรากฏออกมาตามลำดับ แกน Z จะถูกตัดสินตามกฎมือขวา

รูปแบบโครงร่างที่จะถูกสร้างออกมาของส่วนกระดูกฝ่ามือนิ้วโป้งจะเป็นตัวเริ่มต้นโดยการหมุนเกี่ยวกับแกน X ของกรอบฐานนิ้วโป้งแนวตั้ง (θ TR) มุมการหมุนเป็นวงคล้ายท่อตามแนวตั้งฉาก และจะสัมพันธ์กับผลของที่ได้จากแกน Z โดยอาศัยมุมตามแนวเฉียง (θ TA)บวกกับค่าตามตำแหน่งที่ได้จากถุงมือมาคำนวณจากค่ามาตรฐานที่มีอยู่และสร้างเป็นโครงร่างออกมา โครงของฐานกระดูกมือที่ติดกับนิ้วโป้งมีจุดเริ่มต้นที่นิ้วโป้ง MPJ และขนานกับโครงสร้างของกระดูกฝ่ามือนิ้วโป้งและโครงสร้างของกระดูกมือติดนิ้วโป้งจะเป็นจุดเริ่มต้นที่สัมพันธ์กับโครงฐานกระดูกมือติดนิ้วโป้งโดยหมุนรอบ ๆ แกน Y โครงฐานกระดูกมือติดนิ้วโป้งนั้นตัวนิ้วโป้งหมุนเป็นมุม (θ Thumb-Roll) หมุนติดตามด้วยการหมุนรอบของแกน X เท่ากับมุมที่โค้งงอของข้อต่อ θThumb-Rollจะขึ้นกับ θTR และ θTA เมื่อเกิดการหมุนนั้นค่าที่ได้จะถูกส่งมาจากตัวถุงมือและจะถูกคำนวณด้วยฟังก์ชั่นการทำงานของซอฟท์แวร์ไลบรารีของเวอร์ชวลแฮนด์ แนวคิดนี้ก็คือกระดูกนิ้วโป้งควรที่จะสามารถโค้งงอได้ถูกต้องตามที่ควรจะเป็นในแนวระนาบที่กำหนดเสมอโดยตำแหน่งกระดูกฝ่ามือตรงนิ้วโป้งและกำหนดแกนพิเศษที่แน่นอนด้วยคำนึงถึงรูปของแนวฝ่ามือและผ่านไปยังตำแหน่งของข้อต่าง ๆ ของนิ้วโป้ง โครงสร้างของตัวกระดูกมือปลายนิ้วโป้งจะเป็นตัวบอกถึงความสัมพันธ์ของโครงสร้างกระดูกมือปลายนิ้วโป้งโดยจะหมุนรอบแกน X เป็นมุมที่โค้งงอของการข้อต่อในลักษณะการพับงอของปลายนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงถึงตำแหน่งและทิศทางการหมุนของส่วนข้อต่อมือ

3.2.4 ส่วนโค้งของฝ่ามือ

ในการแสดงของโครงร่างตัวมือที่จะปรากฏออกมานั้นจะมีการรวบรวมเอาค่าที่เป็นส่วนที่วัดถึงระดับการโค้งของรูปร่างมือมาด้วยค่าที่ได้จากถุงมือจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้น โดยการเคลื่อนไหวของมือนั้นจะถูกจำลองโดยตัวซอฟท์แวร์ใช้จำลองของส่วนที่ไม่งอง่ายและส่วนแข็งของฝ่ามือ เมื่อมีการขยับเอาปลายของนิ้วโป้งไปแตะยังปลายนิ้วก้อย ค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์ที่อยู่ตำแหน่งใกล้นิ้วก้อย จะส่งไปยังตัวรับข้อมูลเพื่อแปลงออกมาให้ปรากฏเป็นรูปร่างของมือ ปกติทางกายภาพกระดูกฝ่ามือจะมีตำแหน่งโค้งๆ ใกล้นิ้วก้อย ดังนั้นเมื่อหมุนระนาบของแกนที่เกี่ยวข้องไปยังส่วนโค้งของนิ้วก้อยและนิ้วนางรูปร่างของมือที่ปรากฏก็จะเปลี่ยนแปลงตามไป เช่นเมื่อมีการกำมือ นิ้วโป้งจะพับเข้าไปสู่นิ้วก้อย นิ้วก้อยจะโค้งเข้าไปหานิ้วโป้ง มือจำลองที่จะปรากฏจะไม่ใช้ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลที่ได้มาจากเซ็นเซอร์ส่วนโค้งในการแก้ไขรูปร่างของเส้นขอบบริเวณรูปมือเสมือนใกล้ ๆ กับนิ้วนางและนิ้วก้อย แต่บางทีอาจจะต้องมีการคำนวณเพื่อทำการหมุนเกินมุมที่ควรจะเป็น เพื่อที่จะได้แสดงเสมือนว่ามีการจับไปยังตำแหน่งของปลายนิ้วโป้งไปถึงยังตำแหน่งของนิ้วนางและหรือนิ้วก้อยให้ปรากฏเห็น

3.2.5 การจัดการสร้างโครงสร้างมือเสมือนให้ถูกต้อง

ค่าของข้อมูลที่ได้จากตำแหน่งเซ็นเซอร์ที่มีอยู่จะถูกจัดการด้วยซอฟท์แวร์เพื่อให้มีค่าเหมาะสมเพื่อที่จะได้นำมาใช้สร้างเป็นโครงร่างของตัวมือค่าที่ได้นั้นจะเป็นค่าที่สัมพันธ์กับมุมของตำแหน่งข้อต่อต่างๆ เป็นตัวเลขที่จะนำไปใช้คำนวณจะได้เป็นเลขจำนวณเต็มที่มีค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 255 เป็นค่าของหน่วยของLeast Significant Bits (LSBs)ของตัวแปลงสัญญาณอะนาล็อคเป็นดิจิตอล (A/D Converter) มุมที่ข้อต่อจะมีความถูกต้องใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่ได้ทำการวิจัยออกมาแล้วโดยที่เจ้าของถุงมือที่จะใช้ในการรับค่าเข้ามานั้นได้ทำการจัดหาเซ็นเซอร์ที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงมีทิศทางแปรผันกับมุมของส่วนโค้งของมือ ดังนั้นค่าที่ได้จากการเซ็นเซอร์จะถูกนำมาคำนวณหากับค่าที่ได้จากตัวสร้างและรับสัญญาณตำแหน่งแทร็คเกอร์ ไปถึงยังมุมที่เกี่ยวข้องของข้อต่อมือต่าง ๆ ซึ่งรูปแบบของสมการที่ถูกใช้โดยซอฟต์แวร์ไลบรารีนั้นดังต่อไปนี้

Angle = Gain * (Sensor_value-Offet). .....(1)

จากสมการที่ 1 จะเป็นรูปแบบของสมการที่ระบบซอฟต์แวร์ไลบรารีเวอร์ชวลแฮนด์ทำมาใช้โดยที่

Angleจะเป็นค่าของมุมที่ได้จากการคำนวณ

Gainจะเป็นค่าจำนวนที่เพิ่มขึ้นของตำแหน่ง

Sensor_valueจะเป็นค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์

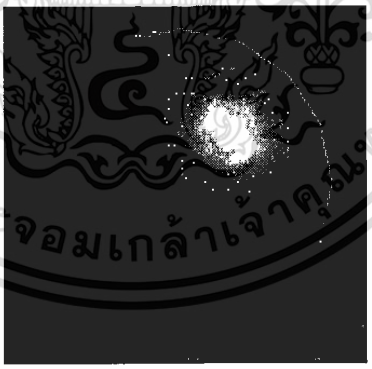
Offsetจะเป็นค่าตำแหน่งของที่ได้จากตัวสร้างสัญญาณ

ซึ่งมุมจะเป็นค่ารัศมี จำนวนที่เพิ่มขึ้นจะอยู่ในรัศมีหารด้วยค่าLSB และค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์และOffsetจะเป็นค่าที่ได้จากตัวรับสัญญาณและค่าที่ได้มานั้นจะถูกบันทึกเป็นรูปแบบของไฟล์ที่เก็บค่ามาตรฐานเพื่อนำมาใช้เป็นต้นแบบสร้างโครงร่างมือเสมือนขึ้น ทั้งนี้ตัวระบบปฏิบัติการและระบบไลบรารีจะเป็นตัวคอยคุมจัดการให้แก่ผู้ใช้เพียงผู้ใช้ระบบระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องที่ถูกต้องให้กับระบบเช่น ตัวแปรที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับองศาของการที่ตัวระบบรู้จัก ระบบก็จะนำเอาค่าที่ได้มาใช้และทำการประมวลผลตามลักษณะของคำสั่งที่ผู้เขียนโปรแกรมได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอล

ระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกที่นิยมใช้ในระดับเครื่องเวิร์กสเตชันระบบหนึ่งนั้นก็คือระบบกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอล (IRIS GL) อันเป็นระบบที่จะช่วยในการพัฒนาระบบแอพพลิเคชั่นที่มีความสามารถสูงช่วยในการประมวลทางด้านกราฟิกที่มีความไวสูงเพื่อให้ได้ระบบงานที่มีความต่อเนื่องและมีความสมจริงยิ่งขึ้น โดยที่รูปแบบของการพัฒนาจะอยู่ในรูปแบบของภาษาซี สามารถทำการศึกษาและทำความเข้าใจได้ง่ายระดับหนึ่ง อีกทั้งมีความเข้ากันได้กับระบบปฏิบัติการของซิลิกอนกราฟิกที่มีชื่อว่าไอริก (IRIX) ซึ่งผู้ที่จะทำการพัฒนาและใช้ความสามารถของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกที่มีโดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกมาก เพียงเข้าใจถึงหลักการพื้นฐานก็สามารถจะทำการพัฒนาได้ ซึ่งจะยอมให้มีการจัดการจากชุดของจุด เส้น และโพลีกอน ที่มีขนาดเล็ก ๆ แล้วรวมเป็นชุดคำสั่งที่มีขนาดใหญ่ ทำเป็นชุดของคำสั่งที่มีความง่ายต่อการใช้ง่าย จะประกอบด้วยคำสั่งการทำงานการเรนเดอร์วัตถุ การควบคุมแสงเงาและสี การติดตั้งและควบคุมตำแหน่งเพื่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ดังตัวอย่างผลการทำงานตามชุดคำสั่งที่กำหนดการสร้างวัตถุทรงกลมมีทิศทางของแสง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงวัตถุที่สร้างจากกราฟิกไลบรารีจีแอลที่มีความสว่างโดยกำหนดทิศทางของแสง

ในระบบกราฟิกไลบรารีจะประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ที่ควรทราบโดยแยกเป็นหัวข้อดังนี้ไปนี้

- ระบบสภาพแวดล้อมที่จะใช้พัฒนา (Graphics Development Environment) จะอธิบายถึงเครื่องมือและสิ่งต่าง ๆ ที่จะช่วยในการพัฒนาให้มีความสะดวก
- การวาด (Drawing) จะแนะนำถึงหลักการพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์กราฟิกที่จะใช้ในกระบวนการการพัฒนามาวาดรูปทางระบบกราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การจัดการรูปแบบของตัวอักษรและรูปแบบอักษร(Characters and Fonts)จะเป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับอักษรที่จะนำมาใช้ในระบบงานที่เกี่ยวข้อง
- การจัดการเกี่ยวกับการแสดงผลและสี(Display and Color Modes) จะเป็นการกระทำและจัดการระบบสีที่จะนำแสดงขึ้นมาให้เห็น
- การจัดการการนำข้อมูลเข้าจากอุปกรณ์ต่าง ๆ
- การจัดการระบบตำแหน่งพิกัด (Coordinate Systems) จะอธิบายถึงตำแหน่งและการจัดการรูปร่างทางเรขาคณิตที่จะปรากฏขึ้นมาในระบบ
- การจัดการทางการส่องแสงที่จะปรากฏ
- การจัดการกับวัตถุทางกราฟิก (Graphical Objects) จะเป็นการกำหนดถึงคุณลักษณะของวัตถุที่จะปรากฏว่ามีลำดับการเข้าถึงวัตถุต่าง ๆ ที่มีอยู่เป็นอย่างไรและจัดการอย่างไร

3.3.1 ระบบสภาพแวดล้อมที่จะใช้พัฒนา

เครื่องมือและสิ่งต่าง ๆ ที่จะช่วยในการพัฒนาให้มีความสะดวกยิ่งขึ้นในระบบกราฟิกที่จะใช้ติดต่อกับกราฟิกไลบรารีจีแอลนั้น จะอยู่ในรูปแบบของภาษาซีตามมาตรฐาน ANSI C ตัวโปรแกรมระบบจะทำงานบนเครื่องเวิร์คสเตชั่นที่คอยประมวลผลทางด้านกราฟิกที่มีความรวดเร็วสูงเพื่อคอยจัดการการประมวลที่รับเข้ามาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ระบบกราฟิกจะกระทำการประมวลผลคำสั่งไปป์ไลน์ในการนำเอาชุดคำสั่งส่งต่อไปยังส่วนที่จะสร้างและแสดงผลลัพธ์ของการทำงานออกมา รูปแบบของกราฟิกไลบรารีจะเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมที่ผู้เขียนได้ทำการสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวช่วยจัดการกำหนดส่วนของการติดต่อระหว่างซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น การจัดการจะทำทางด้านการประมวลผลทางกราฟิก คณิตศาสตร์ และระบบจัดการตัวอักษรต่าง ๆ ในการทำการคอมไพล์จะอยู่ในรูปแบบของภาษาซีมาตรฐาน ANSI C ที่นิยมใช้กันทั่วไปซึ่งจะประกอบด้วยการเชื่อมต่อกับไลบรารีของภาษาซีทั่วไปกับกราฟิกไลบรารี และขั้นตอนของการกระทำทางการเขียนโปรแกรมนั้นนั้นมีขั้นตอนหลัก ๆ คือ

1. ทำการตรวจสอบระบบดูว่ามีความสามารถและทรัพยากรทางกราฟิกเพียงพอหรือไม่
2. ทำการกระทำเริ่มต้นของระบบกราฟิกไลบรารี
3. ทำการเรียกชุดคำสั่งที่ต้องการและจัดให้ถูกต้องตามลำดับของขั้นตอนการสร้างและแสดงผลให้สมจริง
4. สิ้นสุดขั้นตอนการทำงานของระบบกราฟิกที่ได้ทำการเรียกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งรูปแบบของชุดคำสั่งย่อยจะอยู่ในรูปแบบคำสั่งที่เข้าใจง่ายสื่อความหมายทั้งนี้ชุดคำสั่งต่าง ๆ นั้นจะมีลำดับของการเรียกใช้งานเพื่อระบุให้ระบบทำงานได้ถูกต้องเช่น ใช้คำสั่งforeground ก่อน winopen() จะเป็นคำสั่งของการเริ่มต้นให้ระบบทำการเตรียมพร้อมระบบซอฟท์แวร์กราฟิกและฮาร์ดแวร์ใช้พร้อมที่จะทำงาน ทำการจัดสรรหน่วยความจำและตำแหน่งของหน้าต่างที่จะใช้แสดงวัตถุกราฟิกต่าง ๆ ซึ่งก่อนจะทำการใช้งานระบบต้องมีการจัดการก่อนเพื่อเตรียมความพร้อมและจะได้รู้ถึงความสามารถของทรัพยาการระบบหากนำไปใช้กับระบบที่มีอยู่ก่อนระบบที่ได้ทำการพัฒนาเพื่อความเข้ากันได้ ในลำดับขั้นตอนของการทำงานกราฟิกไลบรารีนั้นสถานะต่าง ๆ ของระบบที่กระทำอยู่จะเป็นไปตามข้อมลที่ระบุโดยผู้เขียนโปรแกรมซึ่งชุดคำสั่งย่อยของกราฟิกไลบรารีจะเป็นตัวคอยเปลี่ยนแแปลงให้ไปตามที่ได้กำหนดไว้ว่าควรจะมีลักษณะอย่างไร และเมื่อได้ทำการประมวลผลตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ ตัวระบบกราฟิกไลบรารีจะคอยช่วยจัดการคืนทรัพยากรระบบต่าง ๆ ให้ได้ใช้งานกับระบบงานอื่น ๆ ต่อไปได้เช่นการใช้คำสั่ง gexit() เพื่อออกจากระบบกราฟิกที่ได้ทำการเรียกใช้

3.3.2 การวาด

จะแสดงถึงหลักการพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์กราฟิกที่จะใช้ในกระบวนการการพัฒนามาวาดรูปทางระบบกราฟิกในรูปทรงที่ประกอบด้วยเส้น จุด และโพลีกอนที่มีเทคนิคการนำเสนอโดยการกำหนดชุดของกลุ่มข้อมูลที่จะทำการวาดขึ้นมาคือขอบ(edges)และมุม(corner)ขึ้นมา แต่ละจุดจะเรียกว่า เวอร์เทกซ์ (vertex) จะเป็นจุดในพื้นที่ (space) ที่จะระบุและแนวระนาบพิกัด (coordinate)ขนานกัน จุดที่กำหนดจะเรียงลำดับขนานไปกับแนวของขอบที่ปรากฏซึ่งเวอร์เทกซ์จะเชื่อมต่อจากมุมในลักษณะทะแยงมุมจนได้ไปเป็นรูปทรงเรขาคณิตลักษณะโครงร่าง (wireframe) หากทำการเชื่อมต่อกันจนครบพื้นผิวก็จะได้รูปทรงเรขาคณิตที่มีพื้นผิว

ในกราฟิกไลบรารีนี้สามารถทำได้โดยง่ายเพียงระบุถึงขอบเขตของจุดต่าง ๆ ที่ต้องการแล้วระบุถึงชนิดของส่วนที่ต้องการเริ่มต้นและสิ้นสุดตามประเภทของเวอร์เทกซ์ที่กำหนดในลักษณะ bgn* และ end* โดยที่ * จะแทนด้วยชนิดของคำสั่งที่จะวาดวัตถุกราฟิกออกมาในลักษณะต่าง ๆ เช่นการวาดเส้น จุด สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลมและส่วนโค้ง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
#include <gl/gl.h>
short vert1[ 3] = {200, 200, 0};       /* lower left corner */
long vert2[ 2] = {200, 400};           /* upper left corner */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
float vert3[ 2] = {400.0, 400.0};      /* upper right corner */
double vert4[ 3] = {400.0, 200.0, 0.0}; /* lower right corner */
main()
{
        prefsize(400, 400);
        winopen("greensquare2");
        color(WHITE);
        clear();
        color(GREEN);
        bgnline();
        v3s(vert1); v2i(vert2);
         v2f(vert3); v3d(vert4); v3s(vert1);
        endline();
        sleep(10);
        gexit();
        return 0;
}
```

เมื่อทำการประมวลผลจะเป็นการสร้างหน้าต่างแอพพลิเคชั่นขึ้นมาและทำการวาดเส้นจนเป็นรูปสี่เหลี่ยมสีเขียวทั้งนี้จะทำการระบุตำแหน่งพิกัดที่ต้องการไว้ก่อนและทำการรอ10วินาทีจึงออกจากโปรแกรม

ในการสร้างรูปทรงโพลีกอนจะเกิดจากการรวมจุดและมุมต่าง ๆ สร้างมาเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามารถสร้างจากคำสั่งพื้นฐานเช่นการวาดวัตถุทรงกลมจะระบุส่วนที่เป็นจุดเริ่มของโหมดการเริ่มต้นการสร้างและกำหนดคำสั่งให้วาดวงกลมที่มีการเพิ่มเติมพื้นผิววัตถุและจบลงด้วยการกำหนดสิ้นสุดขบวนการสร้างโพลีกอน สำหรับการย้ายตำแหน่งจะสามารถทำการเคลื่อนย้ายในแนวระนาบสองมิติและระนาบสามมิติโดยการใช้ชุดคำสั่งการเคลื่อนย้ายในแกน X ที่ขนานแนวแกนนอน แกน Z จะเป็นแนวแกนลึกลักษณะ3มิติ และแกน Y เป็นแนวตั้งฉากกับแกน X ซึ่งแต่ละแกนจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การจัดการรูปแบบของตัวอักษรและรูปแบบอักษร

เป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับอักษรที่จะนำมาใช้ในระบบงานที่เกี่ยวข้องสามารถกำหนดรูปแบบลักษณะที่ได้ทำการออกแบบมาแล้วทำการวาดตัวอักษรนำเสนอออกมาบนหน้าจอ การจัดการก็จะเป็นลักษณะเช่นเดียวกับการกระทำต่อวัตถุกราฟิกต่าง ๆ ที่สามารถทำการเคลื่อนย้ายตำแหน่งในตำแหน่งพิกัดโลก ณ.จุด X Y และZ การวาดตัวอักษรและข้อความต่าง ๆ จะถูกวาดหลังจากการกำหนดชนิดตัวอักษรว่าเป็นชนิดใด หลังจากการวาดชุดอักษรการทำการเปลี่ยนแปลงเพื่อเริ่มต้นชุดใหม่ของชุดอักษรจะจบด้วยตัวปิดท้ายที่เป็นค่าว่างตามมาตรฐานANSI C ตัวอักษรที่กำหนดขึ้นมาจะเป็นไปตามมาตรฐานซึ่งจะเริ่มจากตัวอักษรตามรหัสASCII ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ 255 ตัวฟอนด์ของระบบที่จะนำมาใช้ในโปรแกรมจะสามารถทำการเปลี่ยนแปลงชนิดและขนาดที่จะให้ปรากฏได้ ดังตัวอย่างการแสดงตัวอักษรอย่างง่าย ๆ ต่อไปนี้

```
#include <gl/gl.h>
main()
{
        prefsize(400, 400);
        winopen("rasterchars");
        color(BLACK);
        clear();
        color(RED);
        cmov2i(50, 80);
        charstr("The first line is drawn ");
        charstr("in two parts. ");
        cmov2i(50, 80 - 14);
        charstr("This line is 14 pixels lower. ");
        sleep(10);
        gexit();
        return 0;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโปรแกรมจะเป็นการแสดงตัวอักษรที่มีข้อความและกำหนดตำแหน่งของอักษรตัวแรกไปยังตำแหน่ง 50 พิกเซลทางขวาและตำแหน่ง 80 พิกเซลจากมุมซ้ายล่างของหน้าต่างที่จะปรากฏ หลังจากข้อความชุดแรกถูกวาดตำแหน่งของอักษรตัวต่อไปก็จะต่อเนื่องมาแต่เมื่อข้อความ"in two parts." ถูกวาด ตำแหน่งข้อความต่อไปก็จะย้ายตำแหน่งต่ำลงมา 14 พิกเซล และคุณลักษณะของสีก็จะเป็นสีแดงเสมอเนื่องจากไม่ได้ไปทำการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น

3.3.4 การจัดการเกี่ยวกับการแสดงผลและสี

ในกราฟิกไลบรารีจะกระทำและจัดการระบบสีที่จะนำแสดงขึ้นมาให้เห็นถึงลักษณะของสีวัตถุที่มีให้น่าสนใจ มีการไล่ระดับของสีให้มีความกลมกลืนกับวัตถุกราฟิกต่าง ๆ เพื่อมีความสมจริงมากขึ้น การแสดงระดับสีมักนิยมแสดงในโหมดของสีแดง เขียว และน้ำเงินตามลักษณะของจอมอนิเตอร์ที่แต่ละจุดประกอบด้วยฟอสเฟอร์ที่ถูกยิงด้วยลำแสงอิเล็กตรอนมากระทบให้เปล่งแสงสีต่าง ๆ หากไม่มีอิเล็กตรอนมากระทบก็จะเป็นสีแดง หากยิงจากปืนลำแสงอิเล็กตรอนที่กำหนดแสงสีแดง จุดที่มีอยู่ก็จะค่อยเปล่งแสงเป็นสีแดง ลักษณะเดียวกันหากปืนยิงลำแสงอิเล็กตรอนสีเขียวและน้ำเงิน จุดก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับของสีที่ถูกยิงออกมา ตาของมนุษย์จะทำการรวมสีที่ได้จากการยิงแสงสีต่าง ๆ นำเอามารวมกัน โดยแต่ละปืนลำแสงอิเล็กตรอนนั้นสามารถกำหนดได้ 256 ระดับของสี ซึ่งทำให้สามารจำแนกสีมากถึง 1,6777,216 ระดับของสี อันประกอบจากสีแดง เขียว และน้ำเงิน ซึ่งเรียกว่าเป็นลักษณะโหมดของ RGB จำนวนของบิตต่อพิกเซลของสีที่ปรากฏจะขึ้นอยู่กับการกำหนดของระบบที่ใช้งานอยู่ว่าระบบดังกล่าวมีความสามารถเท่าใดและขึ้นกับจำนวนของหน่วยความจำของการ์ดแสดงผล

ในกราฟิกไลบรารีจะสามารถทำงานในโหมดของ RGB ได้เพียงกำหนด RGBmode() ก่อนทำการเรียกใช้ทำการเรียกใช้งานชุดคำสั่งย่อยในโหมดRGB การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะสีว่าจะให้เป็นสีใดก็ทำด้วยชุดคำสั่งย่อย c3s ( )ที่สามารถกำหนดระดับของสีได้ตามต้องการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
#include <stdio.h>
#include <gl/gl.h>
short whitevec[RGB] = {255, 255, 255};
short blackvec[RGB] = {0, 0, 0};
main().{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

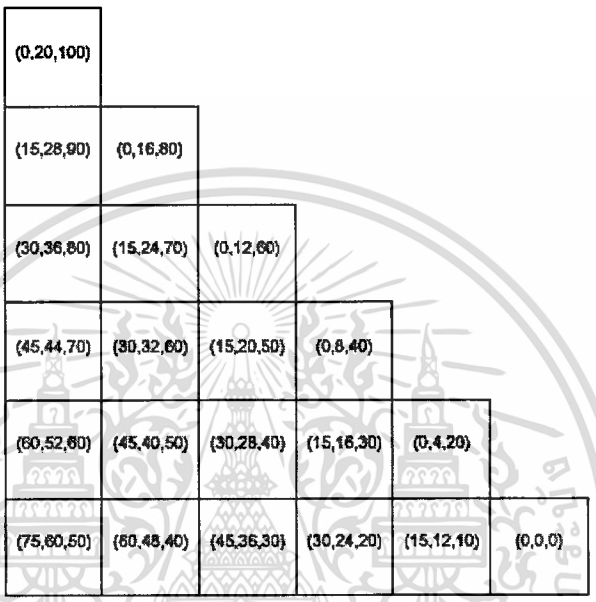
```
char str[20];
if (getgdesc(GD_BITS_NORM_SNG_RED) == 0) {
fprintf(stderr, "Single buffered RGB not available on this machine\n");
return 1; }
winopen("rgbdemo");
RGBmode();
gconfig();
c3s(blackvec);
clear();
c3s(whitevec);
sprintf(str, "value color white in RGB =", whitevec[RGB] );
charstr(str);
sleep(10);
gexit();
return 0;  }
```

จากโปรแกรมจะเป็นการทำการสร้างหน้าต่างพื้นสีดำขึ้นมาและทำการเขียนตัวอักษรสีขาวขึ้นด้วยข้อความว่า value color white in RGB = 255, 255, 255 ซึ่งสามารถทำการเปลี่ยนชุดค่าของสีที่ตามลักษณะของโหมด RGB การใช้sprintf () มาช่วยจะทำให้สามารถเปลี่ยนข้อมูลตัวเลขไปเป็นข้อความเพื่อใช้ในการแสดงผลของข้อความที่จะปรากฏขึ้นมาบนหน้าจอ

การนำเสนอวัตถุโพลีกอนสามารถทำแสดงให้เห็นถึงความสมจริงของวัตถุได้โดยการใช้ระดับการไล่สีไปตามส่วนต่าง ๆ ของวัตถุกราฟิก ปกติวัตถุโพลีกอนจะประกอบด้วยชิ้นส่วนย่อย ๆ ของโพลีกอนเล็ก ๆ นำมารวมกัน การนำเสนอจะใช้เทคนิคที่เรียกว่า Gouraud shading ซึ่งจะเป็นการคำนวนค่าของสีให้ถูกต้องไล่ระดับสีตามพื้นผิววัตถุโดยที่อาศัยความสามารถของฮาร์ดแวร์การกำหนดทิศทางของแสง การกำหนดชนิดของพื้นผิววัตถุเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ในการคำนวณและการทำการไล่ระดับสีของกราฟิกไลบรารีสร้างกระทำได้รวดเร็วเพียงระบุในโหมดของ shademodel()ว่าจะทำให้ไล่ระดับสีหรือไม่ไล่ระดับสี ในการไล่ระดับสีของโพลีกอนจะไล่ระดับสีจากขอบของวัตถุไล่แล้วทำการเฉลี่ยไปตามค่าของสีในโหมดRGB โดยกำหนดสีของสีจุดเริ่มต้นและสีสิ้นสุดคอมพิวเตอร์กราฟิกของซิลิกอนจะทำการคำนวณและประมวลผลแสดงออกมา ดังตัวอย่างของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไล่ลำดับสีของวัตถุกราฟิกสามเหลียมที่ค่าชุดของสีในโหมด RGB ที่มีค่าเริ่มต้น(0,20,100), (75,60,50)และ (0,0,0)



รูปที่ 3.5 แสดงระดับค่าของสีที่มีการไล่ระดับสีตามลักษณะshading

จากรูปที่ 3.5 ระดับค่าของสีจากขอบของสามเหลี่ยมตอนต้นที่มีค่า(0,20,100)ไปสู่ปลายอีกข้างที่มีค่า(75,60,50)และพิกเซลถัดมา 6 พิกเซลจะมีระดับค่าของสีเป็น(0,20,100), (15,28,90), (30,36,80), (45,44,70), (60,52,60)และ(75,60,50).โดยที่แต่ละสีที่ประกอบรวมกันจะมีความกลมกลืนจากพิกเซลหนึ่งไปยังพิกเซลหนึ่ง ในกราฟิกไลบรารีจะช่วยคอยจัดการทำงานลักษณะนี้เช่นด้วย ทั้งนี้ตัววัตถุกราฟิกที่มีอยู่จะอาศัยการกำหนดทิศทางของสีเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเพื่อให้วัตถุกราฟิกที่ได้มีสีและลักษณะที่สมจริงตามที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการมากขึ้น

ในโหมดของ RGB กราฟิกไลบรารีจะมีการใช้โหมดสีที่เรียกว่า color map mode หรือ color index mode ที่จะคอยช่วยจัดการค่าของสีให้ตรงกับความเป็นจริงโดยที่ค่าของสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินแต่ละสีจะอยู่ในช่วง0ถึง255 เมื่อทำการรวมค่าที่เหมาะสมของแต่ละสีจะทำให้ทราบว่าสีมาตรฐานมีค่าเท่าใดเพื่อที่จะได้นำมาประยุกต์ใช้ให้ได้สีที่ต้องการ โดยปกติค่าของสีในระบบกราฟิกไลบรารีของซิลิกอนกราฟิก เวิร์กสเตชันจะมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3.1 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Location	Red	Green	Blue	Color
0	0	0	0	BLACK
1	255	0	0	RED
2	0	255	0	GREEN
3	255	255	0	YELLOW
4	0	0	255	BLUE
5	255	0	255	MAGENTA
6	0	255	255	CYAN
7	255	255	255	WHITE

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าสีมาตรฐานของcolor map mode

จากตารางที่ 3.1 ทำให้ทราบว่าค่าสีมาตรฐานมีค่าเท่าใด ในการนำไปพัฒนาผู้เขียนโปรแกรมสามารถทำการเปลี่ยนค่าของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินได้ตามที่ต้องการ หรือหากต้องการใช้จากสีมาตรฐานก็สามารถนำเอาค่าดังกล่าวจากตารางไปใช้ได้ทันที ซึ่งตัวอักษรที่จะปรากฏในระบบคอมพิวเตอร์ก็จะนำเอาค่าของสีเช่น RED ไปใช้งานทันทีโดยการระบุคำสั่งเช่นcolor(RED) แต่ถ้าหากต้องการใช้ในโหมด RGB ต้องใช้ค่าของ RGB เป็นตัวเลขระบุลงไปในการเขียนโปรแกรมเนื่องจากค่าของระดับสีที่ใช้ในการสร้างวัตถุกราฟิกโพลีกอนจะอยู่ในโหมดของRGB การใช้คำสั่งโปรแกรมเช่น color(RED) การแสดงผลลัพธ์จะไม่ปรากฏขึ้นมาให้เห็น

3.3.5 การจัดการการนำข้อมูลเข้าจากอุปกรณ์ต่าง ๆ

ในการทำงานของกราฟิกไลบรารีสามารถจัดการอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับข้อมูลเข้ามาตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าเป็นสิ่งใดแล้วทำการติดต่อกับระบบให้เป็นการชื่อมต่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถกระทำขั้นตอนต่าง ๆ ต่อไปได้อย่างสะดวกซึ่งเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่กระทำเข้ามาในระบบเช่น การรับข้อมูลเข้ามาจากทางคีย์บอร์ด จากเมาส์หรือจากอุปกรณ์อื่น ๆ ที่สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ในการกระทำต่อสิ่งที่นำเข้าสู่ระบบจะดูว่าเป็นอะไร และมีการกระทำอะไรอยู่ ซึ่งมีหลักการต่อไปนี้

1. ทำการตรวจสอบดูว่าขั้นตอนหรือขณะนั้นได้ใช้อุปกรณ์อะไรอยู่
2. ตรวจสอบลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยคำสั่งในการตรวจสอบของกราฟิกไลบรารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การกระทำการที่เห็นควรกับเหตุการณ์นั้น ๆ
4. กลับไปยังรอบของเหตุการณ์ต่าง ๆ
5. หากรอบของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ยังมีอยู่ ให้ทำการยกเลิกการตรวจสอบลำดับเหตุการณ์

ในลำดับของเหตุการณ์ที่กราฟิกไลบรารีได้เกี่ยวข้องนั้นจะประกอบด้วยการตรวจสอบการนำเข้าของข้อมูลจากอุปกรณ์รับเข้าและการตรวจสอบสถานะของการวาดภาพที่จะให้ปรากฏไปยังจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งการนำเข้าของข้อมูลหากมีการเปลี่ยนแปลงจะมีการเก็บตัวรักษาสถานะเข้าไว้ในคิวและนำเอาออกจากคิวเมื่อสถานะการรับข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เหตุการณ์ที่เกิดจากการตรวจสอบการวาดภาพนั้นที่เรียกว่า REDRAW จะเกิดขึ้นเมื่อในคิวเกิดการเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนรูปร่างของวัตถุกราฟิกหรือตำแหน่งของหน้าต่างที่เกิดขึ้น กราฟิกไลบรารีสามารถจัดการเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยจะรู้จักว่าเหตุการณ์ใด ๆ ที่เกิดขึ้นคือสิ่งใด ตัวอย่างเช่นการใช้งานรับข้อมูลเข้าจากคีย์บอร์ด ระบบจะรู้ว่าปุ่มที่ถูกกดมีค่าเป็นเท่าใด จากนั้นกราฟิกไลบรารีจะนำเอาค่าที่ได้ไปทำการประมวลผลว่าตรงกับเงื่อนไขใดที่เกี่ยวขึ้นในระบบ อาจจะมีการรอคอยเวลาเพื่อปรับปรุงสถานะแล้วค่อยส่งไปให้ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ต่อไป

กราฟิกไลบรารีที่ใช้จะยอมรับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าและทำการแปลงข้อมูลที่ได้ให้เข้าไปอยู่ในรูปที่โปรแกรมสามารถจะนำไปใช้งานได้ซึ่งกราฟิกไลบรารีจะสนับสนุนส่วนหลัก ๆ คือ

1. ประเภทปุ่มซึ่งจะส่งค่าคืนกลับเป็นค่าเท็จหรือค่าจริง มีค่าเป็นจริงก็ต่อเมื่อเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปุ่มถูกกด และมีค่าเป็นเท็จเมื่อไม่ได้ถูกกด

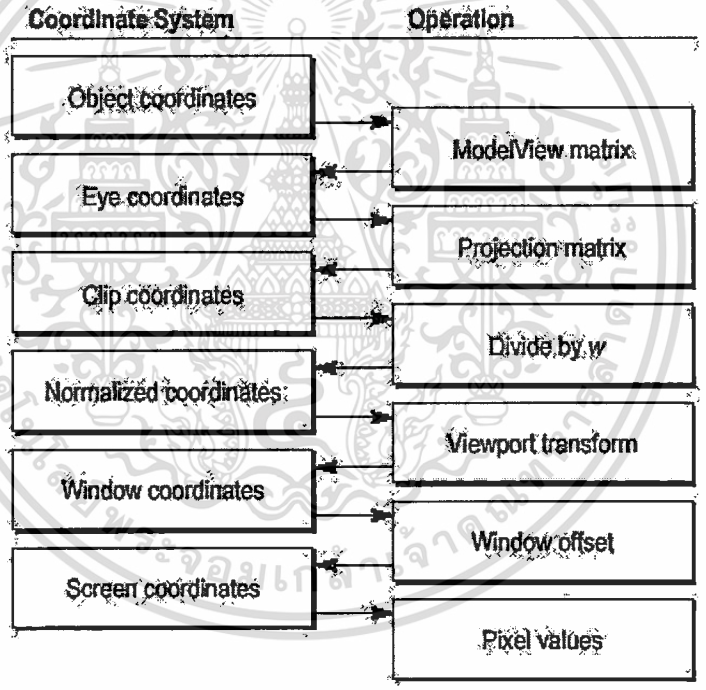
2. ประเภทค่าตัวแปรซึ่งจะส่งค่าคืนเป็นค่าตัวเลขเพื่อแสดงค่าสถานะเวลานั้นตัวอย่างเช่นเมาส์จะประกอบด้วยค่าตัวแปรที่ส่งกลับมาค่าของตำแหน่งในแนวแกนนอนและค่าตำแหน่งในแนวแกนตั้ง

3. ประเภทอุปกรณ์เทียม(Pseudo-devices)ซึ่งจะส่งค่าของข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์อื่นๆของระบบเช่นคีย์บอร์ดจะคืนค่าตัวอักษรASCII เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นการรวมเอาค่าของตัวอักษรเมื่อทำการกดเช่นกด a ค่าตัวอักษร ASCII a ก็จะรายงานออกมา แต่หากกด Shift ไว้ค่าสถานะก็จะยังไม่รายงาน แต่เมื่อกด a ค่าตัวอักษร ASCII A ก็จะถูกรายงานออกมาแทน หรือเหตุการณ์ของการเปลี่ยนแปลงหน้าจอที่เกิดขึ้นซึ่งทุกๆเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะมีหมายเลขของเหตุการณ์นั้นควบคู่มาด้วยซึ่งจะนำค่าที่ได้ไปใช้จัดการตามที่ต้องการ เช่นการวาดหน้าจอ, การเปลี่ยนแปลงวัตถุในหน้าจอโปรแกรมหรือการอ่านค่าจากอุปกรณ์ทำหน้าที่ติดต่อกับระบบเพื่อป้อนข้อมูลเข้าเช่นถุงมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 การจัดการระบบตำแหน่งพิกัด

ในกราฟิกไลบรารีมีวิธีการอธิบายถึงตำแหน่งและการจัดการรูปร่างทางเรขาคณิตที่จะปรากฏขึ้นมาในระบบคอมพิวเตอร์ว่าการเปลี่ยนมุมมองของวัตถุกราฟิกต่าง ๆ มีลักษณะอย่างไรในระบบสามมิติที่เกิดขึ้น ซึ่งระบบตำแหน่งพิกัดต่าง ๆ ในระบบกราฟิกไลบรารีที่เปลี่ยนแปลงไปจะเรียกว่า transformations ผู้เขียนโปรแกรมจะใช้ระบบตำแหน่งพิกัดที่แตกต่างกันหลายอย่างในการประมวลผลกราฟิกหนึ่ง ๆ ซึ่งระบบตำแหน่งพิกัดจะถูกใช้ในหลายขั้นตอนขบวนการประมวลของการประมวลการวาดรูปวัตถุกราฟิก ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ต่อไปนี้



รูปที่ 3.6 แสดงระบบตำแหน่งพิกัดที่ถูกใช้หลายขั้นตอนของการประมวลการวาดรูปวัตถุกราฟิก

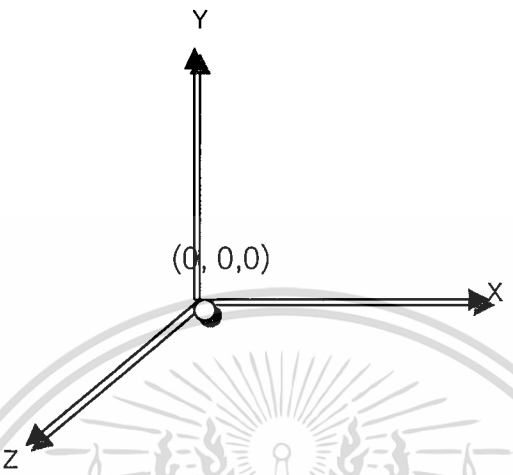
จากรูปที่3.6 แสดงให้เห็นถึงระบบตำแหน่งพิกัดที่เกี่ยวข้องของระบบกราฟิกไลบรารีบนระบบไอริสจีแอล ซึ่งกล่าวถึงระบบสามมิติที่ถูกออกมาแบบตามลักษณะกฎมือขวาเรียกว่าระบบตำแหน่งพิกัดของวัตถุ (object coordinate system) เป็นจุดทางเรขาคณิตที่ใช้นำเสนอตำแหน่งจะระบุด้วย (x, y, z) ที่จะใช้ในระบบตำแหน่งพิกัด, ระบบตำแหน่งพิกัดของการมองเห็น(eye coordinate system) เป็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นของการเปลี่ยนแปลงของการจัดการเมตริกซ์ตรงตำแหน่งทางเรขาคณิตอันประกอบด้วยการสร้างแบบจำลองและการมองดูเมตริกซ์ ระบบนี้เป็นระบบที่อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการคำนวณทิศทางเกี่ยวกับแสงที่เกิดขึ้นและกระทำอยู่ภายในการประมวลผลทางกราฟิก เมื่อระบบกราฟิกไลบรารีทำการเปลี่ยนจุดตำแหน่งที่มีอยู่โดยส่งผ่านมาจากตำแหน่งของการมองเห็นแล้วด้วยเมตริกซ์Projection ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะส่งผ่านมาแสดงในระบบตำแหน่งแบบ clip coordinate. ค่าที่ส่งคืนกลับมาจากตำแหน่งที่ได้จะนำเข้ามาในระบบตำแหน่งพิกัดนี้ ระบบต่อไปที่ถูกเรียกคือระบบตำแหน่งพิกัดแบบ normalized ค่าที่ได้จาก clip coordinate จะถูกจัดการใหม่ด้วยการจำกัดค่า x, y, และ z เข้าอยู่ในช่วง -w น้อยกว่าหรือเท่ากับ x, y, z และน้อยกว่าหรือเท่ากับ w (ทำการclipping)และทำการหาร x, y,และ z ด้วย w. ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในช่วงที่ -1 น้อยกว่าหรือเท่ากับ x,y,z และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 พื้นที่ของการทำนอมอลไลซ์ของตำแหน่งพิกัดจะเรียกว่า 3D unit cube. ตำแหน่งของ x และ y ของ 3-D unit cubeนี้จะถูกจัดการเรื่องสเกลขนาดโดยตรงไปยังระบบตำแหน่งพิกัดต่อไปที่เรียกว่า ระบบตำแหน่งหน้าต่าง(window coordinate system) ซึ่งพิกเซลที่อยู่ในมุมซ้ายล่างของหน้าต่างจะตำแหน่งอยู่ที่ (0,0) ตำแหน่งหน้าต่างที่เกิดขึ้นจะถูกทำการปรับปรุงแก้ไขตำแหน่งระยะของหน้าต่างนั้นเพื่อใช้แสดงที่ตั้งตำแหน่งของหน้าต่างบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ซึ่งจะเรียกว่าระบบตำแหน่งพิกัดหน้าจอมอนิเตอร์(screen coordinate system) ซึ่งตอบสนองกับค่าของพิกเซลในตำแหน่งพิกัดหน้าจอมอนิเตอร์ระบบ 2 มิติ หากเป็นระบบ 3 มิติ จะมีค่าตำแหน่ง z มาเกี่ยวข้องที่จะนำมาใช้เพื่อจัดทำการปรับสเกลให้เป็นสามมิติมากขึ้นดังรูปที่ 3.7 แสดงตำแหน่งพิกัดในระบบ3มิติที่มีจุดอยู่ตำแหน่งแกน X Y และ Z ที่(0,0,0)ตามลำดับ

ผู้เขียนโปรแกรมจะใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงจากตำแหน่งพิกัดจากจุดของรูปร่างเรขาคณิตที่ปรากฏบนหน้าจอเพื่อนำเอาข้อมูลนั้นมาใช้ ต้องมีการทำการเปลี่ยนแปลงของภาพวัตถุที่แสดงออกมา (Projection Transformation) เพื่อกำหนดว่ารูปภาพที่เกิดขึ้นในรูปแบบความคิดจะนำไปปรากฏในหน้าจออย่างไรและการทำการเปลี่ยนแปลงทางมุมมอง (Viewing Transformation) เพื่อทำการระบุชนิดมุมมองที่มีอยู่ที่จะนำมาใช้และระบุตำแหน่งของมุมมองที่สามารถมองได้จากการลำดับความคิดที่ได้เตรียมไว้ว่าจะเป็นลักษณะใดคล้ายกับการถ่ายรูปภาพในมุมต่าง ๆ กัน ที่มีการเปลี่ยนแปลงระยะต่าง ๆ เพื่อให้ได้มุมองหลาย ๆ มุม ซึ่งในกราฟิกไลบรารีจะคอยช่วยจัดการให้เกิดมุมมองที่น่าสนใจตามที่ผู้เขียนโปรแกรมควบคุมไว้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของสิ่งต่าง ๆ ที่กราฟิกไลบรารีสามารถจัดการได้และควรรู้จักมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ลักษณะและทิศทางและตำแหน่งพิกัดในระบบกราฟิก3มิติ

3.3.6.1 การเปลี่ยนแปลงของภาพวัตถุที่แสดงออกมา (Projection Transformations)ช่วยให้สามารถแสดงหลักการฉายภาพเข้าไปจอได้ด้วยวิธีการใดการหนึ่งดังนี้

- แบบเปอร์สเปกตีฟจะแสดงถึงวัตถุที่อยู่ไกลจะดูเล็กกว่าวัตถุที่อยู่ใกล้และจะมีเส้นที่ขนานกันใช้แสดงถึงระยะห่างที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เทียบดูระยะของวัตถุ ซึ่งจะมองคล้ายกับการมองในโลกของความจริง
- แบบหน้าต่างจะแสดงถึงวัตถุที่มองเห็นมองคล้ายแบบเปอร์สเปกตีฟแต่อาจจะเป็นไปได้ที่มีการสร้างมุมมองของฉากที่ไม่เหมือนกัน
- แบบออโทกราฟิก(Orthographic) จะแสดงถึงวัตถุที่ฉายออกให้เห็นมองเห็นคล้ายปริมาตรรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ไม่ใช่แบบเปอร์สเปกตีฟ

ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของภาพวัตถุที่แสดงออกมาทั้งหมดจะมีการทำงานบนพื้นฐานและหลักการเดียวกัน มุมมองลักษณะคล้ายปริมาตรนั้นจะถูกทำเป็นลักษณะลูกบาศก์ด้วยรูปทรงเรขาคณิตและจะถูกตัดลักษณะด้านนอกออกไปบางส่วนและทำเป็นเส้นตรงขยายให้เต็มหน้าต่างเพื่อเป็นมุมมองที่ตาของผู้มองเห็นมองดูสัมพันธ์กับความเป็นจริงของสิ่งที่มองเห็นเรียกจุดนี้ว่าจุดสายตา การเปลี่ยนแปลงของภาพวัตถุที่แสดงออกมาจะเป็นแบบเปอร์สเปกตีฟหรือแบบออโทกราฟิกอย่างใดอย่างหนึ่งโดยมีข้อแตกต่างที่มองเห็นได้คือการฉายภาพแบบเปอร์สเปกตีปมีลักษณะคล้ายกับปิรามิดตัดส่วนบนออกไป หรือแบบออโทกราฟิกจะทำการสร้างปริมาตรการมองเห็นที่มีด้านข้างขนานกัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6.1.1 การฉายภาพแบบเปอร์สเปกตีป

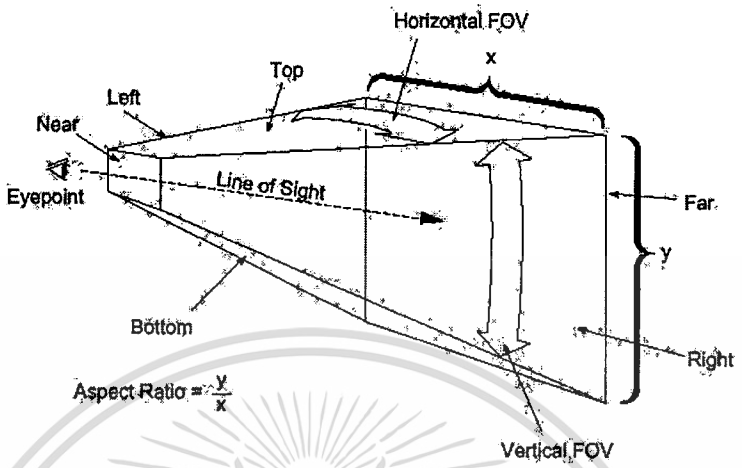
การมองวัตถุในเปอร์สเปกตีปบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะดูคล้ายมองผ่านแก้วที่ใสดูคล้ายเป็นสามเหลี่ยม มโนภาพที่ได้จากการมองจะเป็นลักษณะการวาดเส้นจากสายตาผ่านไปยังเลนซ์จนกระทั่งพบวัตถุและสีที่ปรากฏอยู่บนแก้วและเส้นที่ผ่านไปกระทบกับสีเดียวกันของวัตถุ ถ้าเป็นการกระทำที่เป็นไปได้เส้นจะผ่านเลนซ์ไป หากเป็นสีที่มีความสมบูรณ์และหากสายตาที่มองดูอยู่ไม่ได้เคลื่อนไหวภาพที่ถูกวาดบนเลนซ์ก็จะไม่สามารถแยกแยะได้จากฉากจริง ชุดของเส้นทั้งหมดที่ออกจากจุดของสายตาและผ่านไปยังเลนซ์จะได้รูปแบบไม่จำกัดของด้านทั้งสี่ของปิรามิดทีมองสุดสายตา บางสิ่งที่อยู่ด้านนอกของปิรามิดจะไม่ปรากฏในเลนซ์ ดังนั้นด้านราบทั้งสี่จะผ่านไปยังสายตาและขอบของเลนซ์จะกั้นส่วนหนึ่งที่อยู่ภายนอกจากการมองเห็น การจัดการนี้เรียกว่าการจัดการตัดส่วนบน ล่าง ซ้าย ขวาที่ไม่ต้องการออกไป ในด้านฮาร์ดแวร์รูปทรงเรขาคณิตจะกำหนดจัดการส่วนที่ไกลมากหรือใกล้มากออกไปจะได้มองเห็นที่ชัดเจนเรียกว่าการทำตัดส่วนที่ใกล้ (near) และไกล (far) ออกไปเพื่อจะทำให้ได้วัตถุกราฟิกที่น่าสนใจและเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลทางทศนิยมให้ดีขึ้นเพราะไม่ได้มีการคำนวณส่วนที่ไม่ต้องการ สำหรับการนำเสนอบริเวณที่เห็นได้ของฉากกราฟิกที่ดูคล้ายปิรามิดที่มียอดเรียบ เรียกเทคนิคนี้ว่าfrustum หรือrectangular viewing frustum

ในการฉายภาพแบบเปอร์สเปกตีปจะมีเมตริกซ์ที่ทำการเชื่อม frustum ของตำแหน่งพิกัดที่มองเห็นอย่างแน่นอนเติมเข้าไปในหน่วยลูกบาศก์(unit cube) (หลัง x, y, และ z แต่ละตัวที่หาร โดย w) ซึ่ง frustum คือส่วนของปิรามิดอยู่ที่ จุดกำเนิด (0.0, 0.0,0.0). พื้นฐานของปิรามิด คือขนานกับพื้นราบแกน x y และมันจะขยายออกไปตามแกนที่เป็นลบ ซึ่งกราฟิกไลบารีจะมีการจัดการมุมมองดังกล่าวโดยกำหนดมุมมองแนวแกนของ Y อัตราส่วนของการมองเห็นว่าเป็นเท่าไรและระยะห่างว่าใกล้เท่าใดและไกลเท่าใดเพื่อจะนำมาประมวลผลคำนวณออกมาเป็นรูปแบบของภาพกราฟิกที่เป็นแบบเปอร์สเปกตีปโดยที่

ขอบเขตมุมมอง(field of viewหรือ fov)เป็นมุมองศาที่กระทำต่อด้านบนและด้านล่างของการตัดส่วนที่ไม่ต้องการออกไป

อัตราส่วนของการมองเห็นคืออัตราของมิติด้านแกน X ไปยังมิติด้านแกน Y เป็นอัตราส่วนทศนิยมเช่นถ้าอัตราคือ2.0 ระยะของเลนซ์จะเป็นสองเท่าของด้านกว้างต่อด้านสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งการนำเสนอมุมมองแบบเปอร์สเปกตีป

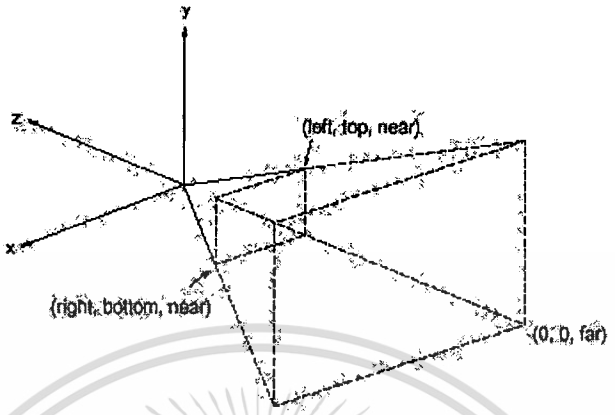
ซึ่งผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถใช้มุมมองแบบเปอร์สเปกตีปจัดการการมองเห็นวัตถุกราฟิกเพื่อนำเสนอได้และจะมีมุมมองดังแสดงในรูปที่ 3.8 ที่แสดงถึงการนำเสนอมุมมองเปอร์สเปกตีปแบบ frustumว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร

3.3.6.1.2 การฉายภาพแบบหน้าต่าง

การมองวัตถุในลักษณะการฉายภาพแบบหน้าต่างจะแสดงถึงการนำเสนอมุมของวัตถุที่มีอยู่ในโลกความจริงที่จะนำมาใช้ในระบบกราฟิกจะมีลักษณะคล้ายการฉายภาพแบบเปอร์สเปกตีปแต่จะมีการกำหนดระยะของการตัดบางส่วนจากระยะทางด้านซ้าย ขวา บน ล่าง และส่วนไกลและส่วนใกล้ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นภาพดังรูปที่ 3.9

เนื่องจากระบบการฉายแบบหน้าต่างจะมีการแยกระบุลักษณะของส่วนพื้นผิวทั้งหกส่วนซึ่งสามารถระบุค่าแยกแตกต่างกันได้ขึ้นกับเหตุการณ์ที่ผู้พัฒนาโปรแกรมจะนำไปใช้ การฉายแบบหน้าต่างนี้จะทำการระบุตำแหน่งและขนาดของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากจากระยะการมองเห็นที่ใกล้และไกลที่จะใช้เพื่อแสดงภาพวัตถุในจอคอมพิวเตอร์อีกรูปแบบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

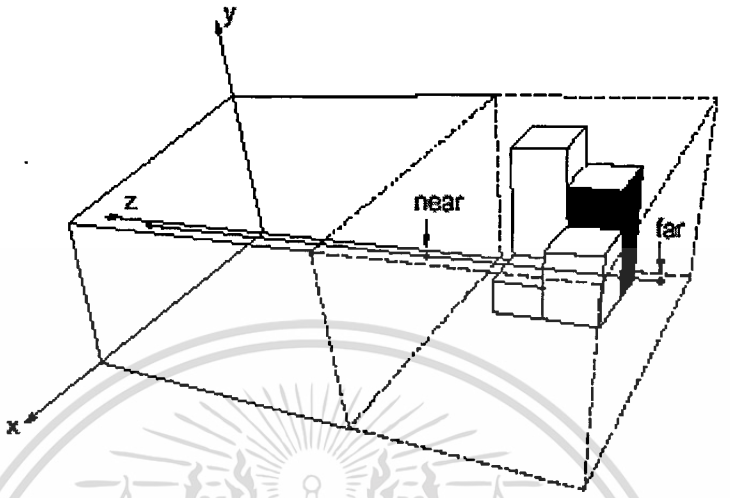


รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะการฉายแบบหน้าต่าง

3.3.6.1.3 การฉายภาพแบบออโทกราฟิก

การมองวัตถุในลักษณะการฉายภาพแบบออโทกราฟิกจะแสดงถึงการนำเสนอมุมมองของวัตถุที่มีการสร้างปริมาตรการมองที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนานกันเพื่อใช้ในการตอบสนองมุมมองที่อาจมีจำกัดในการมองวัตถุบางอย่างที่ไกลมาก ๆ และขอบเขตของการมองที่น้อยลง ในระบบกราฟิกไลบรารีจะจัดการเอาด้านนอกของกล่องออกไปเหลือการมองรูปทรงเรขาคณิตด้านในที่จะฉายขนานรวมกับแกน Zขนานไปยังพื้นผิวที่ราบของ X Y โดยที่ในระบบสองมิติค่าตำแหน่งของZ จะเป็นศูนย์และในระบบสามมิติค่าตำแหน่งของ Z จะอยู่ในช่วงลบค่าของตำแหน่งของ Z ที่ใกล้และอยู่ในช่วงลบค่าของตำแหน่งของ Z ที่ไกล และกำหนดขนาดที่จำกัดของค่าตำแหน่งของ X และ Y ซึ่งค่าดังกล่าวจะเป็นการกำหนดขนาดและระยะทางเพื่อการนำเสนอวัตถุกราฟิกที่ดูเป็นมิติอีกแบบหนึ่งเช่นการมองในมุมที่แคบจากมุมมองของจุดระดับสายตา ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ซึ่งแสดงตำแหน่งและทิศทางของการฉายภาพแบบออโทกราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะการฉายแบบออโทกราฟิก

3.3.6.2 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบโมเดล (Modeling Transformations)

ในระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกหากทำการสร้างรูปทรงเรขาคณิตขึ้นมาสามารถจัดการเกี่ยวกับระบบตำแหน่งพิกัดตามที่ต้องการ กราฟิกไลบรารีสามารถจัดการกับวัตถุกราฟิกต่าง ๆ ที่โดยการใช้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบโมเดลโดยการทำการหมุนวัตถุ(rotate) การย้ายตำแหน่งวัตถุ (translate) การเปลี่ยนแปลงขนาด(scale) การกระทำต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะทำให้ภาพวัตถุกราฟิกที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงตามต้องการซึ่งระบบซอฟท์แวร์ที่เกี่ยวข้องจะต้องมีการจัดการในการเก็บค่าการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของตำแหน่งพิกัดปัจจุบันก่อนการกระทำการเช่นการหมุนวัตถุหรือการย้ายตำแหน่งวัตถุโดยที่

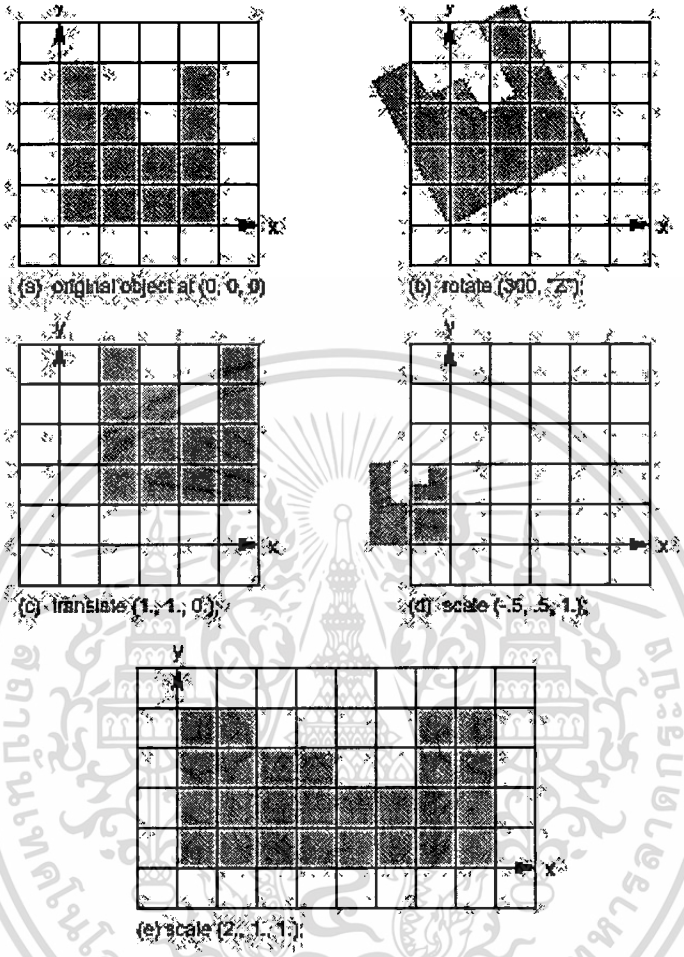
การหมุนวัตถุจะกำหนดขนาดทิศทางของการหมุนและแกนที่จะหมุน

การย้ายตำแหน่งวัตถุจะทำการย้ายวัตถุไปทิศทางตามกำหนดจากตำแหน่งปัจจุบัน

การเปลี่ยนแปลงขนาดจะทำการเปลี่ยนแปลงขนาดของวัตถุกราฟิกเช่นย่อหรือขยายจากขนาดของวัตถุปัจจุบัน

ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.11 ว่าลักษณะการกระทำต่าง ๆ ที่ทำต่อวัตถุกราฟิกเช่นการหมุนวัตถุ การย้ายตำแหน่งวัตถุและการเปลี่ยนแปลงขนาดมีลักษณะเป็นอย่างไร

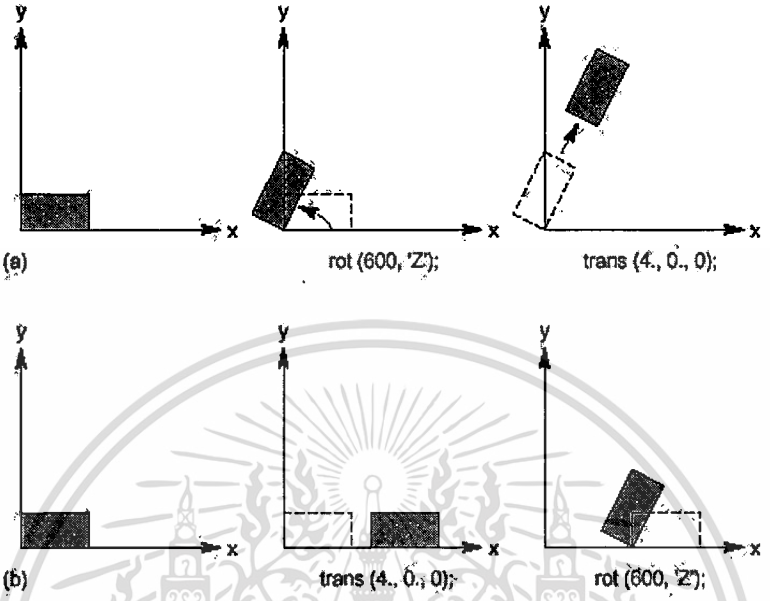
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างของลักษณะการหมุนวัตถุ การย้ายตำแหน่งวัตถุและการเปลี่ยนแปลงขนาด

จากรูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างลักษณะการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นกับวัตถุกราฟิกโดยที่มีรูปลักษณะต้นแบบอยู่ที่รูป a เมื่อทำการหมุนไปทางแกน Z ในทิศทาง 300จะได้ดังรูป หากทำการย้ายตำแหน่งไปจากจุดเดิมไปที่ตำแหน่ง (1,1,0) จะได้ดังรูป c ทำการเปลี่ยนแปลงขนาดของวัตถุแนวแกนX และทำเป็นกระจกสะท้อนอีกฝั่งหนึ่งทีมีขนาด (-5,5,1) จะได้ดังรูป d และทำการขยายขนาดขึ้นเป็น 2 เท่าในแกน X อย่างเดียวจะได้ดังรูป e ซึ่งการทำดังกล่าวจะมีการเก็บสถานะก่อนกระทำ (Pushmatrix) และนำสถานะที่เก็บไว้ (Popmatrix) ออกมาหลังการกระทำต่าง ๆ เพื่อให้ได้สถานะของวัตถุที่เป็นปัจจุบันไม่ผิดผลาดไปจากสิ่งที่ควรจะเป็นและการกระทำต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะมีลำดับของความสำคัญหากลำดับการกระทำที่ไม่ถูกต้องตามที่ต้องการผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นก็จะผิดพลาดไปจากที่ต้องการดังแสดงในรูปที่ 3.12 ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงผลของการแสดงวัตถุที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงต่างกัน

จากรูปที่ 3.12การแสดงภาพวัตถุที่มีการใช้การหมุนของวัตถุและการใช้การย้ายตำแหน่งที่แตกต่างกันจากรูปที่ 3.12 a วัตถุจะเริ่มที่ตำแหน่ง(0,0)แล้วทำการหมุนวัตถุไปในแนวแกน Z ขนาดทิศทางคือ 600 จากนั้นทำการย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งไปยัง(4,0,0) ผลลัพธ์แสดงดังรูป ซึ่งรูปที่ 3.12 b นั้นวัตถุจะเริ่มต้นที่ตำแหน่ง (0,0) เช่นกันแต่ลำดับต่อมาทำการย้ายตำแหน่งจากตำแหน่งไปยัง(4,0,0) จากนั้นทำการหมุนวัตถุไปในแนวแกน Z ขนาดทิศทางคือ 600 ทำให้รูปทั้งสองมีความแตกต่างกันจากลำดับของการกระทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งดังกล่าว

3.3.7 การจัดการทางแสง

การวาดวัตถุกราฟิกในระบบคอมพิวเตอร์ที่จะให้ไปปรากฏในหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อให้มีความสมจริงคล้ายกับวัตถุที่มีอยู่ในโลกความจริง เมื่อมีแสงมากระทบวัตถุแสงจะถูกดูดกลืนไปบางส่วน และบางส่วนก็จะสะท้อนออกไป ตาของมนุษย์ที่ได้รับเอาภาพเข้ามาก็จะทำการวิเคราะห์ดูรูปร่าง สีของวัตถุและรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับวัตถุนั้น ในกราฟิกไลบรารี จะมีการส่องแสงดังในโลกจริงเช่น คุณลักษณะของแหล่งกำเนิดแสงที่มีการกระทำโดยตรงต่อวัตถุ ค่าของช่วงสี ความสว่าง คุณลักษณะของรูปทรงวัตถุที่เกิดขึ้นเมื่อมีแสงมากระทบ ค่าของแสงที่สะท้อนและลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุซึ่งขึ้นกับแสงที่กระทบและพื้นผิวของวัตถุ การกระทำระหว่างความสว่างและวัตถุจะมีการกระทำการจำลองในลักษณะทันทีทันใด การจัดการแสงสว่างที่เกิดขึ้นบนระบบเครื่องเวิร์กสเตชันจะถูกประมวลผล ให้สมดุลระหว่างสิ่งที่เกิดขึ้นจริง และความเร็วของการวาดเหตุการณ์จริง กราฟิกไลบรารีจะทำให้สมดุลโดยการคำนวณการกระทำการส่องแสงเท่านั้นที่รูปเรขาคณิตมากกว่าการคำนวณ การส่องแสงสำหรับแต่ละพิกเซล ในกราฟิกไลบรารีสามารถจัดการส่องแสงโดยกำหนดคุณลักษณะ ระบุเจาะจงและจัดการคุณลักษณะความสว่าง ตำแหน่งทิศทางของแสง พื้นผิวของวัตถุและสิ่งแวดล้อม สามารถเปิดและปิดความสว่าง ใช้ความแตกต่างของวัตถุได้ ซึ่งมีรายละเอียดที่น่าสนใจดังนี้

เรื่องของสี การส่องสว่างของวัตถุจะกำหนดว่าสีที่กระทบวัตถุและสะท้อนออกมามีลักษณะอย่างไรเช่น การเห็นวัตถุเป็นสีน้ำเงินพราะแสงสีขาวที่กระทบวัตถุจะสะท้อนช่วงของสีออกมาแต่ตารับสีน้ำเงินที่ออกมาเข้าสู่สายตา หรือวัตถุส่องแสงสีน้ำเงินออกมาและมีช่วงสีอื่นด้วยแต่แสงสีน้ำเงินเท่านั้นที่ส่องสว่างออกมาไม่มีช่วงสีอื่นๆของวัตถุที่สะท้อนออกมา ในกราฟิกไลบรารีสามารถจัดการได้ทั้งสองวิธีคือกำหนดแสงสีน้ำเงินและส่องไปยังวัตถุสีขาวหรือกำหนดแสงสีขาวส่องไปยังวัตถุสีน้ำเงิน

เรื่องของการสะท้อนของแสง จะเกิดจากอัตราส่วนของแสงที่ตกกระทบที่เกิดจากคุณลักษณะของรูปทรงเรขาคณิตซึ่งจะมีคุณลักษณะสามอย่างที่จะบอกได้ว่าพื้นผิวมีการสะท้อนของแสงเป็นอย่างไร

การสะท้อนของแสงแบบ Diffuse จะแสดงว่าเป็นพื้นผิวด้าน พื้นผิวเรียบหรือพื้นผิวที่มีการสะท้อนของแสง แสงที่ตกกระทบโดยตรงจะมีลักษณะสว่างมากหากมีการตกกระทบในลักษณะตั้งฉาก

การสะท้อนของแสงแบบ Specular ซึ่งแสดงว่าเป็นส่วนที่มีความส่องสว่างของแสงมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับตำแหน่งของมุมที่มอง

การสะท้อนของแสงแบบ Ambient ซึ่งจะจำลองการอ้อมของการส่องสว่างของแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุอื่นในสภาพแวดล้อมเดียวกันเช่นการมองเห็นจากใต้โต๊ะที่มองเห็นได้เพราะมีแสงสะท้อนจากพื้นผนัง ไม่ได้มาจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรง

ลักษณะการฉายของแสง (Emission) คือคุณภาพของการให้ความสว่างเป็นสิ่งเพิ่มเติมส่วนหนึ่ง ที่มีประโยชน์ของการใช้ในการจำลองการปรากฏของแสง ซึ่งวัตถุอาจจะไม่สว่าง สามารถเพิ่มความสว่างให้กับวัตถุ และกำหนดตำแหน่งความสว่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการกำหนดการส่องสว่างของแสงในกราฟิกไลบรารีจะมีหลักการดังนี้

1.กำหนดคุณลักษณะวัตถุแต่ละตัว กำหนดแสง กำหนดการส่องสว่างของสิ่งที่ต้องการให้มีในฉาก

2.กระทำการเรียกใช้คุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้

3.ทำการวาดฉากที่ต้องการ กำหนดรูปแบบพื้นผิวปกติสำหรับทุกวัตถุที่จะให้แสงไปตกกระทบ

ในกราฟิกไลบรารีการกำหนดรูปแบบพื้นผิวปกตินั้นรูปแบบพื้นผิวปกติจะเป็นรูปแบบของหน่วยเวกเตอร์ในกราฟิกไลบรารีที่กระทำโดยตรงเพื่อจัดการลักษณะเริ่มต้นก่อนทำการเปลี่ยนแปลงต่อจุดที่มารวมกันเป็นภาพ ซึ่งจะต้องกำหนดไว้ก่อนจะนำเอาวัตถุนั้น ๆ ไปใช้งาน การกำหนดส่วนประกอบของการส่องสว่างจะทำการกำหนดตัวลักษณะวัตถุว่าพื้นผิวของวัตถุจะมีการตอบสนองกับแสงอย่างไร กำหนดแหล่งกำเนิดของแสงว่าคุณลักษณะของแสงที่ตกกระทบลงมานั้นเป็นอย่างไร กำหนดรูปแบบของแสงว่าคุณสมบัติของแสงตามสภาพแสดล้อมต่าง ๆ เป็นอย่างไร การรวมองค์ประกอบทั้งสามส่วนจะปรากฏโดยระบุรายละเอียดส่วนอื่นเช่นสีต่าง ๆ ที่ตกกระทบจุด นำมาคำนวณประมวลผลเพื่อแสดงผลนำเอาค่าที่ได้ไปใช้กับวัตถุและทำการวาดรูปวัตถุกราฟิกออกมาบนหน้าจอ ทั้งยังสามารถระบุลักษณะการส่องสว่างของวัตถุที่จะปรากฏให้มีขนาดและทิศทางของแสงที่ส่องมากระทบ หลังจากการกำหนดสิ่งที่เกี่ยวข้องแล้วก็จะทำการเรียกคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้มาใช้ สามารถระบุประเภทของการเกิดเหตุการณ์ของแสงที่เกิดขึ้นเช่นการเปิดปิดแสงที่ไปกระทบวัตถุว่ามืดหรือสว่าง จากนั้นกราฟิกไลบรารีจะทำการวาดวัตถุต่าง ๆ ที่ต้องการโดยใช้จากรายละเอียดของรูปแบบพื้นผิวปกติสำหรับทุกวัตถุที่ต้องการให้แสงไปตกกระทบตามที่ได้กำหนดไว้ รายละเอียดของการกำหนดคุณสมบัติของพื้นผิววัตถุปกติจะเป็นการกำหนดเป็นตัวเลขเพื่อใช้อ้างอิงวัตถุที่จะเกิดขึ้นในการคำนวณและนำมาใช้เพื่อแสดงผลเป็นภาพของวัตถุต่าง ๆ ดังรูปที่3.13

```
static float mat[] = {
ALPHA, 1.0,
AMBIENT, .2, .2, .2,
COLORINDEXES, 0, 127.5, 255,
DIFFUSE, .8, .8, .8,
EMISSION, 0.0, 0.0, 0.0,
SPECULAR, 0.0, 0.0, 0.0,
SHININESS, 0.0,
LMNULL };
```

รูปที่ 3.13 รายละเอียดการกำหนดคุณสมบัติของพื้นผิววัตถุปกติ

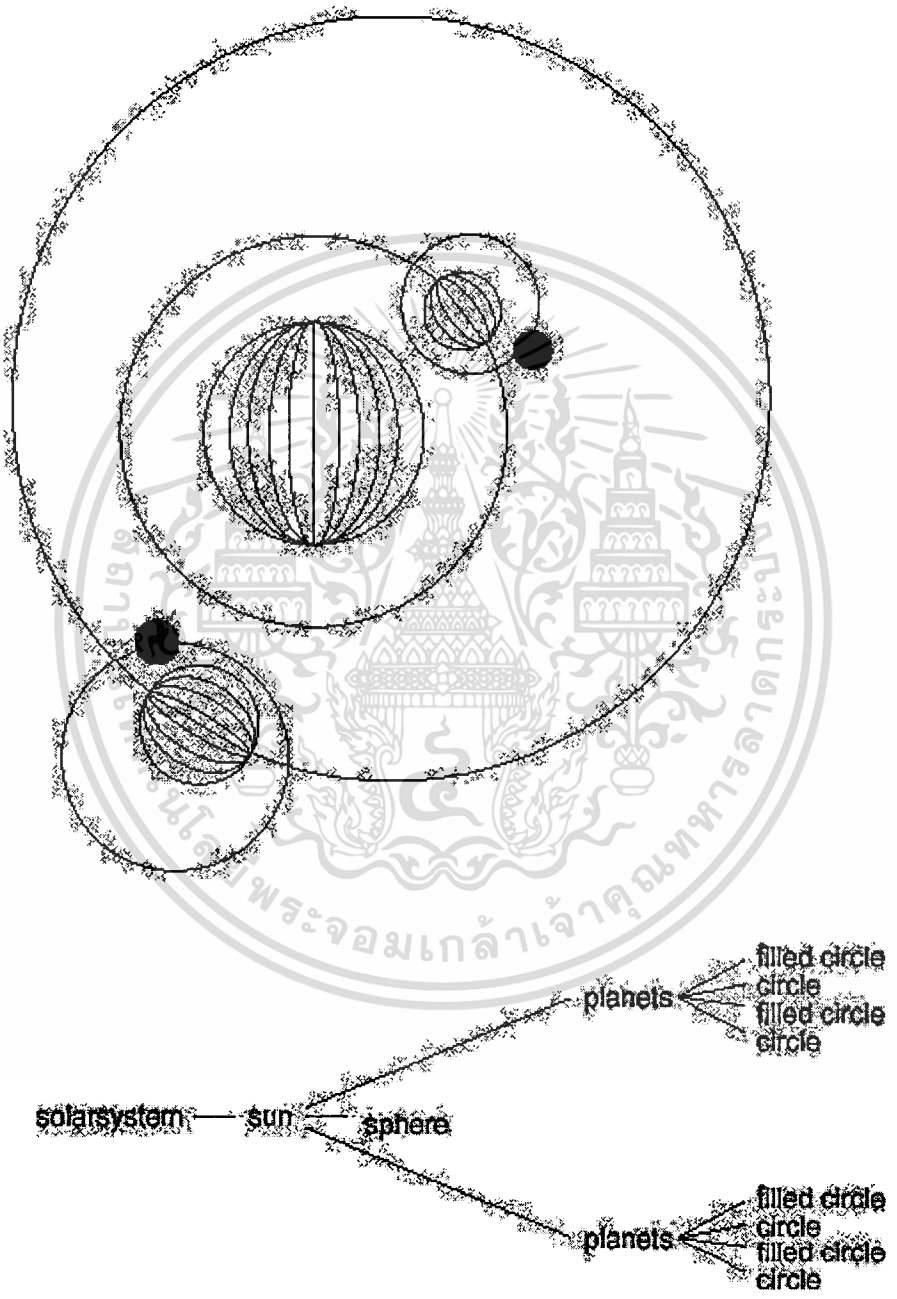
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 การจัดการกับวัตถุทางกราฟิก

ในกราฟิกไลบรารีจะเป็นการกำหนดถึงคุณลักษณะของวัตถุที่จะปรากฏว่ามีลำดับการเข้าถึงวัตถุต่างๆ ที่มีอยู่เป็นอย่างไรและจัดการอย่างไรซึ่งวัตถุกราฟิกหนึ่งวัตถุที่ปรากฏในหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเกิดจากการรวมเอาวัตถุที่มีขนาดเล็ก ๆ มารวมกันเป็นวัตถุใหญ่เช่นการสร้างวัตถุกราฟิกรูปรถจะประกอบด้วยส่วนตัวถัง ประตูและล้อ รวมกันเป็นวัตถุรูปรถซึ่งการจัดการสามารถทำการหมุนวัตถุ การทำการขยายตัววัตถุ หรือการย้ายตำแหน่งวัตถุให้ถูกต้องตามลักษณะที่ควรเป็น ในการสร้างวัตถุกราฟิกต่าง ๆ จะกำหนดชนิดของวัตถุกราฟิกว่าให้เป็นวัตถุก่อนการทำการวาดรูปและทำเป็นกลุ่มของวัตถุที่แยกตามขุดของวัตถุที่จะให้เป็นเช่นชุดของวัตถุกราฟิกที่เป็นส่วนของมืออันประกอบด้วยส่วนที่เป็นนิ้ว แล้วจึงสิ้นสุดชุดของกลุ่มกราฟิกนั้น ๆ เมื่อทำการสร้างวัตถุกราฟิกที่ได้กำหนดชุดไว้แล้วจะทำการระบุถึงลำดับของส่วนวัตถุกราฟิกที่เกิดขึ้น การกระทำต่อวัตถุกราฟิกที่เกิดขึ้นนั้นหลังจากกำหนดวัตถุไว้แล้วสามารถนำมาใช้งานได้ทันทีโดยการเรียกใช้ผ่านลำดับหมายเลขของวัตถุที่กำหนดไว้แต่ละวัตถุซึ่งการใช้งานจะทำตามลำดับขั้นตามชุดของวัตถุที่ได้ทำการสร้างไว้ การกระทำต่อวัตถุนั้น ๆ สามารถจัดการแก้ไขคุณสมบัติของตัววัตถุเมื่อทำการแก้ไขตัววัตถุลูกที่อยู่ในชุดของวัตถุกราฟิกหลักก็จะถูกแก้ไขตามไปด้วย

การนำเสนอวัตถุกราฟิกนั้นสามารถจัดการถึงการนำเอาวัตถุที่เกิดขึ้นไปไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ในลักษณะของระบบสองมิติ หรือในลักษณะสามมิติได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับตำแหน่งของวัตถุที่จะไปปรากฏในตำแหน่งพิกัดเท่าไร หากมีการกระทำต่อวัตถุในลักษณะโลกของความจริงเสมือนรวมด้วยก็จะทำการปรับข้อมูลที่เกิดขึ้นแปลงกลับมาสู่ระบบคอมพิวเตอร์แล้วประมวลผลค่าที่ได้ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในลักษณะทันทีทันใด ตัวอย่างลักษณะของการจัดการวาดวัตถุกราฟิกดังรูปที่ 3.14 จะเป็นการสร้างรูปวัตถุวงกลมเปรียบเสมือนระบบการหมุนรอบตัวเองของดวงดาวซึ่งจะเป็นการกำหนดในลักษณะชุดของวัตถุ มีไดอะแกรมบอกถึงลำดับขั้นของการทำงานที่จะเรียกว่า ลำดับขั้นต้นไม้ มีสาขาที่แตกออกมาในต้นไม้เป็นลำดับของการเรียกการทำงานย่อยต่างๆที่เกี่ยวข้องในการใช้วาดออกมาในหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยที่จะกำหนดไว้ว่าวัตถุวงกลมใหญ่ตรงกลางเป็นดวงอาทิตย์ วัตถุวงกลมรอบๆเป็นดวงดาวและมีวัตถุวงกลมสีดำทึบเป็นดาวหมุนรอบตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงการสร้างรูปวัตถุวงกลมโดยใช้หลักการสร้างวัตถุแบบลำดับขั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การพัฒนาโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์เป้าหยิงฉุบ

4.1 การศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบ

ในการศึกษาวิเคราะห์และออกแบบระบบเกมคอมพิวเตอร์ที่อาศัยเทคโนโลยีวีอาร์นี้ ได้ทำการศึกษาถึงรูปแบบของระบบการทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในระบบวีอาร์นี้ โดยที่เครื่องมือที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

1. ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ของบริษัทซิลิกอนกราฟิกจำกัดรุ่นโอทู
2. ตัวอุปกรณ์ถุงมือ(Data Glove) ที่มีเซ็นเซอร์อยู่ตามจุดต่าง ๆ ของมือ
3. เครื่องสร้างสัญญาณที่ใช้เพื่อจับตำแหน่ง รับสัญญาณและทิศทางของตัวถุงมือ

ในการพัฒนาระบบเกมส์คอมพิวเตอร์นี้จะอาศัยของระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกและหลักการทำงานการนำเอาอุปกรณ์เทคโนโลยีวีอาร์มาใช้ร่วมกัน ทั้งยังใช้ซอฟต์แวร์ไลบรารีที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ซอฟแวร์ไลบรารีเวอร์ชวลแฮนด์ (Virtual Hand Library)ที่จะคอยจัดการข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ถุงมือ
2. กราฟิกไลบรารีไอรีสจีแอล ที่จะนำมาใช้เป็นสิ่งช่วยสร้างภาพวัตถุกราฟิกต่าง ๆ

อีกทั้งเอกสารประกอบโครงสร้างตำแหน่งเซ็นเซอร์ของถุงมือ และการศึกษาเทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีบนระบบปฏิบัติการไอริกยูนิกซ์ มาทำการพัฒนาและอาศัยข้อมูลที่ได้จากชุดข้อมูลของเซ็นเซอร์มาทำการประมวลผลผ่านเครื่องมือของเวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารีโดยที่ตัวฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ จะเป็นตัวโปรแกรมของภาษาซีอยู่ในรูปแบบโมดูลและฟังก์ชันใช้ในการวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่จะรับมาจากตัวของถุงมือ และนำมาประมวลผลสร้างเป็นรูปแบบของมือที่เคลื่อนไหวสัมพันธ์กับท่าทางที่ปรากฏขณะนั้น

รูปแบบข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นข้อมูลตัวเลขที่ประกอบขึ้นมาเป็นชุดโครงสร้างของข้อมูลที่นำมาใช้งานได้แก่

1. รูปแบบของโครงสร้างมือเสมือน จะเป็นโครงสร้างข้อมูลหลักในการทำงานแต่ละส่วนที่มีอยู่ไปปรากฏในระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งแอปพลิเคชั่นโปรแกรมที่ติดต่อกับตัวถุงมือและตัวสร้างรับสัญญาณ จะมีการกำหนดการสร้างรูปพื้นฐานของการเข้าถึงจุดตำแหน่งของตัวถุงมือ ตำแหน่งต่างๆที่เกี่ยวข้องจะอยู่ในรูปแบบของพอยเตอร์และอะเรย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รูปแบบของโครงร่างพื้นผิวเสมือนที่จะปรากฏเป็นชุดข้อมูลที่ระบุตัวแหน่งและขอบเขตที่จะทำการวาดภาพพื้นผิวบนมือที่จะปรากฏมีการระบุการใช้งานของระบบกราฟิกชนิดใดชนิดหนึ่งที่จะช่วยในการสร้างออกมาเป็นวัตถุกราฟิกเช่น กราฟิกไลบรารีไอริสจีแอล (IRIS GL)
3. รูปแบบของไฟล์ที่ใช้ จะเป็นชุดข้อมูลที่จะทำการอ่านขึ้นมาเพื่อใช้ในการกำหนดถึง การเข้าถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะเป็นลักษณะสคริปต์ไฟล์
4. ไฟล์ข้อมูลต้นแบบของระบบ จะเป็นไฟล์ข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการอ่านที่ได้จากตัวถุงมือและค่าเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาทำการเปรียบเทียบให้ตรงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จาการทำงานในขณะที่โปรแกรมทำงานอยู่
5. รูปแบบของฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมและไลบรารี่ที่ทำงานเกี่ยวข้องกัน ซึ่งรูปแบบโครงสร้างจะเป็นลักษณะของภาษาซี

จากการศึกษาพบว่าการทำงานของระบบที่ใช้เทคโนโลยีวีอาร์นี้เป็นการพัฒนาบนระบบไอริกยูนิกซ์ที่สามารถช่วยในการประมวลข้อมูลแบบทันทีทันใดของข้อมูลที่ได้รับเข้ามา ซึ่งการจัดการข้อมูลที่ได้จากรูปแบบและการออกแบบโปรแกรมจะเป็นลักษณะการอ่านข้อมูลจากต้นแบบและข้อมูลที่ได้จากตัวของโปรแกรม ข้อกำหนดของแต่ส่วนที่อยู่ในตัวข้อมูลต้นแบบจะมีข้อมูลส่วนหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลส่วนการติดต่อข้อมูลระหว่างตัวถุงมือ อันประกอบด้วยการตรวจสอบว่าอุปกรณ์ถุงมือได้ถูกติดตั้งหรือไม่ การกำหนดช่องทางการสื่อสารว่าอยู่ในพอร์ตอนุกรมที่เท่าไร การกำหนดความเร็วในการติดต่อ ระหว่างถุงมือกับตัวรับสัญญาณ การระบุว่าจะให้รูปร่างของมือปรากฏหรือไม่ในหน้าจอคอมพิวเตอร์ การระบุถึงตัวโมเดลรูปร่างของมือว่าจะใช้แบบใด
- ข้อมูลส่วนการติดต่อข้อมูลระหว่างตัวติดตามและตัวรับสัญญาณของถุงมือ อันประกอบด้วยการระบุถึงรุ่นของตัวติดตามสัญญาณว่าเป็นรุ่นใดที่ใช้เพราะแต่ละรุ่นที่ใช้จะมีการใช้งานที่แตกต่างกัน การกำหนดช่องทางการสื่อสารว่าอยู่ในพอร์ตอนุกรมที่เท่าไร การกำหนดถึงขอบเขตของช่วงระยะตำแหน่งที่สามารถจะรับและติดตามถุงมือได้ การกำหนดค่าอ๊อฟเซ็ตที่กำหนดระยะห่างที่จะทำการเชื่อมต่อจากระยะห่างของโลกความจริงเสมือนกับโลกความจริงตามตำแหน่งพิกัดที่ปรากฏ การกำหนดอัตราความเร็วของอุปกรณ์ติดตามความเร็ว
- ข้อมูลของส่วนรูปแบบโมเดลมือ จะเป็นการระบุชื่อที่เก็บค่าพื้นผิวโมเดลมือเพื่อจะนำมาใช้กับโมเดลมือที่จะปรากฏ การระบุว่าจะให้มีส่วนของแขนปรากฏหรือไม่ การระบุชนิดของการทำให้มือสมจริง การกำหนดว่ารูปมือที่ปรากฏเป็นลักษณะโครงร่างหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อมูลส่วนอื่น ๆ จะเกี่ยวข้องกับการระบุว่าจะให้กำหนดการจัดรูปร่างของมือที่ปรากฏหรือไม่ และการกำหนดการระยะห่างของส่วนข้อต่อและตำแหน่งต่าง ๆ ของเซ็นเซอร์มือ

ขั้นตอนหลักของการทำงานโปรแกรมที่ติดต่อกับถุงมือนั้นในระบบโปรแกรมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกันจะทำการเรนเดอร์วัตถุในโลกความจริงเสมือนโดยทำการเรียกใช้งานกราฟิกไลบรารีและเวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารีและทำตามขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1) ทำการวิเคราะห์และติดต่อส่วนของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์
2) การแสดงผลลัพธ์ของการติดต่อที่ได้รับการตอบกลับมา
3) ทำการอ่านข้อมูลของถุงมือและตัวสร้างและติดตามสัญญาณ
4) ทำการเรนเดอร์รูปร่างมือและวาดวัตถุที่จะปรากฏขึ้นมา

เมื่อโปรแกรมเริ่มต้นทำงานจะทำการอ่านข้อมูลมาตรฐานจากไฟล์ที่เก็บข้อมูลต้นแบบซึ่งจะกำหนดรูปทรงของมือและระบุตำแหน่งและค่าที่ได้ของเซ็นเซอร์และอ๊อฟเซ็ต โพลีกอนรูปมือที่ปรากฏจะอ่านจากไฟล์ข้อมูลต้นแบบที่เก็บออกมามาทำการเรนเดอร์และทำการปรับเข้ากับตำแหน่งของมือที่สวมใส่ตามระยะที่กำหนดไว้ หลังจากทำการวิเคราะห์ถุงมือและตัวติดตามสัญญาณโปรแกรมจะทำการสร้างรูปมือเสมือนขึ้นมาในหน้าจอ

จากการศึกษาระบบการทำงานของโปรแกรมและอุปกรณ์ถุงมือจะทำการทดสอบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายโดยการศึกษาจากคู่มือแสดงการอธิบายลักษณะการทำงานตามขั้นตอนง่ายๆ และการเขียนโปรแกรมโดยอาศัยกราฟิกไลบรารีของไอริสจีแอล ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการทำงานจะประกอบด้วยการอ่านค่าข้อมูลจากต้นแบบแล้วนำมาทำการประมวลผลนำมาสร้างเป็นโครงร่างของมือและสภาพแวดล้อมเสมือน ตัวอย่างของโปรแกรมอย่างง่ายดังรูปที่ 4.1

```
#includes "world_GL.h"
void
main(int argc, char *argv[])
{
vt_init(argc,argv);          |  These three routines initialize the hardware
vt_graphics_init_GL();       |  and software.
vt_create_VirtualHands();    |
vt_request_new_hand_data();  |  These two routines read the glove and
vt_update_hand_state();      |  tracker.
while(!vt_done_GL())         |  While <ESC> key has not been pressed.
{
vt_request_new_hand_data();  |  Tell glove and tracker to send current data
vt_redraw_world_GL();        |  draw hands and other objects in world.
vt_update_hand_state();      |  Receive and process glove and tracker data.
}
vt_destroy_VirtualHands();   |  Return system resources (not really needed
}                            |  since at end of program).
```

รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างโปรแกรมอย่างง่ายเริ่มแรกของการใช้เวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

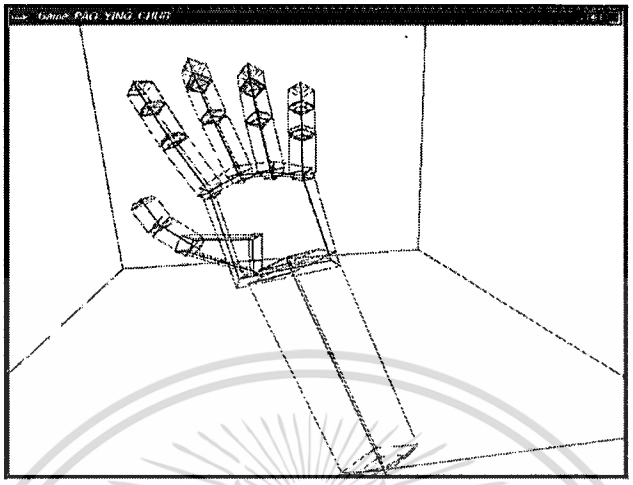
จากรูปที่ 4.1 จะเป็นลักษณะของโปรแกรมเริ่มต้นเพื่อใช้ศึกษาดูว่าแต่และขั้นตอนและผลลัพธ์ที่จะปรากฏออกมาเป็นลักษณะใด จากโปรแกรมจะอาศัยฟังก์ชั่นของเวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารีแบ่งการทำงานเป็น4 ส่วน คือ

1) vt_init(), vt_graphics_init_GL() และ vt_create_VirtualHands() จะเป็นการเรียกใช้งานและวิเคราะห์อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบคือตังถุงมือ ตัวรับและติดตามสัญญาณที่ได้มาจากส่วนของ world_GL.h ซึ่งเป็นส่วนที่ทำการเชื่อมรูทีนย่อยของโปรแกรมส่วนอื่นๆ
2) vt_request_new_hand_data(), vt_update_hand_state() เป็นส่วนที่จะทำการติดต่อตัวถุงมือเพื่อคอยอัพเดทสถานะของมือที่เป็นอยู่ขณะนั้น
3) ในช่วงของลูปโปรแกรมจะเป็นตรวจสอบดูว่าการทำงานที่เกิดขึ้นนั้นได้รับข้อมูลจากส่วนอื่นหรือไม่เช่นการกดปุ่ม ESC เพื่อใช้ยกเลิกการทำงานจะตรวจสอบดูว่ามีตรงตามเงื่อนไขหรือไม่ ในที่นี้การตรวจสอบจะมีส่วนคำสั่งย่อยอยู่ในส่วนของ world_GL.h และเพื่ออัพเดทสถานะต่างๆ เช่นการวาดรูปวัตถุกราฟิกต่าง ๆ และรูปร่างของโพลีกอนของมือ
4) vt_destroy_VirtualHands()เป็นส่วนของการคืนทรัพยากรให้กับระบบหลังจากสิ้นสุดการทำงานทั้งหมดตามที่ต้องการแล้ว

จากรายละเอียดดังที่กล่าวหากต้องการให้ทำงานต้องทำการคอมไฟล์จากเชลล์ของระบบไอริกยูนิกซ์โดยทำการเชื่อมกับไลบรารีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะสัมพันธ์กับกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอลด้วย เมื่อต้องการให้ทำงานจะต้องทำการเรียกใช้ผ่านชุดคำสั่ง xrdb –merge ตามด้วยชื่อของไฟล์โปรแกรมที่ถูกคอมไพล์ทำการเชื่อมส่วนต่าง ๆ ไว้แล้ว การใช้ระบบคำสั่งดังกล่าวจะเป็นการวิเคราะห์เรียกใช้ข้อมูลต้นแบบที่มีส่วนของข้อมูลโครงร่างมือมาร่วมด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นการแสดงสภาพแวดล้อมเสมือนในลักษณะโครงร่างแบบ wireframe อย่างง่ายดังรูปที่ 4.2

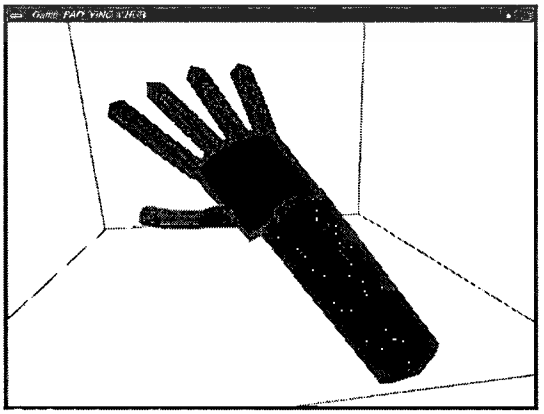
หลังจากทราบถึงการทำงานอย่างง่าย ๆ ว่าขั้นตอนของการเรียกใช้งานของโปรแกรมที่ทำการเขียนขึ้นมาเป็นลักษณะอย่างไร ขั้นตอนและองค์ประกอบการเรียกใช้งานที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่ได้ทำการเรียกใช้กราฟิกไลบรารีและเวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารี จากการศึกษารายละเอียดเอกสารโครงสร้างทางกายภาพของมือและเอกสารการเปรียบเทียบตำแหน่งทางเซ็นเซอร์ของถุงมือกับรูปร่างของมือ พบว่ารูปร่างของมือที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของการขยับรูปร่างของแต่ละนิ้วทั้งห้านิ้วบนมือของผู้ที่สวมใส่ถุงมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์ของการทำงานในลักษณะโครงร่างแบบwireframe

เมื่อทำการประมวลผลระบบจะแสดงผลลัพธ์ของการทำงานลักษณะเริ่มแรกของกราฟิกไลบรารีทำงานร่วมกับระบบการทำงานของเวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารี รูปร่างของมือที่ปรากฏจะเป็นลักษณะโครงร่างจะเกิดจากการอ่านค่าจากไฟล์ข้อมูลต้นแบบที่จะเก็บค่าตัวเลขตามตำแหน่งต่าง ๆ เช่นข้อต่อ ช่วงความยาวแต่ละนิ้วในลักษณะสัดส่วนที่สัมพันธ์กัน หากทำการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหรือขยับมือทำให้ขนาดภาพที่ปรากฏในหน้าจอเปลี่ยนไป ระบบจะทำการจัดการภาพให้มีอัตราส่วนสมดุลกันและเพื่อให้รูปร่างของมือมีลักษณะสมบูณณ์แบบขึ้นจะใช้การทำงานของกราฟิกไลบรารีทำงานสร้างพื้นผิวของมือและแขนที่ปรากฏโดยใช้การจัดการทางแสงและทิศทางแสงและกำหนดลักษณะของพื้นผิวของมือที่ให้แสงมากระทบแล้วทำการสร้างออกมาดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะของมือหลังจากผ่านกระบวนการทำงานของกราฟิกไลบรารี

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาการระบุตำแหน่งของมือในตำแหน่งพิกัดโลก

ในการสร้างภาพของมือที่ปรากฏได้อาศัยกราฟิกไลบรารีและการรับค่าจากเซ็นเซอร์ของถุงมือและอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งของถุงมือ การระบุตำแหน่งที่ปรากฏของมือเสมือนที่ปรากฏในโลกความจริงเสมือนนั้นที่จะนำไปสู่การกระทำต่อวัตถุต่างๆ นั้นจะต้องรู้ถึงตำแหน่งขอบเขตที่แน่นอนของวัตถุที่ถูกสร้างขึ้นมาและรู้ตำแหน่งของจุดที่จะไปกระทำ โดยทั่วไปการเรนเดอร์รูปมือเสมือนและวัตถุในโลกเสมือนจะกำหนดส่วนการทำงานในโปรแกรมที่มีส่วนการทำงานหลัก ๆ สามส่วน คือ

1) ทำการเคลียร์บัฟเฟอร์หน้าจอส่วนหลัง(back screen buffer)
2) ทำการวาดวัตถุในโลกเสมือนนั้นรวมถึงมือด้วย
3) ทำการสลับบัฟเฟอร์เพื่อวาดวัตถุที่ได้ทำการวาดออกมาให้เห็นที่หน้าจอ

ซึ่งจะมีขั้นตอนอย่างคราว ๆ ดังรูปที่4.4

```
#include <gl.h>
void
redraw_world(void)
{
VirtualHand hand;
czclear(BLACK, getgdesc(GD_ZMAX));
hand = vt_hand_list_get();
while(hand) {
if (hand->visibleSurface)
vt_draw_hand_model_GL(hand);
hand = hand->next;
}
/* Draw virtual objects in the virtual world. */
swapbuffers();
}
```

รูปที่ 4.4 แสดงลำดับการทำงานคราว ๆ ของการแสดงวัตถุในโลกเสมือน

จากรูปที่ 4.4 จะเป็นหลักการทำงานคราว ๆ ส่วนหนึ่งของการทำงานส่วนของการวาดวัตถุ ฟังก์ชัน vt_draw_hand_model_GL() จะเป็นการนำเสนอมือที่อยู่ในโลกเสมือนที่สัมพันธ์กับระบบตำแหน่งพิกัดโลกโดยการใช้เมตริกซ์ที่ทำงานอยู่ในกราฟิกไลบรารีและระบบของไอริสจีแอลที่เป็น transformation matrix stack ฟังก์ชันนี้จะทำการคำนวณ transformation matrix สำหรับคำนวณแต่ละวัตถุของมือเสมือนและทำการใช้ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเมื่อวัตถุกราฟิกถูกเรนเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการโดยตรงของวัตถุในโลกเสมือนนี้จะอาศัยการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อ้างอิงกับส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งกระทำต่อการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุมือ จะเปลี่ยนจากการใช้ vt_draw_hand_model_GL() มาสู่การใช้ฟังก์ชันvt_get_kinematics() ซึ่งจะคำนวณหาค่าและส่งค่าคืนกลับของเมตริกซ์ที่เปลี่ยนแปลงไปสำหรับแต่ละวัตถุที่แน่อนที่มีอยู่ของมือเสมือนที่กระทำต่อวัตถุและทำการใช้ฟังก์ชัน vt_draw_kinematics_GL() ซึ่งจะใช้เมตริกซ์ที่ได้เปลี่ยนแปลงไปที่ได้จาก vt_get_kinematics() มาทำการวาดวัตถุ ซึ่งเมตริกซ์ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงจะได้ค่าที่แน่นอนของตำแหน่งของมือและตำแหน่งของพื้นผิวของมือเสมือนก็จะถูกคำนวณมาด้วยโดยจะสัมพันธ์กับตำแหน่งระบบตำแหน่งพิกัดของวัตถุที่อยู่ในโครงสร้างของมือที่จะปรากฏออกมาให้เห็นซึ่งได้กำหนดไว้ในไฟล์ไลบรารี vt_read_hand_model-types.h ที่จะระบุลักษณะโครงสร้างของมือไว้แล้ว ซึ่งลักษณะของมือเสมือนจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.3 และขั้นตอนที่จะถูกเขียนลงในส่วนของการวาดวัตถุในโลกเสมือนก็จะเปลี่ยนแปลงไปมาใช้ตามกระบวนการใหม่ดังรูปที่4.5 ซึ่งแสดงรูทีนขั้นตอนการทำงานคราวๆของการกำหนดหาตำแหน่งของพื้นผิวจุดสัมผัสของมือ

```
#include <gl.h>
void
redraw_world(void)
{
VirtualHand hand;
Matrix kin_xforms[6][3];
czclear(BLACK, getgdesc(GD_ZMAX));
hand = vt_hand_list_get();
        vt_get_kinematics(hand,NULL,kin_xforms);
if (hand->visibleSurface)
        vt_draw_kinematics_GL(hand,kin_xforms);
        /* (1) Use kin_xforms matrices to calculate the
        /* world coordinates of hand surface points. */
        /* (2) Interact if desired. */
        /* (3) Draw virtual objects in the virtual world. */
swapbuffers(); }
```

รูปที่ 4.5 แสดงขั้นตอนการทำงานคราว ๆ ของการกำหนดหาตำแหน่งของพื้นผิวจุดสัมผัสของมือ

จากรูปที่ 4.5 จะเป็นขั้นตอนการทำงานคราว ๆ ที่นำการใช้เมตริกซ์มาเป็นสิ่งที่ช่วยเก็บการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งและใช้ฟังก์ชันที่จะอ่านค่าของตำแหน่งของมือที่กำหนดพื้นผิวไว้แล้วมาคำนวณหาตำแหน่งพิกัดโลกก่อนที่จะทำขั้นตอนอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตริกซ์ที่ได้สร้างขึ้นมาจากฟังก์ชัน vt_get_kinematics ที่ได้อ่านค่าของมือมานั้นสามารถนำเอามาใช้ในการหาตำแหน่งโดยการนำเอาฟังก์ชัน vt_transform3 มาใช้ร่วมในการสร้างและกำหนดตำแหน่งของวัตถุในระบบตำแหน่งพิกัดโลกเทียบกับตำแหน่งในโลกเสมือน ซึ่งลักษณะของโครงสร้างรูปแบบมือนั้นจะกำหนดชื่อและตำแหน่งไว้เช่นตำแหน่งนิ้วและข้อต่อ โดยการเรียกฟังก์ชันดังนี้

```
vt_transform3 ( localpt , kin_ xform [ THUMB][ DIP],worldpt ) ;
```

หลังจากทำการเรียกใช้ฟังก์ชัน vt_get_kinematics และ ทำการกำหนดตำแหน่งพิกัดโดยการเรียก

```
pos3d localpt = {0.0,1.0,0.0},worldpt ;
```

เพื่อใช้ในการคำนวณและเก็บค่าตำแหน่งไว้ นำมาเป็นข้อมูลที่ใช้หาระยะห่างของวัตถุกราฟิกกับมือ

ในระบบเวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารีจะประกอบด้วยโครงสร้างโมเดลพื้นผิวของมือ ที่ระบุเป็นชื่อใช้ในการชี้เรียกตำแหน่งพื้นผิวส่วนต่าง ๆ โดยแต่ละตำแหน่งของพื้นผิวจะเป็นโครงสร้างที่ใช้หาตำแหน่งของพื้นผิววัตถุมือที่ชี้ในตำแหน่งของพิกัดโลกซึ่งจะทำการเลือกมาจุด ๆ หนึ่งเพื่อใช้ในการเปลี่ยนแปลงเช่น ณ.ตำแหน่งที่23 ของพื้นผิวรูปร่างของมือเป็นตำแหน่งที่จะนิยมใช้ในการชี้วัตถุซึ่งก็คือตำแหน่งของปลายนิ้วชี้ก็จะถูกประกาศเพิ่มเติมเข้าไว้ในส่วนฟังก์ชันการวาดวัตถุ redraw_world ดังนี้

```
float *localpt =
        hand->surface->digit[ THUMB][ DIP].vertices[ 23].pos;
            pos3d worldpt;
```

และทำการเรียกฟังก์ชัน vt_transform3 หลังจาก vt_get_kinematics เช่นกัน ซึ่งตำแหน่งที่23นี้จะเป็นตำแหน่งที่นิยมใช้และถูกเลือกใช้ในโปรแกรมเพื่อทำการกำหนดตำแหน่งการชี้สัมผัสกับวัตถุกราฟิกต่าง ๆ ในโลกเสมือน

หลังจากทราบถึงหลักการกำหนดระบุตำแหน่งและวิธีการหาตำแหน่งที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมก็จะนำไปเอาหลักการดังที่กล่าวมา ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ติดต่อกับวัตถุกราฟิกต่าง ๆ ที่จะมีในสภาพแวดล้อมเสมือนว่าเมื่อมีการสัมผัสกันระหว่างวัตถุกราฟิกกับตำแหน่งของพื้นผิวของวัตถุมือเสมือนที่ปรากฏอยู่ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ว่าจะมีการทำงานแบบใดและให้กระทำตามขั้นตอนต่าง ๆ อย่างไร ซึ่งจะทำให้เกิดระบบการทำงานตามต้องการเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 หลักการรับค่าข้อมูลจากอุปกรณ์ถุงมือ

ในการพัฒนาระบบโปรแกรมเกมเป้าหยิงฉุบจะเป็นการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีทำการดึงเอาไลบรารีที่เกี่ยวข้องมาใช้คือกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอลและเวอร์ชวลแฮน์ไลบรารีโดยที่จะมีการส่งผ่านเป็นโมดูลเรียกใช้งานระหว่างกัน ซึ่งการพัฒนานี้จะนำเอาข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่ต้องการมารวบรวมสร้างเป็นชุดข้อมูลต้นแบบ โดยที่รูปแบบของเกมคอมพิวเตอร์นี้จะเป็นการออกท่าทางของมือลักษณะของท่ากรรไกร ค้อน และกระดาษ จากลักษณะของรูปร่างของมือมนุษย์นำมาเทียบกับตำแหน่งของมือเสมือนที่จะปรากฏ ในคอมพิวเตอร์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากลักษณะมือในท่าทางต่าง ๆ เกิดจากค่าของตำแหน่งในแต่ละเซ็นเซอร์ได้มีการเปลี่ยนแปลงค่าไป ซึ่งในการพัฒนาโปรแกรมเกมเป้าหยิงฉุบนี้จะอาศัยค่าของมุมที่เปลี่ยนแปลงไปมาใช้ โดยทำการศึกษาโครงสร้างของตำแหน่งจุดของมือและนำเอาลักษณะของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะมุมของเซ็นเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงไปนำมาใช้เพื่อจะแยกแยะลักษณะของมือในท่าทางของมือที่กระทำออกมาในรูปลักษณะของค้อน กรรไกร กระดาษ โดยที่รูปแบบลักษณะโครงสร้างของรูปมือเสมือนที่เลือกนำมาใช้คือ

float (*joint_angle)[MAX_GROUP_SENSORS] [MAX_GROUP_VALUES]

ซึ่งจะเป็นค่าที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงมุมของเซ็นเซอร์มีค่าเป็นทศนิยมโดยที่ค่าของ MAX_GROUP_SENSORSและ MAX_GROUP_VALUES จะเป็นการเก็บค่าที่เก็บอะเรย์แบบทศนิยมขนาด 6 คูณ4 ซึ่งค่ามุมของมุมข้อต่อของมือที่ได้เป็นลักษณะเรเดียน (radians) โดยที่ค่าอะเรย์ตัวแรกจะแทนตำแหน่งของนิ้วเริ่มที่ นิ้วโป้งจะเป็นค่าเริ่มต้นที่ 0 และสิ้นสุดที่นิ้วก้อย ด้วยค่าเท่ากับ 4 ส่วนค่าตำแหน่งที่เท่ากับ 5 จะแทนด้วยลักษณะทิศทางการหมุน ซึ่งในการพัฒนาโปรแกรมเกมเป้าหยิงฉุบไม่นำมาใช้เนื่องจากลักษณะของมือที่จะปรากฏออกมาในรูปแบบของเกมนั้นจะไม่ได้นำการลักษณะหมุนมือมาเกี่ยวข้อง และค่าอะเรย์ตัวที่สองจะแทนข้อต่อของนิ้ว ซึ่งตำแหน่งของข้อต่อนั้น(อ้างอิงจากรูปที่ 3.1) ตำแหน่งข้อต่อ MPJ จะเท่ากับ 0 (ตำแหน่งของข้อต่อที่ใกล้ฝ่ามือมากสุด), ตำแหน่งข้อต่อ PIJ จะเท่ากับ 1 และ ตำแหน่งข้อต่อ DIJ จะเท่ากับ 2 (ตำแหน่งของข้อต่อที่ใกล้เกือบถึงปลายนิ้ว) ขณะที่ตำแหน่งข้อต่อ PIJ และตำแหน่งข้อต่อ DIJจะมีทิศทางเดียวคือการงอขึ้นลง แต่ทิศทางตำแหน่งข้อต่อ MPJ จะมิศทางของระบบห่างระหว่างนิ้วเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นค่าของตำแหน่งระยะห่างระหว่างนิ้วก็จะมีค่าเท่ากับ 3 แทนเข้าไปในอะเรย์ชุดที่ 2 ลำดับที่ 4 ดังนั้นการใช้งานในระบบโปรแกรมเช่น joint_angle [INDEX] [DIJ] หรือ joint_angle [1] [2]จะหมายถึงตำแหน่งของข้อต่อนิ้วชี้ที่ใกล้เกือบถึงปลายนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทราบถึงค่าตำแหน่งข้อต่อของนิ้วและหลักการที่จะนำเอามาใช้ในการพัฒนา จากขั้นตอนของการศึกษาการทำงานของระบบที่ทราบว่าหลักการสร้างวัตถุกราฟิกรูปมือให้ปรากฏ ในการพัฒนาโปรแกรมจะอาศัยรูทีนย่อยที่ได้เรียกใช้เพื่ออ่านค่าที่เปลี่ยนแปลงของข้อต่อเพื่อที่จะใช้นำมาเป็นข้อมูลหาค่ากลางมาตรฐานของรูปแบบมือในท่าทางของกรรไกร ค้อน กระดาษ โดยที่รูทีนดังกล่าวจะอยู่ในช่วงของการอัพเดทสถานะและขั้นตอนของรูปร่างมือที่มีการทำงานในขณะนั้น ดังรูปที่4.6 ต่อไปนี้

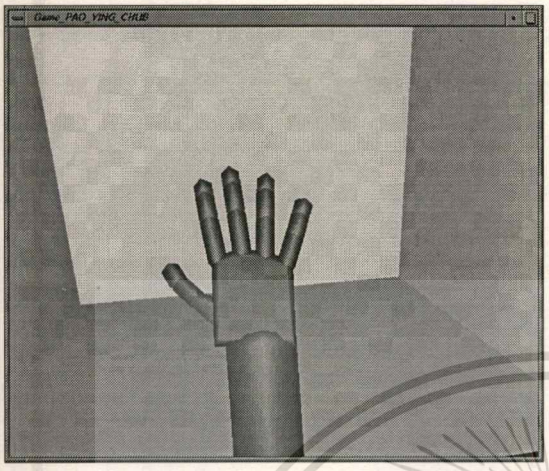
```
hand = vt_hand_get(); /*receive status
hand */
for (fing = 0; fing < 5; fing++)
for(joint = 0; joint < 4; joint++)
printf(\nfinger %d joint %d = %f,fing,joint,
hand->joint_angle[ fing][ joint]);
```

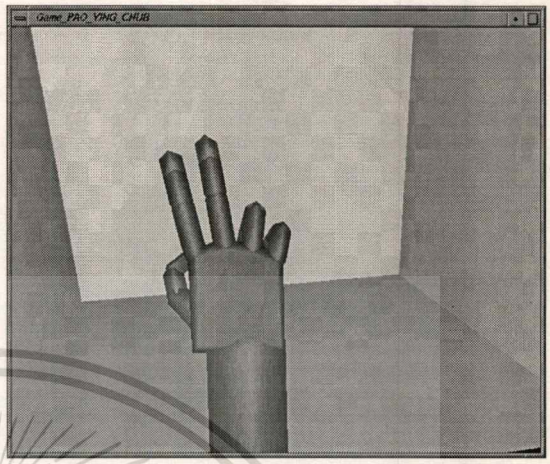
รูปที่ 4.6 แสดงรูทีนย่อยในการอ่านค่าของข้อต่อมือที่ได้จากเซ็นเซอร์ของถุงมือ

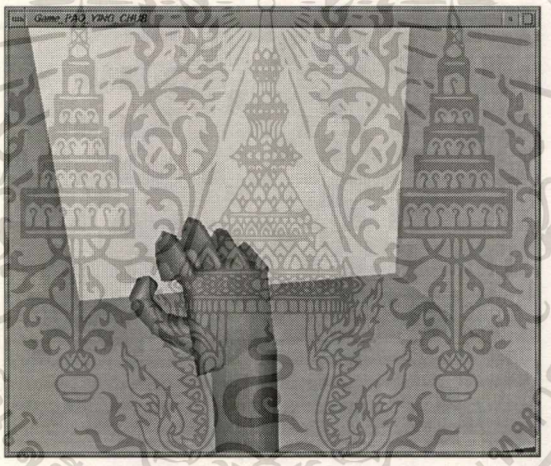
จากรูปที่ 4.6 จะแสดงให้เห็นถึงหลักการอ่านค่าของข้อต่อที่ได้มาจากการเลือกชุดของโครงสร้างของมือ ซึ่งขณะที่โปรแกรมทำงานค่าตำแหน่งของข้อมือจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจึงมีการทำการบันทึกข้อมูลไว้เป็นชุดของท่าทางมือในลักษณะของค้อน กระดาษ และกรรไกร แล้วนำมาหาเป็นค่าเฉลี่ยกลางมาตรฐานสำหรับท่าทางนั้น ซึ่งตัวอย่างค่าที่ได้ขณะทำท่าทางและรูปร่างของมือในลักษณะท่าทางค้อนอยู่รูปกลางหน้ากระดาษ กรรไกรอยู่รูปขวาบน กระดาษอยู่รูปซ้ายบนนั้นแสดงดังรูปที่4.7 และจากการหาค่ามาตรฐานกลางของท่าทางของมือนั้นจะได้ค่ากลางที่จะใช้เป็นเกณฑ์เพื่อใช้ในการแยกแยะท่าทางที่ปรากฏในรูปแบบของเกมต่อไป ดังแสดงในรูปที่4.8

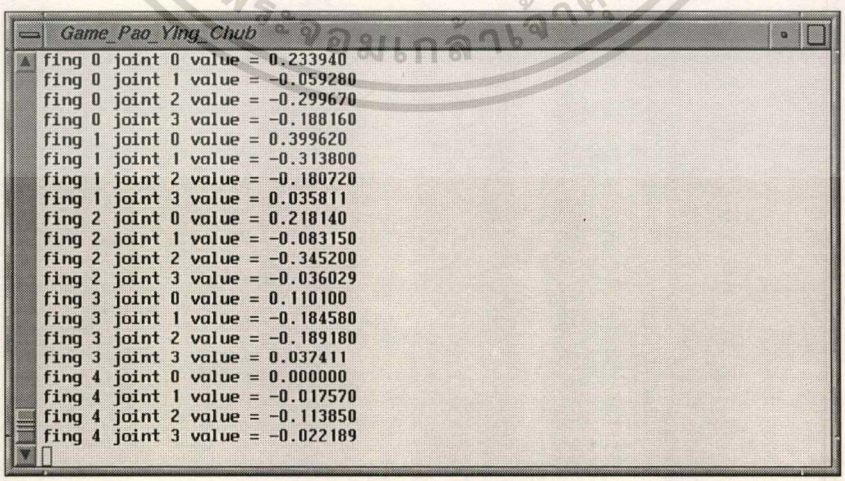
จากค่ามาตรฐานที่ได้มานั้นจะนำเอามาใช้ในกระบวนการหาลักษณะของมือที่ปรากฏว่าเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่ในกฎของเกมเป่าหยิงฉุบซึ่งเงื่อนไขมีอยู่ว่ารูปแบบของมือในลักษณะกรรไกรสามารถชนะมือในลักษณะกระดาษแต่แพ้มือในลักษณะค้อน มือในลักษณะกระดาษชนะมือในลักษณะค้อนแต่แพ้มือในลักษณะกรรไกร และมือในลักษณะค้อนชนะมือในลักษณะกรรไกรแต่แพ้มือในลักษณะกระดาษ ซึ่งกระบวนการในการจำแนกแยกชุดข้อมูลที่ได้จากท่าทางของค้อน กระดาษ หรือกรรไกรของมือผู้เล่นออกมาว่าเป็นท่าทางของมือในระบบเกมเป่า หยิงฉุบท่าทางใดก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบท่าทางของฝ่ายคอมพิวเตอร์ที่จะสร้างขึ้นมาเพื่อโต้ตอบกับผู้เล่นเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









รูปที่4.7 แสดงภาพตัวอย่างของท่าทางของมือในลักษณะท่าทางกระดาษ กรรไกร ค้อน และค่าที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ตามตำแหน่งข้อต่อของนิ้วมือขณะทำงาน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
static float handflat[5][4]={
        {-0.568140,-0.009880,-0.057080,-0.321440},
        {-0.153700,-0.219660,-0.218370,0.084412},
        {0.067120,-0.133040,-0.224380,-0.027838},
        {0.256900,-0.201360,-0.283770,-0.027838},
        {0.169070,-0.070280,-0.113850,-0.051678}};
 static float vhand[5][4]={
        {-1.336800,-0.622440,-0.713500,-0.156800},
        {0.199810,0.235350,-0.376500,-0.239972},
        {0.083900, 0.232820,-0.422870,-0.037922},
        {-0.642250,-1.946480,-0.126120,0.317038},
        {-0.368880,-1.036630,-0.207000,0.078638}};
 static float kumhand[5][4]={
        {-1.058300,-0.889200,-1.198680,-0.270480},
        {-0.645540,-1.459170,-0.549690,0.166437},
        {-0.520180,-1.596480,-0.578210,-0.026633},
        {-0.293600,-1.862580,-0.693660,-0.112313},
        {-0.568690,-2.248960,-0.393300,-0.243433}};
```

รูปที่ 4.8 แสดงค่ามาตรฐานกลางที่ได้จากการรวบรวมจากเซ็นเซอร์ข้อต่อของถุงมือ

จากรูปที่4.8 ค่าที่ได้มานั้นเกิดจากการรวบรวมค่ามือขณะทำท่าทางมือรูปค้อน กรรไกร และกระดาษแล้วนำมาเฉลี่ยเป็นค่ามาตรฐาน โดยที่ค่ามาตรฐานจะเก็บเป็นลักษณะอะเรย์ขนาด 5 คูณ 4 ในการจัดเก็บลักษณะนี้จะอ้างอิงจากโครงสร้างของถุงมือที่มีการจัดการผ่านทางระบบเวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารีดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งข้อมูลชุดแรกจะเป็นข้อมูลของท่าทางมือในลักษณะแบมือหรือกระดาษ ข้อมูลชุดที่สองจะเป็นข้อมูลของท่าทางมือในลักษณะการวางนิ้วเป็นตัววีหรือกรรไกรข้อมูล ชุดที่สามจะเป็นข้อมูลของท่าทางมือในลักษณะค้อนหรือกำมือ ซึ่งค่าข้อมูลทั้งสามชุดนี้จะถูกนำไปใช้ในขบวนการแยกแยะรูปแบบท่าทางของมือในขณะเล่นเกมว่าเป็นท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วิธีการแยกแยะรูปแบบของมือ

ในระบบโปรแกรมเกมเป่าหยิงฉุบนี้ ขณะที่ผู้เล่นเกมเล่นอยู่รูปแบบของมือที่จะปรากฏจะสัมพันธ์กับลักษณะท่าทางของมือที่ผู้เล่นได้สวมใส่ถุงมือดาต้าโกล์ฟ ค่าข้อมูลที่ได้รับมาจากเซ็นเซอร์จะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลาตามลักษณะของมือในขณะนั้น จากกฎของระบบเกมที่มีอยู่ว่ารูปแบบของมือในลักษณะกรรไกรสามารถชนะมือในลักษณะกระดาษแต่แพ้มือในลักษณะค้อน มือในลักษณะกระดาษชนะมือในลักษณะค้อนแต่แพ้มือในลักษณะกรรไกร และมือในลักษณะค้อนชนะมือในลักษณะกรรไกรแต่แพ้มือในลักษณะกระดาษ ซึ่งจะต้องมีกระบวนการในการแยกแยะลักษณะท่าทางของรูปแบบมือที่ปรากฏอยู่ให้อยู่ในเงื่อนไขของเกมว่ามือของผู้เล่นคือมือในลักษณะใดตามเงื่อนไขของเกม จากหลักการรับค่าข้อมูลของถุงมือดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.3 ซึ่งทำให้ทราบค่าของรูปแบบมือมาตรฐานที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการแยกแยะรูปแบบของมือ โดยที่หลักการแยกแยะรูปแบบของมือที่ปรากฏมีดังนี้

1) ทำการอ่านค่ารูปแบบมือมาตรฐานแล้วนำมาเก็บไว้ในข้อมูลชุดใหม่เป็นอะเรย์ที่มีขนาดเท่ากับข้อมูลของค่ารูปแบบมือมาตรฐานนั้น ๆ
2) ทำการอ่านค่าเซ็นเซอร์ของตำแหน่งข้อต่อของนิ้วมือขณะนั้นในรูปแบบเดียวกับวิธีการอ่านค่าข้อมูลจากถุงมือ
3) ทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากค่ารูปแบบมือมาตรฐานกับค่าเซ็นเซอร์ของตำแหน่งข้อต่อของนิ้วมือในขณะที่มีการออกท่าทางต่าง ๆ ว่าแต่ละจุดว่ามีค่าไม่เกินจากช่วงที่กำหนดหรือไม่ ทำการนับดูจำนวนแต่ละจุดที่ตรงกับเงื่อนไขนั้นมีจำนวนเท่าไรในแต่ละรูปแบบ
4) นำค่าที่ได้จากการนับมาทำการแบ่งโดยระบุเงื่อนไขว่าค่าที่ได้มาของแต่ละรูปแบบมือทำการเปรียบเทียบกันเพื่อหาแนวโน้มว่าใกล้เคียงกับต้นแบบใดที่จะสมควรให้เป็นท่าทางใดๆของเกม
5) ถ้าค่าที่ได้ใกล้เคียงมากที่สุดและอยู่ในขอบเขตที่จะมีแนวโน้มว่าเป็นท่าทางใดนั้น โดยที่ผลต่างของค่าที่ได้ของแต่ละท่าต้องมากกว่าค่าของมืออีกท่า เช่นค่าที่ได้ท่ากระดาษจะต้องมีค่ามากกว่าท่าของกรรไกรและอยู่ในค่าขอบเขตที่น่าจะเป็นกระดาษ แต่รูปร่างของฝ่ามือผู้เล่นจะมีขนาดที่ต่างกันทำให้ต้องหาค่าขอบเขตที่เหมาะสมมาใช้ในการเปรียบเทียบ

ในการแยกแยะค่าที่ได้มานั้นว่ารูปแบบของมือผู้เล่นขณะที่สวมถุงมืออยู่ควรจะเป็นท่าทางใดนั้นจะอาศัยการทดลองและทดสอบกับผู้เล่นที่มีขนาดของฝ่ามือที่แตกต่างกันเพื่อหาค่าที่เหมาะสมมาใช้เพราะในขณะที่ผู้เล่นเล่นเกมอยู่นั้นลักษณะของมือออกมาตามที่ผู้เล่นคิดว่าเป็นท่าทางลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค้อนหรือกระดาษหรือกรรไกรตามที่ผู้เล่นต้องการจะให้เป็น แต่เนื่องจากค่าที่ได้จากค่าตำแหน่งข้อต่อของมือมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้เกิดความน่าจะเป็นของลักษณะมือที่ปรากฏควรจะอยู่ในขอบเขตท่าทางใดที่สมควรจะเป็นในระบบ ทำให้ได้กระบวนการหาค่าเพื่อแยกแยะท่าทางของรูปร่างมือว่าเป็นท่าทางใดในระบบเกมเป่าหยิงฉุบดังแสดงในรูปที่4.9 จะเป็นรูทีนในการแบ่งแยกรูปร่างลักษณะของมือว่ามีค่าเท่าใดและมีขั้นตอนอย่างไรในการจำแนกรูปแบบของมือผู้เล่น

```
hand = vt_hand_get();
 for (i = 0; i < 5; i++)
 for(j = 0; j < 4; j++)
{          flattemphand[i][j]=handflat[i][j];   vtemphand[i][j]=vhand[i][j];
          kumtemphand[i][j]=kumhand[i][j];    }
for (fing = 0; fing < 5; fing++)
for(joint = 0; joint < 4; joint++)
{ {
          If (fabs((flattemphand[fing][joint])-(hand->joint_angle[fing][joint]))<0.2032)
                    fcount=fcount+1;
          if (fabs((vtemphand[fing][joint])-(hand->joint_angle[fing][joint]))<0.21023)
                    vcount=vcount+1;
          if (fabs((kumtemphand[fing][joint])-(hand->joint_angle[fing][joint]))<0.2832)
                    kcount=kcount+1;
} }
if (((fcount-vcount)>=3)) { win=1; }          /* case flat hand */
else if (((vcount-fcount)>=3)&&((vcount-kcount)>=3) ) { win=2; } /*case scissors hand/
else if (((kcount-vcount)>=3) && ((kcount-fcount)>=3))    { win=3; } /*case  hammer hand*/
else  { win=4; } /*case other*/
```

รูปที่ 4.9 แสดงรูทีนในการแบ่งแยกรูปร่างลักษณะของมือว่ามีขั้นตอนอย่างไรในการจำแนกรูปแบบของมือผู้เล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่4.9 หลังจากที่ได้ค่ามาตรฐานของรูปร่างของมือที่จะนำมาใช้ในการแบ่งแยกรูปร่างของมือ ค่าที่ได้จะนำมาใช้ในขั้นตอนนี้กล่าวคือจากหลักการแยกแยะรูปแบบของมือที่นำมาใช้ในระบบของเวอร์ชวลไลบรารีจะทำการอ่านค่ารูปแบบของมือมาตรฐานมาเก็บไว้ที่ตัวแปรสามชุดทั้งสามรูปแบบของมือเพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบโดยที่จะมีการติดตามสถานะของมือกำหนดด้วย hand = vt_hand_get();ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากตำแหน่งข้อต่อของมือจะมีค่าอยู่ในช่วงบวกและลบจึงกำหนดให้ได้ค่าที่เป็นบวกจึงใช้ฟังก์ชัน fabs ที่จะทำการเปลี่ยนค่าที่ได้เป็นค่าบวกซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นการหาขอบเขตของลักษณะมือที่รับเข้ามาสู่ระบบด้วยการนำค่าของรูปแบบมือมาตรฐานลบด้วยค่าของมือที่รับเข้ามาแล้วดูว่าอยู่ในขอบเขตที่กำหนดหรือไม่โดยทำทั้งสามรูปแบบของมือที่กำหนดไว้คือท่าทางกระดาษ กรรไกร และค้อน ในที่นี้คือ 0.2032, 0.21023, 0.2832 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลองและทดสอบ จากนั้นทำการนับดูว่าจำนวนที่ได้แต่ละตำแหน่งของข้อต่อมือมีเท่าใดกำหนดด้วย fcount vcount kcount นำไปทำการเทียบดูจากระยะความกว้างของค่าที่ได้ ซึ่งรูทีนดังกล่าวได้นำมาใช้ในการแยกแยะรูปแบบของมือในระบบเกมเป่าหยิงฉุบ โดยทำการทดสอบจากผู้เล่นที่มีรูปร่างของฝ่ามือที่แตกต่างกัน ทำการทดสอบหาค่าที่เหมาะสมซึ่งก็จะได้ค่าตามรูทีนข้างต้นทั้งนี้ระบบเกมเป่าหยิงฉุบมีเงื่อนไขของเกมอยู่ว่าจะมีรูปแบบของมือที่ใช้อยู่สามแบบ แต่ทั้งนี้อาจมีผู้เล่นบางคนอาจจะออกท่าทางของมือที่ผิดไปจากเงื่อนไขของเกมจึงมีกรณีที่สี่เกิดขึ้นด้วย

4.5 การสร้างวัตถุกราฟิกและการออกแบบอินเตอร์เฟส

ในระบบเกมเป่าหยิงฉุบนี้จะประกอบด้วยฝ่ายผู้เล่นและฝ่ายคอมพิวเตอร์ที่จะมีการแข่งขันกันตามเงื่อนไขของเกม รูปแบบของหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่จะแสดงผลว่าขณะทำการแข่งขันมีสถานะของแต่ละฝ่ายเป็นอย่างไร และ มีรูปแบบการอินเตอร์เฟสระหว่างผู้เล่นกับระบบโดยอาศัยหลักการของการศึกษาการระบุตำแหน่งของมือในตำแหน่งพิกัดโลกดังที่กล่าวในหัวข้อ 4.2 โดยทำเป็นลักษณะปุ่มสัมผัสในโลกเสมือน ทั้งนี้ก่อนที่จะสร้างลักษณะการสัมผัสได้นั้นต้องมีการสร้างวัตถุกราฟิกขึ้นมารองรับโดยอาศัยกราฟิกไลบรารีมาทำการสร้างขึ้นมาเป็นรูปทรงกราฟิกโพลีกอนตามที่กล่าวมาคือจะทำการสร้างวัตถุกราฟิกแทนฝ่ายคอมพิวเตอร์ วัตถุกราฟิกแทนฝ่ายผู้เล่น วัตถุกราฟิกแสดงสถานะของมือทั้งฝั่งผู้เล่นและคอมพิวเตอร์ และวัตถุกราฟิกกราฟิกแทนปุ่มสัมผัสที่กำหนดว่าเป็นปุ่มทำการเริ่มเล่นเกมและปุ่มทำการเริ่มต้นเกมใหม่

การสร้างวัตถุกราฟิกแทนฝ่ายคอมพิวเตอร์ ฝ่ายของผู้เล่นและปุ่มต่าง ๆ นั้นในระบบกราฟิกไลบรารีจะต้องมีการกำหนดตำแหน่งพิกัดของวัตถุก่อน ตำแหน่งพิกัดที่จะทำการเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดโดยหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่จะใช้ในการปรากฏของวัตถุในระนาบแกน X Y และ Z เช่น (10,20,45) ซึ่งการกำหนดตำแหน่งพิกัดที่จะอ้างอิงตำแหน่งระบบพิกัดของโลกเสมือนและโลกของความจริง จะอาศัยหลักการของเมตริกซ์ที่ได้จากกราฟิกไลบรารีมาทำการเก็บสถานะของการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ และใช้เมตริกดังกล่าวเพื่อนำมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงสถานะของวัตถุต่าง ๆ ทั้งตัวระบบกราฟิกไลบรารีจะคอยจัดการให้ในการทำงานเพียงระบุกำหนดการใช้งาน การสร้างวัตถุกราฟิกฝ่ายคอมพิวเตอร์และฝ่ายของผู้เล่นจะสร้าง ณ. ตำแหน่งพิกัดที่แตกต่างกันโดยที่วัตถุกราฟิกทั้งหมดจะประกอบด้วยการสร้างรูปทรงต่าง ๆ นำมาประกอบรวมกันเป็นวัตถุกราฟิกต่าง ๆ ตามที่กำหนด ในระบบเกมเป่าหยิงฉุบนี้จะกำหนดไว้ว่าวัตถุกราฟิกแทนฝ่ายคอมพิวเตอร์จะอยู่ทางซ้ายของจอภาพ ตรงกลางของจอภาพจะแทนด้วยวัตถุกราฟิกแทนสถานะของมือของฝ่ายคอมพิวเตอร์และฝ่ายผู้เล่น และวัตถุกราฟิกแทนฝ่ายผู้เล่นจะอยู่ทางด้านขวาของจอภาพ ลักษณะมุมมองของสภาพแวดล้อมจะเป็นมุมมองลักษณะเปอร์สเปกตีปที่มีระยะของความลึกของวัตถุ การสร้างภาพวัตถุจะกำหนดถึงลักษณะวัตถุที่มีสภาพของพื้นผิว การกำหนดทิศทางการสะท้อนของแสงก่อนแล้วนำมาเป็นคุณสมบัติของวัตถุย่อยแล้วจะนำมารวมเป็นวัตถุหลักที่แทนถึงวัตถุนั้น เมื่อได้ทำการกำหนดตำแหน่งพิกัดและกำหนดวัตถุแล้ว การสร้างรูปทรงวัตถุกราฟิกโพลีกอนจะอาศัยหลักการทำงานของกราฟิกไลบรารีที่กำหนดตำแหน่งของการวาดจุดและขอบโดยทำการวาดวัตถุเป็นรูปทรงต่างๆ ทำเป็นฟังก์ชันต่างๆ ที่กำหนดรูปแบบไว้แล้วนำมาทำการรวมกันเป็นวัตถุโดยอาศัยหลักการหมุนวัตถุ (rotation) การเปลี่ยนแปลงรูปร่างวัตถุ (transformation) และการเปลี่ยนขนาด (scale) ดังรูปที่4.10 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันการวาดวัตถุ

```
Void DrawFilledEllipse(double xRadius, double yRadius)
{  static float normalVec[3] = {0.0,0.0,1.0};
   pushmatrix();
   scale(xRadius,yRadius,1.0);   n3f(normalVec);  circf(0.0,0.0,1.0);
   popmatrix();
}
void  DrawDisk(double radius)
{  DrawFilledEllipse(radius,radius);  }
```

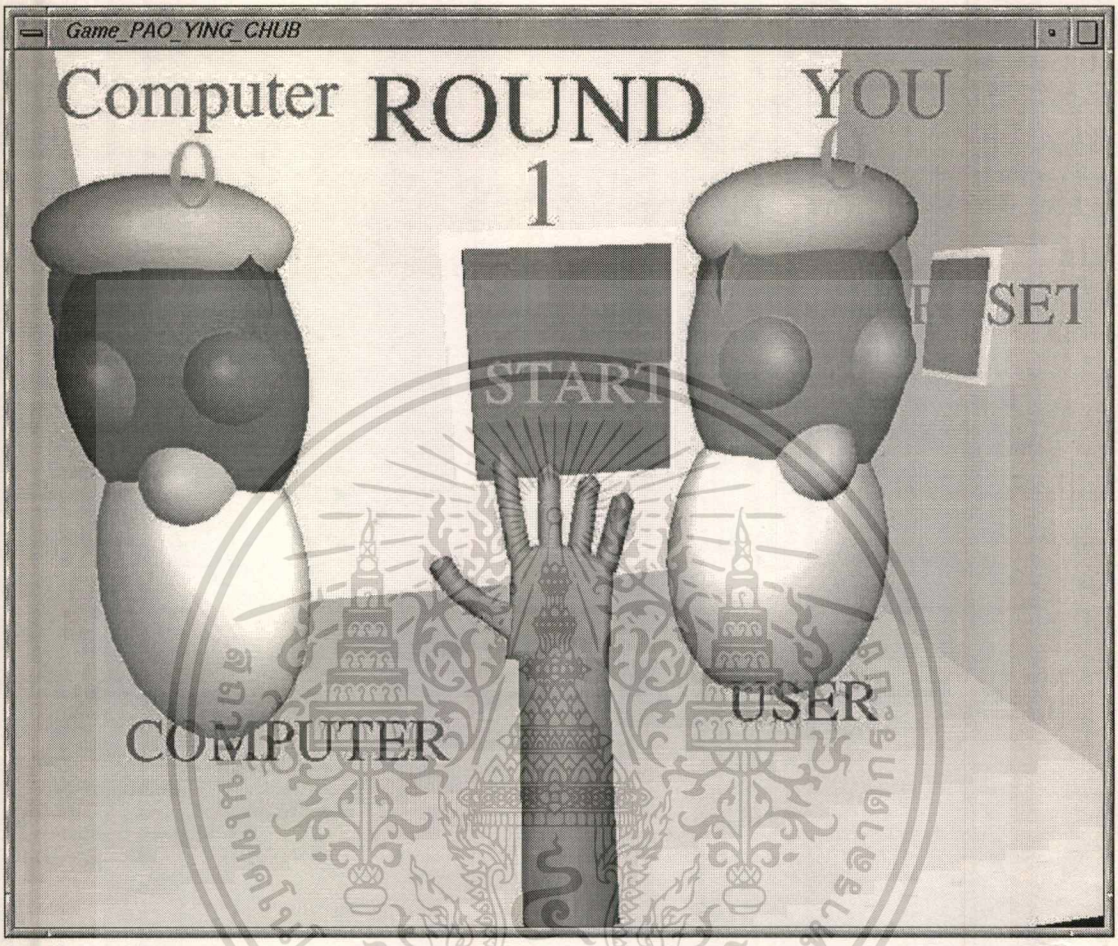
รูปที่ 4.10 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันการวาดวัตถุกราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่4.10 ซึ่งแสดงฟังก์ชันการวาดรูปกราฟิกในที่นี้จะเป็นฟังก์ชันการวาดรูปวงรีที่มีการเติมพื้นผิว โดยกำหนดตัวแปรรับค่าเข้ามาและนำมาใช้ในการเปลี่ยนขนาดด้วยการใช้ scale() ตามขนาดของตัวแปรที่รับเข้าโดยการเปลี่ยนแปลงขนาดนี้จะทำในแนวระนาบแกน X และ Y ส่วนแนวระนาบแกน Z จะคงที่ โดยก่อนการทำการวาดวัตถุนั้นจะต้องมีการเก็บสถานะก่อนและคืนสถานะหลังจากการวาดวัตถุ และฟังก์ชันนี้ก็ยังสามารถนำมาใช้ในการวาดวงกลมด้วย

ในการระบบเกมเป่าหยิงฉุบนั้นจะทำการวาดวัตถุกราฟิกที่แทนฝ่ายผู้เล่นและคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยการวาดวัตถุกราฟิกทรงวงรีในขนาดที่แตกต่างกันนำมารวมกันแล้วเป็นลักษณะตัวคน วัตถุกราฟิกรูปมือที่แทนการแสดงออกของท่าทางของมือจะประกอบด้วยวัตถุกราฟิกที่นำมารวมกันในสามลักษณะคือท่าทางของมือลักษณะค้อน กระดาษ และกรรไกร และวัตถุกราฟิกรูปทรงกล่องสองแบบที่อยู่ ณ. ตำแหน่งต่างกันเพื่อแทนปุ่มที่จะใช้ในการทำหน้าที่ของการเริ่มเกมและเริ่มต้นเกมใหม่ จากการศึกษาการระบุตำแหน่งของมือในตำแหน่งพิกัดโลกดังที่กล่าวมาในหัวข้อ 4.2 ระบบเกมเป่าหยิงฉุบจะอาศัยหลักการดังกล่าวมาใช้ในการทำเป็นรูปแบบของปุ่มสัมผัสโดยวัตถุกราฟิกรูปทรงกล่องที่แทนปุ่มเริ่มเกมและเริ่มต้นใหม่เมื่อต้องการจะทำกิจกรรมใดก็จะนำเอามือเสมือนทำการเลื่อนไปเป็นลักษณะสัมผัสกับปุ่ม การทำการสัมผัสนั้นจะเป็นการหาจากระยะห่างที่ได้จากตำแหน่งพิกัดโลกทำการเชื่อมมาสู่ตำแหน่งพิกัดของโลกเสมือนโดยวัดระยะห่างของวัตถุที่ต้องการในที่นี้คือปุ่ม โดยที่นำตำแหน่งของมือเสมือนนำเอาค่าของจุดระยะของข้อต่อตอนปลายของนิ้วชี้มาใช้ดูว่าระยะห่างจากข้อต่อดังกล่าวห่างจากตำแหน่งของปุ่มว่าระยะห่างที่เกิดขึ้นเป็นไปตามระยะที่กำหนดหรือไม่ หากอยู่ในช่วงที่กำหนดก็จะทำการดำเนินการกิจกรรมอื่น ๆ เช่นทำให้ดูเหมือนว่าปุ่มได้ยุบลงไปเหมือนกับกดด้วยการวาดรูปวัตถุกราฟิกรูปทรงกล่องให้มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดวัตถุ จากนั้นทำให้ดูเหมือนว่าปุ่มกลับมาสู่ขนาดเดิมโดยใช้หลักการเดียวกัน และให้ทำการดำเนินกิจกรรมอื่นๆ ต่อไป เพื่อให้มีความเป็นระบบเกมมากยิ่งขึ้นจะมีการนับคะแนนของฝ่ายผู้เล่นและคอมพิวเตอร์ซึ่งอินเตอรร์เฟสที่จะแสดงออกมาจะใช้กราฟิกไลบรารีเป็นสิ่งคอยช่วยจัดการ ขณะที่ได้ทำการวาดวัตถุกราฟิก การแสดงผลข้อความตัวอักษรจะอยู่ในระนาบสามมิติ การนำเสนอตัวอักษรจะใช้ระบบจัดการฟอนต์เข้ามาในการปรับขนาดที่ปรากฏของตัวอักษรอีกทั้งจัดการเรื่องของสีตัวอักษรเพราะการวาดวัตถุกราฟิกจะอยู่ในโหมดของสี RGB การแสดงตัวอักษรจะมีการใช้การจัดการสีเข้ามาเกี่ยวข้องจะกำหนดลักษณะสีเป็นแบบสีRGBก่อนแล้วระบุตำแหน่งพิกัดที่จะแสดงและทำการแสดงข้อความตัวอักษรออกมา รูปแบบอินเตอร์เฟสของระบบเกมเป่าหยิงฉุบแสดงดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงรูปวาดวัตถุกราฟิกและอินเตอร์เฟสทั้งหมดของระบบเกมเป่าหยิงฉุบ

4.6 การทำงานของระบบเกมเป่าหยิงฉุบ

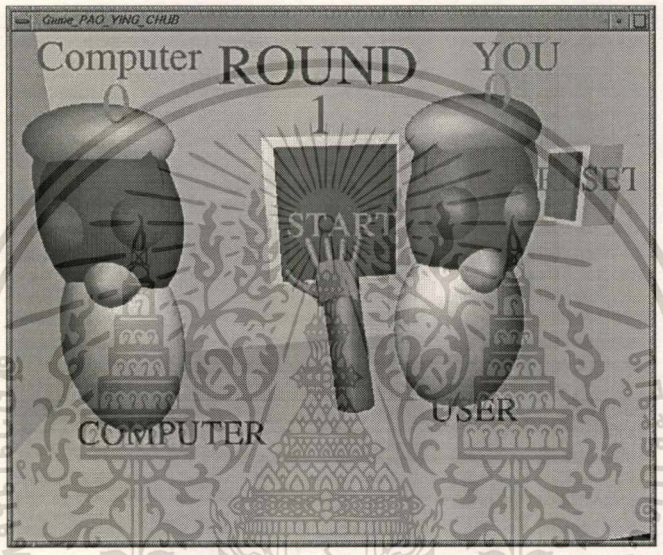
หลังจากทราบถึงกระบวนการทำงานต่าง ๆ ที่ควรทราบของระบบเกมเป่าหยิงฉุบดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อจะทำการเริ่มต้นการทำงานจะอาศัยการเรียกชุดคำสั่งที่ประกอบด้วยการเรียกใช้ไฟล์ข้อมูลต้นฉบับที่เก็บโครงสร้างของรูปมือเสมือน การเรียกใช้ไลบรารีที่เกี่ยวข้องทั้งกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอลและเวอร์ชวลแฮนด์ไลบรารี ระบบโปรแกรมจะทำการติดต่อและตรวจสอบอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบดูว่าระบบพร้อมจะทำงานหรือไม่ หากมีปัญหาระบบเช่นไฟไม่เข้าทำให้ไม่สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ได้ก็จะยังคงดำเนินการต่อไปแต่จะไม่สามารถทำการใช้งานได้จะปรากฏเพียงรูปแบบของอินเตอร์เฟสทั้งหมดขึ้นมาเท่านั้นโดยที่จะมีข้อความแจ้งเตือนขึ้นมาว่าอุปกรณ์ใด ๆ ที่ไม่ทำงานก็ให้ทำการตรวจสอบ หากระบบมีความพร้อมที่จะทำงานรูปร่างของมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

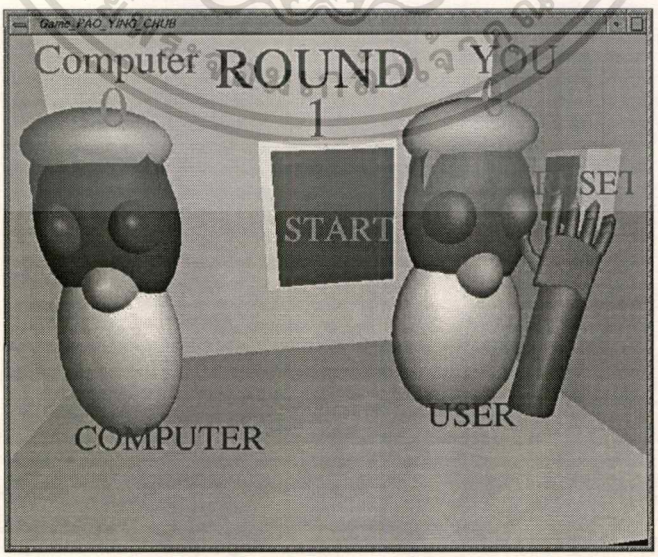
เสมือนที่ปรากฏอยู่ในจอคอมพิวเตอร์ก็จะสามารถทำการเคลื่อนไหวไปมาตามลักษณะของผู้เล่นที่ได้ทำการสวมถุงมืออยู่ ซึ่งรูปแบบของระบบเกมคอมพิวเตอร์เป่าหยิงฉุบดังแสดงในรูปที่ 4.11 เมื่อผู้เล่นต้องการจะเริ่มเล่นก็จะต้องนำเอามือเสมือนเลื่อนไปยังตำแหน่งของปุ่มสีน้ำเงินที่เขียนว่า START จนถึงระยะของตำแหน่งพิกัดของปุ่ม ระบบจะทำการหาระยะห่างของปุ่มหากอยู่ในเงื่อนไขก็จะเป็นลักษณะของการกดปุ่มโปรแกรมก็จะเริ่มทำงาน ระบบเกมก็จะทำการเริ่มต้นโดยจะทำการนับระยะเวลาเพื่อเป็นตัวตรวจสอบดูว่าระยะของการทำงานตรงกับสิ่งที่กำหนดหรือไม่ กล่าวคือ เมื่อทำมาถึงช่วงเวลาหนึ่ง ระบบก็จะทำการแสดงภาพของวัตถุกราฟิกในลักษณะเคลื่อนไหวแสดงการสุ่มรูปร่างของวัตถุกราฟิกมือขึ้นมาในท่าของค้อน กระดาษ กรรไกร ขณะที่ฝ่ายผู้เล่นที่ได้ทำการสวมถุงมือก็จะทำการเตรียมพร้อมที่จะเล่นเกม ระบบจะแสดงข้อความและเสียงว่าให้ผู้เล่นทราบว่าจะทำการเล่นเกมแล้ว โดยแสดงทั้งเสียงที่พูดว่าเป่าหยิงฉุบ และภาพที่เป็นข้อความว่า PAO YING CHUB เมื่อสิ้นสุดเสียงคำว่า “ฉุบ” จะเป็นการบอกให้ทั้งผู้เล่นและฝ่ายคอมพิวเตอร์ออกลักษณะของมือตามที่ต้องการ เมื่อถึงช่วงนี้ระบบจะทำการสุ่มรูปแบบของมือฝ่ายคอมพิวเตอร์ขึ้นมาหนึ่งรูปแบบ และฝ่ายผู้เล่นจะทำการออกท่าทางของค้อน กระดาษ กรรไกร อย่างใดอย่างหนึ่ง ระบบจะทำการตรวจสอบดูว่าท่าของผู้เล่นที่รับเข้ามานั้นตรงกับเงื่อนไขใด เช่น ออกมาเป็นท่าของค้อน และหากฝ่ายคอมพิวเตอร์ออกมาในท่าของค้อน กระดาษ กรรไกร อย่างใดอย่างหนึ่ง ระบบจะทำการตรวจสอบดูว่ารูปแบบของทั้งสองฝ่ายนั้นตรงกับเงื่อนไขใดของกฎของเกมเป่าหยิงฉุบที่มีอยู่ว่า รูปแบบของมือในลักษณะกรรไกรสามารถชนะมือในลักษณะกระดาษแต่แพ้มือในลักษณะค้อน มือในลักษณะกระดาษชนะมือในลักษณะค้อนแต่แพ้มือในลักษณะกรรไกร และมือในลักษณะค้อนชนะมือในลักษณะกรรไกรแต่แพ้มือในลักษณะกระดาษ หากว่ารูปแบบของมือตรงกับกฎของเกมก็จะทำการบวกคะแนนเพิ่มเข้าไปยังฝ่ายที่ชนะและเพิ่มรอบของการเล่นขึ้นไปหนึ่งรอบด้วย และหากเมื่อเล่นไปสักครู่ หากต้องการจะเริ่มต้นเกมใหม่โดยที่เริ่มนับคะแนนใหม่ด้วยก็ให้ทำการนำมือเสมือนของผู้ที่สวมถุงมือไปสัมผัสยังปุ่มที่ทำหน้าที่เริ่มต้นเกมใหม่ซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องสีเขียวอยู่ทางด้านขวามือ ลักษณะการสัมผัสก็จะอาศัยหลักการเดียวกับการสัมผัสปุ่มเริ่มเกม หากผู้เล่นเกมออกท่าทางของมือไม่ตรงกับเงื่อนไขของท่าทางในลักษณะของค้อนหรือกระดาษ หรือกรรไกร ภาพที่จะปรากฏออกมาของวัตถุกราฟิกรูปมือก็จะไม่แสดงว่าเป็นรูปแบบใด จำนวนรอบของการแข่งขันก็ยังคงอยู่ในรอบเดิม ในการเล่นเกมหากฝ่ายผู้เล่นเป็นฝ่ายชนะ ในหน้าจอคอมพิวเตอร์ก็จะแสดงข้อความ “YOU WIN” และหากผู้เล่นเป็นฝ่ายแพ้ก็จะแสดงข้อความ “YOU LOSS” และหากมีการเสมอกันก็จะแสดงคำว่า “DRAW” ทั้งนี้เมื่อระบบทำการแสดงผลของการแข่งขันขึ้นมา จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้ทราบว่าฝ่ายคอมพิวเตอร์ได้ออกท่าทางรูปมือเป็น ท่าทางใด และฝ่ายผู้เล่นได้ออกท่าทางรูปมือเป็น ท่าทางใดด้วย และระบบเกมก็จะทำงานต่อไปจนกว่าผู้เล่นจะทำการกดปุ่ม ESC ที่คีย์บอร์ดเพื่อเป็นการออกจากระบบเกมเป่าหยิงฉุบ ซึ่งตัวอย่างลักษณะการทำงานของระบบเกมเป่าหยิงฉุบดังรูปที่ 4.12 ถึงรูปที่ 4.17

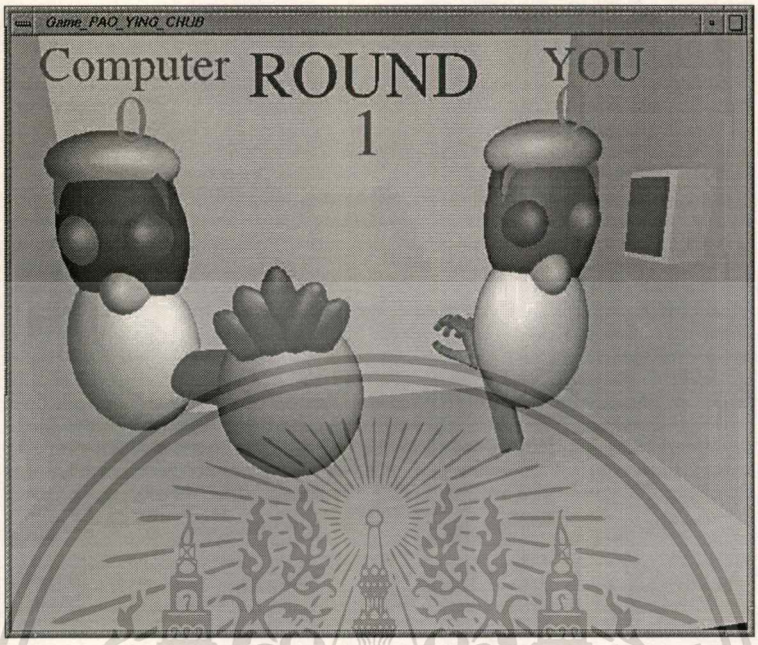


รูปที่ 4.12 แสดงการเริ่มต้นเกมโดยสัมผัสปุ่มSTART

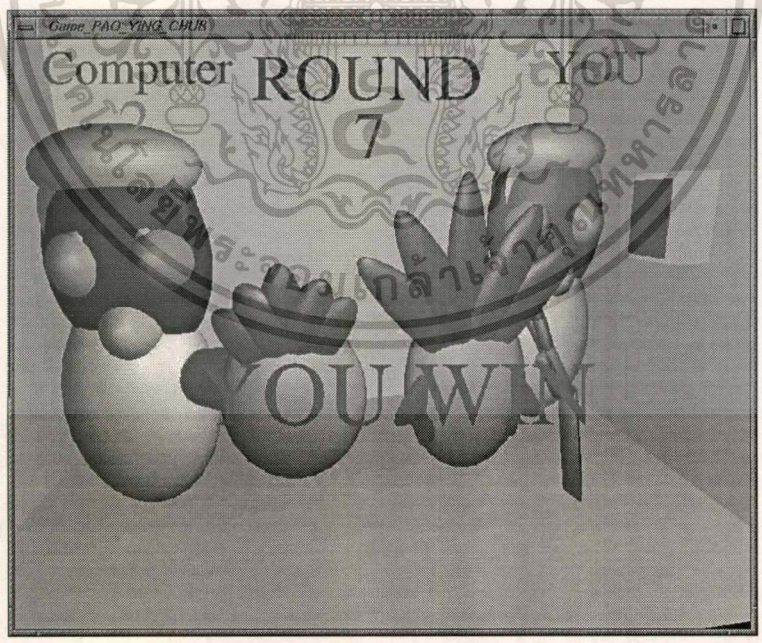


รูปที่ 4.13 แสดงการเริ่มต้นเกมใหม่โดยการสัมผัสปุ่ม RESTART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

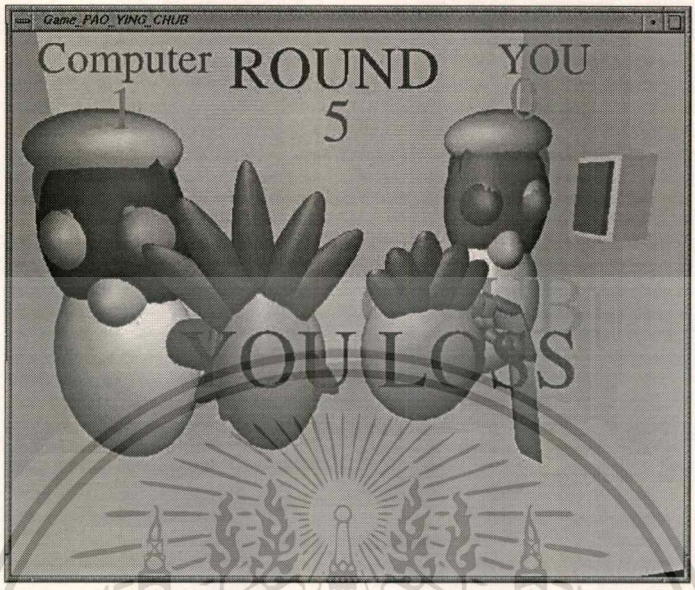


รูปที่ 4.14 แสดงสถานะของระบบหลังจากการสัมผัสปุ่ม START หรือ RESET

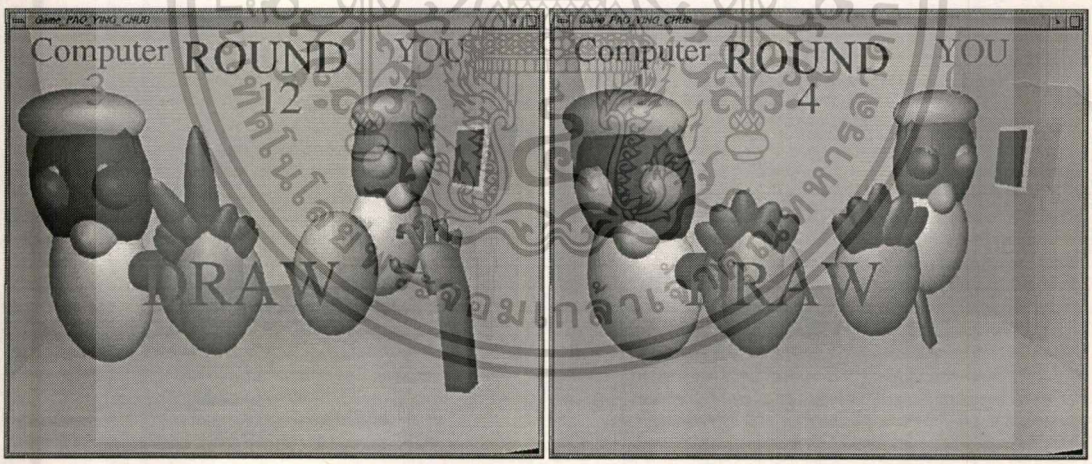


รูปที่ 4.15 แสดงผลลัพธ์ของการเล่นในกรณีฝ่ายผู้เล่นชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงผลลัพธ์ของการเล่นในกรณีฝ่ายผู้เล่นแพ้



รูปที่ 4.17 แสดงผลลัพธ์ของการเล่นในกรณีที่ผลการเล่นเสมอกัน

จากรูปที่ 4.12 ถึงรูปที่ 4.17 จะแสดงลักษณะการทำงานระบบเกมเป่ายิงฉุบซึ่งจะเกิดกรณีของผู้เล่นมีการแพ้หรือชนะ ลำดับและคะแนนก็จะมีการเพิ่มขึ้น แต่หากเกิดกรณีที่เสมอกันดังรูปที่ 4.17 โดยรูปทางซ้ายหากผู้เล่นทำท่าที่ไม่อยู่ในเงื่อนไขรูปมือกราฟิกฝ่ายผู้เล่นจะไม่ปรากฏ จะให้เป็นกรณีเสมอกันรอบการเล่นจะไม่ทำการบวกขึ้นแต่หากเป็นอย่างกรณีทางซ้ายจะตรวจจับรูปแบบได้รอบการเล่นก็จะบวกขึ้นโดยที่สองรูปแบบที่เสมอนี้จะไม่ทำการบวกคะแนนเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทสรุปผลการทำงานของระบบเกมเป้าหยิงฉุบ

5.1 ผลการทำงานของระบบเกมเป้าหยิงฉุบ

การพัฒนาโปรแกรมเกมคอมพิวเตอร์สื่อประสมโดยอาศัยเทคโนโลยีวีอาร์นี้จะเป็นการทำการรวบรวมข้อมูลจากสิ่งที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ มาทำการวิเคราะห์ศึกษาและออกแบบลักษณะการติดต่อกับผู้ใช้ระบบ เนื่องจากในการพัฒนาระบบเกมเป้าหยิงฉุบอาศัยเทคโนโลยีที่มีความสามารถของระบบการทำงานสูง การจัดการระบบจึงสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว รูปแบบของระบบนี้อาจยังใช้ความสามารถของระบบไม่เต็มความาสามารถของระบบกราฟิกเวิร์คสเตชันอีกทั้งความรู้ความเข้าใจกับเทคโนโลยีวีอาร์ที่นำมาใช้ยังไม่เพียงพอ ประกอบกับไม่มีพื้นความรู้เกี่ยวกับงานด้านนี้มาก่อน ทำให้ระบบงานที่ได้ยังไม่ได้มากเท่าที่ต้องการแต่ประโยชน์ของการพัฒนานี้สามารถนำไปพัฒนา นำไปใช้ประโยชน์และนำไปเป็นความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์กราฟิกและเทคโนโลยีวีอาร์ที่เพิ่มมากขึ้นต่อไป

ผลการทดสอบระบบเกมเป้าหยิงฉุบจำนวน40ครั้งต่อคน				
คนที่	ขนาดของฝ่ามือ	ดักจับมือผิด	ดักจับมือถูกต้อง	ผิดพลาดร้อยละ
1	เล็กกว่า	7	33	17.5
2	เล็กกว่า	7	33	17.5
3	ปกติ	3	37	7.5
4	ปกติ	3	37	7.5
5	ปกติ	2	38	5
หมายเหตุ	เล็กกว่าคือขนาดของมือมีขนาดเล็กกว่าตำแหน่งของเซ็นเซอร์ของถุงมือที่สวม ปกติ คือ ขนาดมือมีขนาดพอดีกับตำแหน่งของเซ็นเซอร์ของถุงมือที่สวม			

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบการดักจับรูปแบบมือของเกมเป้าหยิงฉุบ

ระบบเกมเป้าหยิงฉุบที่ได้ทำการพัฒนาจะเป็นรูปแบบการโต้ตอบระหว่างโปรแกรมกับผู้เล่นโดยตัวโปรแกรมจะมีการดักจับรูปแบบท่าทางของผู้เล่นว่ามีท่าทางใด ซึ่งจะมีข้อจำกัดระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของฝ่ามือผู้เล่นหากมีขนาดเล็กมากเกินกว่าระยะของเซ็นเซอร์ที่มีอยู่ตามตำแหน่งของข้อต่อมือก็จะทำให้การวิเคราะห์รูปแบบมือผิดพลาดได้ ดังผลการทำสอบระบบโดยอาศัยผู้ทดสอบที่มีฝ่ามือขนาดต่าง ๆ มาทำการทดสอบผลดังตารางที่ 5.1 จากตารางที่ 5.1 จะเป็นการทดสอบกับผู้เล่นทั้งหมด 5 คน ที่มีขนาดมือที่ต่างกัน ซึ่งผู้เล่นจะทำการเล่นระบบเกมเป่าหยิงฉุบทั้งหมด 40 หน โดยที่จะทำการออกมือในท่าทางของค้อน กระดาษ และ กรรไกร ตามที่ผู้เล่นคิดว่าจะออกท่าทางใด ในการดักจับจะมีอัตราการดักจับที่ผิดพลาดมากในผู้เล่นที่มีขนาดของฝ่ามือเล็กถึงเล็กมาก กล่าวคือความยาวของช่วงนิ้วแต่ละนิ้วจะยาวไม่ถึงตอนปลายของถุงมือที่สวมใส่จึงทำให้เกิดช่วงว่างที่ปลายของถุงมือ เมื่อทำการเล่นเกมเป่าหยิงฉุบ กรณีที่เกิดการดักจับผิดพลาดส่วนใหญ่จะเป็นกรณีของการออกท่ากรรไกรเพราะจะมีนิ้วมือจำนวน 3 นิ้วที่พับงอลงมาและอีก 2 นิ้วจะแบนราบไม่ได้พับงอลงมา มือเสมือนที่ปรากฏจะเกิดจากการอ่านข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งข้อต่อ มาทำการสร้างเป็นรูปมือ เมื่อเกิดช่องว่างที่ปลายทั้ง 3 นิ้ว การพับงอลงมาจะเป็นลักษณะคล้ายการกำมือตำแหน่งตอนปลายของถุงมือที่ระยะของนิ้วยาวไม่ถึงจะเกิดการพับงอขึ้นมาผิดรูปร่างของมือที่ควรจะเป็นจริง รูปมือเสมือนที่ปรากฏจะเป็นรูปมือที่นิ้วโป้ง นิ้วนาง และนิ้วก้อย มีตำแหน่งปลายนิ้วที่หักงอตรงกันข้ามกับความจริงจึงทำให้การดักจับไม่สามารถดักจับได้ แต่หากเป็นผู้เล่นที่มีขนาดมือปกติ รูปร่างของมือเสมือนที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะคล้ายมือในความเป็นจริง และการดักจับผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจจะมาจากการออกท่าทางมือของผู้เล่นที่มีการเปลี่ยนท่าทางที่จะออกมาแบบทันทีทันใดเป็นมือในท่าทางอื่น ทำให้ช่วงการดักจับรูปแบบมือไม่สามารถดักจับได้เพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงของท่าทางของมือที่จะออก ข้อมูลที่รับเข้ามาจะเกินกว่าช่วงขอบเขตของมือในแต่ละท่าทางที่สมควรว่าจะเป็นท่าค้อน กระดาษ หรือกรรไกร

5.2 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมเกมเป่าหยิงฉุบที่ถูกพัฒนาขึ้นมานี้ยังสามารถพัฒนาต่อไปให้สมบูรณ์ได้มากขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

- ด้านความสวยงามสามารถนำซอฟท์แวร์อื่น ๆ มาช่วยในการสร้างภาพวัตถุกราฟิกที่มีความสมจริงมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ผู้เล่นมองรูปแบบการทำงานของเกมมีความน่าสนใจกว่าเดิม
- การอ่านค่าของเซนเซอร์อาจจะเลือกเฉพาะบางจุดมาใช้เพื่อหาข้อแตกต่างของมือเพราะค่ามาตรฐานที่ได้จะเป็นการอ่านข้อมูลจากทุก ๆ จุดของเซ็นเซอร์ตามข้อต่อนิ้วมือทั้งหมด หากทำการทดสอบจากกลุ่มผู้ที่มีมือขนาดใหญ่หรือเล็กเป็นจำนวนมากอาจทำให้ค่ามาตรฐานที่ได้มีน้ำหนักเอนไปกลุ่มนั้น อีกกลุ่มที่มีขนาดตรงข้ามผลการทำงานที่ได้ก็อาจจะมีข้อผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ด้านความเร็วในการทำงานอาจใช้ซอฟท์แวร์ไลบรารีโอเฟนจีแอล (OPEN GL) มาเป็นสิ่งที่คอยช่วยจัดการในการตรวจสอบและรับค่ามาเพื่อประมวลทางด้านการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนเพราะจะสามารถจัดการและเข้าถึงอุปกรณ์กราฟิกในระบบได้รวดเร็วกว่า อีกทั้งหากมีความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีพลัสพลัสเป็นอย่างดีก็จะสามารถดึงความสามารถของฟังก์ชั่นในการทำงานของโอเฟนจีแอลมาใช้ซึ่งจะมีมากกว่าระบบกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอลทำให้ความเร็วและรูปแบบการทำงานทำได้อย่างรวดเร็วและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น
- หากจะนำไปพัฒนาเพื่อใช้สื่อสารระหว่างผู้เล่นสองคน โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่องมาทำการเชื่อมกันผ่านระบบเครือข่ายก็สามารถพัฒนาได้โดยศึกษารูปแบบการทำงานการส่งข้อมูลรูปแบบการทำงานของเครือข่ายและการเขียนโปรแกรมที่จะใช้ว่ามีลักษณะอย่างไรนำมาใช้ร่วมกับระบบเกมเป่าหยิงฉุบเพื่อใช้ส่งข้อมูลระหว่างกันทำเป็นรูปแบบการเล่นเกมระหว่างผู้เล่นสองคนได้

จากการทดลองและทดสอบใช้งานของโปรแกรมจะเห็นได้ว่าสามารถทำงานได้อย่างที่ต้องการ ซึ่งผู้เล่นที่มีขนาดมือต่างกันสามารถเล่นได้ โดยที่จะทำการทดสอบการออกท่าทางก่อนเล่นเพื่อเป็นการลองลักษณะท่าทางที่จะออกก่อนหรือเป็นลักษณะการเทรนผู้ใช้ก่อนว่าควรจะกำมือหรือแบมือแค่ไหนซึ่งจะช่วยทำให้การออกลักษณะมือในท่าทางต่าง ๆ ของเกมสามารถจะดักจับได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามโปรแกรมนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อได้เพื่อได้โปรแกรมที่สมบูรณ์มากขึ้นและเกิดประโยชน์มากที่สุดเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบโปรแกรมสื่อประสมที่อาศัยเทคโนโลยีวีอาร์อื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ฐัศแก้ว ศรีสด .2540. **คอมพิวเตอร์กราฟิก**.กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏธนบุรี .

Kramer, James and others. 1998. **VirtualHand Software Library Reference Manual**. Virtual Technologies .

" Graphics Library Programming Guide Volume I" 2000.[Online]. Avaliable: http://techpubs.sgi.com/library/manuals/1000/007-1210-060/pdf/007-1210-060.pdf

"Graphics Library Programming Guide Volume II" 2000. [Online]. Avaliable: http://techpubs.sgi.com/library/manuals/1000/007-1702-020/pdf/007-1702-020.pdf

" Graphics Library Programming Tools and Techniques." 2000. [Online]. Avaliable: http://techpubs.sgi.com/library/manuals/1000/007-1489-030/pdf/007-1489-030.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

1. แนะนำโปรแกรม

ในระบบเกมเป้าหยิงฉุบนี้จะอาศัยเครื่องมือและซอฟท์แวร์ไลบรารีที่ประกอบด้วยฟังก์ชั่นต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานที่ใช้ติดต่อลักษณะเป็นการสัมผัสจุด ฟังก์ชันการแบ่งแยกแยะลักษณะของมือที่รับเข้ามา ซึ่งจะอาศัยสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ด้านฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

เครื่องซิลิกอนกราฟิกเวิร์คสเตชันเพื่อใช้ในการประมวลผลแบบเรียลไทม์ของข้อมูลที่รับเข้ามาสู่ระบบ อุปกรณ์ที่จะติดตามตำแหน่งของถุงมือที่เรียกว่าแทร็กเกอร์ และอุปกรณ์ถุงมือดาต้าโกล์ฟที่จะให้ผู้เล่นได้สวมใส่ใช้ในการทำงานเป็นตัวรับข้อมูลจากท่าทางต่าง ๆ ของมือผู้เล่น

2) ด้านซอฟท์แวร์ ประกอบด้วย

โปรแกรมอิดิเตอร์และตัวคอมไพล์เลอร์ภาษาซีบนระบบไอริกยูนิกซ์ เพื่อใช้เขียนและคอมไฟล์โปรแกรมที่ได้ทำการเขียนไว้ ซอฟท์แวร์ไลบรารีเวอร์ชวลแฮนด์เพื่อใช้ในการติดต่อและคำนวณค่าต่าง ๆ ที่ได้จากอุปกรณ์ถุงมือดาต้าโกล์ฟ และ ซอฟท์แวร์กราฟิกไลบรารีไอริสจีแอลเพื่อใช้ในการสร้างเป็นภาพวัตถุกราฟิกต่าง ๆ ที่จะปรากฏขึ้นในระบบเกมเป่าหยิงฉุบ

การใช้งานโปรแกรมจะคอมไพล์โดยเรียกผ่านชุดคำสั่งMakeFile โดยเรียก make ซึ่งจะทำให้ได้ได้ตัวโปรแกรมทำงาน จากนั้นจะเรียกใช้งานด้วย xrdbgame เป็นการเรียกใช้ทรัพยากรระบบติดต่อกับอุปกรณ์และเริ่มต้นสู่การทำงานระบบเกมเป่าหยิงฉุบ

2. ตัวอย่างการกำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

```
static short redwood[3] = {127,  63,  16};
static short greenlight[3] = {100, 200, 100};
#define Object GL_Object
static const vec3d switchPos = {-16,5.0,70.0};
static const vec3d comPos = {50.0,35.0,80.0};
static vec3d lightAnchorPos;
matrix4x4
 room2WorldTransform,world2RoomTransform,world2RoomTransformT;
```

รูปที่ ผ1 แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการกำหนดค่าของสีในโหมด RGB ที่จะนำมาใช้ในการแสดงอักษร การกำหนดค่าตำแหน่งพิกัดที่จะนำมาใช้ในการแสดงรูปวัตถุกราฟิกและตำแหน่งของแสง การกำหนดการใช้วัตถุกราฟิกต่าง ๆ และ การใช้งานเมตริกซ์ในระบบเพื่อใช้ในการเก็บสถานะต่าง ๆ

3. ฟังก์ชันการวิเคราะห์แยกแยะลักษณะมือที่รับเข้ามา ดังนี้

```
int comparehand(void)
{
  static float handflat[5][4]={
      {-0.568140,-0.009880,-0.057080,-0.321440},
      {-0.153700,-0.219660,-0.218370,0.084412},
      {0.067120,-0.133040,-0.224380,-0.027838},
      {0.256900,-0.201360,-0.283770,-0.027838},
      {0.169070,-0.070280,-0.113850,-0.051678}};
  static float vhand[5][4]={
      {-1.336800,-0.622440,-0.713500,-0.156800},
      {0.199810,0.235350,-0.376500,-0.239972},
      {0.083900, 0.232820,-0.422870,-0.037922},
      {-0.642250,-1.946480,-0.126120,0.317038},
      {-0.368880,-1.036630,-0.207000,0.078638}};
 static float kumhand[5][4]={
      {-1.058300,-0.889200,-1.198680,-0.270480},
      {-0.645540,-1.459170,-0.549690,0.166437},
      {-0.520180,-1.596480,-0.578210,-0.026633},
      {-0.293600,-1.862580,-0.693660,-0.112313},
      {-0.568690,-2.248960,-0.393300,-0.243433}};
 int i,j,fing,joint,fcount=0,vcount=0,kcount=0;
 int win;
 VirtualHand hand;
 float flattemphand[5][4],vtemphand[5][4],kumtemphand[5][4],tmp1;
 hand = vt_hand_get();
  for (i = 0; i < 5; i++)
     for(j = 0; j < 4; j++)
        {
         flattemphand[i][j]=handflat[i][j];
        vtemphand[i][j]=vhand[i][j];
         kumtemphand[i][j]=kumhand[i][j];
        }
  for (fing = 0; fing < 5; fing++)
     for(joint = 0; joint < 4; joint++)
     {    {  /*find distance from hand between 3 pattern*/
           if (fabs((flattemphand[fing][joint])-(hand->joint_angle[fing][joint]))<0.2032)
                 fcount=fcount+1;
          if (fabs((vtemphand[fing][joint])-(hand->joint_angle[fing][joint]))<0.21023)
                vcount=vcount+1;
```

รูปที่ ผ2 แสดงฟังก์ชันการวิเคราะห์แยกแยะลักษณะมือที่รับเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (fabs((kumtemphand[fing][joint])-(hand->joint_angle[fing][joint]))<0.2832)
                kcount=kcount+1;
        }     }
if (((fcount-vcount)>=3))    /* case flat hand */
        { win=1; }
else if (((vcount-fcount)>=3)&&((vcount-kcount)>=3)   ) /*case scissors hand*/
        { win=2; }
else if (((kcount-vcount)>=3) && ((kcount-fcount)>=3)   ) /*case  hammer hand*/
      { win=3; }
else  { win=4;  }/*case other*/
return (win);
}
```

รูปที่ ผ2 แสดงฟังก์ชันการวิเคราะห์แยกแยะลักษณะมือที่รับเข้ามา (ต่อ)

จะเป็นฟังก์ชันในการแยกแยะท่าทางของมือที่รับเข้ามาโดยทำการตรวจสอบเทียบระยะหาช่วงของความกว้างระหว่างข้อมูลมือต้นแบบกับข้อมูลมือที่รับเข้าว่ามุมที่เปลี่ยนของข้อต่อนั้นไม่เกินจากที่กำหนดและหาว่าช่วงกว้างท่าทางขณะนั้นสมควรจะเป็นท่าใดเพราะท่าทางของมือที่ผู้เล่นคิดว่าควรจะเป็นท่าทางของกระดาษ กรรไกร และค้อน จะต่างกันขึ้นกับขนาดฝ่ามือของผู้เล่น

4. **ฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ** ตัวอย่างดังนี้

```
void
Interaction(int iObjID, int handID)
{
  int i;
  static unsigned char actuator[6] = {0, 0, 0, 0, 0, 0};
  static unsigned char maxactuator[6] = {0, 0, 0, 0, 0, 0};
  HardPointStruct *hardPoints;
  hardPoints = handKinematics[handID].hardPoints;
  switch(iObjID)
 {
 case  SWITCH2: /*reset switch*/
 {     vec3d position;
       static int debounce;
          vt_send_glove_command(CG_ACTUATOR,maxactuator);
            for (i=0;i < 6; i++)
                  {     maxactuator[i] = 0;      actuator[i] = 0;          }
```

รูปที่ ผ3 แสดงฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    debounce--;
    vt_transform3(iobject[SWITCH2].pos,room2WorldTransform,position);
    for (i=0; i < 15; i++)
    {    if (fabs(hardPoints[i].pos[0] - position[0]) < 7.0)
         {          if (fabs(hardPoints[i].pos[1]-position[1]) < (3.0/2.0))
          {          if (fabs(hardPoints[i].pos[2]-position[2]) < (3.0/2.0))
           {
            if (debounce > 0)
                 debounce = DEBOUNCEDELAY;
            else
            {
                 iobject[SWITCH2].onOff = !iobject[SWITCH2].onOff;
                 iobject[LIGHTBULB].onOff = iobject[SWITCH2].onOff;
                 system("sfplay bellup.aiff &");
                 actuator[i/3] = 255;
                 debounce = DEBOUNCEDELAY;
            }
           }
          }
         }
    }
   }
   break;
case  SWITCH: /*start switch*/
   {
    vec3d position;
    static int debounce;
    debounce--;
    vt_transform3(iobject[SWITCH].pos,room2WorldTransform,position);

 for (i=0; i < 15; i++)

{        if (fabs(hardPoints[i].pos[0] - position[0]) < 7.0)
         {          if (fabs(hardPoints[i].pos[1]-position[1]) < (3.0/2.0))
          {          if (fabs(hardPoints[i].pos[2]-position[2]) < (3.0/2.0))
           {
            if (debounce > 0)
                 debounce = DEBOUNCEDELAY;
            else
            {
                 iobject[LIGHTBULB].onOff = iobject[SWITCH].onOff;
                 iobject[SWITCH].onOff = OFF;
                 if (iobject[SWITCH].onOff ==OFF)
                 iobject[SWITCH].onOff = OFF;
                 system("soundplayer -nodisplay    click.aifc &");
                 actuator[i/3] = 255;
                 debounce = DEBOUNCEDELAY;
            }
           }
          }
```

รูปที่ ผ3 แสดงฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
      }
    }
    break;
  }
  for (i=0; i < 6; i++)
  {
    if (maxactuator[i] < actuator[i])
      maxactuator[i] = actuator[i];
  }
}

int
ClosestObject(int handID)
{
  float minDistSqr = 99999999.9, distSqr;
  HardPointStruct *hardPoints;
  vec3d diff,position;
  int minDistID,i;
  // loop through all objects, compute distance to fingers and
  // return ID of closest object
  hardPoints = handKinematics[handID].hardPoints;
  for (i=0; i < NUMOBJS; i++)
  {      /*map between world coordinate and local coordinate*/
    vt_transform3(iobject[i].pos,room2WorldTransform,position);
    vt_vec_diff3(hardPoints[3].pos,position,diff); /*find distance between object and hand*/
    distSqr = vt_dot_prod3(diff,diff);

    if (distSqr < minDistSqr)
    {
      minDistSqr = distSqr;
      minDistID = i;

}
  }
  return minDistID;
}

void
ObjectInteraction(void)
{
  VirtualHand hand;
  int interactiveObjectID;
  int handID = 0;
  hand = vt_hand_list_get();
  handID = 0 ;
  while (hand)
  {
    vt_hand_set(hand);
    interactiveObjectID = ClosestObject(handID);
```

รูปที่ ผ3 แสดงฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Interaction(interactiveObjectID, handID);
  Interaction(SWITCH, handID);
  Interaction(SWITCH2, handID);
  hand = hand->next;
  handID++;
 }
}
```

รูปที่ ผ3 แสดงฟังก์ชันการกระทำต่อวัตถุ (ต่อ)

ฟังก์ชันนี้เป็นการใช้เมื่อมีการนำเอามือเสมือนไปจับวัตถุกราฟิกตามตำแหน่งที่กำหนดและจะทำให้เกิดการกระทำต่าง ๆ ต่อมา โดยจะทำการคำนวณหาระยะห่างระหว่างวัตถุก่อน ซึ่งจะอาศัยฟังก์ชันต่าง ๆ มาทำงานร่วมกันดังในรูปที่ ผ3. เช่นเมื่อนำมือเสมือนไปทำท่าทางกดปุ่ม RESET ก็จะทำให้เกิดการคำนวณหาระยะห่างโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งพิกัดโลกและตำแหน่งพิกัดท้องถิ่นที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือน มากระทำการวาดปุ่มให้ดูเล็กลงและโตขึ้น ดูเหมือนกดและทำการตั้งค่าต่าง ๆ ใหม่

4. **ฟังก์ชันของการแสดงข้อความ** ตัวอย่างดังนี้

```
void drawword(int games,int hand1) /*display result */
{
subpixel(TRUE);
fminit( );

      if ((font1=fmfindfont("Times-Roman")) == 0) exit (1);  /*use type font*/
      font25 = fmscalefont(font1, 38.0);  /*set scale font */
      fmsetfont(font25);

if ((games==hand1)||(hand1==4))
      {
      c3s(violetlight);
      cmovi(40,80,38);
      fmprstr("DRAW");
      }
if ((games==1)&&(hand1==2))
      {     c3s(violetlight);
            cmovi(40,80,38);
            fmprstr("YOU WIN");       }
```

รูปที่ ผ4 แสดงฟังก์ชันของการแสดงข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if ((games==2)&&(hand1==1))

    {
     c3s(redwood);
    cmovi(40,80,38);
     fmprstr("YOU LOSS");
     }
 If ((games==1)&&(hand1==3))
     {
         c3s(redwood);
     cmovi(40,80,38);
     fmprstr("YOU LOSS");
     }
 if ((games==3)&&(hand1==1))
     {
     c3s(violetlight);
     cmovi(40,80,38);
     fmprstr("YOU WIN");

     }
 if ((games==2)&&(hand1==3))
     {
     c3s(violetlight);
     cmovi(40,80,38);
     fmprstr("YOU WIN");

     }
 if ((games==3)&&(hand1==2))
     {
     c3s(redwood);
     cmovi(40,80,38);
     fmprstr("YOU LOSS");

     }
}
```

รูปที่ ผ4 แสดงฟังก์ชันของการแสดงข้อความ (ต่อ)

จะเป็นตัวอย่างการแสดงข้อความในโหมด RGB ขณะที่ข้อความปรากฏอยู่จะมีการวาดวัตถุกราฟิกอยู่ด้วยในที่นี้เป็นการแสดงข้อความของผลการแข่งขันว่าชนะ แพ้ หรือ เสมอ โดยจะต้องทำการเรียกการใช้ฟอนต์และระบุก่อนการใช้งานถึงขนาดและชนิดของฟอนต์ที่จะทำการใช้เมื่อจะใช้งานให้มีลักษณะของสีต่างๆ จะใช้ชุดคำสั่งเรียกใช้สีคือ c3s() ตำแหน่งพิกัดที่จะให้ปรากฏและข้อความตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ฟังก์ชันของการเรียกใช้สีและการสะท้อนของแสง ตัวอย่างดังนี้

```
void
        DrawLight(int lightOn, int broken, vec3d lightPos)
        {
          static short onEmission[3] = {210,130,245};
          static short offEmission[3] = {0,0,0};
          static float lightRadius = 10.0;

        lmbind(MATERIAL,VR_WALL);  /*use and set material color*/
          lmcolor(LMC_EMISSION);
        //  lmcolor(LMC_DIFFUSE);
        //  lmcolor(LMC_COLOR);
         if (lightOn)
            RGBcolor(onEmission[0],onEmission[1],onEmission[2]);
          else
            RGBcolor(offEmission[0],offEmission[1],offEmission[2]);
          lmcolor(LMC_COLOR);
          pushmatrix();
          {
        /* left/right,front/back,up/down */
        translate(lightPos[0]-10,lightPos[1]+40,lightPos[2]+10);
            if (!lightOn || broken)
              lmbind(LIGHT0,1); /*close light switch*/
            else
              lmbind(LIGHT0,1);
          }
          popmatrix();
        }
```

รูปที่ ผ5 แสดงฟังก์ชันของการเรียกใช้สีและการสะท้อนของแสง

ในการทำงานของฟังก์ชันนี้จะเป็นตัวอย่างการกระทำของสีและแสงที่มีต่อวัตถุ เมื่อมีการเรียกใช้งานจะทำให้เกิดสีบนพื้นผิวของวัตถุตามคุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้และทำให้ดูเหมือนว่าได้มีแสงมาสะท้อนกับวัตถุโดยคุณลักษณะของการกำหนดคุณสมบัติดังเช่น

```
static float vrWall[] = {DIFFUSE,0.9,0.9,0.8,
                         ALPHA,1.0,
                         SPECULAR,0.25,0.95,0.25,
                         AMBIENT,0.8,0.8,0.7,LMNULL};
lmdef(DEFMATERIAL,VR_WALL,nMaterialProps,vrWall);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะระบุรายละเอียดก่อนและกำหนดการเรียกใช้ผ่านฟังก์ชัน lmdef ( ) เมื่อจะใช้กับวัตถุกราฟิกใดจะเรียกโดยใช้ lmbind (); ตามด้วยชื่อที่กำหนดในที่ตือ lmbind(MATERIAL,VR_WALL);

6. **ฟังก์ชันการวาดวัตถุกราฟิก** ตัวอย่างดังนี้

```
void
DrawBox(float xSide, float ySide, float zSide)
{
  int i;
  static float vertex[8][3] =
  {
    { -0.5, -0.5,  -0.5 }, {  0.5, -0.5,  -0.5 },
    {  0.5,  0.5,  -0.5 }, { -0.5,  0.5,  -0.5 },
    { -0.5, -0.5,   0.5 }, {  0.5, -0.5,   0.5 },
    {  0.5,  0.5,   0.5 }, { -0.5,  0.5,   0.5 }
  };
  static float normals[6][3] = {{0.0,0.0,-1.0}, /* back face */
                    {1.0,0.0,0.0}, /* right side */
                    {-1.0,0.0,0.0}, /* left side */
                    {0.0,1.0,0.0}, /* top */
                    {0.0,-1.0,0.0}, /* bottom */
                    {0.0,0.0,1.0}}; /* front face */
        pushmatrix();
        scale(xSide,ySide,zSide);
        subpixel(TRUE);
        /* backface */
        bgnpolygon();
        n3f(normals[0]);          /*use for lighting */
        for (i=0; i<4; i++)
          v3f(vertex[i]);         /*use for draw vertex ground */
        endpolygon();
        /* right side polygon */
        bgnpolygon();
          n3f(normals[1]);
          v3f(vertex[6]);
          v3f(vertex[5]);
          v3f(vertex[1]);
          v3f(vertex[2]);
        endpolygon();
        /* left side polygon */
        bgnpolygon();
          n3f(normals[2]);
          v3f(vertex[0]);
          v3f(vertex[3]);
```

รูปที่ ผ6 แสดงฟังก์ชันการวาดวัตถุกราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    v3f(vertex[7]);
      v3f(vertex[4]);
    endpolygon();
    /* top side polygon */
    bgnpolygon();
      n3f(normals[3]);
      v3f(vertex[7]);
      v3f(vertex[6]);
      v3f(vertex[2]);
      v3f(vertex[3]);
    endpolygon();

    /* bottom side polygon */
    bgnpolygon();
      n3f(normals[4]);
      v3f(vertex[4]);
      v3f(vertex[5]);
      v3f(vertex[1]);
      v3f(vertex[0]);
    endpolygon();

    /* front */
    bgnpolygon();
    n3f(normals[5]);
    for (i = 4; i < 8; i++)
      v3f(vertex[i]);
    endpolygon();

    popmatrix();
}
```

รูปที่ ผ6 แสดงฟังก์ชันการวาดวัตถุกราฟิก (ต่อ)

ฟังก์ชันตัวอย่างนี้จะเป็นการสร้างวัตถุกราฟิกรูปกล่องที่จะนำไปใช้สร้างเป็นปุ่มต่าง ๆ ในเกม จะเป็นการสร้างและวาดตามจุดที่กำหนด ระบุการใช้การเปลี่ยนแปลงขนาด เพื่อให้ได้ขนาดต่าง ๆ กัน ตามที่ได้รับค่าตัวแปรที่เข้ามา โดยใช้ฟังก์ชันของกราฟิกไลบรารีไอริสจีแอล ซึ่งค่าของแต่ละจุดที่ได้กำหนดไว้จะเป็นการกำหนดตำแหน่งของขอบและมุมที่จะทำการวาดทีละด้านให้เป็นพื้นผิวจนเป็นรูปทรงวัตถุกราฟิก

7. **การควบคุมเกมในการออกท่าทางของมือ** จะอาศัยการทำงานของการนับช่วงเวลาที่จะให้ทั้งฝ่ายคอมพิวเตอร์และฝ่ายผู้เล่นได้ออกท่าทางของมือให้สัมพันธ์กับเงื่อนไขของเกม โดยที่ฝ่ายคอมพิวเตอร์จะอาศัยการสุ่มค่าตัวเลขออกมาว่าอยู่ในช่วงใด ก็จะกำหนดให้อยู่ในรูปแบบของมือท่าใดท่าหนึ่งโดยอาศัยรูทีนคราว ๆ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ranmode_=rand(); /*rand om  computer hand pattern*/
if ((ranmode_%3)==1)
      mode_=1;
if ((ranmode_%3)==2)
      mode_=2;
if ((ranmode_%3)==0)
      mode_=3;

DrawHandGame(mode_,3.5,20) ; /*display computer hand*/
```

รูปที่ ผ 7 แสดงรูทีนคราว ๆ ของการออกท่าทางของมือฝ่ายคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ ผ7 จะเป็นรูทีนคราว ๆ ของฝ่ายคอมพิวเตอร์ที่จะออกมือในท่าทางต่าง ๆ ออกมาในระบบเกมที่จะส่งค่าเข้ามายังส่วนการวาดรูปวัตถุกราฟิกมือขึ้นมาในระบบเกม และเป็นค่าที่จะใช้ในการเทียบระหว่างผู้เล่นด้วยในที่นี้คือจะใช้ mode_ เป็นค่าที่ส่งเข้าสู่ระบบและใช้เทียบรูปแบบมือกับผู้เล่น ส่วนการจัดการการออกท่าทางของมือฝ่ายผู้เล่นเพื่อป้องกันการโกงของผู้เล่นจะมีลักษณะการจัดการที่อาศัยคาบเวลามาใช้กล่าวคือเมื่อระบบเกมกล่าวเสียงฉุบแล้วก็จะเริ่มการดักจับรูปแบบของมือทั้งฝ่ายคอมพิวเตอร์และฝ่ายผู้เล่นโดยฝ่ายคอมพิวเตอร์ก็จะทำการสุ่มมือขึ้นมาในช่วงเวลาดังกล่าวและมือผู้เล่นที่ออกมาก็จะถูกดักจับรูปแบบมือด้วย โดยอาศัยรูทีนคราว ๆ ดังนี้

```
void  frame_rate(int counter,int start,int state_num)
{
      static struct timeval time_now = {0,0}, start_time = {0,0};
      struct timezone tz;
      double secs,usecs,chksecs; /*tsecs*/
if (counter == 0)
{
      gettimeofday(&start_time,&tz);        tsecs=0.0;          return;
}
      gettimeofday(&time_now,&tz);
      secs  = time_now.tv_sec - start_time.tv_sec;
      usecs = time_now.tv_usec - start_time.tv_usec;
      secs = secs + (usecs/1.0e6);       tsecs=secs;
if((tsecs >=7) &&(tsecs <=7.4))
{    hand1=comparehand();      /*check and detect hand*/ }
/*draw graphic object and check status*/   }
```

รูปที่ ผ 8 แสดงรูทีนคราว ๆ ของการใช้ช่วงเวลาดักจับท่าทางมือผู้เล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ผ 8 จะเป็นการใช้ช่วงเวลามาเป็นการดักจับรูปแบบของมือผู้เล่นที่ได้ออกท่าทางต่าง ๆ ตามที่ผู้เล่นคิดว่าจะออกมา โดยจะทำการนับช่วงเวลาเมื่อระบบเริ่มต้นจนถึงช่วงเวลาที่กำหนด หากผู้เล่นเกิดต้องการโกงระบบเกมโดยออกท่าทางใดก่อนแล้วเปลี่ยนไปอีกท่าทางหนึ่งทันทีที่เห็นว่าฝ่ายคอมพิวเตอร์แสดงผลออกมา ระบบเกมจะอาศัยช่วงเวลาดังกล่าวที่อยู่ในคาบช่วงเวลาที่กำหนดเป็นการดักจับท่าทางมือผู้เล่นซึ่งจะอยู่ในช่วงที่ระบบกล่าวเสียงคำว่า"ฉุบ" พอดี ซึ่งจะเป็นช่วงเวลาที่จะดักจับรูปแบบของท่าทางมือท่าแรกที่ได้ออกมาสามารถดักจับได้ทันทีจึงสามารถกันการโกงของฝ่ายผู้เล่นได้โดยจะยึดเอารูปแบบท่าทางแรกมาเป็นตัวตัดสิน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายวิรพงศ์ เนียรมงคล
วันเดือนปีเกิด	8 พฤษภาคม 2518
สถานที่เกิด	จ.กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วท.บ. (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
สถานที่สำเร็จการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏธนบุรี
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้