สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาพเคลื่อนไหวสามมิติเพื่อความบันเทิง

Motion Stereoscopic Imaging for Entertainment

โดย

นางสาวกชมล ไชยดี

นายกูลพล เอี่ยมถนอมชัย

2ฟ.
ก1124
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83081
วัน,เดือน,ปี - 5 ส.ค. 2551

.b 11964133
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTION STEREOSCOPIC IMAGING FOR ENTERTAINMENT

BY

KOTCHAMOL CHAIDEE

KULLAPOL EIAMTHANOMCHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ภาพเคลื่อนไหวสามมิติเพื่อความบันเทิง Motion Stereoscopic Imaging for Entertainment		
รายชื่อนักศึกษา	นางสาวกชมล ไชยดี	รหัสนักศึกษา	47010032
	นายกุลพล เอี่ยมถนอมชัย	รหัสนักศึกษา	47010053
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	อาจารย์ชมพูนุท จินจาคาม		
ระดับการศึกษา	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2550		

หัวข้อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชมพูนุท จินจาคาม

(อาจารย์ชมพูนุท จินจาคาม)
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ภาพเคลื่อนไหวสามมิติเพื่อความบันเทิง		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกชมล ไชยดี	รหัสประจำตัว	47010032
	นายกุลพล เอี่ยมถนอมชัย	รหัสประจำตัว	47010053
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.ชมพูนุท จินจาคาม		

ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างภาพสามมิติโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จากโปรแกรม 3Ds Max ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างโพลีกอนหรือออกแบบรูปร่างของภาพสามมิติที่เราต้องการได้อย่างอิสระ แล้วจะทำการสร้างภาพเคลื่อนไหวเลียนแบบการใช้เทคนิคการถ่ายภาพเคลื่อนไหวจากกล้องสองตัวที่แสดงภาพบนหน้าจอโดยสลับแสดงระหว่างภาพสองมุมมองอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดเป็นภาพสามมิติ โดยเลียนแบบการมองด้วยดวงตาของมนุษย์ทั้งสองข้างที่มีระยะห่างอย่างเหมาะสม ผู้ดูภาพจะต้องอาศัยแว่นตาที่ใช้ดูภาพสามมิติ ซึ่งต่อกับวงจรเข้าจังหวะควบคุมการสลับชัตเตอร์ของแว่นตาและภาพที่แสดงบนหน้าจอให้เป็นภาพมุมมองที่ตรงกันเพื่อผู้ดูภาพเห็นเป็นภาพสามมิติแบบสมจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Motion Stereoscopic Imaging for Entertainment	
Student	Miss Kotchamol Chaidee	ID. 47010032
	Mr. Kullapol Eiamthanomchai	ID. 47010053
Advisor	Ms. Chompoonuch Jinjakam	
Graduate Level	Bachelor's Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2007	

ABSTRACT

This thesis creates 3D motion stereoscopic applied with computer program using 3Ds Max which can creating polygons and designing 3D shapes or textures. The program creating 3D motion stereoscopic displays like two cameras photographing displays on the screen by rapidly switching between two images of each camera. These techniques are imitated the human's seeing objects. The people who watch the images have to wear the specific glasses for watching 3D motion stereoscopic image which are synchronized control between the switching shutter glasses and images on the display screen for see the motion stereoscopic images.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เพราะความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม อาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงคนในห้องโปรเจคทุกคนที่ได้ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับงานด้านฮาร์ดแวร์ พี่ต่อเนื่องทุกคนที่ใช้ยืมอุปกรณ์มาใช้ เพื่อนทุกคนที่ให้กำลังใจในการทำโครงงานชิ้นนี้ ถึงแม้จะไม่เคยทำมาก่อน ไม่ว่าจะยากแค่ไหน ก็จะพยายามทำให้สำเร็จ

นางสาวกชมล ไชยดี

นายกุลพล เอี่ยมถนอมชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	1
1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินงาน	
2.1 หลักการเกิดภาพสามมิติ	3
2.2 เทคนิคการถ่ายภาพสามมิติ	4
2.2.1 วิธีการถ่ายภาพ 3 มิติ	4
2.2.2 ข้อสำคัญในการถ่ายภาพ 3 มิติ	5
2.2.3 ข้อแนะนำในการถ่ายภาพ 3 มิติ	6
2.3 วิธีการมองภาพคู่ (Stereo Pairs) ให้เป็นภาพ 3 มิติ	6
2.4 ภาพเหลื่อม (Anaglyph Image)	8
2.4.1 องค์ประกอบของภาพสีและหลักการของภาพ 3 มิติแบบ Anaglyph	9
2.4.2 การมองภาพ 3 มิติ แบบภาพเหลื่อม Anaglyph	10
2.5 ภาพสามมิติสำหรับแว่นที่เป็นแบบ Shutter Glasses	11
2.5.1 หลักการทำภาพสามมิติแบบ Stereoscopic สำหรับแว่น Shutter Glasses	11
2.5.2 หลักการทำงานของ Shutter Glasses	12
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	
3.1 ขั้นตอนการออกแบบโครงงาน	15
3.1.1 ส่วนของภาพสามมิติ Stereoscopic	15
3.1.2 ส่วนของ Hardware ที่เป็นตัว Synchronize สัญญาณระหว่างจอและแว่นตา	15
3.2 การออกแบบภาพสามมิติ Stereoscopic	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 การออกแบบวงจร Synchronize สัญญาณ	16
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 ส่วนของภาพสามมิติ Stereoscopic	19
4.1.1 การสร้างกล้องจำลองในโปรแกรม 3ds Max	19
4.1.2 การ Render ภาพจากกล้องด้วย Video Post	21
4.1.3 การรวมภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวา	24
4.2 ส่วน Hardware ของตัว Synchronize สัญญาณระหว่างจอและแว่นตา	24
4.3 ผลการทดลองงาน	25
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปการพัฒนาโครงงาน	27
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงาน	27
5.3 ข้อจำกัดของโครงงานที่พัฒนา	28
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก ก โปรแกรม 3ds Max	30
ภาคผนวก ข อุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินงาน	32
ภาคผนวก ค Hardware Datasheet	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป หน้า

รูปที่ 1.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน 2
รูปที่ 2.1 การมองภาพสามมิติด้วยสายตามนุษย์ 3
รูปที่ 2.2 แนวการวางกล้องทั้ง 2 ตัว 4
รูปที่ 2.2 แนวการถ่ายภาพของกล้อง 2 กล้องของภาพสามมิติ 5
รูปที่ 2.4 แสดงภาพถ่ายจากกล้อง 2 ตัวที่ถ่ายพร้อมกัน 6
รูปที่ 2.5 ภาพถ่ายเพื่อการดูแบบสลับตา 7
รูปที่ 2.6 ภาพถ่ายเพื่อการดูแบบขนาน 7
รูปที่ 2.7 Du Hauron กับภาพเหลื่อมสามมิติและแว่นสามมิติสำหรับดูภาพเหลื่อม 8
รูปที่ 2.8 ตัวอย่าง Diagram ใช้สำหรับทดสอบแว่นที่ทำขึ้น 8
รูปที่ 2.9 แสดงองค์ประกอบของภาพที่เป็น RGB 9
รูปที่ 2.10 แสดงภาพเหลื่อมที่เกิดจากสีฟ้าอมเขียวและสีแดง 9
รูปที่ 2.11 แสดงการมองภาพสามมิติที่เป็นภาพเหลื่อม 10
รูปที่ 2.12 แว่น Shutter Glasses 11
รูปที่ 2.13 การเตรียมการสร้างภาพสามมิติสำหรับแว่นแบบ Shutter Glasses 12
รูปที่ 2.14 แสดงการสลับชัตเตอร์ของแว่น Shutter Glasses 13
รูปที่ 3.1 แผนผันแสดงขั้นตอนการออกแบบภาพสามมิติ 15
รูปที่ 3.2 แผนผันแสดงขั้นตอนการออกแบบส่วน Hardware ที่ Synchronize สัญญาณ 15
รูปที่ 3.3 แสดงกล้อง 2 ตัวแทนมุมมองซ้ายขวาในโปรแกรม 3ds Max 16
รูปที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างตัวฮาร์ดแวร์ที่ Synchronize สัญญาณ 17
รูปที่ 3.5 วงจร Synchronize 17
รูปที่ 4.1 การคัดลอกกล้องตัวที่สอง 19
รูปที่ 4.2 แสดงการจัดวางกล้องในโปรแกรม 3ds Max 20
รูปที่ 4.3 Video Post 21
รูปที่ 4.4 หน้าต่าง Add Scene Event 22
รูปที่ 4.5 หน้าต่าง Add Image Output Event 22
รูปที่ 4.6 หน้าต่าง Execute Video Post 23
รูปที่ 4.7 แสดงการรวมภาพระหว่างกล้องซ้ายและกล้องขวา 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างผลงานภาพสามมิติ 25

รูปที่ 4.9 ตัวอย่างผลงานภาพสามมิติ (2) 26

รูปที่ 5.1 แผนภาพแสดงแนวทางในการพัฒนาต่อ 28

รูปที่ 1 ภาคผนวก ก อินเตอร์เฟสโปรแกรม 3ds Max 31

รูปที่ 2 ภาคผนวก ข แว่นตา Shutter Glass Stereo Graphics รุ่น Crystal Eyes 3 33

รูปที่ 3 ภาคผนวก ข ตัว Emitter 34

รูปที่ 4 ภาคผนวก ข อุปกรณ์ Synchronize 35

รูปที่ 5 ภาคผนวก ข วงจรภายในอุปกรณ์ Synchronize 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.1 แสดงระยะเหมาะสมของวัตถุและกล้อง **6**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปริญญานิพนธ์

ทัศนะในการมองภาพทั่วไป จากภาพถ่ายหรือในคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่แล้วก็จะเป็นเพียงภาพ 2 มิติ หรือหากเป็นภาพสามมิติที่มีความลึกของภาพแล้ว ก็ยังรู้สึกว่าไม่เพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากยังขาดความสมจริงอยู่ ซึ่งการสร้างภาพสามมิติแบบ Stereoscopic นั้น ก็ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในหลายวงการ เช่นในวงการแพทย์ ที่ใช้มองวัตถุรูปร่างขนาดเล็ก หรือใช้ในการผ่าตัด เพื่อให้มองเห็นอวัยวะได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เช่นเดียวกับวงการบันเทิง ในภาพยนตร์ต่างๆ ก็ใช้ภาพสามมิติเพื่อความบันเทิงต่อผู้คนที่เข้ามาชม เพื่อความสมจริงของภาพ ทำให้ผู้ชมที่เห็นตื่นตาตื่นใจไปกับสิ่งนั้นๆ เสมือนกับเป็นของจริง หรือจะออกแบบเพื่อใช้การฝึกหัดในรูปแบบต่างๆ เช่น เครื่องมือจำลองสามมิติฝึกหัดขับเครื่องบินของนักบิน หรือใช้ในสื่อการเรียนการสอน เช่นวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจสิ่งที่เรียนมาจากทฤษฎีมากยิ่งขึ้น จึงเป็นจุดเริ่มต้นให้เกิดโครงงานนี้ขึ้นมา ซึ่งมีจุดประสงค์หลักคือเพื่อความบันเทิง โดยใช้หลักการการสลับกันแสดงภาพสองมุมมอง และอาศัยแว่นตาสามมิติในการมองภาพเพื่อความสมจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เรียนรู้กระบวนการสร้างตลอดจนการดูภาพสามมิติ
2. ประยุกต์ใช้โปรแกรม 3Ds Max ขั้นสูงเพื่อสร้างภาพเคลื่อนไหวสามมิติ
3. ประยุกต์ใช้ภาพสามมิติเพื่อความบันเทิง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

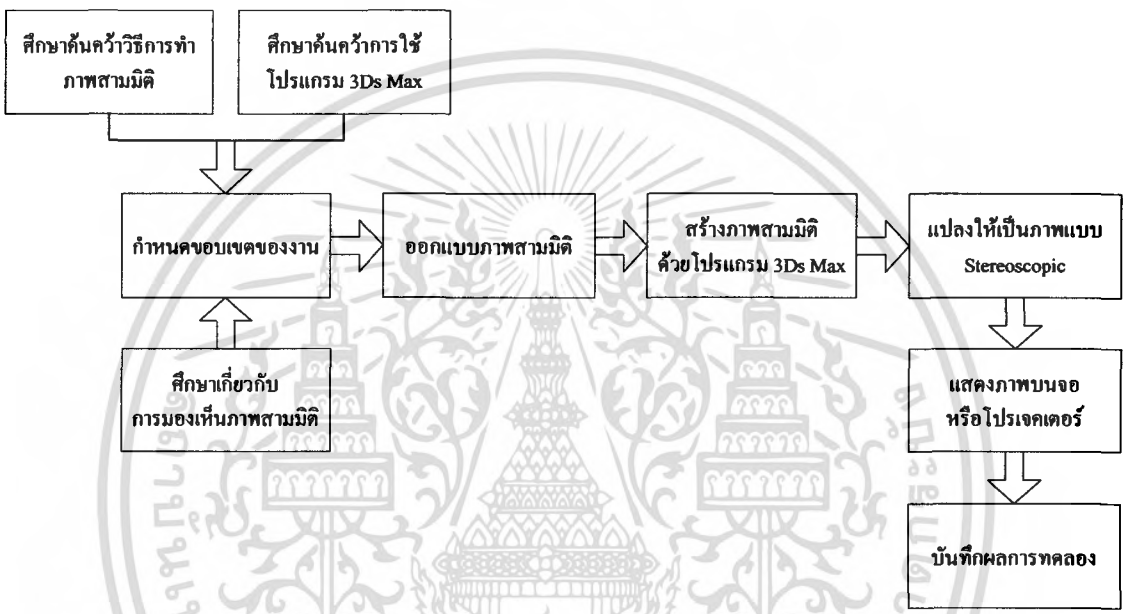
ใช้โปรแกรม 3Ds Max ในการสร้างภาพสามมิติเพื่อทำเป็นภาพเคลื่อนไหวในการนำเสนอสื่อความบันเทิง และแสดงภาพโดยการสร้างตัวสลับชัตเตอร์ภาพซ้ายขวาให้เป็นจังหวะสอดคล้องกับแว่นตาพิเศษสำหรับมองภาพสามมิติ เพื่อการมองเห็นเป็นความลึกของภาพ

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับระบบภาพสามมิติและวิธีการสร้างภาพสามมิติจากโปรแกรม 3Ds Max

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการมองเห็นของมนุษย์และข้อมูลทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เพื่อให้ภาพที่ออกมาดูสมจริงที่สุด
3. กำหนดขอบเขตของการดำเนินงานในโครงงานนี้
4. ใช้โปรแกรม 3Ds Max ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักที่จะใช้สร้างภาพสามมิติ
5. ทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 1.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

ส่วน Hardware:

1. คอมพิวเตอร์ที่สามารถรองรับการทำงานและการสร้างภาพสามมิติได้
2. อุปกรณ์ Synchronize ระหว่างภาพสามมิติกับแว่นตาสามมิติ
3. แว่นตา Shutter glasses และตัวส่งสัญญาณ Emitter

ส่วน Software:

1. โปรแกรม 3Ds Max เวอร์ชั่น 9
2. โปรแกรมสร้างภาพแบบ Stereoscopic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่ใช้ในการดำเนินงาน

2.1 หลักการเกิดภาพสามมิติ

หลักการของการมองภาพให้เกิดเป็นภาพสามมิตินั้น เลียนแบบการมองเห็นของมนุษย์ที่มองวัตถุเดียวกันด้วยตาทั้งสองข้าง เมื่อเรามองวัตถุด้วยตาข้างใดข้างหนึ่งเพียงข้างเดียว จะไม่สามารถมองให้เป็นสามมิติได้ เนื่องจากการมองเพียงข้างเดียวจะขาดส่วนลึกของภาพอีกด้านหนึ่งไป

รูปที่ 2.1 การมองภาพสามมิติด้วยสายตามนุษย์

จากรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าตาแต่ละข้างจะมีมุมมองต่างกัน ถ้าหากเราปิดตาทีละข้าง คือ เมื่อปิดตาข้างขวา และมองวัตถุด้วยตาซ้าย จะมองเห็นด้านข้าง (ส่วนลึก) ด้านซ้ายของวัตถุ และหากปิดตาซ้ายใช้ตาข้างขวามองวัตถุ เราจะมองเห็นด้านข้าง (ส่วนลึก) ด้านขวา จากนั้นเมื่อลืมตา 2 ข้างพร้อมกันตาแต่ละข้างจะมองเห็นวัตถุทั้ง 2 ด้านคือ ด้านซ้ายและขวาพร้อมกัน ภาพที่มองเห็นจากตาทั้งสองข้างนี้จะผ่านไปสู่กระบวนการของสมองที่จะรวมและประมวลผลภาพทั้งสองให้เป็นรูปเดียวกัน ทำให้ภาพของวัตถุที่เรามองเห็นมิติ ของวัตถุนั้นๆ โดยอาศัยหลักการการมองเห็นของตามนุษย์นี้เองเราจึงสามารถจำลองการมองภาพทั่วไปให้เป็นภาพสามมิติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เทคนิคการถ่ายภาพสามมิติ

การถ่ายภาพสามมิติ มีหลักการคือ ถ่ายภาพจำนวน 2 ภาพของวัตถุเดียวกัน ในเวลาเดียวกันในมุมที่ต่างกันเล็กน้อย หลังจากนั้น จึงใช้เทคนิคของการดูภาพสามมิติ วิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น เทคนิคการดูด้วยตาเปล่า หรือด้วยการใช้อุปกรณ์ Stereo scope และภาพที่ตามองเห็นนี้จะถูกส่งออกไปยังสมองเพื่อให้สมองทำการประมวลผลภาพที่มองเห็นออกมา

2.2.1 วิธีการถ่ายภาพ 3 มิติ

การถ่ายภาพ 3 มิติ โดยทั่วไปใช้กล้องถ่ายรูปสองตัว ดังนี้

1. เลือกใช้กล้อง 2 ตัวที่มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ เช่น ความยาวโฟกัสของเลนส์ ความไวแสง ความเร็วของชัตเตอร์ เป็นต้น
2. วางกล้องทั้ง 2 ตัวคู่กันบนขาตั้งกล้อง หรือบนพื้นระนาบ ให้มุมที่วัดจากวัตถุที่จะถ่ายถึงตัวกล้องทั้งสองต่างกันเล็กน้อย ดังรูปที่ 2.2 ทำเครื่องหมายว่ากล้องตัวใดอยู่ด้านซ้ายมือ ตัวใดอยู่ด้านขวามือ เพื่อที่จะจำได้ง่ายเวลานำภาพไปล้างอัด (กล้องทั้ง 2 ตัวจะเปรียบเสมือนดวงตาข้างซ้ายและข้างขวาของมนุษย์)

รูปที่ 2.2 แนวการวางกล้องทั้ง 2 ตัว

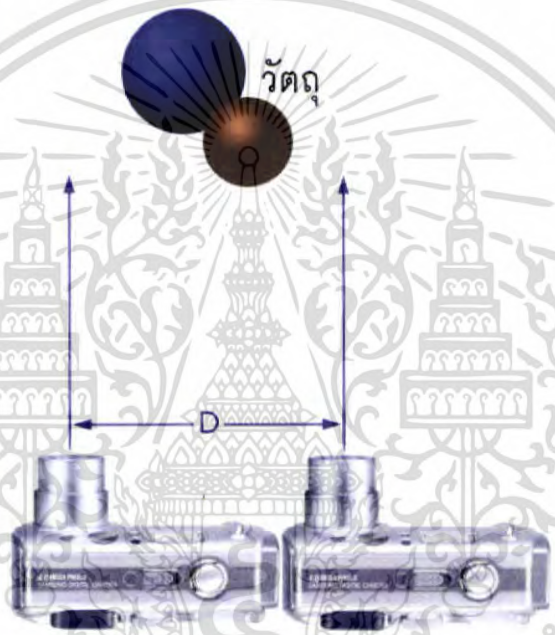
3. กดชัตเตอร์ของกล้องทั้ง 2 ตัวพร้อมๆกันถ่ายภาพวัตถุที่ต้องการ เพื่อให้ภาพที่ออกมาเหมือนกันมากที่สุด หากถ่ายภาพจากทั้ง 2 กล้องไม่พร้อมกันแล้ว องค์ประกอบของภาพบางอย่างอาจเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ลมพัดใบไม้ปลิว แดดออกหรือแดดร่ม มีคนเดินผ่านด้านหลัง เป็นต้น ทำให้ภาพที่ล้างอัดได้นำไปทำภาพ 3 มิติได้ไม่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำภาพที่ได้จากกล้องทั้งสองไปล้างอัด นำมาวางเรียงกัน แล้วใช้เทคนิคในการดูภาพ 3 มิติอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อดูเป็นภาพสามมิติ

2.2.2 ข้อสำคัญในการถ่ายภาพ 3 มิติ

1. เลนส์ของกล้องทั้ง 2 ตัว ต้องมีความยาวโฟกัสเท่ากัน ในกรณีที่ถ่ายด้วยกล้องคู่ และเลือกใช้กล้องให้มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ
2. แนวการถ่ายภาพทั้ง 2 ภาพ ต้องขนานกัน ดังรูป



รูปที่ 2.2 แนวการถ่ายภาพของกล้อง 2 กล้องของภาพสามมิติ

3. ระยะห่างระหว่างกล้องทั้ง 2 ตัว ควรจะเท่ากับระยะห่างระหว่างลูกตามนุษย์ คือ ประมาณ 6.5 เซนติเมตร แต่ถ้าต้องการถ่ายภาพ 3 มิติ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ควรจะให้กล้องอยู่ห่างจากวัตถุที่จะถ่ายในอัตราส่วน 1/40 เสมอ เช่น ถ้าวัตถุที่จะถ่ายอยู่ห่างจากผู้ถ่ายภาพประมาณ 3 เมตร จะต้องเลื่อนกล้องทั้งสองตัวให้ห่างกันเป็นระยะเท่ากับ 3 เมตร หารด้วย 40 = 7.5 ซม. ดังตาราง
4. โดยปกติแล้วสายตาของคนเราไม่สามารถดูภาพ 3 มิติ ได้ในระยะเดียวกัน ดังนั้นไม่จำเป็นต้องคำนวณให้ตรงตามระยะที่กำหนด ให้ลองถ่ายภาพไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ภาพที่สายตาสามารถมองเห็นชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงระยะเหมาะสมของวัตถุและกล้อง

ระยะห่างของวัตถุ	0.1 m	0.3 m	0.5 m	1 m	3 m	5 m
ระยะห่างระหว่างกล้องทั้ง 2 ตัว (D)	0.25 cm	0.75 cm	1.25 cm	2.5 cm	7.5 cm	12.5 cm

2.2.3 ข้อแนะนำในการถ่ายภาพ 3 มิติ

1. ถ่ายภาพทั้ง 2 ภาพพร้อมกัน หรือให้เร็วที่สุด เพื่อลดโอกาสที่ส่วนประกอบต่างๆ ในภาพจะเคลื่อนที่
2. ควรเลือกถ่ายภาพในขณะที่ลมสงบ ไม่มีใบไม้ปลิว หรือกิ่งไม้ไหว หรือเมฆ หรือควรจะให้มีการเคลื่อนไหวของภาพน้อยที่สุด

(1) (2)

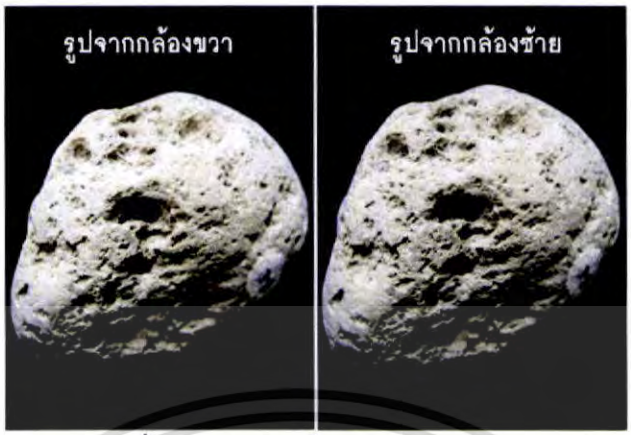
รูปที่ 2.4 แสดงภาพถ่ายจากกล้อง 2 ตัวที่ถ่ายพร้อมกัน

จากรูปที่ 2. 4 รูปหมายเลข (1) ได้จากกล้องที่ตั้งอยู่ทางซ้ายมือ ส่วนรูปหมายเลข (2) ได้จากกล้องที่ตั้งทางขวามือ ภาพที่ได้จากกล้องที่ถ่ายในลักษณะนี้เรียกว่าภาพคู่ หรือ Stereo Pairs เมื่อมองภาพตามปกตินี้จะเห็นเป็นภาพ 2 ภาพ เราจึงต้องใช้เทคนิคการมองภาพเพื่อให้เห็นเป็น 3 มิติ

2.3 วิธีการมองภาพคู่ (Stereo Pairs) ให้เป็นภาพ 3 มิติ

1. การดูแบบสลับตาด้วยตาเปล่า (Cross-Eye View) การดูภาพ stereo pair นั้น สามารถดูได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือช่วย โดยการวางภาพขวา ไว้ด้านซ้าย และวางภาพซ้ายไว้ด้านขวาจากนั้น ใช้ตาขวาดูภาพด้านซ้าย และใช้ตาซ้ายดูภาพด้านขวา เมื่อเริ่มดูภาพ ภาพทั้งสองจะค่อยๆ เคลื่อนเข้าหากัน จนเกิดการรวม (fused) ของภาพ และเกิดเป็นภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ภาพถ่ายเพื่อการดูแบบสลับตา

2. การดูแบบขนานด้วยตาเปล่า (Parallel View) การดูแบบขนานนี้ เป็นการดูภาพในลักษณะปกติ กล่าวคือ ภาพด้านซ้ายจะอยู่ทางซ้าย และดูด้วยตาซ้าย ส่วนภาพด้านขวาจะอยู่ทางขวา และดูด้วยตาขวา

รูปที่ 2.6 ภาพถ่ายเพื่อการดูแบบขนาน

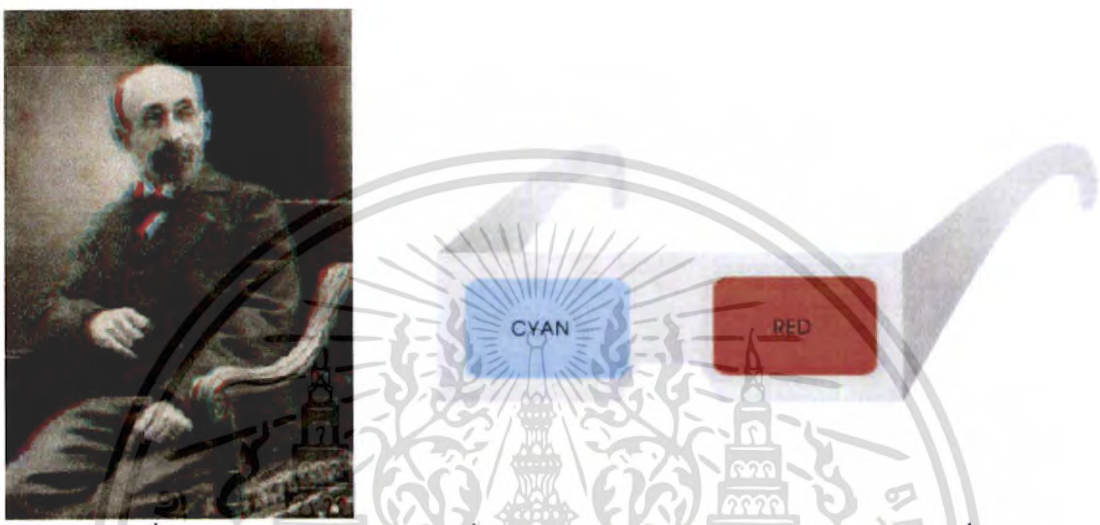
เทคนิคการดูภาพแบบขนาน

1. เลื่อนหน้าเข้าไปจ้องภาพใกล้ๆ
2. ค่อยๆ เลื่อนศีรษะถอยออกจากภาพอย่างช้าๆ
3. ขณะเลื่อนศีรษะถอยหลัง ให้ใช้ตาทั้งสองข้าง มอง 'ทะลุ' ภาพไป เหมือนกับว่ามีจุดโฟกัสอยู่ด้านหลังของภาพ
4. เมื่อเริ่มเห็นภาพ 3 ภาพ ให้พยายามจ้องไปยังภาพที่อยู่ตรงกลาง จนกระทั่งตาสามารถปรับได้ และมองเห็นภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

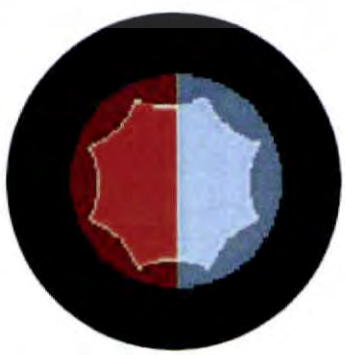
2.4 ภาพเหลื่อม (Anaglyph Image)

จากภาพที่ได้จากเทคนิคการถ่ายภาพแบบสามมิติก่อนหน้านี้มีวิธีการมองภาพที่ค่อนข้างลำบาก ทำให้ Du Hauron นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้คิดค้นระบบภาพเหลื่อมขึ้นในปี ค.ศ.1891



รูปที่ 2.7 Du Hauron กับภาพเหลื่อมสามมิติและแว่นสามมิติสำหรับดูภาพเหลื่อม

Du Hauron อาศัยหลักการของสี การตัดกันของสี โดยผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ดูภาพแบบ Anaglyph ขึ้นมา (ดังรูปที่ 2.7) ในที่นี้กำหนดให้เป็นสีฟ้าอมเขียว (Cyan) และ สีแดง (Red) เมื่อลองนำอุปกรณ์ที่ทำเป็นแว่นตามองดูภาพที่ทำขึ้นมาเพื่อใช้ทดสอบ (ดังรูปที่ 2.8) โดยปิดและเปิดตาทีละข้าง จะสังเกตเห็นว่าเมื่อปิดตาซ้ายและเปิดตาขวา (มองผ่าน Filter สีฟ้าอมเขียว) จะมองเห็นว่าสีแดงใน Diagram สำหรับทดสอบจะหายไปเหลือแต่เส้นสีขาว จากนั้นเปิดตาซ้าย ปิดตาขวา (มองผ่าน Filter สีแดง) จะมองเห็นว่าสีฟ้าอมเขียวหายไปเหลือแต่เส้นสีขาว แต่เมื่อลืมตาพร้อมกันทั้งสองข้าง จะเห็นกรอบสีขาวของรูป 8 เหลี่ยมชัดเจน นี่คือหลักการของภาพ 3 มิติ แบบ Anaglyph

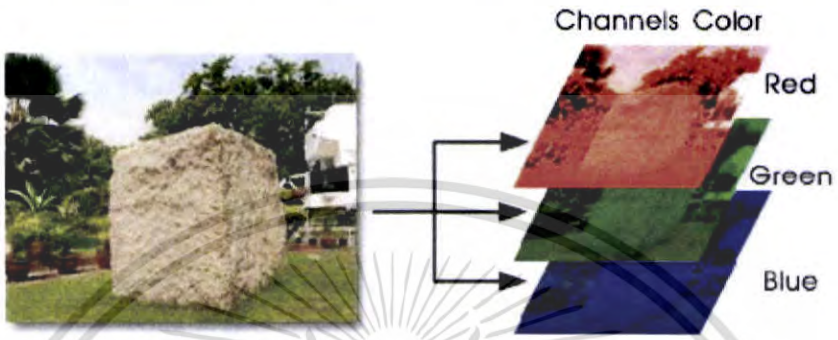


รูปที่ 2.8 ตัวอย่าง Diagram ใช้สำหรับทดสอบแว่นที่ทำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

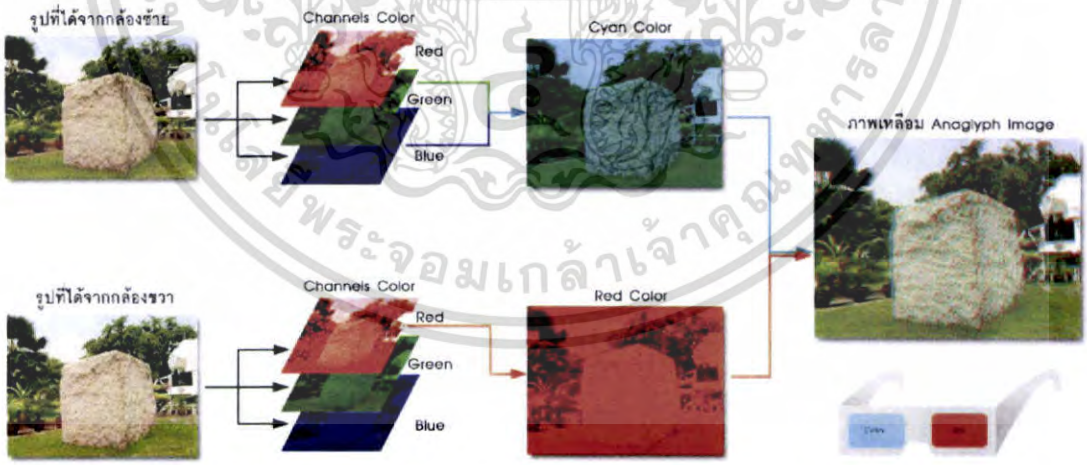
2.4.1 องค์ประกอบของภาพสีและหลักการของภาพ 3 มิติแบบ Anaglyph

ภาพที่ได้จากกล้องถ่ายรูปทั่วไป หรือภาพจากการ Scan ด้วยเครื่อง Scanner ถ้าเป็น Mode ภาพแบบ RGB คือ ภาพ 1 ภาพจะมีองค์ประกอบของสีแดง (R) สีเขียว (G) สีน้ำเงิน (B)



รูปที่ 2.9 แสดงองค์ประกอบของภาพที่เป็น RGB

จากคุณสมบัติขององค์ประกอบของสีดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์กับภาพเหลื่อมได้ โดยอาศัยหลักการตัดสีที่ไม่ต้องการออกเพื่อให้ได้คุณสมบัติของภาพเหลื่อม โดยมีขั้นตอนดังภาพประกอบด้านล่าง



รูปที่ 2.10 แสดงภาพเหลื่อมที่เกิดจากสีฟ้าอมเขียวและสีแดง

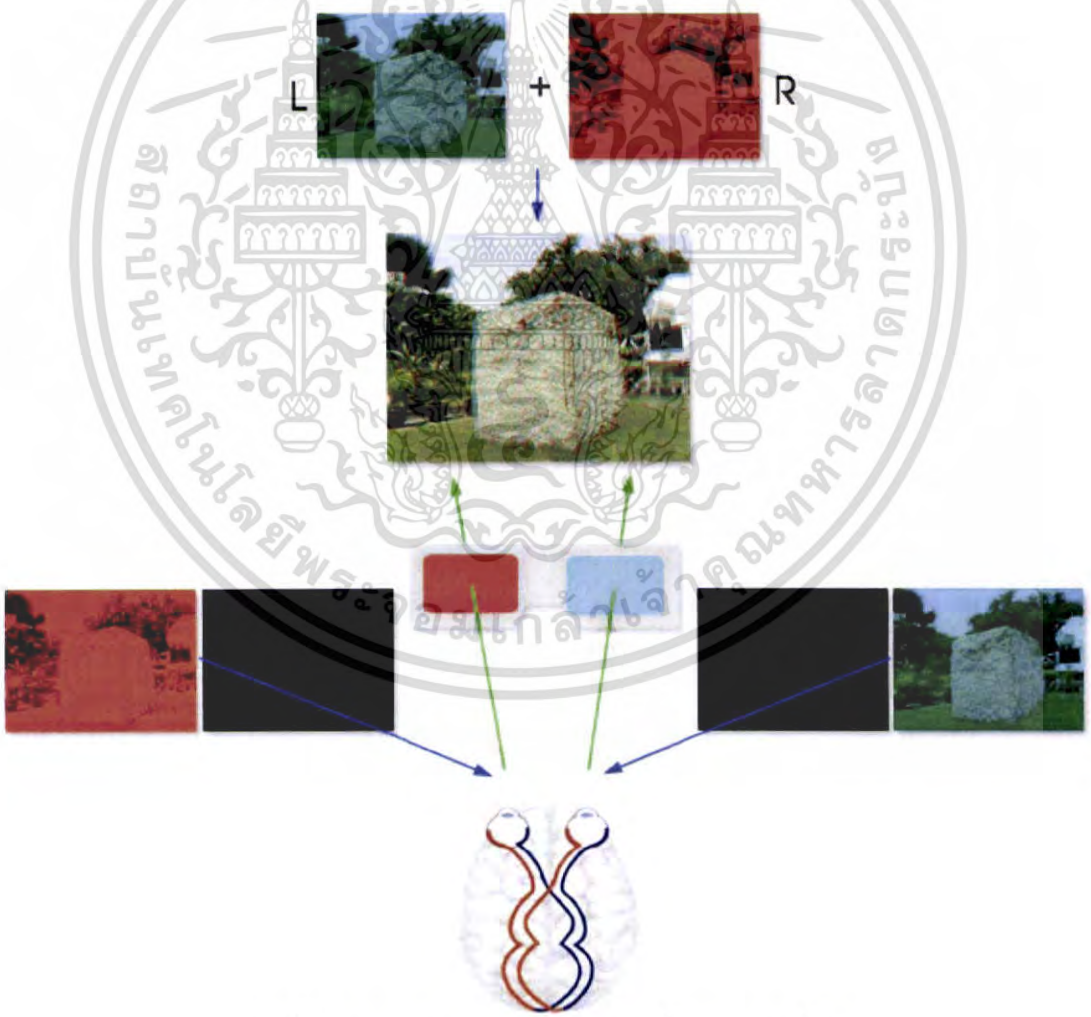
ภาพ 3 มิติ แบบ Anaglyph นั้น ประยุกต์มาจากภาพคู่ หรือ Stereo Pairs คือ มีรูปด้านซ้ายและขวา แทนภาพที่มองเห็นจากตาข้างซ้ายและตาขวาของมนุษย์ จากนั้นทำการตัดสีของภาพคู่ทั้ง 2 ภาพออก โดยให้ภาพทางขวาเป็นภาพสีแดง (ตัดสีเขียวและสีน้ำเงินออก) และภาพทางซ้ายจะเป็นภาพสีฟ้าอมเขียว (ตัดสีแดงออก) แล้วนำภาพที่ได้นี้มาซ้อนเหลื่อมกัน การวางภาพให้ซ้อนเหลื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันนั้นโดยส่วนใหญ่จะให้ภาพที่เหลื่อมทางขวาเป็นภาพสีแดง และภาพที่เหลื่อมทางซ้ายจะเป็นภาพสีฟ้าอมเขียว อย่างไรก็ตามการวางภาพเหลื่อมนี้ไม่ได้บังคับตายตัว เราสามารถที่จะกำหนดให้ภาพเหลื่อมด้านขวาเป็นสีฟ้าอมเขียวและภาพทางซ้ายเป็นสีแดงก็ได้ แต่แว่นตาที่ใช้สำหรับดูภาพนี้ต้องใส่ Filter ให้สลับด้านเท่านั้น เช่น ถ้ากำหนดให้ภาพสีแดงเหลื่อมทางด้านขวา ก็ต้องใช้แว่นที่ filter สีแดงอยู่ที่ตาซ้าย เป็นต้น

2.4.2 การมองภาพ 3 มิติ แบบภาพเหลื่อม Anaglyph

การดูภาพเหลื่อม Anaglyph ต้องอาศัยแว่นตาพิเศษ ที่มีสองสี ตามมาตรฐานแล้ว มักใช้สีฟ้าอมเขียวสำหรับตาขวา (แต่หากหาไม่ได้สามารถใช้สีน้ำเงินแทนได้) และสีแดงสำหรับตาซ้าย



รูปที่ 2.11 แสดงการมองภาพสามมิติที่เป็นภาพเหลื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.10 แสดงถึงการมองภาพเหลื่อม Anaglyph ของตาแต่ละข้างเมื่อมองผ่านแว่นตาพิเศษสำหรับดูภาพ สังเกตว่าด้านซ้ายจะได้รูปที่เป็นโทนสีแดง ทำให้สามารถแยกภาพออกมาได้ แต่จะเห็นว่าภาพที่มองได้จะเป็นภาพที่ได้จากกล้องทางด้านขวามือ เช่นเดียวกันกับเมื่อมองภาพผ่าน Filter สีฟ้าอมเขียว จะมองเห็นภาพเป็นโทนสีฟ้าอมเขียว (คือภาพที่ได้จากกล้องด้านซ้ายมือ) ตามหลักการมองภาพแบบไขว้ (Cross-Eye View) แต่ในความเป็นจริงเรามองภาพนี้ผ่าน Filter ทั้งสองพร้อมกันทำให้เป็นการจำลองภาพเหมือนกับว่าเรากำลังจ้องมองภาพเดียวกันอยู่ทำให้เราเห็นถึงส่วนลึกและมิติของภาพได้

2.5 ภาพสามมิติสำหรับแว่นที่เป็นแบบ Shutter Glasses

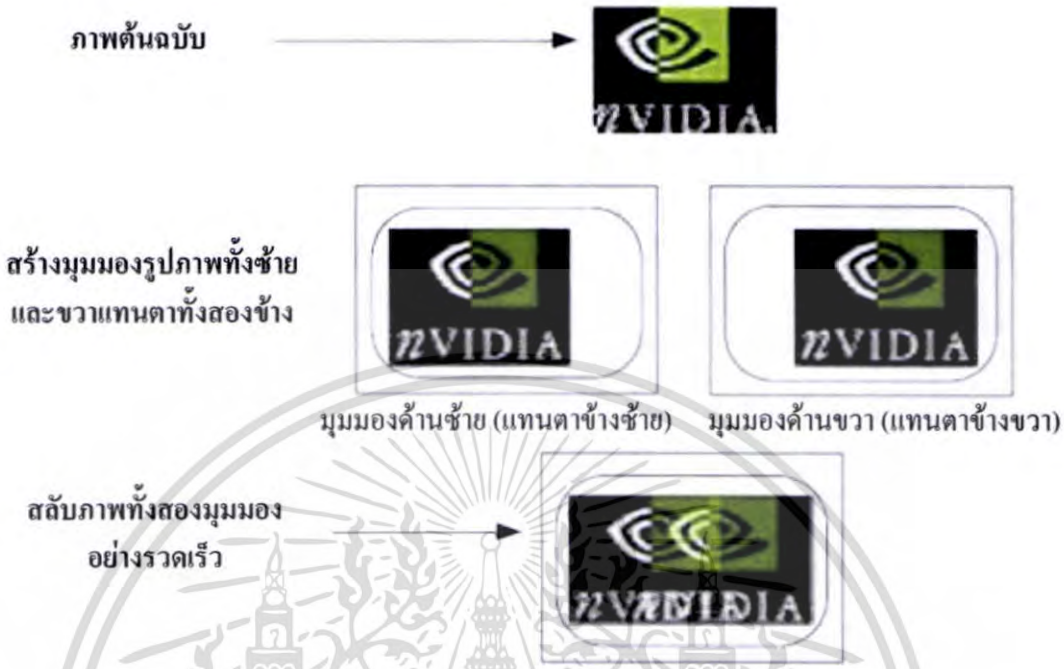
แว่นตาพิเศษที่จะนำมาใช้ในการดูภาพสามมิติแบบใหม่นั่นคือ Shutter glasses ซึ่งจะทำงานโดยการสลับชัตเตอร์อย่างรวดเร็ว โดยจะมีการ Synchronize กับในส่วนของหน้าจอแสดงผลอีกทีเพื่อให้ตรงกับช่วงเวลาที่แว่นตาสลับชัตเตอร์ไปพร้อมๆ กัน

รูปที่ 2.12 แว่น Shutter Glasses

2.5.1 หลักการทำภาพสามมิติแบบ Stereoscopic สำหรับแว่น Shutter Glasses

1. กำหนดมุมมองภาพที่ต้องการถ่าย
2. จากจำนวนกล้อง 2 ตัว เมื่อถ่ายแล้วจะมีภาพจากกล้องซ้ายและภาพจากกล้องขวา ทั้งสองภาพนี้ จะมีมุมมองต่างกันอยู่เล็กน้อย ซึ่งเลียนแบบการมองของสายตามนุษย์
3. แว่น Shutter จะทำการสลับภาพด้านซ้ายและภาพด้านขวาอย่างรวดเร็ว ซึ่งการสลับไปมาเช่นนี้ ภาพที่ได้จะมีความลึกเช่นเดียวกับการมองด้วยตาทั้ง 2 ข้างของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



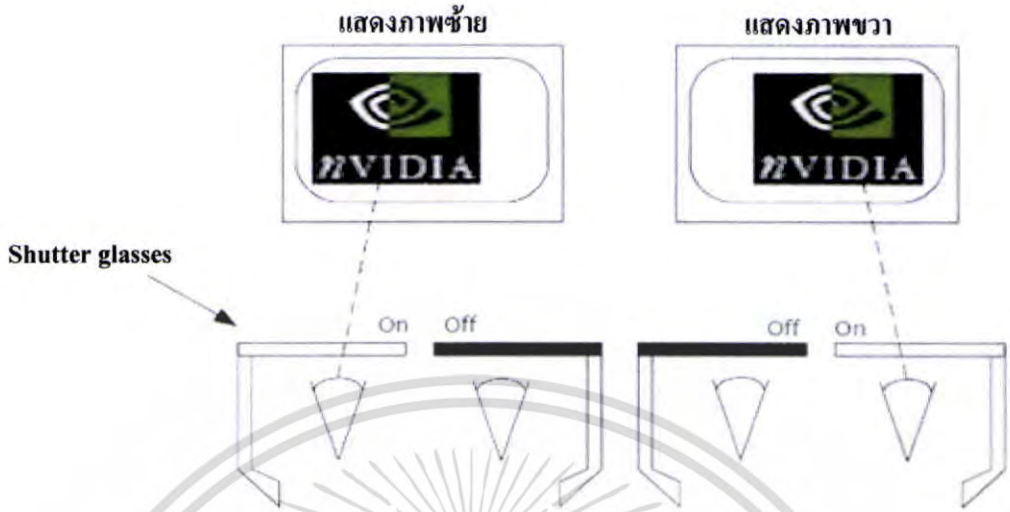
รูปที่ 2.13 การเตรียมการสร้างภาพสามมิติสำหรับแว่นแบบ Shutter Glasses

2.5.2 หลักการทำงานของ Shutter Glasses

ในช่วงเวลาหนึ่ง แว่น Shutter Glasses จะปิดมุมมองอีกด้านเพื่อไม่ให้สามารถมองเห็นได้ ภาพที่แสดงจากอีกด้านได้เป็นช่วงเวลาระยะเวลาสั้นๆ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.14 Shutter glasses จะทำการปิดการมองเห็นด้านขวาก่อน ซึ่งเราสามารถมองเห็นภาพด้านซ้ายได้ ซึ่งจะสอดกล้องไปกับรูปภาพด้านซ้ายที่แสดงอยู่ เช่นเดียวกัน เมื่อ Shutter glasses ปิดการมองเห็นด้านซ้าย ก็จะเห็นภาพด้านขวา ซึ่งจะเป็นแบบนี้สลับกันไปเรื่อยๆ

ทั้งนี้ การสลับชัตเตอร์ของภาพที่มองเห็นในแต่ละด้าน จะต้องสอดกล้องกับภาพที่แสดงออกมาบนจอมอนิเตอร์หรือโปรเจ็คเตอร์ด้วย โดยการทำอุปกรณ์ Synchonize สัญญาณระหว่างจอมอนิเตอร์กับแว่นตา Shutter glasses

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงการสลับชัตเตอร์ของแว่น Shutter Glasses

แว่นตา Shutter Glasses นั้นประกอบด้วยคริสตัลเหลว (liquid crystal) และ polarizing filter ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถทำให้ liquid crystal ของแว่นเปลี่ยนสภาพเป็นลักษณะทึบแสง เมื่อมีแรงดันไฟเข้ามา ซึ่งหากอยู่ในช่วงที่ไม่มีแรงดันไฟเข้ามาก็จะทำให้ liquid crystal ของแว่นเป็นลักษณะโปร่งแสง โดยจะมีความสัมพันธ์กันระหว่างค่าอัตรากระพริบของจอคอมพิวเตอร์ (refresh rate) ซึ่งก็จะเป็นในลักษณะที่มีการสลับซ้ายขวาในทุกๆ เฟรมเรท หรือที่เรียกว่า Alternate-frame sequencing โดยหากมีค่าอัตราการกระพริบของจอคอมพิวเตอร์ในความถี่ที่ไม่สูงพอ ผู้ที่ใส่แว่นตาอยู่ก็จะเห็นถึงการกระพริบของภาพ (flickering) เนื่องจากไม่สามารถหลอกตามนุษย์เราให้เห็นภาพทั้งสองในเวลาเดียวกันได้

คุณสมบัติของแว่นตา Shutter Glasses นี้จะไม่ได้สร้างรูปภาพขึ้นมาบนแว่นซึ่งเป็น LCD แต่จะเป็นเพียงการใช้เพื่อดูรูปภาพบนจอภาพหรือโปรเจคเตอร์เท่านั้น และในปัจจุบันสามารถใช้ได้กับจอคอมพิวเตอร์ที่เป็นแบบ CRT (Cathode Ray Tube) เท่านั้น ยังไม่สามารถใช้กับจอคอมพิวเตอร์ที่เป็นแบบ LCD เนื่องจากจอ LCD เป็นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละ pixel ของจอเท่านั้น ไม่เหมือนกับจอ CRT ที่เปลี่ยนแปลงในลักษณะกระพริบของภาพทั้งจอ จึงยังไม่สามารถใช้งานได้ โดยในการใช้งานเพื่อดูภาพสามมิติโดยใช้ Shutter glasses ก็ต้องใช้จอคอมพิวเตอร์ CRT ที่สามารถปรับอัตราการกระพริบได้ที่ความถี่สูง นั่นคือมากกว่า 100Hz ขึ้นไป ในปัจจุบันแว่น Shutter Glasses ส่วนใหญ่จะสนับสนุนอยู่ที่ความถี่ 100-120Hz ซึ่งหากใช้ความถี่ 120Hz ก็เปรียบเสมือนเราดูในจอคอมพิวเตอร์ในอัตราความถี่ 60Hz หากค่าความถี่มีมากเท่าไหร่ ก็จะทำให้ภาพที่ได้ดูสมจริงมากขึ้น หากมีความที่น้อยเกินไป ก็จะทำให้เกิดการกระพริบของภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหากจะให้ภาพดูสมจริงมากยิ่งขึ้น แว่นตา Shutter glasses ควรจะสนับสนุนที่ความถี่ 170Hz เพราะในความถี่นี้ แว่นตา Shutter glasses จะต้องแบ่งภาพซ้ายขวา ซึ่งก็จะเหมือนกับการที่เราดูภาพอยู่ที่ 85Hz ซึ่งเป็นความถี่ที่เป็นมาตรฐานทั่วไปของระบบจอ CRT โดยเราจะเห็นภาพที่นิ่งและไม่สามารถมองเห็นการกระพริบของจอที่เกิดขึ้น แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การ์ดแสดงผล (Display card) ในคอมพิวเตอร์ ส่วนมากจะถูกจำกัดค่าอัตราความถี่ (Refresh rate) ไว้สูงสุดอยู่ที่ 150Hz ดังนั้นก็จะสามารถดูได้สูงสุดเพียงแค่ 75Hz หากดูจากแว่นตา Shutter glasses

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

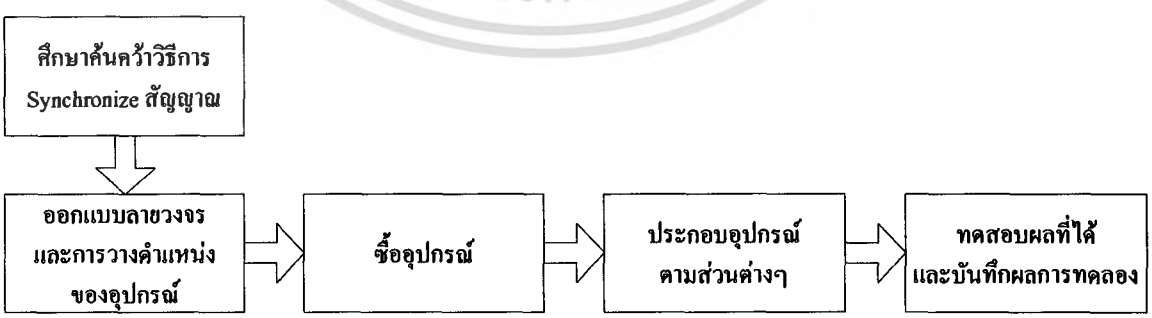
บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

3.1 ขั้นตอนการออกแบบโครงงาน

3.1.1 ส่วนของภาพสามมิติ Stereoscopic

รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการออกแบบภาพสามมิติ

3.1.2 ส่วนของ Hardware ที่เป็นตัว Synchronize สัญญาณระหว่างจอและแว่นตา



รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการออกแบบส่วน Hardware ที่ Synchronize สัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบภาพสามมิติ Stereoscopic

เนื่องจากภาพสามมิติแบบ Stereoscopic นั้น จำเป็นที่จะต้องมีมุมมองภาพทั้งด้านซ้ายและด้านขวา (เปรียบเสมือนตาซ้ายและตาขวาของมนุษย์) เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรม 3ds Max ได้ โดยการสร้างกล้องขึ้นมา 2 ตัวที่อยู่ให้อยู่ในระนาบเดียวกัน

รูปที่ 3.3 แสดงกล้อง 2 ตัวแทนมุมมองซ้ายขวาในโปรแกรม 3ds Max

หลังจากนั้นก็ใช้วิธีการดึงภาพออกมาจากกล้องแต่ละตัว ซึ่งภาพจากกล้องซ้ายก็เสมือนกับภาพที่เรามองเห็นจากตาด้านซ้าย ภาพจากกล้องขวาก็เสมือนภาพที่เรามองเห็นจากตาด้านขวา เราก็จะได้ภาพนิ่งที่แยกซ้ายขวาแล้วเรียบร้อย ซึ่งก็คือภาพคู่ (Stereo pairs) นั่นเอง

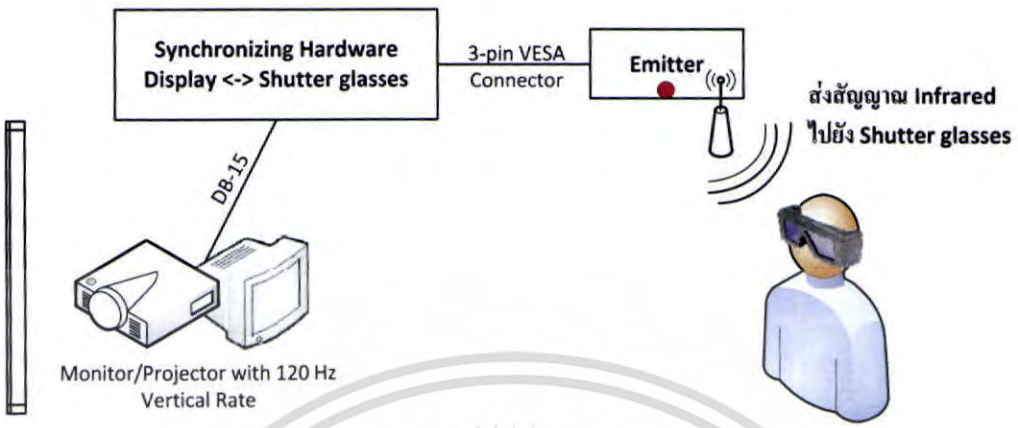
ซึ่งจากการประยุกต์ใช้ในวิธีนี้ เราก็สามารถดึงภาพให้ต่อเนื่องกันเป็นภาพเคลื่อนไหวได้นั่นเอง

3.3 การออกแบบวงจร Synchronize สัญญาณ

การที่จะให้ Shutter glasses สลับชัตเตอร์ให้ตรงกับภาพที่แสดงอยู่ได้นั้น จำเป็นต้องมีตัว Synchronize ระหว่างกัน ดังรูปที่ 3.4

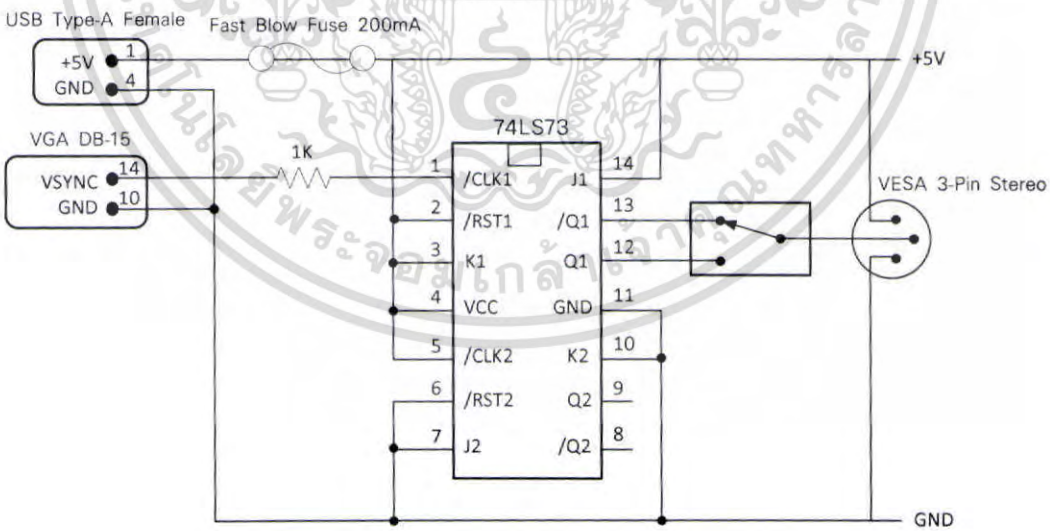
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างตัวฮาร์ดแวร์ที่ Synchronize สัญญาณ

การใช้แว่นสามมิติดูภาพที่เป็น Stereoscopic นั้น แว่นตาสามมิติจะได้รับสัญญาณที่มีการ Synchronize กับค่า Refresh rate ของคอมพิวเตอร์ ดังนั้นก็จะผ่านตัว Synchronize มาก่อน เพื่อให้ภาพที่ได้ตรงกับภาพที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือโปรเจคเตอร์ (บนหน้าจอนั้น ก็จะกระพริบสลับภาพซ้ายขวาอย่างรวดเร็วตามอัตรา Refresh rate ที่ได้กำหนดไว้ด้วย)



รูปที่ 3.5 วงจร Synchronize

จากรูป 3.5 วงจร Synchronize จะใช้ IC เพียงหนึ่งตัวคือ 74LS73 ซึ่งเป็น JK-Flip Flop โดยจะใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์จากพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะผ่านฟิวส์ก่อนที่จะไปถึงตัว IC โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83081

สัญญาณที่ Synchronize ซึ่งเป็นสัญญาณ Vertical Sync (อัตราการ Refresh ของหน้าจอในแนวตั้ง) จะมาจากพอร์ต VGA DB-15 ของการ์ดจอในขาที่ 14 สัญญาณที่ผ่านออกมายังพอร์ตนี้จะเข้าสู่ IC ซึ่งจะทำการ toggle output ค่าของทุกๆ สัญญาณที่ผ่านเข้ามา และจะมีสวิตซ์สลับว่าจะใช้ Output เป็น /Q1 หรือ Q1 โดยค่าที่ออกมาจะไม่แน่นอนเสมอไป ต้องลองปรับแล้วใช้แว่นสามมิติดู หากไม่เกิดเป็นภาพสามมิติก็ให้ปรับเป็นอีกค่า จากนั้นค่าจะถูกส่งไปยังพอร์ตแบบ VESA 3-Pin Stereo ซึ่งจะต่อเชื่อมไปยังตัว Emitter เพื่อส่งสัญญาณไร้สายไปยังแว่นอีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ส่วนของภาพสามมิติ Stereoscopic

4.1.1 การสร้างกล้องจำลองในโปรแกรม 3ds Max

ก่อนที่จะนำภาพสามมิติที่สร้างขึ้นมาจากโปรแกรม 3ds Max ไปทำเป็นภาพ Stereoscopic นั้น ก็จะต้องทำการสร้างกล้องจำลองขึ้นมาก่อน 2 ตัวดังนี้

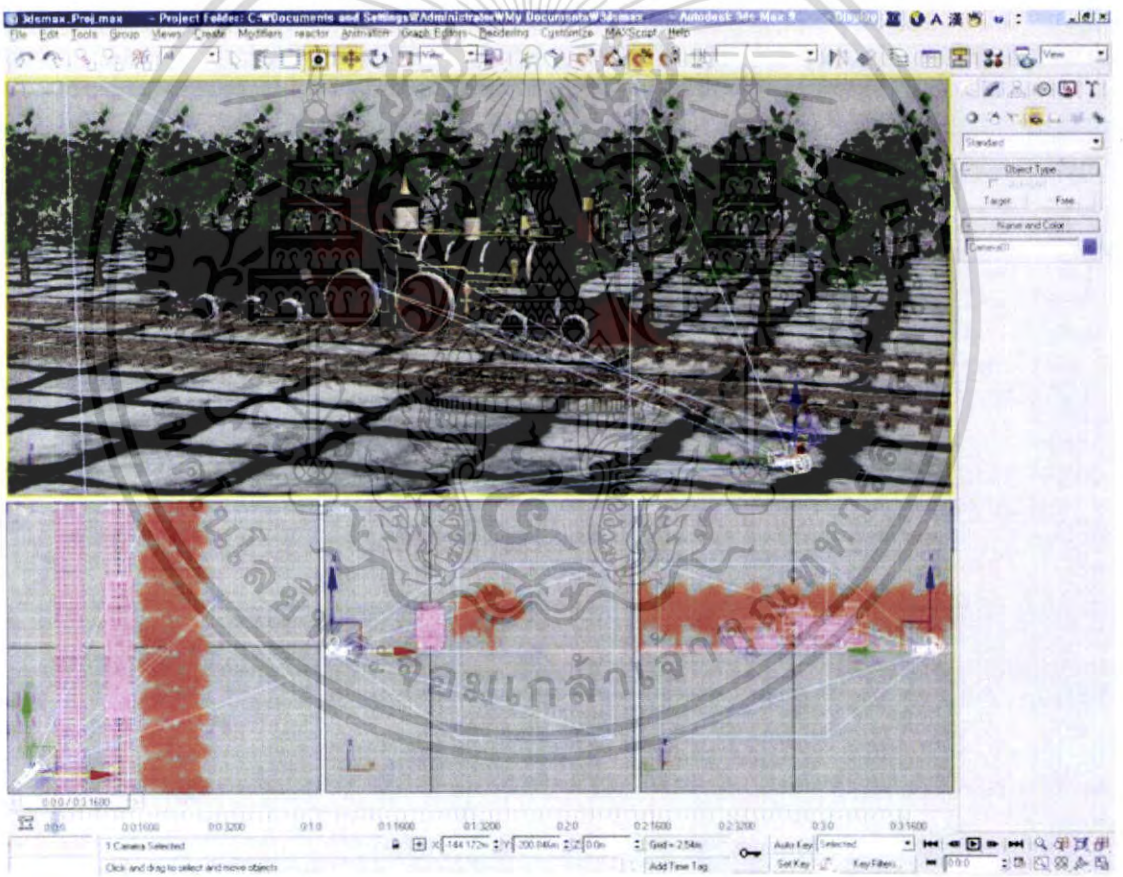
1. เปิดโปรแกรม 3ds Max และเปิดไฟล์สามมิติที่ต้องการ
2. จากเมนูด้านขวา ให้เลือกสร้าง Camera เป็นแบบ Target
3. วางกล้องไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยสามารถวางไปที่ตำแหน่งใดก่อนก็ได้ เนื่องจากสามารถทำการปรับเปลี่ยนตำแหน่งเองได้ภายหลัง รวมไปถึง Target และระยะห่างจากกล้องไปยังภาพ
4. เมื่อทำการสร้างกล้องขึ้นมาตัวแรกแล้ว ให้คลิกขวาแล้วเลือกคำสั่ง Clone หรือจะใช้เมนูด้านบน (Edit --> Clone) ก็ได้
5. เลือก Options ให้เป็นแบบ Instance (ดูรูปที่ 4.1) ซึ่งจะทำให้กล้องที่สร้างขึ้นมาอีกตัวนั้นเหมือนกันทุกประการ ไม่ว่าจะทำการปรับแต่งค่าใดๆ ของกล้อง ก็จะมีผลกับกล้องทุกตัวที่สร้างขึ้นโดยใช้ Option นี้

รูปที่ 4.1 การคัดลอกกล้องตัวที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปรับระยะห่างระหว่างกล้องตามต้องการ (ซึ่งหากต้องการระบุให้แน่ชัดเป็นหน่วยเซนติเมตร หรือหน่วยเมตร สามารถไปปรับเปลี่ยนได้ที่เมนู Customize --> Unit Setup)

จากการสร้างกล้องดังกล่าว จะเห็นได้ว่ากล้องทั้งสองตัวมี Target เดียวกันเสมอ ไม่ว่าจะเลื่อนไปทางไหนก็ตาม เราสามารถจัดกลุ่มของกล้องและ Target ได้เพื่อความสะดวกในการเลื่อนกล้องไปมาในขั้นตอนการทำ Animation ต่อไป



รูปที่ 4.2 แสดงการจัดวางกล้องในโปรแกรม 3ds Max

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การ Render ภาพจากกล้องด้วย Video Post

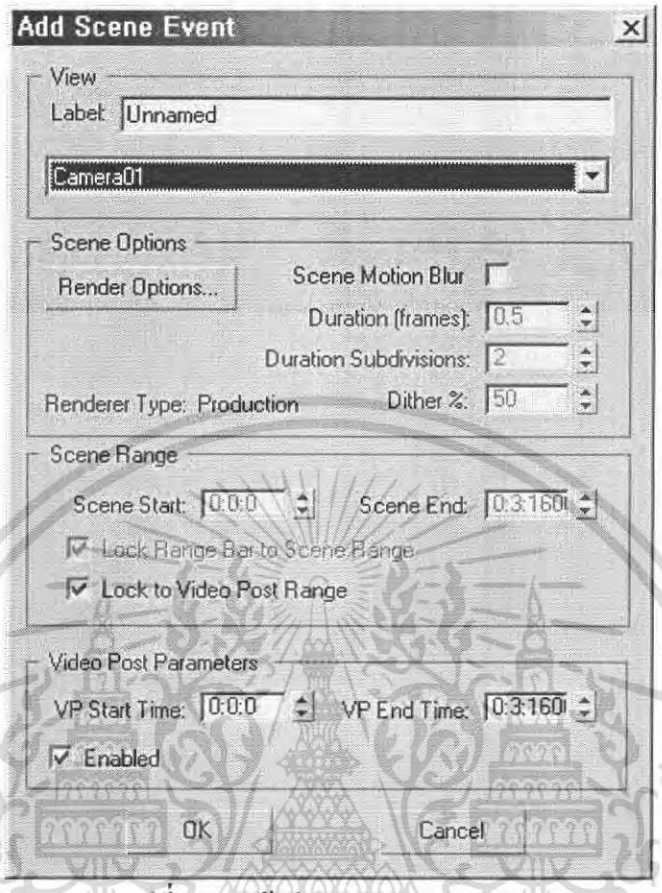
เมื่อทำการสร้างกล้องแล้ว สามารถบันทึกภาพจากกล้องด้านซ้ายและด้านขวาได้ โดยใช้ฟังก์ชั่นที่มีอยู่ในโปรแกรม 3ds Max นั่นก็คือ Video Post

1. จากเมนู Rendering เลือก Video Post

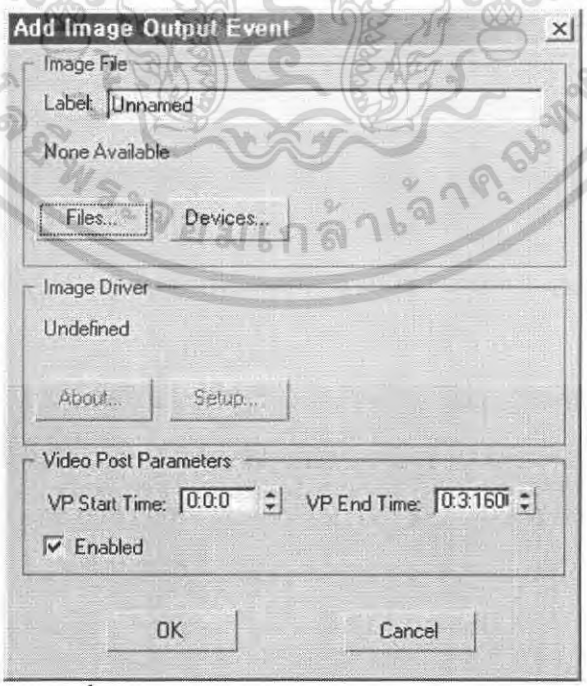
รูปที่ 4.3 Video Post

2. เลือก Add Scene Event (หมายเลข 1 จากรูปที่ 4.3)
3. ปรากฏหน้าต่าง Add Scene Event ให้เราเลือกเป็นกล้องที่เราต้องการจะ Render ตัวอย่างเช่นในรูปที่ 4.4 จะทำการ Render ในกล้องตัวที่ 1 ส่วนค่าอื่นๆ เช่น Render Options สามารถปรับได้ตามความต้องการ หากเป็น Animation ก็สามารถเลือกปรับ Timing ของฉากนั้นๆ ได้
4. คลิกปุ่ม Add Image Output Event (หมายเลข 2 จากรูปที่ 4.3)
5. ปรากฏหน้าต่าง Add Image Output Event ซึ่งในที่นี้จะสามารถกำหนดได้ว่าจะบันทึกลงเป็นไฟล์ในรูปแบบใด เช่น AVI, MOV หรือถ้าเป็นภาพนิ่งก็จะเป็น JPEG, PNG โดยทำการคลิกปุ่ม Files เลือกรูปแบบที่จะบันทึก ซึ่งเมื่อกด Save แล้วก็จะปรากฏอีกหน้าต่างขึ้นมา ให้เราเลือก Codec ที่จะบันทึก
6. สามารถเลือก Codec ตัวใดก็ได้ที่ระบบมีอยู่ และให้ปรับ Quality สูงสุด เพื่อให้ภาพที่ออกมามีความคมชัด (ดีที่สุดจะเป็นแบบ Uncompressed โดยจะไม่มีการบีบอัดไฟล์ภาพเลย แต่ก็จะใช้พื้นที่ฮาร์ดดิสก์มากที่สุด) แต่อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงความซับซ้อนของภาพและประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ที่จะทำการ Render และนำไปแสดงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



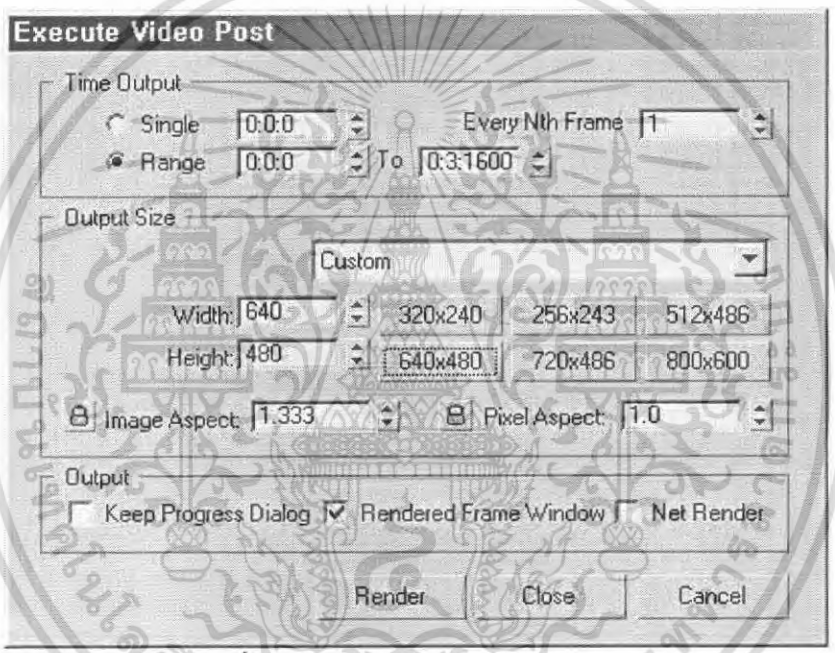
รูปที่ 4.4 หน้าต่าง Add Scene Event



รูปที่ 4.5 หน้าต่าง Add Image Output Event

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เลือกปุ่ม Execute Sequence (หมายเลข 3 จากรูปที่ 4.3) เพื่อจะทำการ Render ภาพออกมา
8. ปรับแต่งค่าตามต้องการ โดย Output Size ควรมากกว่า 640x480 pixel จากนั้นกดปุ่ม Render
9. เมื่อ Render ภาพเสร็จเรียบร้อย ก็จะได้ภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวทั้งหมดจากกล้องตัวที่เราเลือกไว้ ทำเช่นนี้ต่อกับกล้องอีกตัวหนึ่ง ก็จะได้ภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวาที่มีแยกไฟล์แยกกัน



รูปที่ 4.6 หน้าต่าง Execute Video Post

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การรวมภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวา

หลังจาก Render ภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวาเสร็จแล้ว สามารถนำภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวที่ได้ มารวมกัน ซึ่งได้ผลดังรูป 4.7

รูปที่ 4.7 แสดงการรวมภาพระหว่างกล้องซ้ายและกล้องขวา

ซึ่งจากผลการทดลองในส่วนของภาพ Stereoscopic นั้น สามารถดำเนินการแยกภาพด้านซ้ายและขวาออกมาได้ สามารถทำภาพเคลื่อนไหวแยกออกมาเป็นสองไฟล์จากกล้องสองตัวในโปรแกรม 3ds Max พร้อมทั้งทำให้ภาพสุดท้ายที่ได้ออกมานั้นเป็นแบบ Stereoscopic ได้ด้วย รวมไปถึงสามารถใช้แว่นตา Shutter Glasses มองภาพ Stereoscopic ออกมาเป็นภาพสามมิติได้

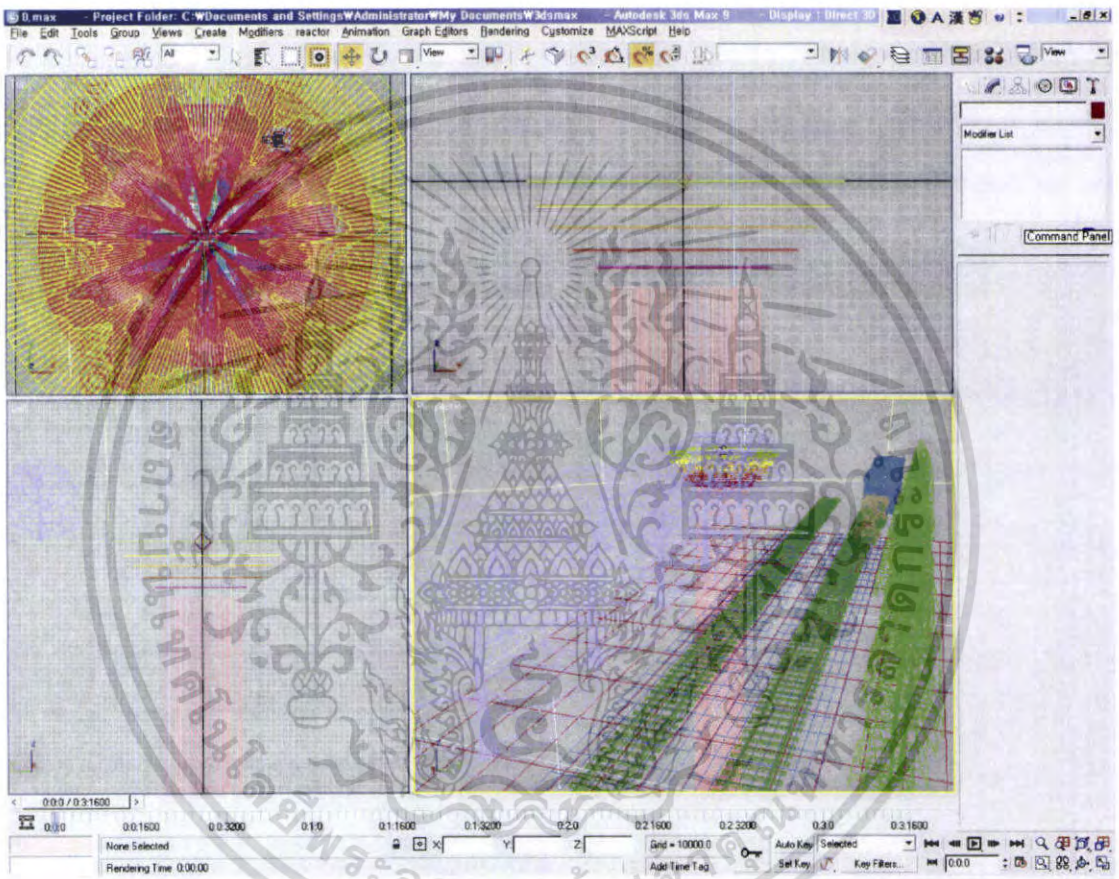
4.2 ส่วน Hardware ของตัว Synchronize สัญญาณระหว่างจอและแว่นตา

เมื่อทำการทดลองแล้ว สามารถใช้วงจร Synchronize นี้ ทำการสลับค่าสัญญาณที่ออกมาจาก Vertical Sync ของการ์ดแสดงผลได้ ซึ่งค่านี้จะได้จากขาที่ 14 ของ VGA DB-15 และสามารถเลือกสลับค่าได้จากสวิตช์ เพื่อให้สามารถเห็นเป็นภาพสามมิติมากที่สุด เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

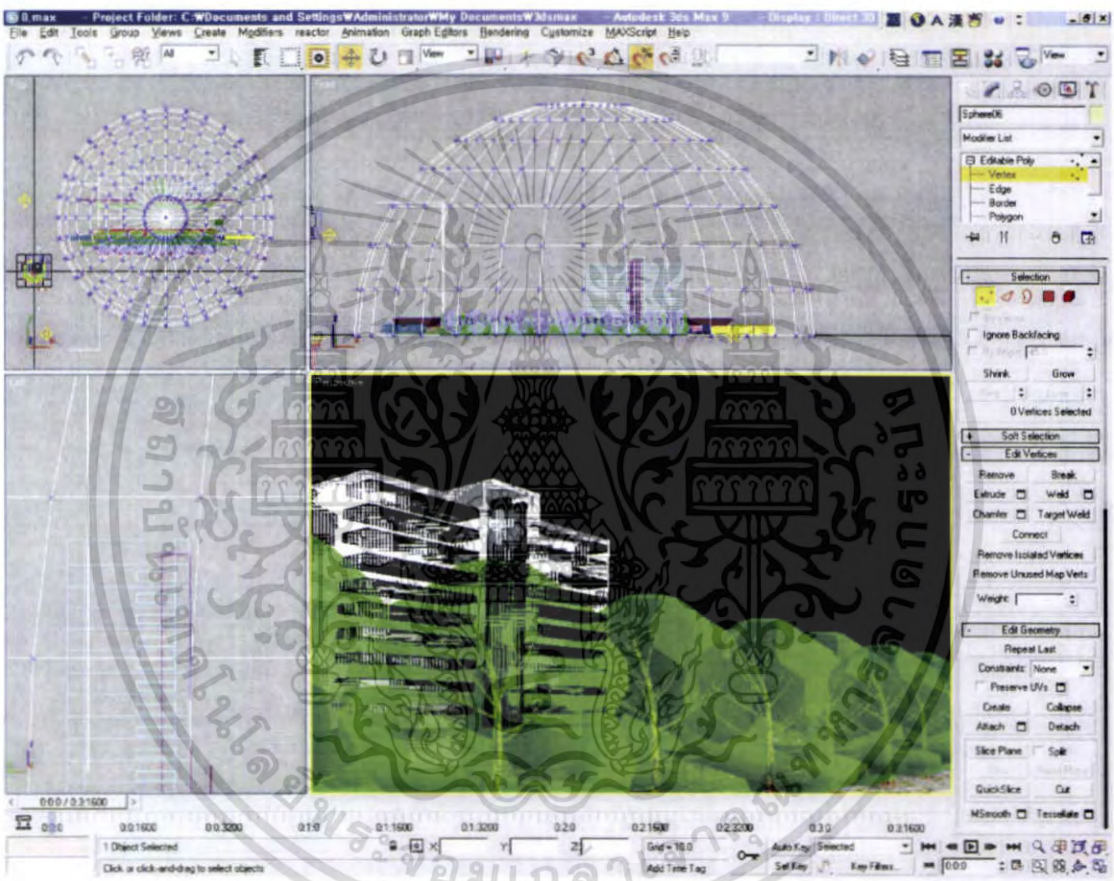
ใช้ไฟเลี้ยง 5V ที่ต่อผ่าน USB ของเครื่องคอมพิวเตอร์ มี LED แสดงสถานะของไฟเลี้ยง อุปกรณ์ก็มีลักษณะที่สามารถนำพกพาไปที่ใดก็ได้

4.3 ผลการทดลองงาน



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างผลงานภาพสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างผลงานภาพสามมิติ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปการพัฒนาโครงงาน

จากการทำโครงงานภาพเคลื่อนไหวสามมิตินั้น มีความยากลำบากในการใช้อุปกรณ์ค่อนข้างมาก หากเกิดปัญหาก็แก้ไขเองได้ยาก อีกทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในปัจจุบันยังมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ และสำหรับการพัฒนาภาพสามมิตินั้น เป็นโครงงานที่ต้องใช้เวลาทำค่อนข้างมากอีกด้วย ตั้งแต่การออกแบบและการสร้างภาพสามมิติ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุดกว่าสองในสามของงานทั้งหมด อีกทั้งข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันก็ยังมีน้อย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลแบบปิด ไม่ได้มีการเผยแพร่ ทำให้การทำงานในโครงงานนี้ค่อนข้างลำบาก และเกิดความล่าช้าต่อโครงงาน

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงงาน

1. การศึกษาเกี่ยวกับระบบการสร้างภาพสามมิติและการสร้างภาพให้ออกมาเป็นภาพแบบ Stereoscopic นั้น ยังเป็นของที่ค่อนข้างใหม่และค้นหาข้อมูลได้ค่อนข้างยาก ยังไม่ค่อยมีหนังสือหรือสื่อใดที่มีข้อมูลเจาะจงเกี่ยวข้องกับโครงงานโดยตรง
2. การใช้โปรแกรม 3ds Max เพื่อสร้างภาพสามมิตินั้น ต้องใช้ความคุ้นเคยเป็นอย่างมาก อันเป็นปัญหาหลักใหญ่ของการทำงานนี้ และในตัวโปรแกรมเองก็มีฟังก์ชั่นการทำงานอยู่มากมายและสลับซับซ้อน ทำให้การดำเนินงานของโครงงานเป็นไปได้ช้า อีกทั้งหากสร้างภาพที่มีขนาดใหญ่ หรือภาพวัตถุที่มีความสลับซับซ้อน ประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานก็จะลดลงมาเป็นอย่างมากด้วย และการแสดงภาพขั้นสุดท้าย (render) เพื่อที่จะแยกภาพเคลื่อนไหวจากกล้องทั้งสองตัว ก็ต้องใช้เวลาหลายชั่วโมง ซึ่งค่อนข้างเสียเวลามาก
3. อุปกรณ์ในการแสดงภาพสามมิติแบบ Stereoscopic เช่นแว่นตา Shutter Glasses หรือโปรเจคเตอร์สำหรับฉายภาพ มีราคาแพงและหาซื้อได้ยาก หากเกิดการชำรุดเสียหาย ก็อาจจะต้องสั่งซื้อใหม่
4. อุปกรณ์ Synchronize แม้ภายในวงจรจะมีอุปกรณ์ไม่มาก แต่แทบทุกอุปกรณ์ เช่น VESA 3-Pin หรือ Port USB หาซื้อได้ค่อนข้างยาก

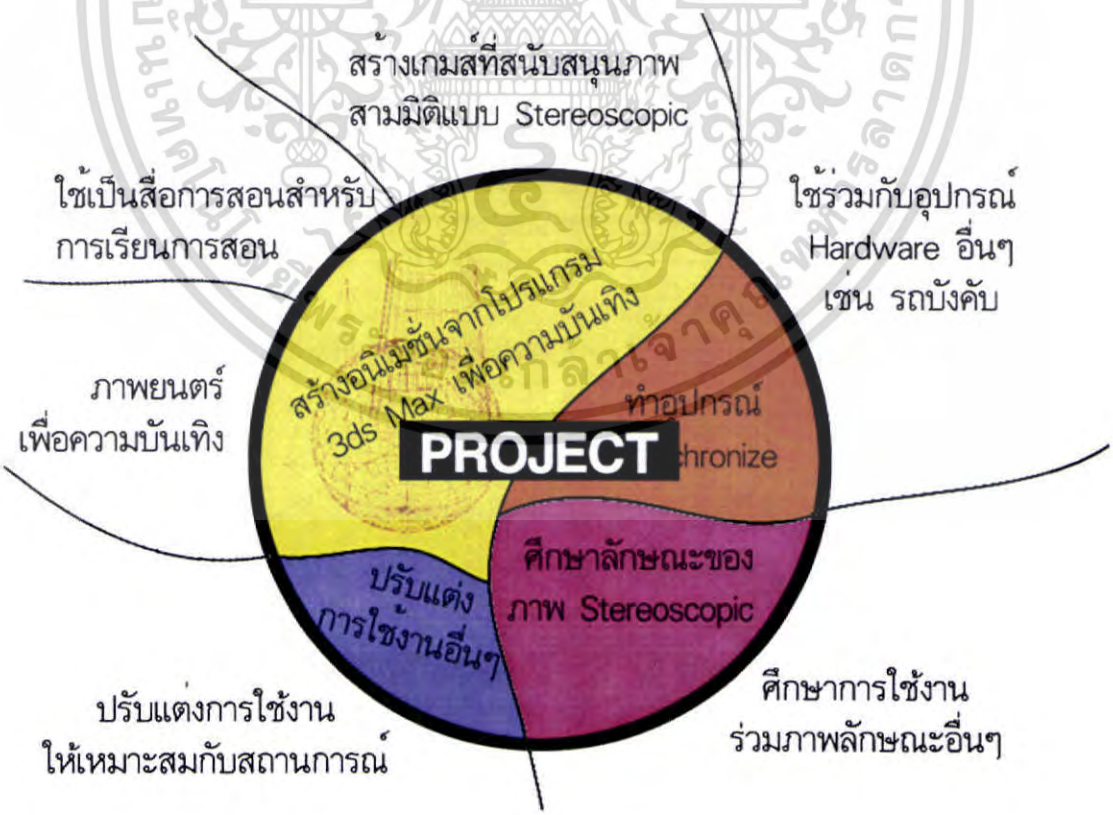
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อจำกัดของโครงงานที่พัฒนา

จากการพัฒนาโครงงานชิ้นนี้ จะเห็นได้ว่า หากนำไปใช้งานจริงนั้น อาจจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์เพิ่ม ซึ่งก็ยังเป็นอุปกรณ์เฉพาะอยู่ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวก็ยังมีประสิทธิภาพที่ไม่เพียงพอต่อการทำโครงงาน ข้อจำกัดที่สำคัญของโครงงานนี้คือเวลาและจำนวนบุคลากร ซึ่งมีไม่เพียงพอ อีกทั้งอุปกรณ์อื่นๆ เช่นแว่นตาที่ต้องใช้เฉพาะที่ยังมีราคาแพง และเนื่องจากเป็นสิ่งที่ค่อนข้างใหม่ ต้องพยายามให้เกิดการใช้งานที่แพร่หลายก่อน ถึงจะมีราคาที่ถูกลงและสามารถหาซื้อได้ง่ายขึ้น

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ

สำหรับแนวทางในการพัฒนาต่อนั้น สามารถพัฒนางานนี้ไปเป็นสื่อการสอนสำหรับห้องเรียนและห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้ หรือสามารถสร้างเป็นแผนที่สามมิติของสถาบันฯ โดยการสร้างภาพสามมิติจำลองอาคารและพื้นที่ในบริเวณทั้งหมดขึ้นมา หรืออาจพัฒนาออกไปเป็นเกมส์ ซึ่งจะต้องเพิ่มการเขียนโปรแกรมและอัลกอริทึมต่างๆ เข้ามาด้วย



รูปที่ 5.1 แผนภาพแสดงแนวทางในการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กิตติ แตรผ่องแผ้ว และชาญณรงค์ รัตนะ. 2547. **การผลิตภาพถ่าย 3 มิติ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ (PDF)

[2] **Technical Brief 3D Stereo Consumer Stereoscopic 3D Solution.** NVIDIA Corporation. (PDF)

[3] http://axon.physik.uni-bremen.de/research/stereo/color_anaglyph/ (8/2/08)

[4] http://www.inition.com/inition/product.php (8/2/08)

[5] http://www.stereo3d.com (8/2/08)

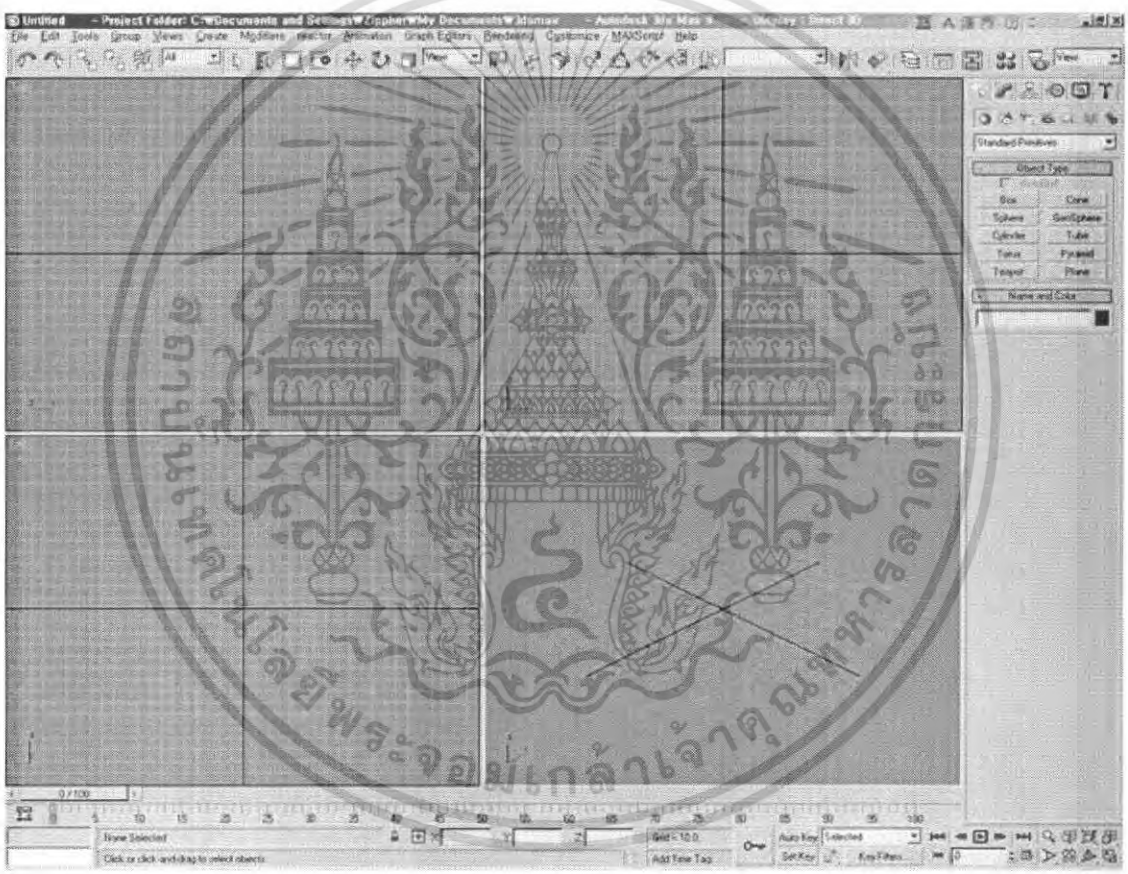
[6] http://www.cabletechguide.com/Technical Articles/VGA Pinouts.htm (8/2/08)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรม 3ds Max

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

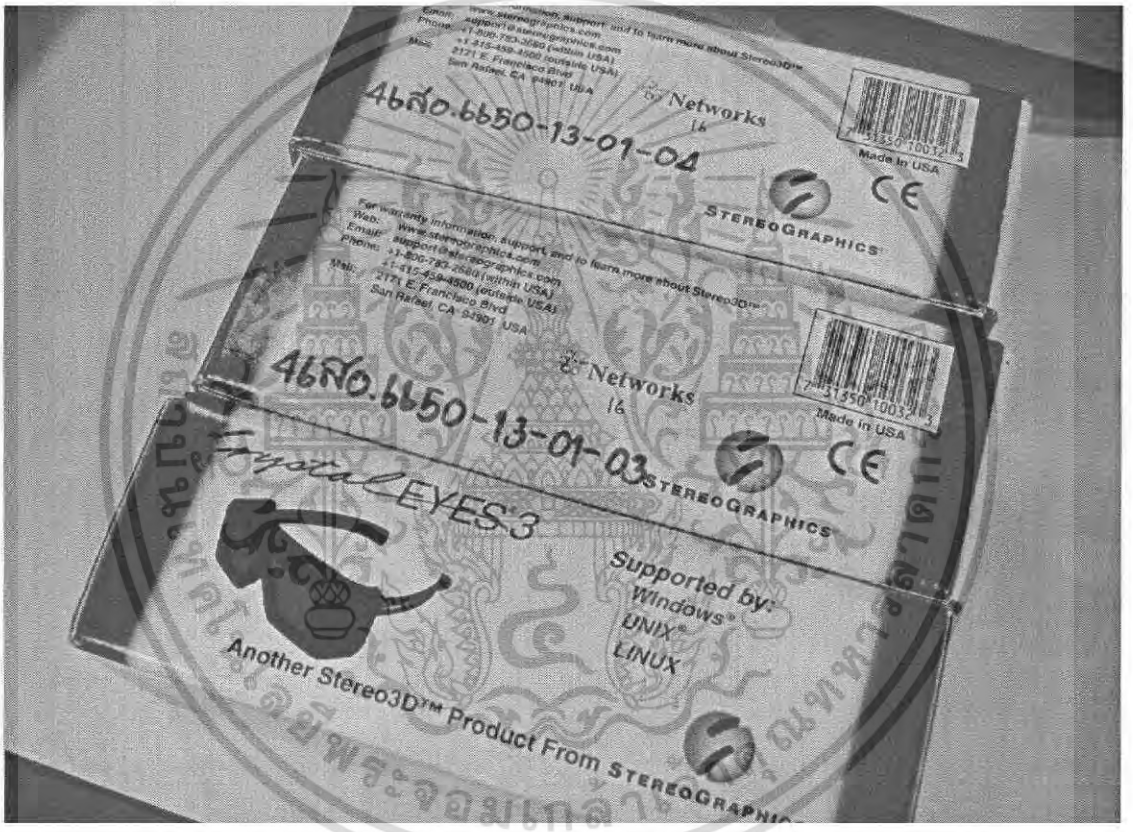


รูปที่ 1 อินเตอร์เฟสโปรแกรม 3ds Max

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

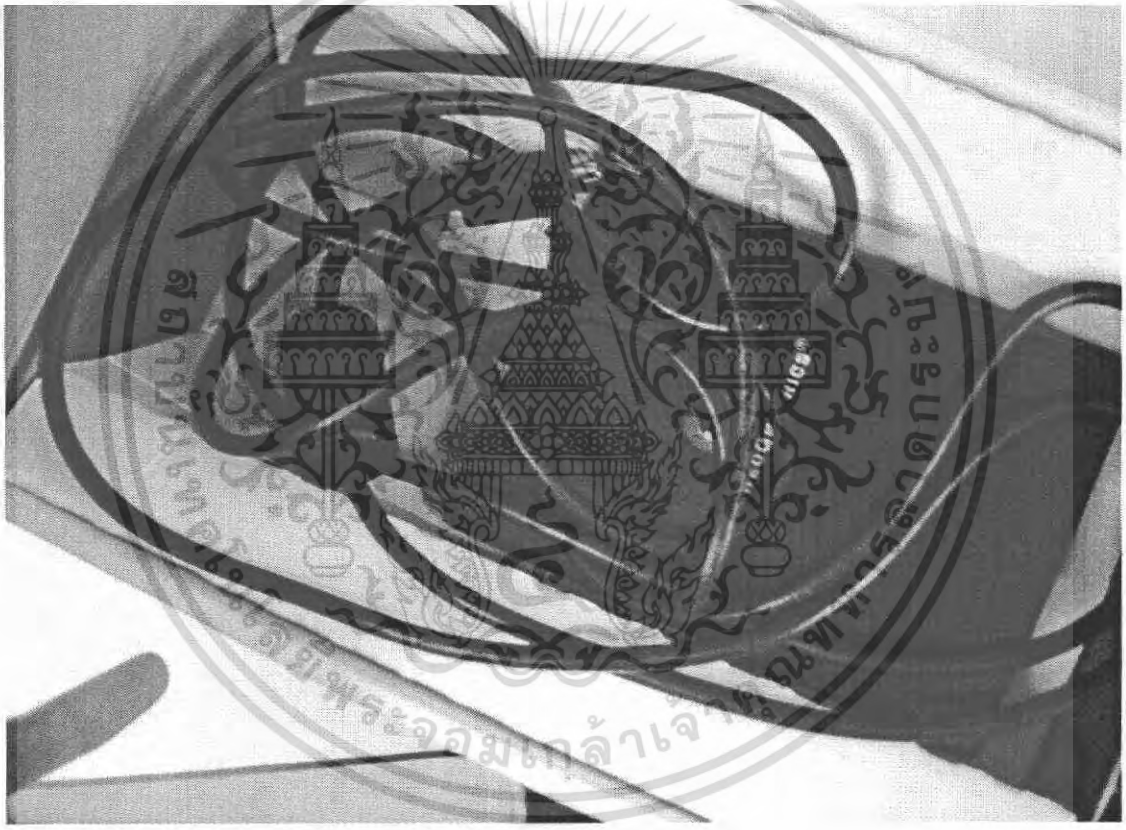
ภาคผนวก ข
อุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



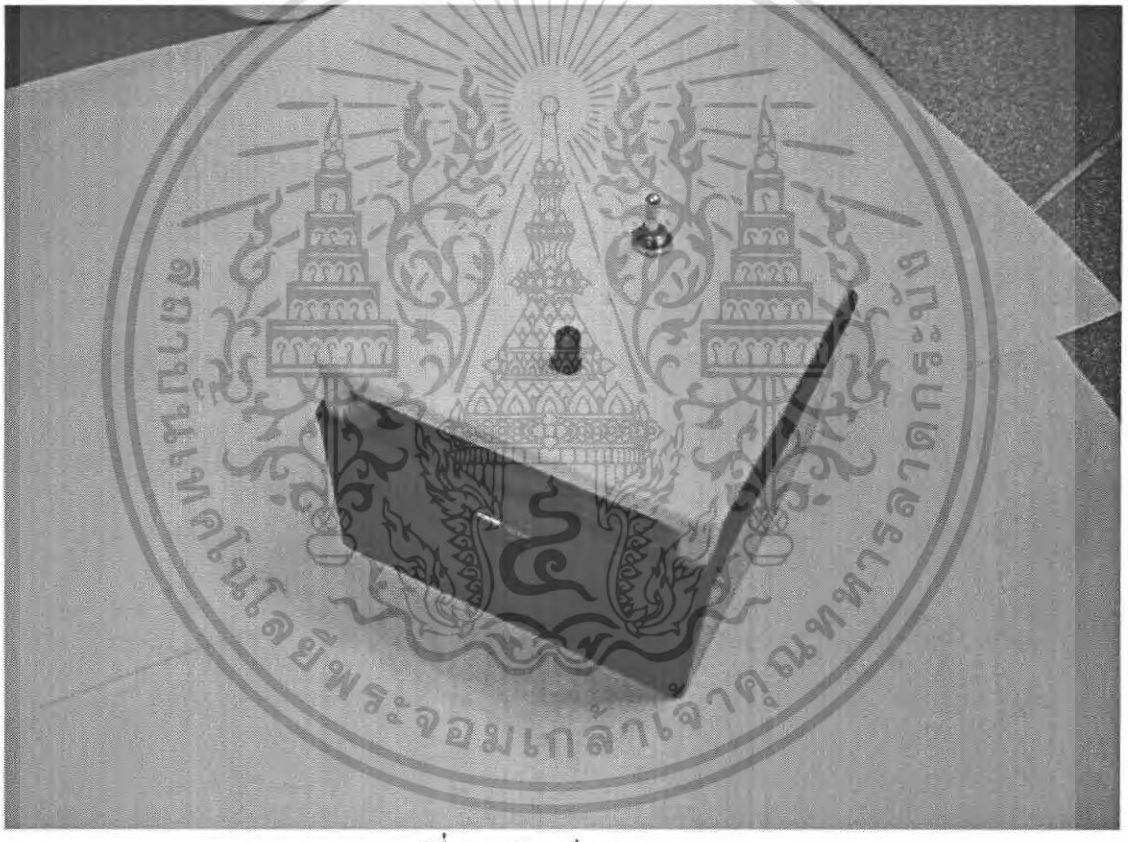
รูปที่ 2 แว่นตา Shutter Glass Stereo Graphics รุ่น Crystal Eyes 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



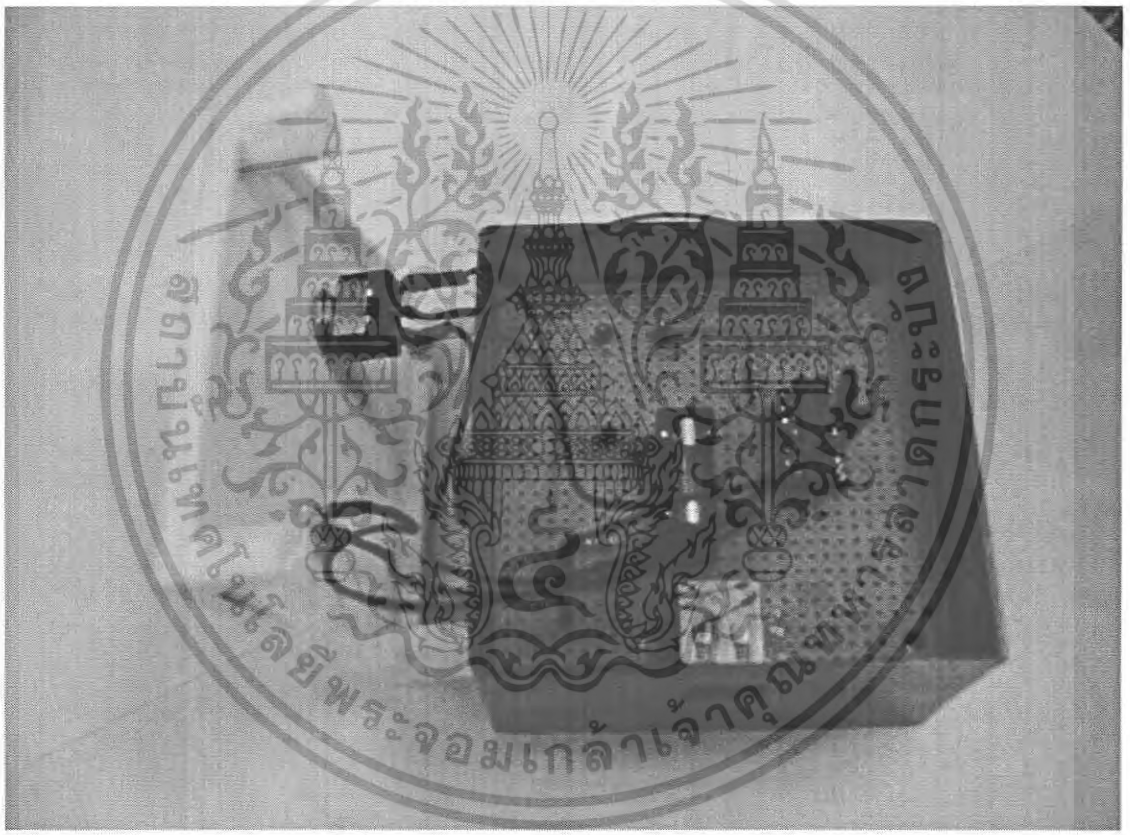
รูปที่ 3 ตัว Emitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 อุปกรณ์ Synchronize

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 วงจรภายในอุปกรณ์ Synchronize

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

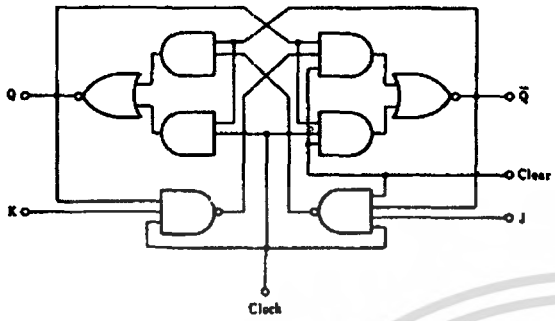
ภาคผนวก ค

Hardware Datasheet

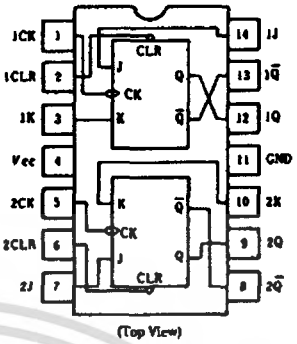
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HD74LS73A ●Dual J-K Flip-Flops (with Clear)

■BLOCK DIAGRAM(½)



■PIN ARRANGEMENT



■FUNCTION TABLE

Inputs				Outputs	
Clear	Clock	J	K	Q	$\bar{Q}$
L	×	×	×	L	H
H	↓	L	L	Q_0	$\bar{Q}_0$
H	↓	H	L	H	L
H	↓	L	H	L	H
H	↓	H	H	Toggle	
H	H	×	×	Q_0	$\bar{Q}_0$

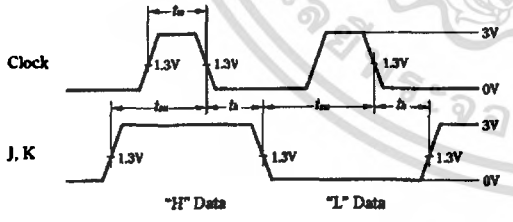
Notes) H; high level, L; low level, X; irrelevant
↓; transition from high to low level
Q_0; level of Q before the indicated steady-state input conditions were established.
$\bar{Q}_0$; complement of $\bar{Q}0$ or level of Q before the indicated steady-state input conditions were established.
Toggle; each output changes to the complement of its previous level on each active transition indicated by ↓.

■RECOMMENDED OPERATING CONDITION

Item		Symbol	min	typ	max	Unit
Clock frequency		f_{clock}	0	—	30	MHz
Pulse width	Clock High	t_w	20	—	—	ns
	Clear Low		25	—	—	
Setup time	"H" Data	t_{su}	20↓	—	—	ns
	"L" Data		20↓	—	—	
Hold time		t_h	0↓	—	—	ns

Note) ↓; The arrow indicates the falling edge.

■TIMING DEFINITION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HD74LS73A

■ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($Ta = -20 \sim +75°C$)

Item		Symbol	Test Conditions		min	typ*	max	Unit
Input voltage		V_{IH}			2.0		—	V
		V_{IL}			—	—	0.8	V
Output voltage		V_{OH}	$V_{CC}=4.75V$, $V_{IH}=2V$, $V_{IL}=0.8V$, $I_{OH}=-400\mu A$		2.7		—	V
		V_{OL}	$V_{CC}=4.75V$, $V_{IH}=2V$, $V_{IL}=0.8V$	$I_{OL}=8mA$	—	—	0.5	V
				$I_{OL}=4mA$	—		0.4	
Input current	J, K	I_{IH}	$V_{CC}=5.25V$, $V_I=2.7V$		—	—	20	μA
	Clear				—		60	
	Clock				—	—	80	
	J, K	I_{IL}	$V_{CC}=5.25V$, $V_I=0.4V$		—		−0.4	mA
	Clear				—		0.8	
	Clock				—		−0.8	
	J, K	I_I	$V_{CC}=5.25V$, $V_I=7V$		—	—	0.1	mA
	Clear				—		0.3	
	Clock				—	—	0.4	
Short-circuit output current		I_{OS}	$V_{CC}=5.25V$		−20		−100	mA
Supply current **		I_{CC}	$V_{CC}=5.25V$		—	4	6	mA
Input clamp voltage		V_{IK}	$V_{CC}=4.75V$, $I_{IN}=-18mA$		—	—	−1.5	V

* $V_{CC}=5V$, $Ta=25°C$

** With all outputs open, I_{CC} is measured with the Q and $\bar{Q}$ outputs high in turn. At the time of measurement, the clock input is grounded.

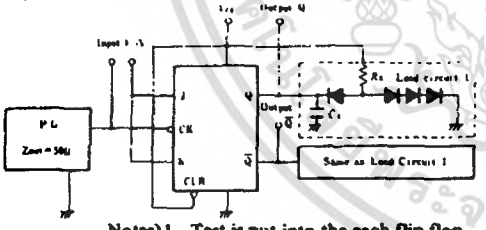
■SWITCHING CHARACTERISTICS ($V_{CC}=5V$, $Ta=25°C$)

Item	Symbol	Inputs	Outputs	Test Conditions	min	typ	max	Unit
Maximum clock frequency	f_{max}				30	45	—	MHz
Propagation delay time	t_{PLH}	Clear	Q, $\bar{Q}$	$C_L=15pF$, $R_L=2k\Omega$	—	15	20	ns
	t_{PHL}	Clock			—	15	20	ns

■TESTING METHOD

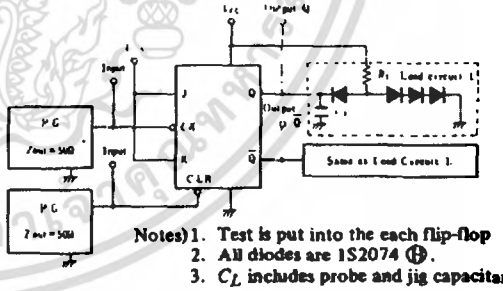
1) Test Circuit

1 1) f_{max}, t_{PLH}, t_{PHL} (Clock→Q, $\bar{Q}$)



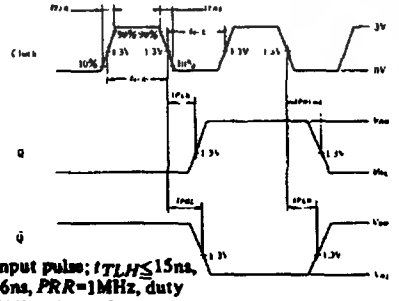
Notes) 1. Test is put into the each flip flop
2 All diodes are 1S2074 ⊕.
3. C_L includes probe and jig capacitance.

1 2) t_{PHL} (Clear →Q), t_{PLH} (Clear→$\bar{Q}$)



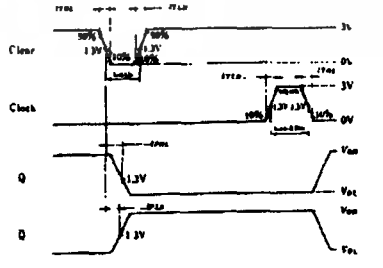
Notes) 1. Test is put into the each flip-flop
2. All diodes are 1S2074 ⊕.
3. C_L includes probe and jig capacitance.

Waveform



Note) Clock input pulse; $t_{TLH} \leq 15ns$, $t_{THL} \leq 6ns$, $PRR=1MHz$, duty cycle=50% and: for f_{max}, $t_{TLH}=t_{THL} \leq 2.5ns$.

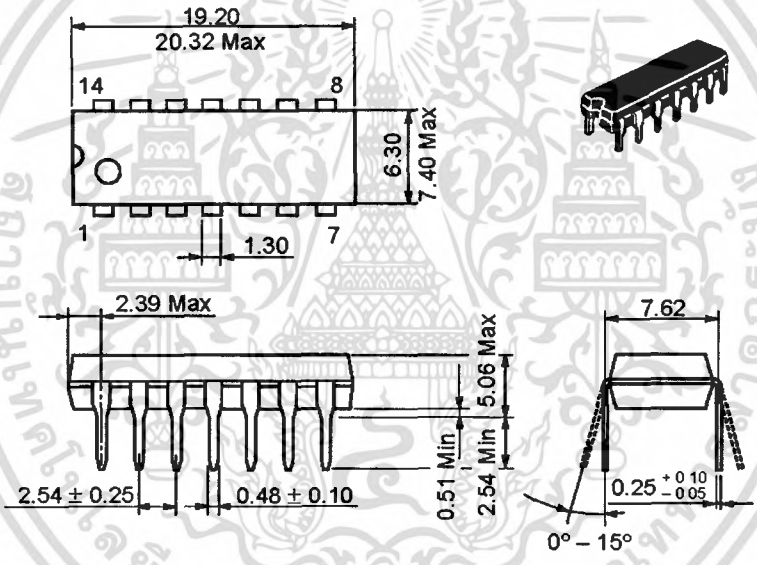
Waveform



Note) Clear and clock input pulse; $t_{TLH} \leq 15ns$, $t_{THL} \leq 6ns$, $PRR=1MHz$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Unit: mm



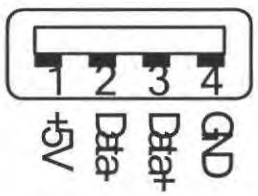
Hitachi Code	DP-14
JEDEC	Conforms
EIAJ	Conforms
Weight (reference value)	0.97 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VESA miniDIN-3 connector

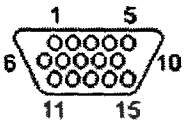
Pin	Function
1	+ 5V DC (secured with 750 mA)
2	Ground
3	Stereo Sync

USB Type-A Female

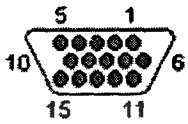


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HD-DB-15 pins commonly used for VGA monitors:



HD-DB-15 Female



HD-DB-15 Male

Pin	Name	Direction	Description
1	RED	PC-to-monitor	Red Video (75 ohm, 0.7 V p-p)
2	GREEN	PC-to-monitor	Green Video (75 ohm, 0.7 V p-p)
3	BLUE	PC-to-monitor	Blue Video (75 ohm, 0.7 V p-p)
4	ID2	Monitor-to-PC	Monitor ID Bit 2
5	GND	N/A	Ground
6	RGND	N/A	Red Ground
7	GGND	N/A	Green Ground
8	BGND	N/A	Blue Ground
9	KEY	N/A	Key (No pin)
10	SGND	N/A	Sync Ground
11	ID0	Monitor-to-PC	Monitor ID Bit 0
12	ID1 or SDA	Monitor-to-PC	Monitor ID Bit 1
13	HSYNC or CSYNC	PC-to-monitor	Horizontal Sync (or Composite Sync)
14	VSYNC	PC-to-monitor	Vertical Sync
15	ID3 or SCL	Monitor-to-PC	Monitor ID Bit 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CrystalEYES®3

User's Guide

STEREOGRAPHICS®

StereoGraphics Corporation

2171 East Francisco Blvd., San Rafael, CA 94901
phone: 800-783-2660 (in USA)
+1-415-459-4500 (all other areas)
fax: 415-459-3020
e-mail: Sales@StereoGraphics.com
web site: http://www.stereographics.com

INSTALLATION & SETUP

CrystalEyes is designed to be worn with or without prescription eyewear with no adjustment needed. A compatible stereo computer graphics or video system must be available to check the operation of the eyewear. Each pair of **CrystalEyes** eyewear includes two fresh batteries, which are installed at the factory. To activate the eyewear, unfold the temple pieces; to turn off the eyewear, fold the temple pieces. ***Always fold the eyewear when not in use to maximize the battery life.***

Installing the StereoGraphics Emitter

StereoGraphics **CrystalEyes** requires the use of an infrared emitter in order to synchronize the eyewear in conjunction with the left and right image sequence on screen. The infrared receiver (located in the center of the eyewear) must be in line of sight and in range of the emitter for successful operation of **CrystalEyes**. Please consult the documentation accompanying your emitter for installation and operation details. For best results in using **CrystalEyes** with standard workstation displays, set the emitter slightly behind the top edge of the monitor, as shown in Figure 1. In addition:

- For EPRO, ESGI and ELR emitters, make sure the emitter is switched to the ON position. Depending on the emitter range needed, switch the emitter to either the high or low setting.
- The ENT emitter will switch on and off automatically whenever a sync signal is presented by the graphics card.
- Users of the EPC-2 must switch the emitter from BYPASS to STEREO MODE and set the emitter range separately.

Figure 1. Display and Emitter

Optional add-on Nosepiece

The new optional nosepiece has been designed to give a better fit for people with smaller noses or who wear prescription eyeglasses and where the **CrystalEyes** do not rest comfortably on the nose bridge.

The nosepiece simply 'sticks on' over the current built-in nosepiece. To attach the nosepiece, remove the backing tape to the adhesive strip on the add-on nosepiece and slide the nosepiece into position with the flange facing out. Press into place until the adhesive 'sticks' (approximately 2 seconds).

Battery Indicator -- New for CrystalEyes 3

The battery indicator light is positioned inside the **CrystalEyes** frame above the right lens. The LED indicator will illuminate for approximately 2 seconds only when the eyewear is switched on (by opening the right temple). After approximately 2 seconds the LED will switch off and remain off until the temple reactivates the on/off switch.

Indicator light:	ON for 2 seconds:	battery OK
	Flashing for 2 seconds:	batteries should be replaced
	OFF:	batteries are dead or on/off switch reactivated within 2 seconds; replace batteries.

Note: If temples are closed and re-opened within 4 seconds, the battery indicator will not illuminate. Wait 4 seconds to check the battery.

SPECIFICATIONS

Optics

Shutters:	Liquid Crystal
Transmittance:	32% typical
Dynamic Range:	1500:1 typical
Close Time:	Less than 0.2 milliseconds
Open Time :	Less than 3 milliseconds
Field Rate:	80 to 160 fields per second
Brite Mode:	Automatically selected
Infrared Sensor-	
Angle of View:	90 degrees horizontal
	140 degrees vertical

Weight

3.3 oz. (93 grams)

Controls

On/Off: Eyewear operation is switched on and off by unfolding and folding the eyewear temple pieces.

Brite mode: Both lenses automatically switch to full transparency for up to 8 minutes when shielded from infrared signals. Restoring the infrared signal returns the eyewear to full operation.

Batteries

Two 3 V lithium/manganese dioxide (NEDA 5004L), including:

Eveready	E-CR2032	Sanyo	CR2032
Maxell	CR2032	Seiko	CR2032
Panasonic	CR2032	Technacell	CR2032
Ray-O-Vac	CR2032	Varta	CR2032
Saft	LM2032	Duracell	DL2032

Battery Life: >250 hours (continuous usage)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAINTENANCE

As with any eyewear, take care to prevent scratching the lenses and protect the electronic circuits within the eyewear from damage by excessive moisture or immersion in liquids.

Battery Replacement

CrystalEyes uses two 3-volt lithium/manganese dioxide (CR 2032) batteries.

To replace the batteries, first fold the temple pieces of the eyewear. Locate the battery holder at the hinge-point of the left temple piece. Using a paper clip or ballpoint pen for help (as shown in Figure 2), swing the battery holder out from the eyewear and remove the existing batteries, noting their orientation.
Place both fresh batteries into the battery holder making sure that the positive (+) sides of each battery face *in opposite directions*, as indicated. Each position will accept its battery in only one orientation.

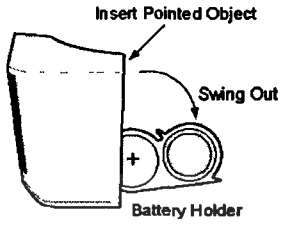


Figure 2.
Battery Replacement

Follow the installation instructions located inside the battery holder.

If the holder will not close easily, ***do not force it!*** Check the batteries to make certain they are seated in the holder and oriented in opposite directions. If the battery holder will not close, reverse both batteries and try again.

Cleaning

CrystalEyes lenses have hard-coated plastic surfaces and if cared for properly will remain in good condition for many years. Using a soft chamois cloth or lens tissue intended for plastic lenses, gently wipe the lens surface.

Warning: Do not immerse the eyewear in water or liquid. Avoid spraying cleaner directly onto your eyewear. The use of excess moisture can destroy the electronic circuits within the eyewear and may invalidate your warranty.

FCC COMPLIANCE

This equipment generates and uses radio frequency energy, and if not installed and used properly, that is in strict accordance with the manufacturer's instructions, may cause interference to radio and television reception. The equipment has been tested and found to comply within the limits for a Class B computing device in accordance with the specifications in Subpart B of Section 15 of the FCC rules, which are designed to provide reasonable protection against such interference in a residential installation. However, there is no guarantee that interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment on and off, will not occur. The user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- **Re-orient the receiving antenna.**
- **Relocate the equipment with respect to the receiver.**
- **Move the equipment away from the receiver.**
- **Plug the equipment into a different outlet so that the equipment and receiver are on different branch circuits.**

If necessary, the user should consult the dealer or an experienced radio / television technician for additional suggestions.

The user may find the following booklet prepared by the Federal Communications Commission helpful:

"How to Identify and Resolve Radio-TV Interference Problems"

This booklet *is* available from:

US Government Printing Office
Washington, D.C. 20402
(Stock No. 004-000-0345-4)

Any changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the authority to operate the equipment.

WARRANTY INFORMATION

StereoGraphics' Warranty/Certificate of Ownership and Warranty Registration are enclosed. If lost, visit our web site at ***http://www.stereographics.com*** *to see warranty and/or register online.*

SUPPORT AND TROUBLESHOOTING

For product support or troubleshooting information, please visit **http://www.stereographics.com** or call us at 800-783-2660 (in USA) or +1-415-459-4500 (all other areas).

For additional product, sales or reseller information on CrystalEyes and other products from StereoGraphics, customers can call 800-783-2660 (in USA), or +1-415-459-4500 (all other areas), visit the company's web site at http://www.stereographics.com or send an e-mail to Sales@StereoGraphics.com.

Copyright ©2000 StereoGraphics Corporation

0420059-001 Rev A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบติแว่นตา Shutter Glasses ยี่ห้อ StereoGraphics รุ่น Crystal Eyes 3

Brightness:	1600 max ANSI lumens (standard mode); 1100 max ANSI lumens (whisper mode)
Aspect Ratio:	4:3 and 16:9
Stereoscopic Compatibility:	120 and 100 Hz synch, page flip, one frame delay
Data Compatibility:	SVGA, VGA, XGA
Contrast Ratio:	2000:1 full on/full off
Image Size (diagonal):	2.7' to greater than 8.33' (0.8 m to greater than 2.53 m)
Native Resolution:	SVGA 800 x 600
Minimum Projection Distance:	1.5 m (maximum distance 9.8 m)
Dimensions:	9.8"(W) x 12.9"(L) x 4.2"(H) (24.9 x 32.7 x 10.6 cm)
Weight:	6.8 lbs/3.1 kg
Audio:	2.5-Watt mono
H-Sync Range:	31.4-80 kHz
V-Sync Range:	50-120 Hz
Operating Temperature:	5° to 40 C° at sea level (0 to 10,000'); (41° to 104° F)
Power Consumption:	200 watt typical/250 watt maximum
Power Supply:	100V - 240V at 50-60 Hz
Approvals:	UL, c-UL, TUV GS, CE, GOST, C-Tick, NOM, IRAM, FCC B, CIS-PR22/EN5022, EN 55024/CISPR 24, CB certified according to IEC60950/EN60950: 1997, P(SE), MIC
Ships Standard with:	Choice of 5 or 10 pairs CE3 Eyewear, EXXR emitter, InFocus DepthQ Projector with Lens cap, Wireless Remote Control (including batteries), Computer cable, RCA Video and Audio cable, Power cord, 6 ft VESA to BNC cable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติโปรเจคเตอร์ยี่ห้อ StereoGraphics รุ่น DepthQ

Brightness:	1600 max ANSI lumens (standard mode); 1100 max ANSI lumens (whisper mode)
Aspect Ratio:	4:3 and 16:9
Stereoscopic Compatibility:	120 and 100 Hz synch, page flip, one frame delay
Data Compatibility:	SVGA, VGA, XGA
Contrast Ratio:	2000:1 full on/full off
Image Size (diagonal):	2.7' to greater than 8.33' (0.8 m to greater than 2.53 m)
Native Resolution:	SVGA 800 x 600
Minimum Projection Distance:	1.5 m (maximum distance 9.8 m)
Dimensions:	9.8"(W) x 12.9"(L) x 4.2"(H) (24.9 x 32.7 x 10.6 cm)
Weight:	6.8 lbs/3.1 kg
Audio:	2.5-Watt mono
H-Sync Range:	31.4-80 kHz
V-Sync Range:	50-120 Hz
Operating Temperature:	5° to 40 C° at sea level (0 to 10,000'); (41° to 104° F)
Power Consumption:	200 watt typical/250 watt maximum
Power Supply:	100V - 240V at 50-60 Hz
Approvals:	UL, c-UL, TUV GS, CE, GOST, C-Tick, NOM, IRAM, FCC B, CIS-PR22/EN5022, EN 55024/CISPR 24, CB certified according to IEC60950/EN60950: 1997, P(SE), MIC
Ships Standard with:	Choice of 5 or 10 pairs CE3 Eyewear, EXXR emitter, InFocus DepthQ Projector with Lens cap, Wireless Remote Control (including batteries), Computer cable, RCA Video and Audio cable, Power cord, 6 ft VESA to BNC cable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

StereoGraphics Corporation
2171 E Francisco Blvd., San Rafael, CA 94901
Phone (415) 459-4500, Fax (415) 459-3020
www.stereographics.com

Technical Note 200-1A: Configuration of CrystalEyes Emitters in Large Venues

This Technical Note describes how to use CrystalEyes in small theater situations. Specifically it describes the selection, placement, and wiring of standard and long range emitters to accommodate the desired seating configuration.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Introduction

CrystalEyes is the name of StereoGraphics premier stereoscopic viewing product. Lightweight, wireless liquid crystal shuttering eyewear are used to allow the user to view alternating field sequential stereo images. The source of the images alternately displays a left-eye view followed by a right-eye view CrystalEyes' shutters can block either of the user's eyes so that only images appropriate for each eye are allowed to pass. A wireless infrared communications link synchronizes the shuttering of the eyewear to the images displayed on the monitor or other viewing screen.

CrystalEyes are widely used in a variety of scientific visualization applications as a peripheral to a UNIX, Windows/NT, or Windows95 workstation. They can also be applied to larger venues when using front or rear projected images.

The key to using CrystalEyes in these large areas is that the emitters must be strategically located so that each pair of CrystalEyes can receive the synchronization signal.

2. Types of Emitters

StereoGraphics manufactures two emitters suitable for large venue applications, the standard emitter (EPRO) and the long range emitter (ELR).

Both emitters share the same case, electrical interface connectors, and signal formats. They differ in the amount of infrared energy output (and, correspondingly, the DC power input).

StereoGraphics manufactures a third type of emitter specifically for use with certain Silicon Graphics workstations (ESGI). These emitters are not normally used in this type of application.

3. The Infrared Link

The infrared synchronizing pulses are produced by the emitter as described in StereoGraphics' U.S. Patent #4,967,268. The pulse-width modulated output is driven by a TTL level square wave input from the workstation or other image source. When this Left/Right Drive signal goes high, the emitter will generate a pulse and the eyewear will respond by blocking the right eye. When the Left/Right Drive signal goes low, the emitter will generate a pulse and the eyewear will respond by blocking the left eye.

3.1 Emitter Output Pattern

CrystalEyes will operate properly if the eyewear are facing the emitter and within the emitter's activation area.

For planning purposes, the maximum distance away from an emitter that CrystalEyes will operate is 12 feet for a standard emitter and 18 feet for a long range emitter. As the eyewear are moved off center horizontally left or right, this distance falls off. Likewise, as the eyewear move vertically above or below the emitter, this distance falls off. Figure 1 and Figure 2 show the operating range at a variety of angles.

3.2 CrystalEyes Reception Pattern

CrystalEyes include a feature that is a great aid in situations where there are multiple stereoscopic displays operating in the same area, but are not synchronized. The eyewear include a feature that makes them selective of infrared signals. Due to the aperture in the plastic frames, the eyewear will only receive signals from an emitter that they are 'facing'. Figure 3 and Figure 4 show the operating range at a variety of angles.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

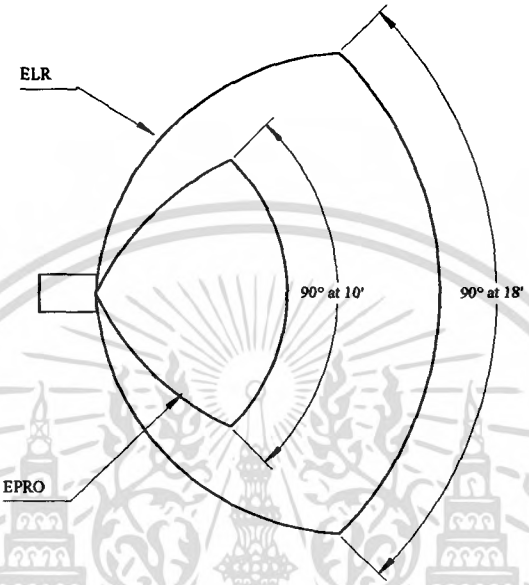


Figure 1: Emitter Horizontal Output Pattern (Top View)

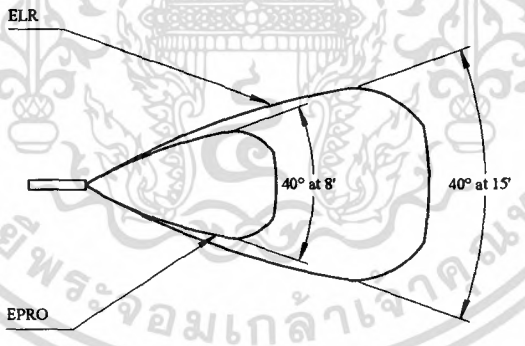


Figure 2: Emitter Vertical Output Pattern (Side View)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

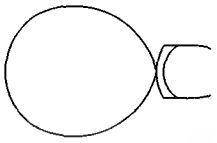


Figure 3: Eyewear Horizontal Reception Pattern (Top View)

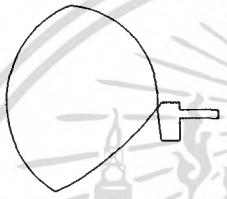


Figure 4: Eyewear Vertical Reception Pattern (Side View)

4. Emitter Configurations and Placement

Given the constraints of the emitters and eyewear, there are two approaches that can be used. On one approach, a number of emitters are grouped together in one place, increasing the output as if it were a single but much larger emitter. In the other approach, a number of emitters are spread throughout the venue, placed so that each emitter covers an appropriate area.

4.1 Emitter Placement Guidelines

Regardless of the configuration chosen, some guidelines must be followed. In all cases the object is to align the eyewear with the emitter. Proximity alone will not be sufficient. For example, a horizontal emitter placed directly over the head of a viewer, even if only two or three feet away, will not activate the eyewear because of the narrow vertical angle of the emitter output. Even if the emitter is pointed downward directly at the viewer it will not work because of the reduction of the eyewear's sensitivity at extreme vertical angles.

In short, the emitter and eyewear must point at one another. Some rules of thumb are:

- Place the emitter at the level of the eyewear, or up to 45° above it. Refer to Figure 4, showing the vertical reception pattern as it falls off at increased vertical angles.
- Tilt the emitter downward towards the audience. The idea is to reduce the amount of infrared energy that is wasted over the heads of the audience. As shown in Figure 2, tilting the emitter downward 20° to 30° (depending on the height of the emitter over the audience's head) is optimum.
- Avoid placing emitters at the edges of the venue. Under normal circumstances the viewers are looking at the screen, so the emitter should be between the viewer and screen (or in the viewer's line of sight).
- Avoid excess height. If the ceiling is very high, consider lowering the emitters from the ceiling. If the emitters are higher than 10 feet or above the normal field of view of the audience, they are wasting infrared energy.

4.2 Coincident Emitters

Depending on the number of viewers in the audience, a large number of emitters can be placed in a central location. Their combined IR output contribute to increase the operating range of a single emitter.

Emitters can be clustered or placed on a line. as shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

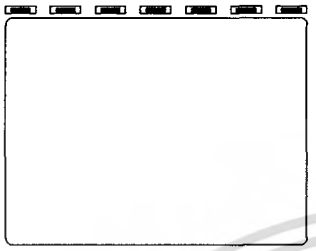


Figure 5: Emitters In A Line

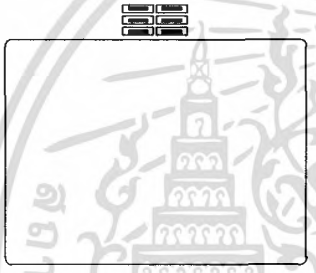


Figure 6: Emitters In A Cluster

Only experimentation will tell how many emitters are necessary. In a cluster configuration, the shape of the output pattern does not change, but the operating range will increase with every emitter added as shown in the following table:

Number of Emitters	Normal Range (feet)
1	18
2	24
3	30
4	35
5	40
6	44
7	48
8	51
9	54
10	57

Table 1: Multiple Emitter Range

Note that additional emitters continue to add a smaller and smaller contribution to the range as the number of emitters increases.

When placed along a line, the infrared pattern gets wider as the spacing between emitters gets larger. However, the range does not increase as rapidly as it would with a cluster.

4.3 Distributed Emitters

In the largest venues it is impossible to group enough emitters in a central location to serve the entire audience. In these cases a number of emitters must be placed in locations throughout the audience, each covering a portion of the theater. While this is the most difficult configuration to design, it will yield the best performance.

Almost certainly this will require a graphical planning solution, whether it is done on a computer with a CAD modeling system, by arranging cut-out paper templates, or by simple pencil and paper. It is also important to remember to check both the horizontal and vertical patterns of the emitters to assure complete coverage.

4.4 Reflections

Surfaces that reflect IR energy (typically hard surfaces such as many lightly colored painted walls, linoleum floors, etc.) can contribute to increasing the range of the eyewear. These reflected signals add to what is recieved directly by the eyewear. This improvement, however, is slight and must not be counted on for coverage of the audience area.

5. Emitter Wiring

Just as there are different options for placement of emitters, there are different options for electrical wiring of emitters. The choice of wiring is separate from the choice

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

of emitter placement, although there are considerations of one choice upon the other.

There are two connectors on the rear of an emitter. A BNC connector is used to feed the Left/Right Drive signal into the emitter. A nine pin sub-miniature "D" plug is used to power the emitter, but also includes a pin that can be used as an input for the Left/Right Drive signal.

5.1 "D" Connector Pinout

Three of the nine pins of the "D" connector are used on the emitter. Pin 6 is the +12 Volt power input. Pin 8 is the TTL level Left/Right Drive signal. This pin is high when the left eye's image is visible. Pin 7 is the ground return for both the drive signal and power.

Pin #	Function
1 - 5	
6	+12V Power In
7	Ground
8	Left/Right Drive In
9	

Table 2: "D" Connector Pinout

5.2 Drive Signal Loading

Under normal circumstances, a typical signal source can drive the input signal for up to 10 emitters. When more than 10 emitters are used, or in some other unique applications, a distribution amplifier must be used. The requirements of the distribution amplifier are simple: TTL input and TTL output. A single 74HCT14 inverter and +5 Volt power source can provide drive capability for up to 50 emitters, as shown in Figure 7.

5.3 Power Requirements

The +12 Volt power supply must provide 80 mA for each long range emitter connected and 40 mA for each standard emitter connected. The voltage need not be tightly regulated but must not be allowed to fall below 11 Volts, nor rise above 16 Volts under load. Many (but not all) unregulated supplies will meet these requirements, so the specifications must be checked carefully.

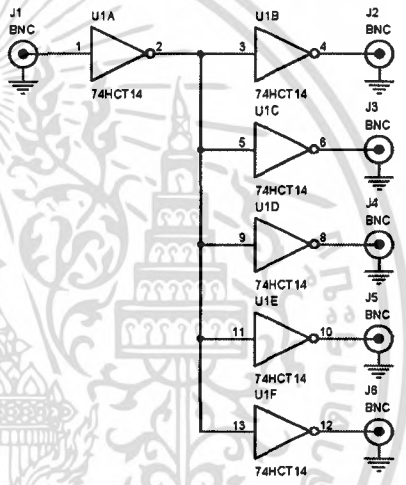


Figure 7: Simple Distribution Amplifier

5.4 Separate Power Source Wiring

When separate power sources are used, standard wall-mount power supplies supplied by StereoGraphics (in either 110 or 220 Volt versions, as required) provide the power to each emitter via its 9 pin "D" connector. The Left/Right Drive signal is provided to the emitter via the BNC connector. This connection is made using standard 50 Ohm coaxial cable and standard BNC connector fittings (Tees, etc.) as required so that all emitters share the signal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 Common Power Source Wiring

In the common power source wiring method a custom cable must be made that connects a 9 pin "D" socket to each emitter as shown in Figure 8.

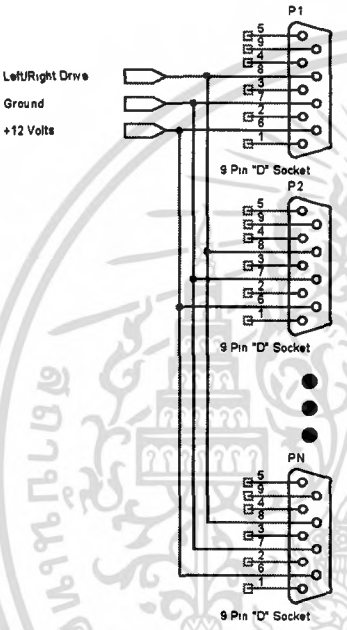


Figure 8: Common Power Source Emitter Cable

6. Summary

This Technical Note has described some of the considerations required to use CrystalEyes in large theater venues.

Each application will require a choice of emitter placement, either clustered or distributed, as described in Section 4.

- Clustered emitters group a number of emitters together to simulate a single larger emitter. This is simple to implement but is only practical for a range of up to about 50 feet
- Distributed emitters are more effective (requiring fewer emitters for a given area) but are harder to configure. It is the best approach for very large or complex areas

Each application will require a choice of emitter power sources, either common or distributed, as described in Section 5.

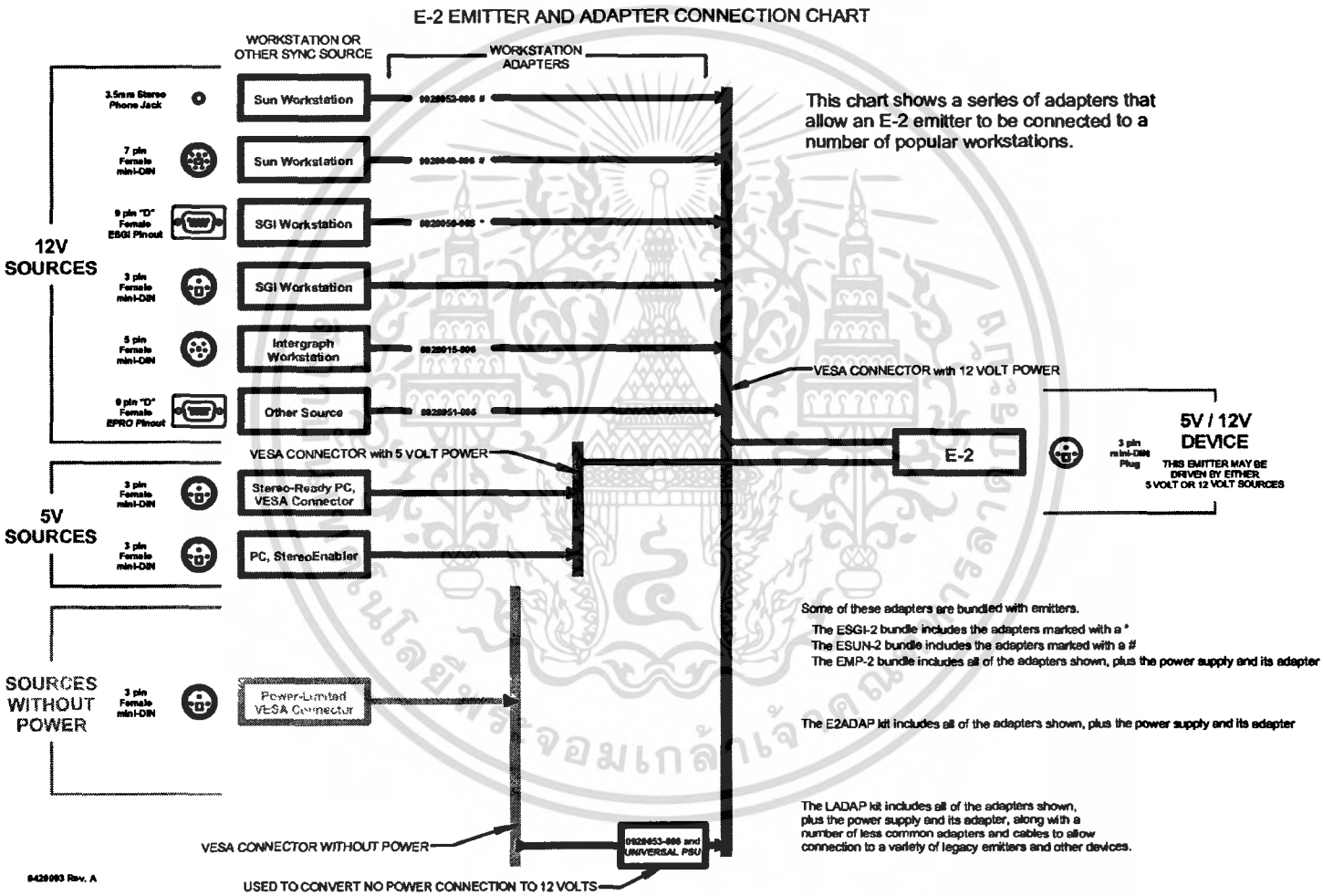
- A single common power source can power all emitters used in an application but this requires a custom cable fit to the venue.
- Distributed power sources require only standard BNC cables but individual power supplies must be provided for each emitter.

Regradless of the choices made, the configuration must be tested to verify that it will work as planned.

StereoGraphics is a registered trademark of StereoGraphics Corporation. All other names are trademarks of their respective owners.

Copyright © 1997. All Rights Reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้