อุปกรณ์การฉายภาพสามมิติแบบสะท้อน

INNOVATIVE HARDWARE FOR REFLECTIVE 3D PROJECTION

กฤษณะ ขวัญอยู่

KRISANA KWONYOO

ไตรรัตน์ ธิจันแก้ว

TRAIRAT TIJUNKAEW

ปฐมาศ ธีรานุสนธิ์

PATHAMARS TEERANUSONTI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

อุปกรณ์การฉายภาพสามมิติแบบสะท้อน

INNOVATIVE HARDWARE FOR REFLECTIVE 3D PROJECTION

กฤษณะ ขวัญอยู่

KRISANA KWONYOO

ไตรรัตน์ ธิจันแก้ว

TRAIRAT TIJUNKAEW

ปฐมาศ ธีรานุสนธิ์

PATHAMARS TEERANUSONTI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร

บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INNOVATIVE HARDWARE FOR REFLECTIVE 3D PROJECTION

KRISANA KWONYOO
TRAIRAT TIJUNKEAW
PATHAMARS TEERANUSONTI

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อุปกรณ์การฉายภาพสามมิติแบบสะท้อน
Thesis Title	INNOVATIVE HARDWARE FOR REFLECTIVE 3D PROJECTION
ชื่อนักศึกษา	นายกฤษณะ ขวัญอยู่
	นายไตรรัตน์ ธิจันแก้ว
	นางสาวปฐมาศ ธีรานุสนธิ์
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2557

(_____)

รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อุปกรณ์การฉายภาพสามมิติแบบสะท้อน
Thesis Title	INNOVATIVE HARDWARE FOR REFLECTIVE 3D PROJECTION
รายชื่อนักศึกษา	นายกฤษณะ ขวัญอยู่ รหัสนักศึกษา 54010062
	นายไตรรัตน์ ธิจันแก้ว รหัสนักศึกษา 54010493
	นางสาวปฐมาศ ธีรานุสนธิ์ รหัสนักศึกษา 54010765
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นโครงงานการฉายภาพสามมิติอยู่ในส่วนของ Hardware ที่ใช้ในการฉายภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้การฉายภาพสามมิติแบบสะท้อน ซึ่งในปัจจุบันนี้รูปแบบการนำเสนอภาพสามมิติมีบทบาทมากยิ่งขึ้นในชีวิตประจำวัน นอกจากจะให้ความแปลกใหม่กับผู้รับชมแล้วยังให้อรรถรสรูปแบบใหม่แก่ผู้ชมอีกด้วย โดยการทำงานของอุปกรณ์นี้สามารถใช้งานโดยผู้ใช้เข้าไปในห้องรับภาพซึ่งภายในห้องจะประกอบด้วยกล้อง 4 ตัวซึ่งรับภาพทางด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลัง จากนั้นห้องจะทำการส่งภาพไปยังหน้าจอมอนิเตอร์ เพื่อฉายภาพบนอุปกรณ์แสดงผลภาพ 360 องศา การแสดงผลภาพเป็นแบบเรียลไทม์บนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้สามารถส่งภาพได้ในระยะไกล โดยภาพที่ปรากฏจะเป็นภาพในลักษณะสามมิติเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	INNOVATIVE HARDWARE FOR REFLECTIVE 3D PROJECTION	
Student	Mr.Krisana Kwonyoo	Student ID. 54010062
	Mr.Trairat Tijunkaew	Student ID. 54010493
	Miss.Pathamars Teeranusont	Student ID. 54010765
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Information Engineering	
Year	2014	
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Pitikhate Sooraksa	

ABSTRACT

This thesis is a project described an innovative hardware for reflective 3D projection. Recently, 3D image has become important for displays of entertaining media. The device consists of 4 IP cameras receiving image from the front, the left, the right, and the back of the presented objects or persons. The 360 degree images will then be sent in real time via the Internet as a virtual 3D image to be appeared remotely on the proposed 3D reflective device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ซึ่งบุคคลที่ขอขอบพระคุณท่านแรกคือ รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย อีกทั้งยังช่วยตรวจทาน แก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานด้วยความเอาใจใส่ในทุกขั้นตอน ขอขอบพระคุณพี่แมว และพี่ย้ง สำหรับข้อแนะนำและความช่วยเหลือในการทำโครงงาน ขอขอบพระคุณครอบครัวของนางสาวปฐมาศ ธีรานุสนธิ์ ที่ช่วยอนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงงาน นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษา ในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์เรื่องนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้โอกาสในการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนช่วยเหลือสนับสนุน และให้กำลังใจผู้ทำโครงงานเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

กฤษณะ ขวัญอยู่
ไตรรัตน์ ธิจันแก้ว
ปฐมาศ ธีรานุสนธิ์
วิศวกรรม สารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงงาน	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	2
1.5 แผนผังหรือตารางเวลาการดำเนินงานโครงงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 การสะท้อนของแสง	7
2.2.1 หลักการการสะท้อนของแสง	7
2.2.2 การเกิดภาพจากกระจกเงา	9
2.2.3 การหักเหของแสง	10
2.2.4 การสะท้อนกลับหมดของแสง	12
2.3 Pepper's Ghost	15
2.4 Parallax	16
2.4.1 Parallax คืออะไร	16
2.4.2 การประยุกต์ใช้หลักการ Parallax	17
2.5 Hologram	18
2.5.1 โฮโลแกรม คืออะไร	18
2.5.2 ประเภทของ Hologram	19
2.5.3 ต้นกำเนิดของโฮโลแกรม	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.4 หลักการของ Hologram 20
2.5.5 การสร้างภาพ Hologram 21
2.5.6 เทคโนโลยีโฮโลแกรม 3 มิติ (3D Hologram) 22
2.5.7 การประยุกต์ใช้โฮโลแกรมในปัจจุบัน 24
2.4.8 เทคโนโลยีแบบซีเอ็นเอ็น รายงานสดผ่าน "โฮโลแกรม" 27
2.6 LAN 28
2.6.1 ชนิดการเชื่อมต่อของเครือข่าย LAN 29
2.6.2 การเชื่อมโยงเครือข่ายแบบ LAN 30
2.6.3 ประโยชน์ของระบบ LAN 30
2.6.4 ผลที่ได้จากระบบ LAN 31
2.7 DHCP & Static IP 31
2.7.1 DHCP คืออะไร 31
2.7.2 ขั้นตอนการทำงานของ DHCP 31
2.7.3 ข้อดีและข้อเสียของ DHCP 32
2.7.4 Static IP Address คืออะไร 33
2.8 IP Camera 34
2.8.1 คุณสมบัติของกล้อง IP Camera 35
2.8.2 จุดเด่นของกล้อง IP Camera 36
2.8.3 ประโยชน์ของกล้อง IP Camera 36
2.8.4 ชนิดของกล้อง IP Camera 37
2.8.5 เทคโนโลยีของกล้องไอพี (IP Camera) 38
2.8.6 การบันทึกภาพของกล้องไอพี (IP Camera) 38
2.8.7 ระบบจับภาพในสภาพย้อนแสง (WDR : Wide Dynamic Range) 38
2.8.8 ระบบกลางวันและกลางคืน (Day & Night System) 39
2.8.9 การส่งสัญญาณภาพ (Video Streaming) 39
2.8.10 การกำหนดค่าภาพ (Image Settings) 39
2.8.11 เครือข่าย (Network) ที่สามารถรองรับกล้องไอพี (IP Camera) 39
2.8.12 ความปลอดภัย (Security) ของกล้องไอพี (IP Camera) 40
2.8.13 โปรแกรมที่สนับสนุน (Applications) 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.8.14 การติดตั้งกล้องไอพี (Installation IP Camera) 41
2.8.15 การใช้กล้องไอพี (IP Camera) ต้องคำนึงถึงอะไรบ้าง 42
2.8.16 อุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router) 43

บทที่ 3 โครงสร้างและการออกแบบ 45
3.1 องค์ประกอบหลักของระบบ 45
3.1.1 ส่วนรับข้อมูล 46
3.1.2 ส่วนประมวลผล 46
3.1.3 ส่วนแสดงผล 47
3.2 การวิเคราะห์อุปกรณ์ 49
3.2.1 การออกแบบโครงสร้างของพีระมิด 49
3.2.2 การออกแบบโครงสร้างของห้องจำลอง (Virtual room) 53
3.2.3 Use case diagram 57
3.2.4 คำอธิบาย Use Case 57
3.2.5 แผนภาพแสดง (ลำดับเหตุการณ์ของแต่ละ Use Case) 60
3.2.6 ขั้นตอนการพัฒนาการแสดงผลภาพบนหน้าจอ 63

บทที่ 4 ผลการทดลอง 64
4.1 โครงสร้างของห้องจำลอง (Virtual room) 64
4.2 ลักษณะภายนอกของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม 65
4.3 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม 66
4.3.1 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม 66
4.3.2 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มแสงไฟ 66
4.3.3 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน 67
4.4 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพบนหน้าจอแสดงผล 360 องศา 68
4.4.1 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองที่ไม่มีผ้าคลุม 68
4.4.2 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองที่มีผ้าคลุม 69
4.4.3 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมมีและเพิ่มแสงไฟ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.4.4 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน	71
4.4.5 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม เพิ่มฉากสีดำภายใน และเพิ่มแสงไฟ	72
4.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงผลภาพบนหน้าจอแสดงผล 360 องศา	73
4.5.1 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพบนหน้าจอแสดงผล 360 องศาจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม	73
4.5.2 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพบนหน้าจอแสดงผล 360 องศาจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม และเพิ่มฉากสีดำภายใน	75
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	77
5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน	77
5.2 แนวทางในการแก้ปัญหา และข้อเสนอแนะ	77
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก ก วิธีการใช้ DHCP Server บน Router	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ IP camera 53

ตารางที่ 3.2 ขนาดเซนเซอร์ของ IP camera 54

ตารางที่ 3.3 Send Image 58

ตารางที่ 3.4 Steaming 59

ตารางที่ 3.5 Project image 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 กระบวนการตัดแบ่งภาพที่มีความละเอียดสูง 5
รูปที่ 2.2 โคออดิเนทขนาดการแบ่งภาพ 6
รูปที่ 2.3 Chromakey 7
รูปที่ 2.4 หลักการสะท้อนของแสง 7
รูปที่ 2.5 รังสีสะท้อนบนผิวเรียบและผิวขรุขระ 8
รูปที่ 2.6 การสะท้อนของกระจกเงา 9
รูปที่ 2.7 การมองเห็นภาพจากรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา 10
รูปที่ 2.8 ภาพแสดงรังสีตกกระทบ รังสีหักเห และรังสีสะท้อนของแสง เมื่อแสงเดินทางจากอากาศไปยังน้ำ 11
รูปที่ 2.9 แสงหักเหเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหแตกต่างกัน 12
รูปที่ 2.10 เรย์บ็อกซ์ รูปครึ่งวงกลม 13
รูปที่ 2.11 มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง 13
รูปที่ 2.12 การนำหลักการสะท้อนแสงมาใช้ใน Pepper's Ghost 15
รูปที่ 2.13 ภาพเทียนไขที่ปรากฏบนแก้วน้ำเมื่อใช้แสงจากเทียนไขสะท้อนกับกระจกเงา 15
รูปที่ 2.14 ตำแหน่งของภาพที่ปรากฏเมื่อมุมตกกระทบต่างกัน 16
รูปที่ 2.15 แสดงตำแหน่งของภาพที่ปรากฏ เมื่อมุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน 16
รูปที่ 2.16 ภาพจำลองของการเกิดพารัลแลกซ์ 17
รูปที่ 2.17 Hologram 18
รูปที่ 2.18 Original of Hologram 19
รูปที่ 2.19 การทำงานของภาพ Hologram 20
รูปที่ 2.20 แสดงการเปรียบเทียบ 2D และ 3D 21
รูปที่ 2.21 Complex interference patterns 21
รูปที่ 2.22 Reconstruction of image 22
รูปที่ 2.23 3D Hologram 22
รูปที่ 2.24 Kate Moss ปรากฏตัวด้วย Hologram 24
รูปที่ 2.25 Hologram Display ในบูธ Chevrolet 25
รูปที่ 2.26 การจัดแสดงสินค้าโดยใช้ Hologram 25
รูปที่ 2.27 Hologram Sticker 26
รูปที่ 2.28 Hologram Hot Stamping Foil 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.29 CNN Report 27
รูปที่ 2.30 CNN Report (ต่อ) 27
รูปที่ 2.31 LAN (Local Area Network) 28
รูปที่ 2.32 รูปแบบการเชื่อมโยงเครือข่ายแบบ LAN 30
รูปที่ 2.33 ขั้นตอนการทำงานของ DHCP 32
รูปที่ 2.34 ตัวอย่างการทำงานของ DHCP 32
รูปที่ 2.35 Internet Camera หรือ IP Camera 34
รูปที่ 2.36 ชนิดของกล้อง IP Camera 37
รูปที่ 2.37 อุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router) 43
รูปที่ 3.1 องค์ประกอบโดยรวมของอุปกรณ์ฉายภาพ 3 มิติ 45
รูปที่ 3.2 กล้อง IP Camera 46
รูปที่ 3.3 เครื่องคอมพิวเตอร์และการ์ดจอ 46
รูปที่ 3.4 Router 47
รูปที่ 3.5 หน้าจอมอนิเตอร์ 47
รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อของเครื่อง Server ไปยังหน้าจอมอนิเตอร์ 48
รูปที่ 3.7 กระจกอะคริลิค 48
รูปที่ 3.8 การเกิดภาพบนอะคริลิคพีระมิด 49
รูปที่ 3.9 การคำนวณหามุมที่ฐานของพีระมิด 50
รูปที่ 3.10 การคำนวณหาขนาดของพีระมิด 51
รูปที่ 3.11 โครงสร้างโดยรวมของพีระมิด 52
รูปที่ 3.12 การคำนวณหามุมมองในการรับภาพของกล้อง 53
รูปที่ 3.13 โครงสร้างโดยรวมของห้องจำลอง (Virtual room) 56
รูปที่ 3.14 Use case diagram 57
รูปที่ 3.15 Send Image Of Sequence diagram 61
รูปที่ 3.16 Streaming Of Sequence diagram 61
รูปที่ 3.17 Project Image Of Sequence diagram 62
รูปที่ 3.18 Flow chart การทำงานของระบบ 63
รูปที่ 4.1 โครงสร้างของห้องจำลอง (Virtual room) 64
รูปที่ 4.2 ลักษณะภายนอกของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.3 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม 66

รูปที่ 4.4 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มแสงไฟ 66

รูปที่ 4.5 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน 67

รูปที่ 4.6 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลอง ที่ยังไม่มีผ้าคลุม 68

รูปที่ 4.7 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองมีผ้าคลุม 69

รูปที่ 4.8 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบ มีผ้าคลุมและเพิ่มแสงไฟ 70

รูปที่ 4.9 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบ มีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน 71

รูปที่ 4.10 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบ มีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน และเพิ่มแสงไฟ 72

รูปที่ 4.11 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบ มีผ้าคลุม 73

รูปที่ 4.12 การแสดงผลภาพบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม 74

รูปที่ 4.13 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบ มีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน 75

รูปที่ 4.14 การแสดงผลภาพบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและ เพิ่มฉากสีดำภายใน 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การสื่อสารมีหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารด้วยท่าทาง ตัวอักษร ภาพหรือเสียง ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้ในการสื่อสารมากมาย เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้น เช่น การสื่อสารผ่านทาง smart phone เราสามารถพูดคุยกับเพื่อนแบบเห็นหน้าได้ เพิ่มความสะดวกในการสื่อสารและทำให้ระยะทางไม่เป็นปัญหาต่อการสื่อสารกัน จะเห็นว่าการสื่อสารด้วยภาพและเสียง ย่อมมีประสิทธิภาพกว่าการสื่อสารด้วยเสียงเพียงอย่างเดียว

การสื่อสารด้วยภาพที่พบเห็นในปัจจุบันมักอยู่ในรูปแบบของภาพ 2 มิติ ซึ่งสามารถเห็นภาพได้ เพียงความยาวและความกว้าง ทำให้เรามองภาพได้เพียงมุมมองเดียว แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการแสดงผลภาพ 3 มิติขึ้น ภาพที่ได้จะมีความกว้าง ความยาว และความลึก ทำให้เราสามารถมองภาพได้จากทุกมุมมอง เราจึงเห็นภาพที่มีความเสมือนจริง ราวกับจับต้องได้

ปัจจุบันประเทศต่างๆทั่วโลก ได้มีการนำเทคโนโลยี Holography มาใช้ในการแสดงผลภาพ 3 มิติในรูปแบบที่แปลกใหม่ เพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆมากมาย เช่น การเปิดตัวสินค้าด้วยภาพ Holography เพื่อดึงดูดความสนใจแก่ผู้ชม หรือในการแสดงคอนเสิร์ต ที่ใช้เทคโนโลยี Holography แสดงภาพเคลื่อนไหว ทำให้เสมือนว่าศิลปินที่เสียชีวิตไปแล้วสามารถกลับมาเล่นคอนเสิร์ตได้อีกครั้ง เทคโนโลยีนี้สร้างความตื่นตาตื่นใจแก่ผู้ชมทั่วโลกเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาเทคโนโลยีการแสดงผลภาพ 3 มิติโดยใช้หลักการ Holography ขึ้น ซึ่งเป็นหลักการการสะท้อนของแสงผ่านรูปทรงพีระมิดทั้งสี่ด้าน เพื่อแสดงผลภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ แบบ Real-time ผู้ชมจะได้เห็นภาพที่ถ่ายทอดสด เป็นภาพในขณะปัจจุบันจากสถานที่นั้นๆ โดยภาพที่ได้จะมีความเสมือนจริง ราวกับว่าผู้ชมอยู่ในสถานที่นั้นจริงๆ

1.2 ภาพรวม หรือโครงสร้างรวมของโครงงาน

เป็นอุปกรณ์การแสดงภาพในรูปแบบภาพ 3 มิติ โดยใช้หลักการอ้างอิงจากการ สะท้อนของแสงจากแหล่งกำเนิด ทำให้เกิดภาพสะท้อน โดยภาพที่นำมาแสดงนี้จะเป็น ภาพเคลื่อนไหวที่มีลักษณะเป็น Real-time กล่าวคือ เป็นภาพที่มาจากการบันทึกภาพ เคลื่อนไหว ณ เวลานั้นโดยวิธีการจะเริ่มจาก จำลองห้องขึ้นมาติดกล้องไว้ตามตำแหน่งที่กำหนด ไว้ หลังจากนั้นกล้องจะจับภาพวัตถุที่อยู่ภายในห้องจำลอง ภาพจากกล้องแต่ละตัวก็จะถูกส่งมา รวมกันที่เครื่อง Server เพื่อทำการประมวลผลว่า กล้องจากตัวไหนเป็นภาพด้านไหนในการแสดงผล จากนั้น เครื่อง Server ก็จะทำการกลับด้านของภาพ (Flip Horizontal) ให้ภาพมีลักษณะ ที่ตรงข้ามกัน เพื่อที่เวลาฉายจริงภาพที่ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะท้อนออกมาจะมีลักษณะเป็นภาพที่เหมือนกับภาพที่ ส่งมา หลังจากนั้น เครื่อง Server ก็จะนำภาพไปยัง VGA Port เพื่อทำการแยกภาพ โดยในการส่งภาพแต่ละครั้งความล่าช้าในการส่ง (delay) จะต้องเกิดขึ้นน้อยที่สุด จากนั้นภาพจะถูกส่งออกไปยังหน้าจอทั้งสี่จอ โดยแต่ละมุมจะถูกกำหนดไว้แล้วว่าเป็นภาพจากมุมใด แต่ภาพที่ปรากฏบนหน้าจอจะมีลักษณะที่สลับซ้าย-ขวากับภาพจริง เพื่อทำการสะท้อนภาพ(Reflection) จากหน้าจอไปบนแผ่นอะคริลิก (Acrylic) ที่มีรูปทรงพีระมิดคว่ำดังรูป ทำให้ภาพที่ถูกสะท้อนออกมาก็จะมีลักษณะเป็นภาพเหมือนสามมิติ (Hologram) โดยอ้างอิงจากหลักการReflection Hologram ในการสร้างภาพสามมิติ

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อแสดงภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบในรูปแบบ 3 มิติ
2. เพื่อสร้างอุปกรณ์ที่รองรับการฉายภาพแบบ 3 มิติ
3. เพื่อนำการแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ มาประยุกต์ใช้นำเสนอการทำงานต่างๆ
4. เพื่อนำเสนอภาพเคลื่อนไหว 3 มิติในรูปแบบ Real time

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงาน

1. ศึกษาระบบการทำงานของการฉายภาพสามมิติแบบสะท้อน
2. ศึกษาข้อมูลด้าน Hardware ที่ใช้ในการรับภาพ และฉายภาพ 3 มิติ
3. ศึกษาวิธีการส่งข้อมูลระหว่างฝั่งรับภาพ และฝั่งฉายภาพ
4. ศึกษาการใช้ Server ที่ใช้รองรับการทำงานแบบ Real-time
5. จัดทำอุปกรณ์การรับและแสดงผลแบบ 3 มิติ
6. ทดสอบพิกัดและการฉายภาพแบบ 3 มิติ
7. ปรับปรุง hardware และ server ให้แสดงผลที่แม่นยำ
8. จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงงาน(เทอมที่1)
9. จัดทำห้องจำลองในการรับภาพ (ในการส่งแบบไร้สาย)
10. ติดตั้งอุปกรณ์ห้องรับภาพ
11. ทดสอบพิกัดของภาพ ให้ตรงกับพิกัดที่กำหนดไว้
12. ปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่ง
13. พัฒนา Server ให้ส่งข้อมูลด้วยความเร็วที่มีประสิทธิภาพ
14. ทดสอบการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
15. จัดทำต้นฉบับปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนผัง หรือตารางเวลาการดำเนินงานโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ลำดับที่	ขั้นตอนการดำเนินงาน	Aug2557	Sep2557	Oct2557	Nov2557	Dec2557	Jan2558	Feb2558	Mar2558	Apr2557	May2558
1	ศึกษาระบบการทำงานของการฉายภาพ 3 มิติแบบสยาท้อน										
2	ศึกษาข้อมูลด้าน Hardware ที่ใช้ในการรับภาพ และฉายภาพสามมิติ										
3	ศึกษาวิธีการส่งข้อมูลระหว่างฝั่งรับภาพ และฝั่งฉายภาพ										
4	ศึกษาการใช้ Server ที่ใช้รองรับการทำงานแบบ Real-time										
5	จัดทำอุปกรณ์การรับและแสดงผลแบบ 3 มิติ										
6	ทดสอบฟีเจ็ดและการฉายภาพแบบ 3 มิติ										
7	ปรับปรุง hardware และ server ให้แสดงผลที่แม่นยำ										
8	จัดทำเอกสารการสอบวิชาโครงงาน (เทอมที่1)										
9	จัดทำห้องจำลองในการรับภาพ (ในการส่งแบบไร้สาย)										
10	ติดตั้งอุปกรณ์ห้องรับภาพ										
11	ทดสอบฟีเจ็ดของภาพ ให้ตรงกับฟีเจ็ดที่กำหนดไว้										
12	ปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่ง										
13	พัฒนา Server ให้ส่งข้อมูลด้วยความเร็วที่มีประสิทธิภาพ										
14	ทดสอบการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด										
15	จัดทำต้นฉบับปริญญานิพนธ์										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงาน อุปกรณ์การฉายภาพสามมิติแบบสะท้อน (Innovative Hardware for Reflective 3D Projection) จะต้องอาศัยทฤษฎีและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 การสะท้อนของแสง

2.3 Pepper's Ghost

2.4 Parallax

2.5 Hologram

2.6 LAN

2.7 DHCP & Static IP

2.8 IP Camera

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ronald Sidharta และคณะได้ทำการวิจัยเรื่อง The Development of Multi-Depth Pepper's Ghost Display for Mixed Reality System หรือ การพัฒนาจอแสดงผล Pepper's Ghost หลากหลายความลึกสำหรับระบบมิกซ์ เรียลลิตี้ [1]

Pepper's Ghost เป็นเทคนิคที่รู้จักกันดีในการผลิตในโรงภาพยนตร์ ซึ่งทำให้ปรากฏรูปภาพวิญญาณลักษณะกึ่งโปร่งใส เหมือนวิญญาณลอยได้บนเวที เทคนิคนี้ถูกใช้กับจอแสดงผลดิจิตอลเพื่อสร้างความเป็น ระบบมิกซ์ เรียลลิตี้ (Mixed Reality : MR System) นั่นคือการประมวลผลภาพที่เชื่อมโยงโลกความจริงและโลกเสมือนเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นภาพสภาพแวดล้อมจริงรวมกับภาพ CG (Computer-generated) หรือภาพเสมือนจริงที่ถูกสร้างขึ้น ผู้ชมจึงสามารถมองเห็นภาพที่ปรากฏมีลักษณะเป็นภาพแบบสามมิติที่สมจริง และมีขนาดเท่าวัตถุจริง ไม่ว่าผู้ชมจะอยู่ในตำแหน่งหรือกำลังเคลื่อนที่ในทิศทางใด โดยวัตถุเสมือนจริงที่เคลื่อนไหวจะถูกนำเสนอร่วมกับภาพสามมิติที่อยู่กับที่ การติดตั้ง Pepper's Ghost โดยปกติไม่ได้ใช้ในการนำเสนอวัตถุเสมือนในตำแหน่งที่แตกต่างกันบนแกน z(3D) งานวิจัยนี้ ได้อธิบายถึงการพัฒนา ระบบ Pepper's Ghost Mixed Reality ซึ่งสามารถแสดงวัตถุเสมือนในตำแหน่งที่แตกต่างกันบนแกน z ได้ โดย Ronald Sidharta และคณะได้ทำการทดลองใช้ Polymer Dispersed Liquid Crystal (PDLC) จำนวน 6 ชั้น เป็นหน้าจอฉายภาพและปรับสถานะเปิด / ปิดของชั้น PDLC เพื่อแสดงวัตถุที่ระดับความลึกที่แตกต่างกัน

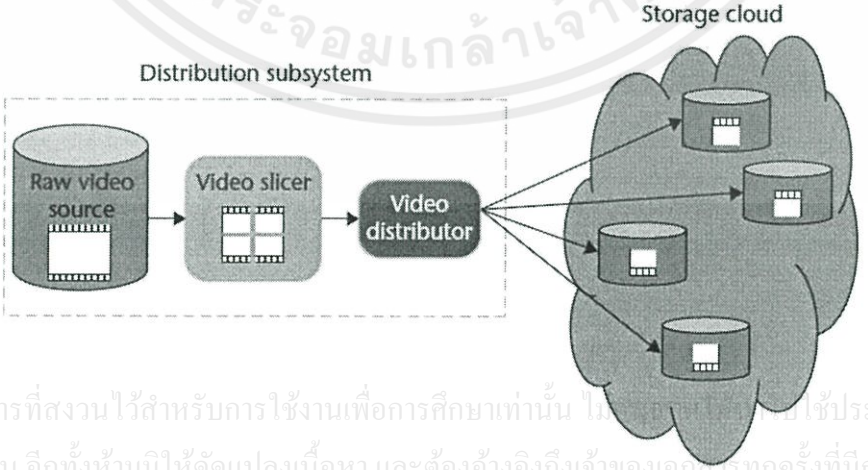
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมา Ronald Sidharta และคณะได้ทำวิจัยเรื่อง Volumetric Display for Augmented Reality หรือ การแสดงปริมาตรเพื่อเพิ่มความเป็นจริง [2] เพื่อต่อยอดงานวิจัยเรื่อง The Development of Multi-Depth Pepper's Ghost Display for Mixed Reality System

ในงานวิจัยก่อนหน้านี้ Ronald Sidharta และคณะ ได้นำเสนอในส่วนของการแสดงความเป็นจริงบนพื้นฐานของการกำหนดค่า Pepper's Ghost ทำให้สามารถแสดงภาพแบบสองมิติบนระนาบภาพที่แตกต่างกัน โดยมีความลึกทางกายภาพที่แตกต่างกันได้ ในงานวิจัยนี้ Ronald Sidharta และคณะจึงทำการวิจัยต่อยอดงานวิจัยเดิม และได้นำเสนอจอแสดงผลรุ่นต่อไป ซึ่งเป็นจอแสดงผลที่สามารถแสดงภาพที่มีความลึกทางกายภาพแตกต่างกันได้ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถแสดงผลวัตถุเสมือนจริงที่มีความลึกจริง และมีการเคลื่อนไหวของ Parallax โดยไม่ต้องใช้แว่นตาพิเศษ

การติดตั้ง Pepper's Ghost สามารถแสดงวัตถุในโลกแห่งความจริงและวัตถุเสมือนในพื้นที่เดียวกันได้ การแสดงผลวัตถุเสมือนที่มีความลึกทางกายภาพจริงนั้น ระบบจะไม่ประสบปัญหาจากการบรรจบกันของภาพที่ไม่ตรงกัน

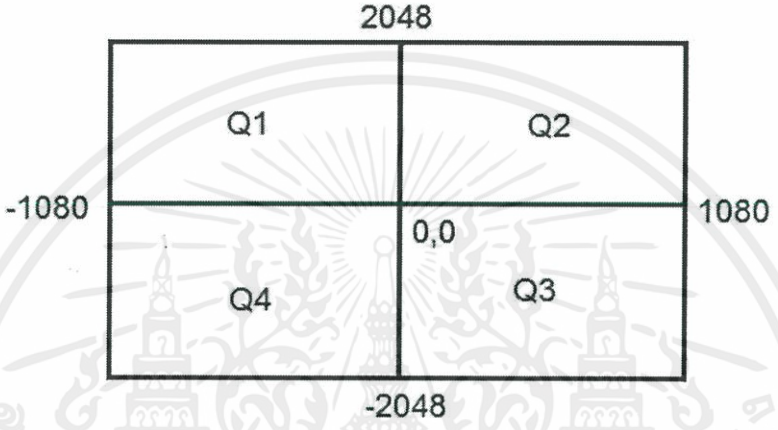
LUCENILDO AQUINO JU'NIOR [3] และคณะได้ทำการวิจัย A Software-Based Solution for Distributing and Displaying 3D UHD Films หรือ ซอฟต์แวร์ในการแก้ไขปัญหาการกระจายและการนำเสนอภาพยนตร์ความละเอียดสูงยิ่ง เพื่อทำกระบวนการตัดแบ่งภาพที่มีความละเอียดสูง 4.096 x 2,160 พิกเซล ให้รองรับกับระบบในยุคปัจจุบันที่เรียกว่าโซเชียลเน็ตเวิร์ค เช่น ยูทูป อินสตาแกรม โซเชียลแคม ฯลฯ งานวิจัยที่นำเสนอนี้ประกอบไปด้วย 4 ระบบย่อยหลัก คือ ตัวกระจาย ตัวประมวลผลต้น ตัวส่งข้อมูล และตัวเล่นวิดีโอ สำหรับระบบย่อยตัวกระจายมีหน้าที่รับข้อมูลจากแหล่งวิดีโอหลัก นำมาทำการแบ่งแยกเป็น 4 ส่วน (1 ภาพเป็น 4 ส่วน) จากนั้นทำการแยกเก็บภาพไว้ในพื้นที่ที่แยกส่วนกัน ดังรูปที่ 2.0.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 กระบวนการตัดแบ่งภาพที่มีความละเอียดสูง [3]

เน้นไปที่ระบบย่อยที่เรียกว่าตัวกระจาย มีกระบวนการภายในคือ ตัวแบ่งภาพทำการอ่านข้อมูลภาพยนตร์ความละเอียดสูงยิ่งเพื่อแบ่งแต่ละภาพ(1 เฟรม) ออกเป็น 4 ส่วน ตามควอแดรนท์ x,y{(-,+),(+,+),(+,-),(-,-)} จากนั้นแยกเก็บในพื้นที่ที่ต่างกัน ดังรูปที่ 2.1 กล่าวได้ว่าเทคนิคของงานวิจัยนี้คือการแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน โดยวิธี โคออดิเนท จากขนาดภาพ 4,096x2,160 พิกเซล ดังรูปที่ 2.0.2

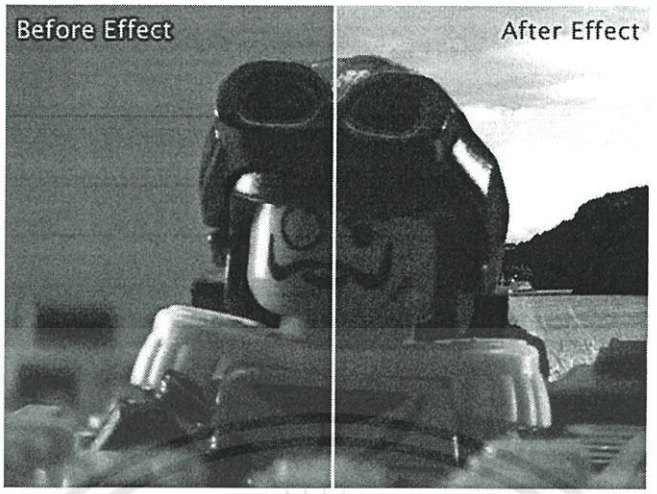


รูปที่ 2.2 โคออดิเนทขนาดการแบ่งภาพ [3]

งานวิจัยดังกล่าวจึงเป็นเอกสารอ้างอิงในการทำโครงงานของผู้จัดทำ ให้ผู้จัดทำได้เห็นภาพรวม ระบบการทำงาน แนวคิด เพื่อให้ทางผู้จัดทำได้คิดค้นพัฒนางานอย่างมีคุณภาพ

chroma key หรือ chromakey [4] หมายถึงการซ้อนภาพแบบใช้กุญแจสี ปัจจุบันได้กลายเป็นศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถานไปแล้ว จึงเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษได้เลย หลักการก็คือ การถ่ายภาพโดยใช้ฉากหลังเป็นสีใดสีหนึ่งเพื่อประโยชน์ในการเจาะเปลี่ยนฉากหลังใหม่ที่ไม่สามารถนำมาเข้าเป็นฉากจริงได้ในขณะนั้นด้วยเหตุผลใด ๆ ก็ตาม ตามหลักการ chromakey จะใช้สีใด ๆ มาเป็นฉากหลังก็ได้แล้วกำหนดให้เครื่องมือ ซึ่งอาจเป็นฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือทั้งสองอย่างนำสีนั้นมาเป็นกุญแจเพื่อเจาะให้ทะลุออกแล้วนำฉากหลังอื่น ๆ มาซ้อนเป็นฉากหลังใหม่แทน การถ่ายทำแบบ chromakey จึงมีประโยชน์ด้านความประหยัดที่ไม่ต้องสร้างฉากจริง หรือไม่ต้องเดินทางไปถ่ายทำในสถานที่จริง หรือเป็นสถานที่ที่เข้าถึงได้ยากหรือเข้าถึงไม่ได้ หรือแม้แต่ฉากจำลองที่ทำจากโปรแกรมสามมิติและชีวลักษณ์ (animation) ประโยคที่สรุปประโยชน์ของ chromakey ได้ดีที่สุดก็คือ การสร้างสิ่งที่เป็นไปไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

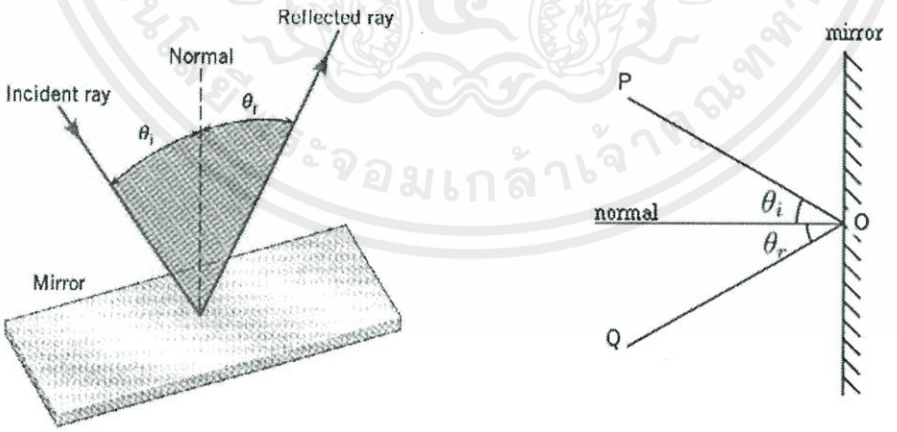


รูปที่ 2.3 Chromakey [4]

2.2 การสะท้อนของแสง

2.2.1 หลักการการสะท้อนของแสง

การสะท้อนของแสง เป็นปรากฏการณ์ที่แสงเดินทางจากตัวกลางที่มีความหนาแน่นค่าหนึ่งมายังตัวกลางที่มีค่าความหนาแน่นอีกตัวหนึ่ง ทำให้แสงตกกระทบกับตัวกลางใหม่ แล้วสะท้อนกลับสู่ตัวเดิม เช่น การสะท้อนของแสงจากอากาศกับผิวหน้าของกระจกเงาจะเกิดการสะท้อนแสงที่ผิวหน้าของกระจกเงาราบแล้วกลับสู่อากาศดังเดิม เมื่อแสงตกกระทบกับผิวหน้าของตัวกลางใดๆ ปริมาณและทิศทางของการสะท้อนของแสงจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของพื้นผิวหน้าของตัวกลางที่ตกกระทบ



รูปที่ 2.4 หลักการสะท้อนของแสง

- รังสีตกกระทบ (Incident Ray) คือ รังสีของแสงที่พุ่งเข้าหาพื้นผิวของวัตถุ
- รังสีสะท้อน (Reflected Ray) คือ รังสีของแสงที่พุ่งออกจากพื้นผิวของวัตถุ
- เส้นปกติ (Normal) คือ เส้นที่ลากตั้งฉากกับพื้นผิวของวัตถุตรงจุดที่แสงกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มุมตกกระทบ (Angle of Incidence) คือ มุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นปกติ
- มุมสะท้อน (Angle of Reflection) คือ มุมที่รังสีสะท้อนทำกับเส้นปกติ

จากภาพ รังสีตกกระทบ PO ตกสู่กระจกเงาที่จุด O และสะท้อนออกเกิดเป็นรังสีสะท้อน OQ เส้นตั้งฉากกับพื้นผิวสะท้อน (กระจกเงา) มีชื่อเรียกว่าเส้นปกติหรือเส้นตั้งฉาก มุมตกกระทบ θ_i คือมุมที่วัดจากรังสีตกกระทบสู่เส้นตั้งฉาก ในทำนองเดียวกันมุมสะท้อน θ_r คือมุมที่เกิดจากรังสีสะท้อนตัดกับเส้นตั้งฉาก

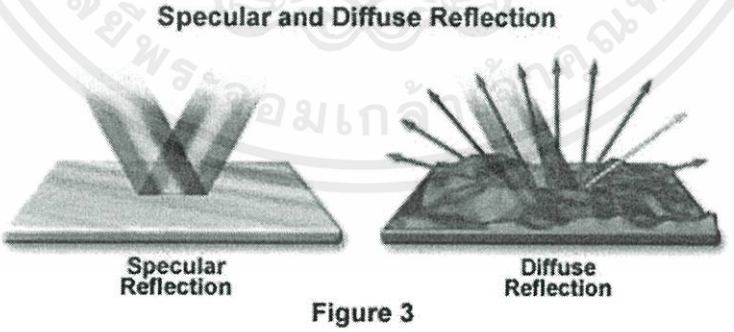
กฎการสะท้อนของแสง (The Laws of Reflection) มี 2 ข้อ

1. รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติจะอยู่ในระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน

ลักษณะการสะท้อนของแสง แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ

1. การสะท้อนปกติ วัสดุที่มีผิวเรียบไม่ว่าจะเป็นวัตถุผิวราบหรือผิวโค้ง การสะท้อนของแสงจะให้ผลเช่นเดียวกัน คือรังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติ (เส้นแนวฉาก) จะอยู่ในระนาบเดียวกัน นอกจากนี้มุมตกกระทบและมุมสะท้อนจะมีค่าเท่ากันเสมอ

2. การสะท้อนกระจาย เราได้เห็นการสะท้อนปกติมาแล้วจากกระจกเงาและวัตถุเรียบมันอื่นๆ เช่น ผิวโลหะต่างๆ แต่วัตถุที่มีผิวขรุขระ เช่น กระดาษ ไม้ และวัตถุทึบแสงอื่นๆ ก็มีการสะท้อนแสงเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากผิวของวัตถุหยาบ แสงจึงสะท้อนออกไปในหลายทิศทาง เรียกว่า การสะท้อนกระจาย เมื่อพิจารณาบริเวณเล็กๆของผิวขรุขระ จะเห็นว่าประกอบด้วยผิวเรียบจำนวนมาก โดยที่มุมระหว่างผิวเหล่านั้นจะมีค่าต่างๆกัน



รูป 2.5 รังสีสะท้อนบนผิวเรียบและผิวขรุขระ

จากรูป แสดงการเปรียบเทียบรังสีสะท้อนบนผิวเรียบและผิวขรุขระ จะทำให้เห็นภาพที่สะท้อนแตกต่างกัน

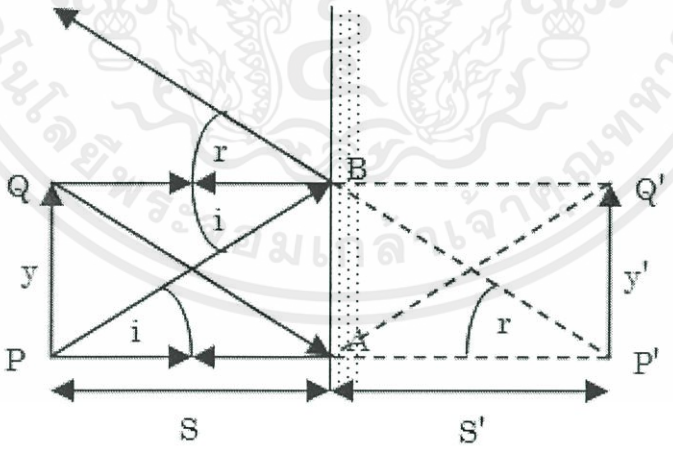
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสะท้อนของแสงกับผิวของวัตถุ ถ้าผิวของวัตถุเรียบ แสงที่สะท้อนออกมาจะเป็นระเบียบ ภาพที่มองเห็นจากการสะท้อนจึงชัดเจน แต่ถ้าผิวสะท้อนขรุขระ รังสีสะท้อนจะไม่มีระเบียบ จะมองเห็นภาพจากการสะท้อนไม่ชัด

แสงอาจเกิดการสะท้อนสมบูรณ์ (specular reflection) เช่นการสะท้อนผ่านกระจกเงา หรือสะท้อนไม่สมบูรณ์ (diffuse reflection) ซึ่งสูญเสียภาพเชิงฟิสิกส์แต่อนุรักษ์พลังงาน ขึ้นกับชนิดของตัวกลางทึบแสงซึ่งแสงเกิดการสะท้อน

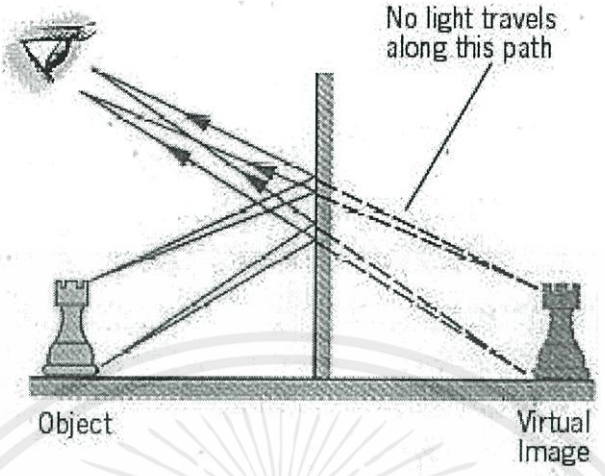
2.2.2 การเกิดภาพจากกระจกเงา

การที่เรามองเห็นภาพต่างๆได้ เกิดจากแสงจากวัตถุสะท้อนมาเข้าตาเรา ดังนั้นเมื่อเราเห็นภาพจากกระจกเงา ก็แสดงว่ามีแสงสะท้อนภาพจากกระจกเงามาเข้ากระทบที่ดวงตา การที่จะแสดงให้เห็นการเกิดภาพจากกระจก เริ่มจากเขียนทางเดินแสง(รังสี) ออกจากวัตถุ ซึ่งปกติจะกระจายออกไปทุกทิศทุกทาง ไปตกกระทบกับผิวของกระจกเงาราบ ตรงจุดที่ตกกระทบให้เขียนเส้นปกติขึ้นมาได้มุมตกกระทบ (i) แล้วลากเส้นรังสีสะท้อนให้มุมสะท้อน (r) เท่ากับมุมตกกระทบ ให้ต่อแนวรังสีสะท้อนไปด้านหลังกระจก ทุกเส้นจะไปพบกันที่จุดหนึ่ง ซึ่งเป็นตำแหน่งการเกิดภาพ จะได้ระยะวัตถุ(ระยะจากวัตถุไปยังกระจก) และระยะภาพ(ระยะภาพไปยังกระจก) มีค่าเท่ากัน เนื่องจากการเกิดภาพแบบนี้เมื่อเอาฉากหรือจอไปรับ จะไม่ปรากฏภาพบนฉากรับนั้น ภาพแบบนี้เรียกว่า ภาพเสมือน (อาจพิจารณาภาพเสมือนจากการที่รังสีสะท้อนไม่ได้พบกันที่ตำแหน่งเกิดภาพจริงๆ)



รูปที่ 2.6 การสะท้อนของกระจกเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงการมองเห็นภาพจากกรังสีสะท้อนเข้าสู่ตา

ถ้าฐานวัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง P จะเกิดฐานภาพหลังกระจกที่ P' และถ้าหัววัตถุอยู่ที่ Q จะเกิดหัวภาพที่ Q'

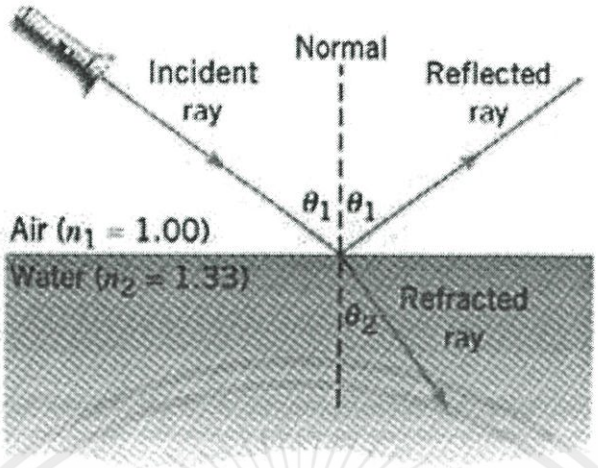
สรุปการเกิดภาพจากกระจกเงาราบ

1. เมื่อวัตถุอยู่หน้ากระจก จะเกิดภาพเสมือน (virtual image) อยู่ด้านหลังกระจก ภาพหัวตั้งเหมือนกับวัตถุ
2. ระยะวัตถุ เท่ากับ ระยะภาพ
3. ความสูงของวัตถุ เท่ากับความสูงของภาพ ทำให้ค่ากำลังขยายของภาพ เท่ากับ 1 เท่า
4. ภาพที่เกิดจะกลับขวาเป็นซ้าย กลับซ้ายเป็นขวา เมื่อเทียบกับวัตถุ (lateral inversion)

2.2.3 การหักเหของแสง

การหักเหของแสง (Refraction) เกิดจากการที่แสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน เป็นผลทำให้ทิศทางของแสงเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในขณะที่แสงเกิดการหักเหก็จะเกิดการสะท้อนของแสงขึ้นพร้อมๆ กัน ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



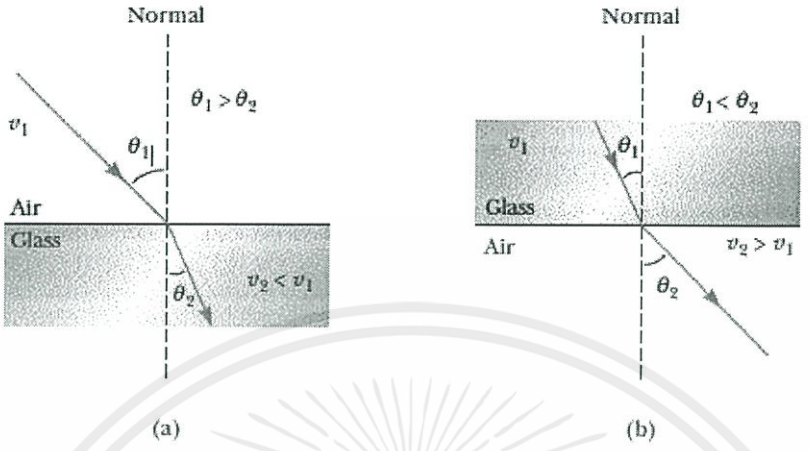
รูปที่ 2.8 ภาพแสดงรังสีตกกระทบ รังสีหักเห และรังสีสะท้อนของแสง เมื่อแสงเดินทางจากอากาศไปยังน้ำ

จากรูป เมื่อแสงเดินทางผ่านอากาศ(ตัวกลางที่1) มีค่าดัชนีหักเห n_1 ไปยังน้ำ (ตัวกลางที่2) มีค่าดัชนีหักเห n_2 จะเห็นได้ว่ารังสีของแสงที่เข้าไปในตัวกลางที่ 2 มีแนวทางเปลี่ยนไปจากแนวรังสีตกกระทบเดิม แสงจะเกิดการหักเห โดยถ้าให้ θ_1 คือมุมที่รังสีตกกระทบทำกับเส้นปกติ และ θ_2 คือมุมที่รังสีหักเหทำกับเส้นปกติ เรียกว่ามุมหักเห (Angle of Refraction) จากกฎของสเนลล์จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบ (θ_1) และมุมหักเห (θ_2) และค่าดัชนีหักเหในตัวกลางทั้งสอง และ n_1 และ n_2 ดังนี้

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \qquad (2.1)$$

โดยแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหน้อยไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากหรือจากตัวกลางที่โปร่งกว่าไปยังตัวกลางที่ทึบกว่า จะทำให้มุมหักเหมีค่าน้อย ($\theta_1 > \theta_2$) อาจกล่าวได้ว่าแสงหักเหจะเบนเข้าหาเส้นปกติ ดังรูป 2.9 (a) และถ้าแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหมากไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อย หรือจากตัวกลางที่ทึบกว่าไปยังตัวกลางที่โปร่งกว่า จะทำให้มุมหักเหมีค่ามาก ($\theta_1 < \theta_2$) หรืออาจกล่าวได้ว่าแสงหักเหจะเบนออกจากเส้นปกติ ดังรูป 2.9 (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสงหักเหเมื่อแสงเดินทางจากตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหแตกต่างกัน

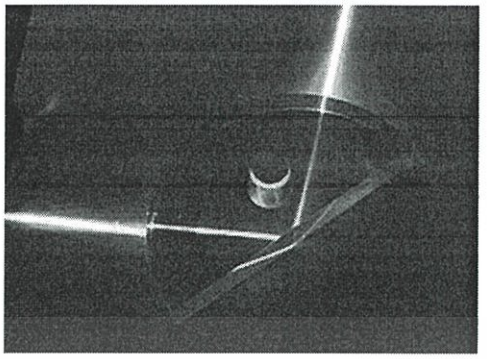
2.2.4 การสะท้อนกลับหมดของแสง

การสะท้อนกลับทั้งหมด คือ ปรากฏการณ์แสงลักษณะหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อรังสีของแสง ตกกระทบกับพื้นผิวของตัวกลาง ในมุมที่กว้างกว่า มุมวิกฤต เกิดขึ้นเฉพาะกรณีที่ ดัชนีหักเหของตัวกลางต่ำกว่า ดัชนีหักเหของของตัวกลางที่อยู่อีกด้านหนึ่งของพื้นผิวตกกระทบ โดยที่แสงไม่ผ่านออกไป และ แสงทั้งหมดสะท้อนกลับ โดยใช้กฎการสะท้อน

เมื่อแสงข้ามผ่านเส้นแบ่งระหว่างตัวกลางสองชนิด ที่มีดัชนีหักเหที่แตกต่างกัน ลำแสงอาจเกิดการหักเห ที่พื้นผิวของตัวกลางใหม่ หรือ อาจเกิดการสะท้อนกลับทั้งหมด ขึ้นกับว่ามุมตกกระทบมากกว่า มุมวิกฤตหรือไม่ ทั้งนี้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ แสงเดินทางมาจากตัวกลางที่มีดัชนีหักเหมากกว่า [n_1=higher refractive index] ไปยังตัวกลางที่มีดัชนีหักเหน้อยกว่า[n_2=lower refractive index] ยกตัวอย่างเช่น เมื่อแสงเดินทางจากแก้วไปยังอากาศ

การสะท้อนกลับทั้งหมด สามารถแสดงตัวอย่างได้โดยใช้ บล็อกแก้วครึ่งวงกลม ที่เรียกว่า เรย์บ๊อกซ์ โดยการส่องลำแสงเข้าไปในบล็อกแก้ว รูปร่างครึ่งวงกลมทำให้เกิดด้านเรียบ ซึ่งด้านที่เรียบนี้จะเป็นพื้นผิวตกกระทบให้กับลำแสงที่เราส่องเข้าไป ด้านผิวครึ่งวงกลมทำให้ไม่เกิดการหักเหที่เส้นแบ่งเขตระหว่างตัวกลาง อากาศ ไปสู่ แก้ว สำหรับที่ด้านเรียบซึ่งเป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างตัวกลาง แก้ว ไปสู่ อากาศ จะเกิดปรากฏการณ์ใดขึ้นกับ มุมตกกระทบ เมื่อ θ_c เป็นมุมวิกฤตที่วัดได้ จาก แสงอาทิตย์ หรือ แหล่งกำเนิดแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



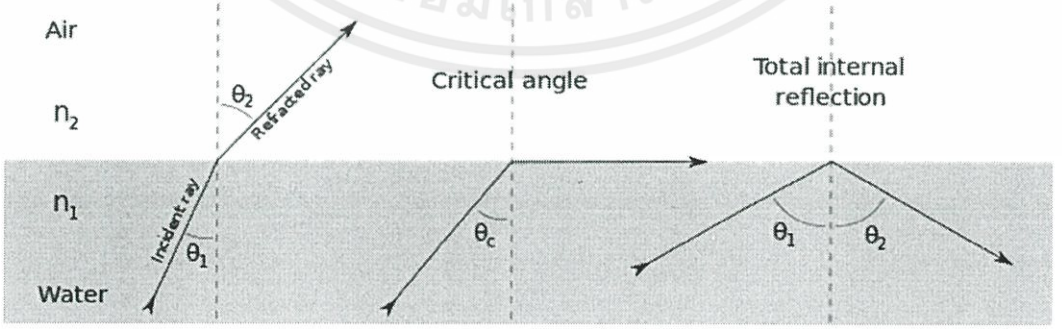
รูปที่ 2.10 เรย์บ๊อกซ์ รูปครึ่งวงกลม

ถ้า $\theta < \theta_c$ ลำแสงจะแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับออกมาจากเส้นแบ่งเขตระหว่างตัวกลาง และ อีกส่วนหนึ่งจะหักเหผ่านออกไป

ถ้า $\theta > \theta_c$ ลำแสงจะสะท้อนกลับทั้งหมด ที่เส้นแบ่งเขตระหว่างตัวกลาง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การสะท้อนกลับทั้งหมด

หลักฟิสิกส์นี้ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เส้นใยแสง (ออปติกไฟเบอร์) ปริซึม ในกล้องส่องทางไกลแบบสองตา อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานให้กับ การเจียระไนเพชร เพื่อให้เกิดการสะท้อนที่น่าชวนมอง

มุมวิกฤต คือมุมอุบัติการณ์เบื้องต้น ของการเกิดการสะท้อนกลับทั้งหมด มุมตกกระทบที่เกิดการสะท้อนกลับทั้งหมดจะถูกวัดเทียบกับมุมตกกระทบที่เกิดเหตุการณ์ปกติที่เส้นแบ่งเขตระหว่างตัวกลาง เมื่อพิจารณาลำแสงที่ผ่านจากแก้วไปสู่อากาศ ในเหตุการณ์ปกติแสงจะผ่านออกไปสู่อากาศ แต่เมื่อมุมตกกระทบเพิ่มขึ้นอย่างเพียงพอ มุมที่แสงผ่านออกหรือมุมหักเห จะเพิ่มขึ้นไปถึงมุมตั้งฉาก คือที่ตำแหน่ง 90 องศา ณ จุดนี้จะไม่มีแสงผ่านออกไปสู่อากาศอีกต่อไป จึงเรียกมุมนี้ว่า มุมวิกฤต θ_c



รูปที่ 2.11 มุมวิกฤตและการสะท้อนกลับหมดของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถหามุมวิกฤต θ_c ได้จากกฎของสเนลล์

นำกฎของสเนลล์มาจัดเรียงใหม่ จะได้

$$\sin\theta_1 = \frac{n_2}{n_1}\sin\theta_2 \qquad (2.2)$$

เพื่อหามุมวิกฤต เราทำการหาค่าของ θ_i เมื่อ $\sin\theta_2 = 90°$ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ค่าของ θ_1 ซึ่งเท่ากับ มุมวิกฤต θ_c และเราสามารถแทนค่า θ_1 เราจะได้สูตรในการหาค่ามุมวิกฤต เป็นดังนี้

$$\theta_c = \theta_1 = \sin^{-1}\frac{n_2}{n_1} \qquad (2.3)$$

เมื่อมุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมวิกฤตพอดี ลำแสงสะท้อนจะตั้งฉากกับ เส้นแบ่งเขตระหว่างตัวกลาง เพื่อการยกตัวอย่าง ลำแสงที่มองเห็นได้ เดินทางผ่าน แผ่นอะคริลิก (ที่มีค่าดัชหักเหเท่ากับ 1.50) เข้าไปสู่อากาศ (ที่มีค่าดัชนีหักเหเท่ากับ 1.00) การคำนวณหาค่าของมุมวิกฤต สำหรับตัวกลางอะคริลิก ไปสู่ อากาศ ทำได้ดังนี้

$$\theta_c = \sin^{-1}(\frac{1.00}{1.50}) = 41.8°$$

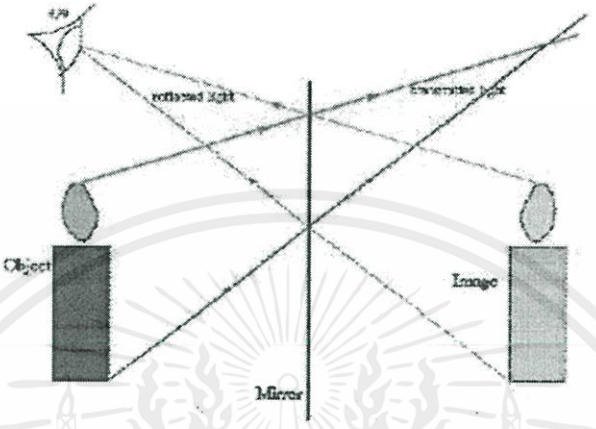
ลำแสงตกกระทบที่เส้นแบ่งเขตระหว่างตัวกลาง ถ้ามีค่าน้อยกว่า 41.8° จะเกิดปรากฏการณ์ส่องผ่านบางส่วนสะท้อนบางส่วน แต่เมื่อมุมตกกระทบมีค่ามากกว่า 41.8° จะเกิดปรากฏการณ์สะท้อนกลับทั้งหมด จะไม่มีแสงส่องผ่านไปยังอากาศเลย

ถ้าค่าเศษส่วน: $\frac{n_2}{n_1}$ มีค่ามากกว่า 1 การคำนวณหา arcsine จะไม่สามารถทำได้ ในความหมายนี้คือจะไม่มีทางเกิด การสะท้อนกลับทั้งหมด ไม่ว่ามุมตกกระทบนั้นจะมีค่ามากแค่ไหนหรือน้อยแค่ไหนก็จะไม่เกิด ปรากฏการณ์สะท้อนกลับทั้งหมด ดังนั้นมุมวิกฤต จะมีค่าก็ต่อเมื่อ $\frac{n_2}{n_1}$ มีค่าน้อยกว่า 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

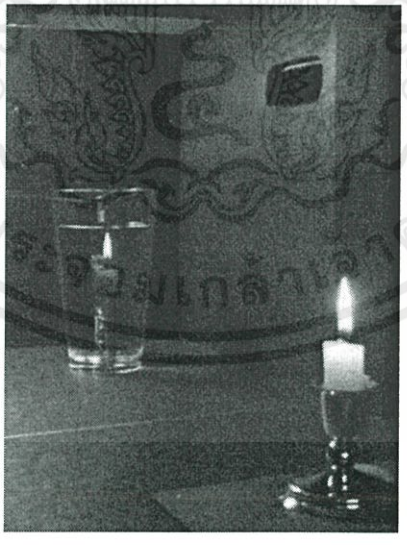
2.3 Pepper's Ghost

Pepper's Ghost เป็นการนำหลักการการสะท้อนของแสงเข้ามาประยุกต์ใช้ โดยการนำวัตถุ(ลำแสง) ฉายไปที่กระจกเพื่อสะท้อนเข้ากับดวงตา ตัวอย่างดังรูป



รูปที่ 2.12 การนำหลักการสะท้อนแสงมาใช้ใน Pepper's Ghost

จากรูปเป็นการใช้แสงจากเทียนไขสะท้อนกับกระจกเงา โดยอีกฝั่งของกระจกจะมีแก้วน้ำอยู่ เมื่อแสงตกกระทบเข้ากับกระจกจะทำให้เกิดการสะท้อนเข้ากับดวงตา และจะปรากฏเป็นภาพเสมือนของเทียนไขขนาดเท่ากับของจริงปรากฏขึ้นในแก้วน้ำ



รูปที่ 2.13 ภาพเทียนไขที่ปรากฏบนแก้วน้ำเมื่อใช้แสงจากเทียนไขสะท้อนกับกระจกเงา

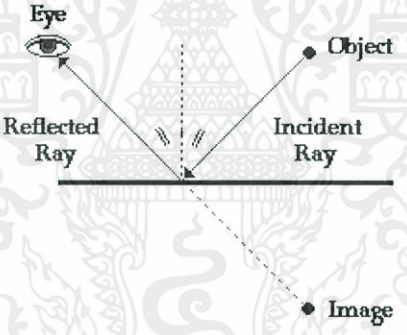
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากขนาดของมุมตกกระทบมีค่าน้อยกว่ามุมสะท้อนจะทำให้เกิดภาพขึ้นอยู่เหนือวัตถุจริง (Diagram A) ในทางตรงกันข้ามกันถ้าขนาดของมุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมสะท้อนจะทำให้เกิดภาพขึ้นอยู่ใต้วัตถุจริง (Diagram B)

Diagram A Diagram B

รูปที่ 2.14 ตำแหน่งของภาพที่ปรากฏเมื่อมุมตกกระทบต่างกัน Diagram A มุมตกกระทบมีค่าน้อยกว่ามุมสะท้อน และ Diagram B มุมตกกระทบมีค่ามากกว่ามุมสะท้อน

หากต้องการภาพที่มีความเที่ยงตรงที่สุดต้องให้ขนาดของมุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน ซึ่งเป็นไปตามกฎของการสะท้อน



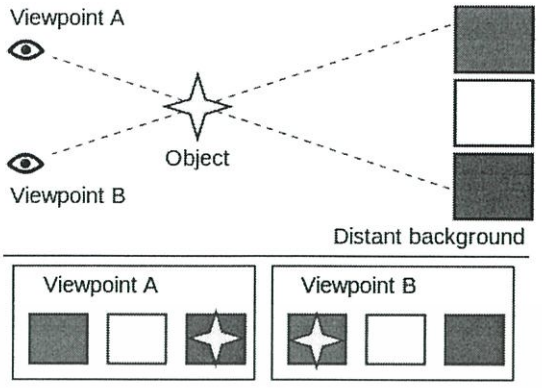
รูปที่ 2.15 แสดงตำแหน่งของภาพที่ปรากฏ เมื่อมุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน

2.4 Pallarax

2.4.1 Parallax คืออะไร

พารัลแลกซ์ (Parallax) คือลักษณะการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งปรากฏ หรือความแตกต่างของตำแหน่งของวัตถุเมื่อมองผ่านมุมมองที่แตกต่างกัน สามารถวัดได้จากมุมของความเอียงระหว่างเส้นสังเกตทั้งสองเส้น หรือกล่าวง่ายๆว่าหลักการของ Parallax คือ ภาพที่ผู้สังเกตเห็นจะเปลี่ยนไปเมื่อผู้สังเกตเปลี่ยนจุดที่มอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ภาพจำลองของการเกิดพารัลแลกซ์ของวัตถุกับฉากหลังที่อยู่ห่างออกไปเมื่อผู้สังเกตมองภาพจากมุมมองที่แตกต่างกัน

จากภาพเมื่อผู้สังเกตมองวัตถุจากมุมมอง A วัตถุจะอยู่หน้าฉากหลังสีน้ำเงิน แต่เมื่อผู้สังเกตมองวัตถุจากมุมมอง B วัตถุจะไปปรากฏอยู่ข้างหน้าฉากหลังสีแดงแทน หากสมมุติว่า viewpoint A คือตาซ้ายของผู้สังเกต และ viewpoint B คือตาขวาของผู้สังเกต เมื่อมองด้วยตาซ้าย ผู้สังเกตจะเห็นวัตถุอยู่หน้าฉากหลังสีน้ำเงิน ในขณะที่หากมองด้วยตาขวา ผู้สังเกตจะเห็นวัตถุอยู่หน้าฉากหลังสีแดง ภาพที่เห็นจึงเกิดความเหลื่อมกันของภาพวัตถุ (parallax) ซึ่งขึ้นกับระยะของวัตถุว่าอยู่ใกล้หรือไกลจากผู้สังเกตมากน้อยเพียงใด พารัลแลกซ์ จึงสามารถใช้ในการประเมินระยะห่างและความลึกของภาพได้ โดยวัตถุที่อยู่ใกล้ผู้สังเกตจะมีพารัลแลกซ์มากกว่าวัตถุที่อยู่ไกล นั่นคือ เมื่อเรามองวัตถุต่างๆ ในขณะที่เราเคลื่อนที่ เราจะพบว่าวัตถุที่อยู่ใกล้กับเรามากกว่าจะดูเหมือนมีการเคลื่อนที่เร็วกว่าวัตถุที่อยู่ห่างไกลออกไป ตัวอย่างที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น เวลาเรานั่งอยู่บนรถแล้วมองออกไปนอกหน้าต่างเราจะพบว่าตึกรามบ้านช่องที่อยู่ข้างทางเคลื่อนผ่านไปอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ต้นไม้ที่อยู่ไกลออกไปกลับดูค่อยๆ เคลื่อนผ่านไปอย่างช้าๆ ส่วนดวงอาทิตย์แทบจะไม่เคลื่อนที่เลย

2.4.2 การประยุกต์ใช้หลักการ Parallax

ในปัจจุบันนี้มีการนำหลักการ Parallax มาใช้อย่างหลากหลาย อาทิเช่น ในด้านการตกแต่งเว็บไซต์แบบ Parallax Scrolling Website เป็นการทำ content ที่แปลกใหม่ มีลูกเล่นที่น่าสนใจ และดึงดูดให้คนสนใจ นอกจากนี้ยังใช้ในการวัดระยะห่างจากโลกถึงดาว (Stellar parallax)

โดยการใช้หลักการของสามเหลี่ยมคล้ายโดยใช้รัศมีวงโคจรโลกรอบดวงอาทิตย์เป็นเส้นฐานของสามเหลี่ยม ระยะเวลาที่ทำการวัดจะห่างกัน 6 เดือน เพื่อให้โลกโคจรไปอีกด้านหนึ่งของดวงอาทิตย์ ก็จะมองเห็นดาวฤกษ์ที่ต้องการวัด ปรากฏตำแหน่งเปลี่ยนไปเป็นมุมเล็กๆ เมื่อเทียบกับกลุ่มดาวที่อยู่ฉากหลังไกลออกไป ระยะทางที่ทำให้มุม parallax มีค่า 1 อาร์ควินาที (1/3600 องศา) เท่ากับ 1 Parsec ย่อมาจาก Parallax Angle of 1 Arc Second คิดเป็นระยะทางเท่ากับ 206,265 AU หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.26 ปีแสง (ระยะทาง 1 ปีแสง หมายถึงระยะทางที่แสงเดินทางนาน 1 ปี คิดเป็นระยะทางเท่ากับ 9.5 ล้านล้านกิโลเมตร)

2.5 Hologram

2.5.1 โฮโลแกรม คืออะไร

รูปที่ 2.17 Hologram

โฮโลแกรม (Hologram) คือ ภาพชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะ 3 มิติ เป็นภาพที่บันทึกลงบนฟิล์ม หรือ แผ่นเคลือบด้วยสารสำหรับบันทึกแสง ซึ่งผ่านเทคนิคการบันทึกด้วยการใช้แสงที่มีหน้าคลื่นสอดคล้องกัน (coherence) หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นภาพจากการบันทึกรูปแบบการแทรกสอดของลำแสง ที่มีหน้าคลื่นสอดคล้องกัน 2 ลำ เช่น แสงเลเซอร์ และเมื่อถูกส่องสว่างอย่างเหมาะสม จะแสดงให้เห็นภาพที่มีลักษณะ 3 มิติที่มีความชัดลึก มีมิติ หลุดออกมาจากกรอบ แตกต่างจาก ภาพทั่วไปซึ่งเราจะมองเป็นเพียงภาพสองมิติ ไม่มีความลึกทางมิติของภาพเป็นภาพแบน ๆ เรียบ ๆ

โฮโลแกรมถูกสร้างขึ้นด้วยกระบวนการที่เรียกว่า โฮโลกราฟี (Holography) โดยโฮโลกราฟีเป็นเทคนิคที่ช่วยให้แสงกระจายจากวัตถุที่จะบันทึกและได้ถูกสร้างขึ้นใหม่ เพื่อให้ปรากฏเป็นวัตถุอยู่ในตำแหน่งเดิมเมื่อเทียบกับการบันทึก การเปลี่ยนแปลงรูปแบบตำแหน่งและทิศทางของระบบการมองเห็นเป็นไปอย่างถูกต้องเหมือนกับว่าวัตถุก็ยังคงเป็นปัจจุบันจึงทำให้ภาพที่บันทึกปรากฏเป็นสามมิติ

แนวคิดของ โฮโลแกรม นั้นจริงๆแล้วไม่ใช่เป็นเพียงแค่ภาพฉากลวงตาที่มีระยะชัดลึกข้างต้น แต่ยังหมายถึงแสง 3 มิติลอยตัวรอบด้านเสมือนจริงราวกับว่าวัตถุที่เราเห็นนั้นจับต้องโอบกอดได้ ที่เรียกว่า "3D Hologram" เช่น Iron Man พระเอกได้ใช้ Computer สร้างเกราะหุ่นยนต์ Iron Man ร่างสุดท้าย(ตัวสีแดง-ทอง) ซึ่งจะพบว่าจอคอมในหนังไม่ใช่คอมแบบที่เราใช้กันแต่เป็นจอแสง 3 มิติลอยอยู่ในอากาศ สั่งการแบบใช้เสียงพูดรวมทั้งใช้มือสัมผัสคลิกเมนูทำนองเดียวกับ Touch screen และภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุจำลองส่วนประกอบหุ่นยนต์ที่ออกแบบก็เป็นลักษณะลำแสงโฮโลแกรมลอย ตัวในอากาศ หมุนได้รอบด้าน ซึ่งปัจจุบันได้มีการทดลองใช้จริงๆแล้ว

โฮโลแกรม 3 มิติ เป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารระยะไกลระหว่างบุคคลต้นทางและปลายทางที่อยู่ต่างสถานที่กัน สามารถโต้ตอบแบบตัวต่อตัว

2.5.2 ประเภทของ Hologram

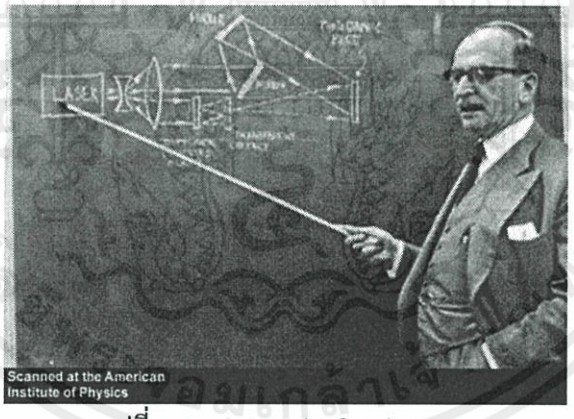
โฮโลแกรมแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

2.4.2.1 White-light Hologram คือ ภาพโฮโลแกรมที่บันทึกและสามารถมองเห็นได้ด้วยการส่องสว่าง ด้วยแสงสว่างจากธรรมชาติ

2.4.2.2 Laser Hologram คือ ภาพโฮโลแกรมที่ต้องถูกส่องสว่างด้วยแสงเลเซอร์ หรือแสงที่มีสภาพหน้าคลื่นสอดคล้องกันในระดับหนึ่ง ถึงจะมองเห็นภาพ 3 มิติ

นอกจากนี้ยังแบ่งโฮโลแกรมออกได้เป็น transmission hologram, reflection hologram, image-plane hologram และอื่นๆ อีกหลายประเภท

2.5.3 ต้นกำเนิดของโฮโลแกรม



รูปที่ 2.18 Original of Hologram

โฮโลแกรม ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1948 โดย ดร.เดนนิส กาเบอร์ (Dennis Gabor, 1900-1979) วิศวกรไฟฟ้าชาวฮังการี โดยกาเบอร์ได้ค้นพบหลักการของโฮโลกราฟีโดยบังเอิญในระหว่างที่พัฒนาปรับปรุงคุณภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่บริษัท BritishThomson-Houston ที่เมือง Rugby ประเทศอังกฤษ จากการค้นพบนี้กาเบอร์ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ ในปี ค.ศ. 1971

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

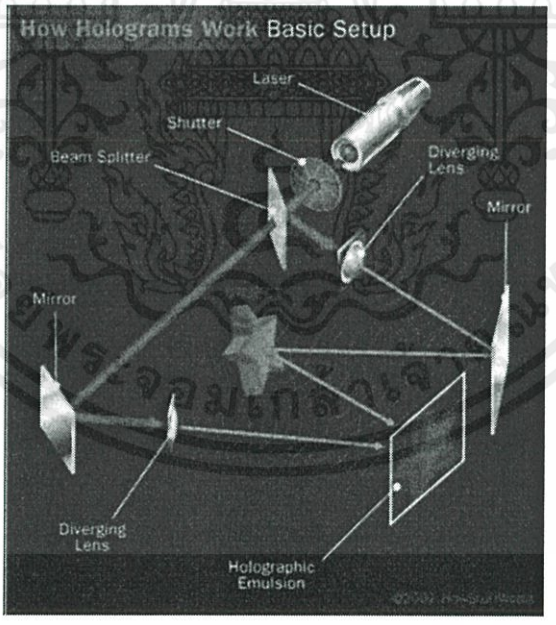
ต่อมาได้มีการพัฒนาและเริ่มนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย หลังจากที่ได้มีการคิดค้นเลเซอร์ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1960 และได้มีการนำเอาเลเซอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ ในปี ค.ศ. 1964 โดยนักวิทยาศาสตร์

ชื่อ E.Leith และ J.Upatniks แห่งห้องปฏิบัติการทางเลเซอร์ มหาวิทยาลัยมิชิแกน ประเทศสหรัฐฯ ได้ร่วมมือกันพัฒนาเทคโนโลยี Holography โดยใช้คุณสมบัติของแสงเลเซอร์ ทำให้สามารถแสดงรูปภาพที่มีความลึกความกว้างและเปลี่ยนแปลงได้ตามมุมมอง นับจากนั้นโฮโลแกรมได้ถูกพัฒนาและประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง

2.5.4 หลักการของ Hologram

โฮโลแกรม เป็นภาพที่มีลักษณะ 3 มิติ ซึ่งแตกต่างจากภาพ 2 มิติ เช่น ภาพถ่าย ภาพวาด จอคอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ เป็นต้น ภาพเหล่านี้จะเป็นภาพ 2 มิติ เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสง ไปกระทบผิวของภาพถ่าย, ภาพวาด ก็จะสะท้อนกลับมายังที่ตา ทำให้มองเห็นภาพเป็น 2 มิติ

แต่ภาพโฮโลแกรมจะใช้หลักการสร้างภาพให้มีการแทรกสอดของแสงที่มากระทบรูปภาพ โดยการฉายแสงเลเซอร์จากแหล่งเดียวกัน แยกเป็น 2 ลำแสง ลำแสงหนึ่งเป็นลำแสงอ้างอิงเล็งตรงไปที่แผ่นฟิล์ม อีกลำแสงหนึ่งเล็งไปที่วัตถุและสะท้อนไปยังฟิล์ม แสงจากทั้งสองแหล่งจะถูกบันทึกไว้บนฟิล์มในรูปแบบของการแทรกสอด (Interference Pattern) ซึ่งมองไม่คล้ายกับรูปของวัตถุต้นแบบ ก่อให้เกิดภาพเสมือน (Virtual image) ขึ้นมาตามมุมของแสงที่มาตกกระทบ ทำให้ตาของเรารับแสงอีกด้านหนึ่งของแผ่น Hologram เกิดเห็นภาพ 3 มิติขึ้น



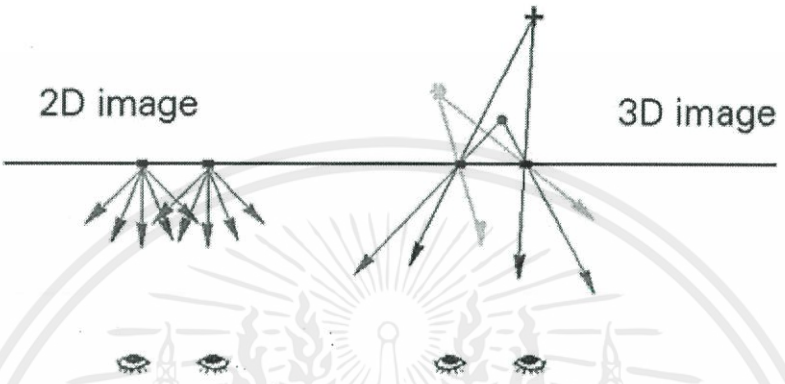
รูปที่ 2.19 การทำงานของภาพ Hologram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางหลักการแล้ว ความแตกต่างระหว่างภาพถ่ายธรรมดา (photograph) และภาพโฮโลแกรม (hologram) นั้น คือสิ่งที่ถูกบันทึก

ภาพถ่ายธรรมดาจะบันทึกความเข้ม (intensity) และ สี ซึ่งก็คือ ความยาวคลื่น (wavelength) ของแสง ของแต่ละจุดในรูปที่ฉายตกลงบนฟิล์ม

สำหรับภาพโฮโลแกรมนั้น นอกจากความเข้มและสีแล้ว ยังบันทึก เฟส (phase) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำให้สามารถสร้างกลับหน้าคลื่นของแสงให้เหมือนหรือคล้ายกับที่สะท้อนออกจากวัตถุ มาเข้าตาเราโดยตรงได้ ทำให้เห็นภาพนั้นมีสภาพเหมือน 3 มิติ

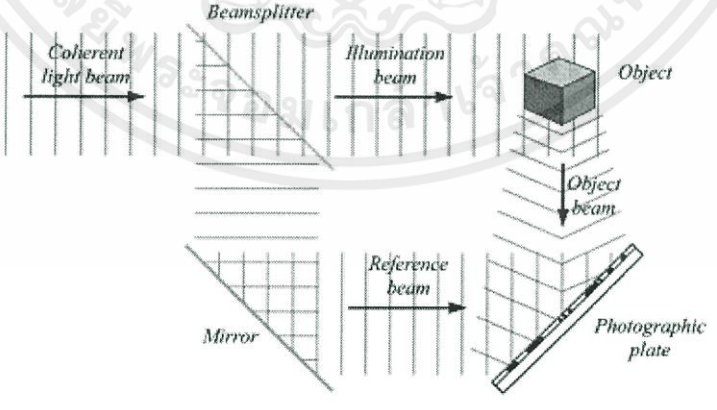


รูปที่ 2.20 แสดงการเปรียบเทียบ 2D และ 3D

2.5.5 การสร้างภาพ Hologram

การสร้างโฮโลแกรมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

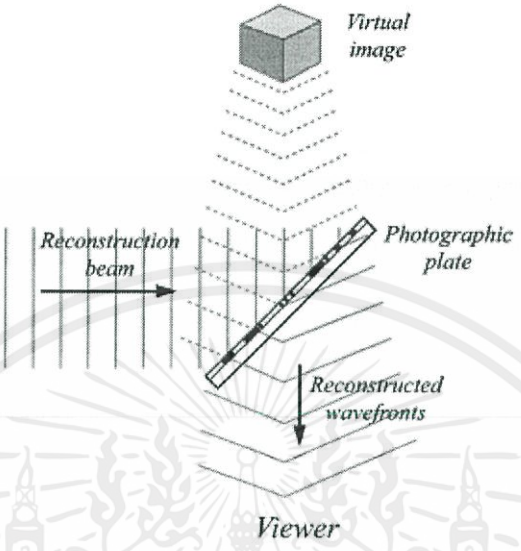
2.5.5.1 การบันทึกภาพ (recording of image) เป็นการบันทึกแถบการสอดแทรกเชิงซ้อน (Complex interference patterns) ซึ่งเกิดจากที่แต่ละแสงเลเซอร์ 2 ลำแสงซ้อนทับกันอยู่ (Superposition) แถบการสอดแทรกเชิงซ้อนนี้จะถูกบันทึกไว้บนฟิล์มถ่ายรูป (Photographic film)



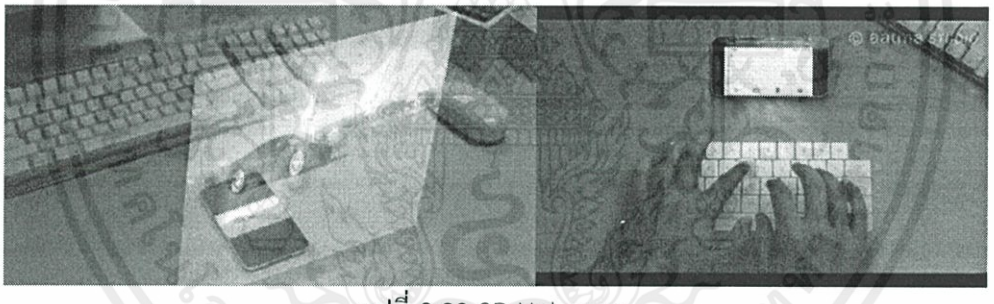
รูปที่ 2.21 Complex interference patterns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.2 การสร้างภาพ (reconstruction of image) เป็นการสร้างภาพ 3 มิติขึ้นจากแผ่น



รูปที่ 2.22 Reconstruction of image



รูปที่ 2.23 3D Hologram

2.5.6 เทคโนโลยีโฮโลแกรม 3 มิติ (3D Hologram)

คณะนักวิจัยในสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้โฮโลแกรม 3 มิติเคลื่อนไหวคล้ายกับมีชีวิตจริง งานวิจัยด้านโฮโลแกรม 3 มิติมีพัฒนาการก้าวหน้าขึ้นอีกขั้น นับเป็นเวลานานกว่า 30 ปี หลังจากคอหนังทั่วโลกได้ฮือฮากับฉากภาพโฮโลแกรม 3 มิติของเจ้าหญิงเลอา ในภาพยนตร์สตาร์วอร์สที่โด่งดังเมื่อปี 1977 เครื่องฉายภาพ 3 มิติแบบเรียลไทม์ที่ติดตั้งในตัวหุ่นอาร์ทูดีทู สามารถฉายภาพ 3 มิติของเจ้าหญิงเลอาที่มีการปรับเปลี่ยนภาพเคลื่อนไหวตามเวลาจริงแบบเรียลไทม์ แนวคิดแปลกใหม่นี้กำลังจะกลายเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารทางไกลล้ำสมัยในอนาคต

ภาพโฮโลแกรมแบบ 3 มิติที่สร้างขึ้นด้วยการฉายแสงเลเซอร์ส่องบนวัตถุเพื่อให้ภาพตกกระทบบนหน้าจอมอนิเตอร์ที่ไวต่อแสง ด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงทำให้โฮโลแกรม 3 มิติเคลื่อนไหวคล้ายกับมีชีวิตจริง แม้ว่าการสื่อสารทางไกลแบบโฮโลแกรม 3 มิติที่นำมาใช้งานแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบันยังไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณี... จริง

สามารถส่งภาพ 3 มิติแบบเรียลไทม์ไปปรากฏทั่วโลก แต่งานวิจัยในเรื่องนี้ล่าสุดมีความก้าวหน้าขึ้นอีกขั้น เมื่อ ศาสตราจารย์นาสเซอร์ เพย์แฮมมาเรียน (Nasser Peyghambarian) จากมหาวิทยาลัยแอริโซนาในสหรัฐอเมริกา และเพื่อนร่วมงาน ร่วมมือกันพัฒนาเทคโนโลยีโฮโลแกรม สามารถฉายภาพ 3 มิติที่มองเห็นได้เกือบ 360 องศา จากสถานที่อื่นทั่วโลก และมีการปรับเปลี่ยนภาพใหม่ทุก 2 วินาที

เทคโนโลยี 3 มิติแบบเรียลไทม์ที่รู้จักกันในชื่อ TelePresence เป็นนวัตกรรมการสื่อสารทันสมัยล่าสุดสำหรับการประชุมทางไกลออนไลน์ สามารถสร้างภาพมายาแบบเต็มตัว ทำให้ภาพ 3 มิติหลุดออกมาจากฉากหลัง ดูเหมือนจริงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีแบบอื่น

TelePresence สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์หลากหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น ด้านอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์และเครื่องบิน ทีมนักออกแบบและวิศวกรสามารถมองภาพโฮโลแกรม 3 มิติ พร้อมกับทำการออกแบบและปรับเปลี่ยนแก้ไขงานได้ในเวลาเดียวกัน และยังก่อเกิดประโยชน์สูงสุดในด้านการแพทย์ในอนาคต สามารถใช้เทคโนโลยี 3 มิติช่วยในการออกแบบการผ่าตัด ตลอดจนสามารถระดมทีมแพทย์จากทั่วโลกเข้าร่วมมือในการผ่าตัดที่ซับซ้อนในเวลาเดียวกัน ทำให้การรักษามีความแม่นยำและประสบความสำเร็จสูงสุด

ระบบการสร้างโฮโลแกรมทำได้โดยใช้กล้องถ่ายภาพสีจากหลายมุมมองที่แตกต่างกันและส่งผ่านสายอีเทอร์เน็ต ภาพถ่ายจะปรากฏบนแผ่นโพลีเมอร์ไวต่อแสงชนิดใหม่ และมีการปรับเปลี่ยนภาพทุก 2-3 วินาที ซึ่งในอนาคตคาดว่าจอภาพรุ่นใหม่จะเป็นจอแบบวางราบบนโต๊ะ โดยระบบจะสร้างภาพแสงที่ลอยอยู่เหนือจอภาพ

เทคโนโลยี 3 มิติแบบ TelePresence แตกต่างจากเทคโนโลยี 3 มิติทั่วไปหลายด้าน โดยปรกติแล้วการสร้างภาพ 3 มิติจะใช้หลักการเดียวกันคือ การฉายภาพให้ตาแต่ละข้างเห็นภาพต่างมุมมองกัน ตาทั้งสองรับภาพไม่เท่ากันจะสามารถรู้ระยะ ตื้น ลึกได้ ซึ่งเป็นเหตุผลที่ผู้ชมจะต้องสวมแว่นตาพิเศษ แต่เทคโนโลยีโฮโลแกรม 3 มิติไม่ใช้แว่นตาพิเศษ จำนวนของภาพก็ขึ้นอยู่กับมุมมองของกล้องที่ใช้ถ่ายภาพ เมื่อนำโฮโลแกรม 3 มิติแบบเต็มตัวมาใช้กับการประชุมทางไกล คนที่นั่งด้านหน้าของโต๊ะเท่านั้นที่จะมองเห็นใบหน้าของอีกฝ่าย ส่วนคนที่นั่งด้านข้างจะมองเห็นภาพคนหันข้างให้ และคนที่นั่งด้านหลังโต๊ะจะเห็นภาพคนหันหลังให้

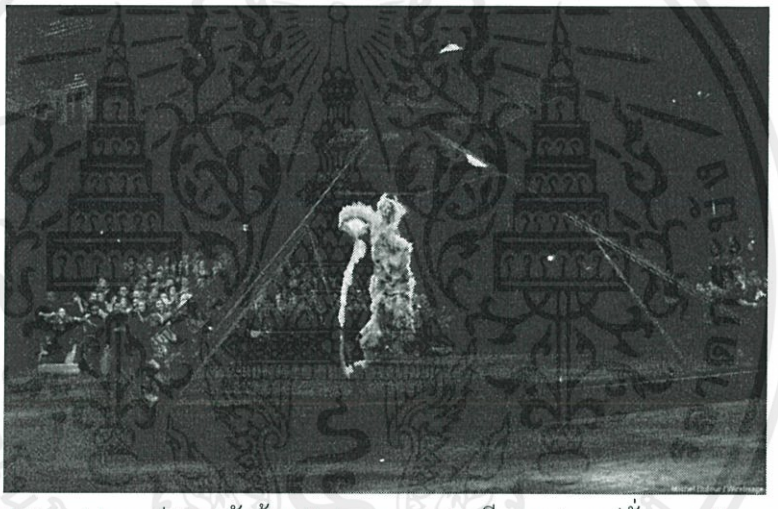
ยุคแรกที่นักวิจัยกลุ่มนี้ริเริ่มพัฒนาระบบโฮโลแกรม 3 มิติอยู่ในช่วงปี 2008 ยังมองเห็นเพียงภาพ 3 มิติสีขาวดำ มีการปรับเปลี่ยนภาพทุกๆ 4 นาที ทีมงานเดินหน้าพัฒนาต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันสามารถทำให้ระบบปรับเปลี่ยนภาพเร็วขึ้นมากกว่า 100 เท่า ระบบโฮโลแกรม 3 มิติล่าสุดถือเป็นการปฏิวัติเทคโนโลยีครั้งใหญ่ สร้างโอกาสใหม่ในการมองเห็นภาพ 3 มิติแบบเรียลไทม์ งานวิจัยยังดำเนินต่อไปไม่หยุดยั้ง มีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาคุณภาพของภาพให้ดีขึ้น พร้อมทั้งจะปรับปรุงระบบ ทำให้การใช้ไฟฟ้าลดลง ซึ่งคาดว่าจะบรรลุผลตามเป้าหมายภายในเวลา 2 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 การประยุกต์ใช้โฮโลแกรมในปัจจุบัน

สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ เช่น

2.5.7.1 ใช้ในการสื่อสารทางไกลช่วยในการสื่อสารทางไกล เพื่อลดข้อจำกัดในเรื่องสถานที่และการเดินทาง ตัวอย่างเช่น การปรากฏตัวของเจ้าฟ้าชายชาร์ลส์ ทรงขึ้นปรากฏตัวบนเวทีการประชุมพลังงานสีเขียว ที่กรุงอาบูดาบี สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ทั้งๆที่พระองค์ประทับอยู่ที่พระราชวังใน กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ , Kate Moss ปรากฏตัวด้วย Hologram บนเวทีการแสดงแฟชั่นของ Alexander McQueen ปี 2006 , การรายงานข่าวการเลือกตั้งครั้งล่าสุดของสหรัฐอเมริกา สถานีโทรทัศน์ซีเอ็นเอ็น (CNN) แห่งสหรัฐฯ ได้สร้างความประหลาดใจให้กับผู้ชมเป็นอย่างมาก เนื่องจากการนำเทคโนโลยีล้ำหน้ากว่าใครๆ อย่างฮอโลแกรมมาใช้ในการนำเสนอข่าวครั้งนี้

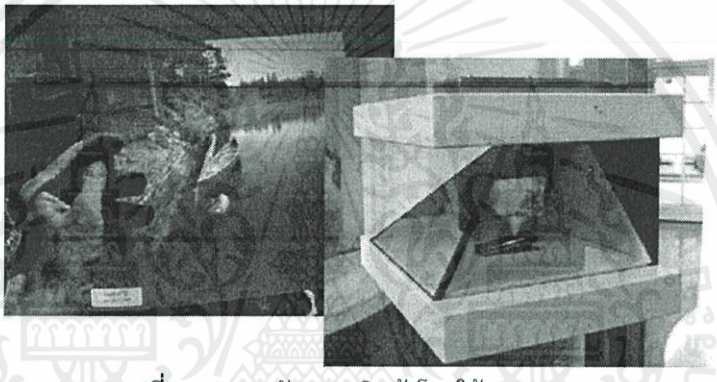


รูปที่ 2.24 Kate Moss ปรากฏตัวด้วย Hologram บนเวทีการแสดงแฟชั่นของ Alexander McQueen

2.5.7.2 จัดแสดงสินค้า เพื่อเพิ่มจุดเด่นให้กับสินค้าหรือบริการ เป็นที่ดึงดูดใจแก่ผู้เข้าชมตัวอย่างเช่น การพบกันของคุณลุง หลุยส์ เชฟโรเลต และ น้องเชฟวี่ ในบูธ Chevrolet งาน BOI fair 2011 มีการใช้เครื่องแสดงภาพลอยตัวแบบสามมิติ ที่เรียกว่า Hologram Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.25 Hologram Display ในบูธ Chevrolet งาน BOI fair 2011



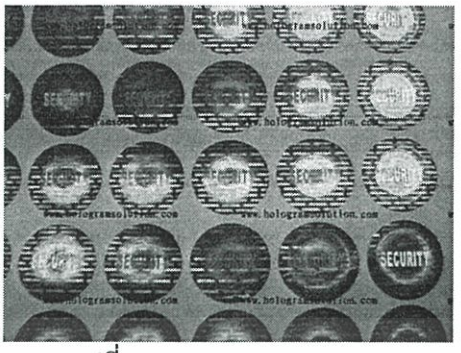
รูปที่ 2.26 การจัดแสดงสินค้าโดยใช้ Hologram

2.5.7.3 เสริมสร้างความปลอดภัย

- Transmission Hologram นำมาใช้กับบัตรประชาชน ใบอนุญาตขับขี่ พาสปอร์ต บัตรเครดิต เป็นต้น โฮโลแกรมชนิดนี้จะทา ออกมาจากโรงงานมีลักษณะคล้ายกระเป๋าใบเล็ก หรือซอง (Purse) นำบัตรหรือวัสดุที่ต้องการ มาสอดใส่ตรงกลางช่องว่าง นำไปรีดที่เครื่องจักรโดยใช้ความร้อนและแรงกดจาก บนลงล่าง แผ่นโฮโลแกรมก็จะติดแนบกับบัตร

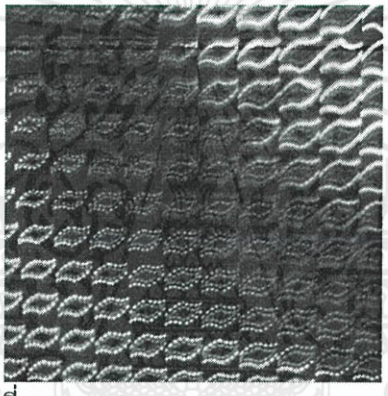
- Hologram Sticker สามารถแกะลอกเป็นดวงติดบนวัสดุตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 Hologram Sticker

- Hologram Hot Stamping Foilติดโดยใช้ความร้อน และแรงกดสูง การทำงานคล้ายการปั๊มฟอล์ยเงิน/ทองลงบนสิ่งพิมพ์ทั่วไป



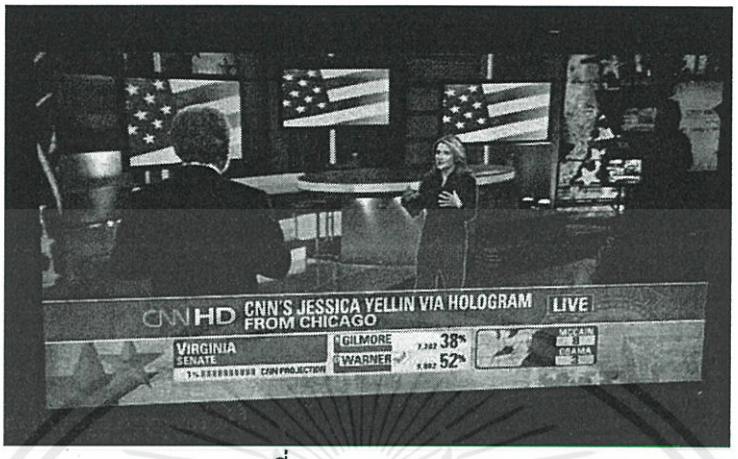
รูปที่ 2.28 Hologram Hot Stamping Foil

2.4.7.4 บันทึกข้อมูล

ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้หลักการฮอโลกราฟิกนั้น ด้วยขนาดเพียง 5 นิ้ว สามารถจุได้สูงถึง 125 กิกะไบต์ เป็นอย่างต่ำ และอาจไปถึง Terra Byte(1000GB) ส่วนความเร็วในการโอนถ่ายข้อมูลอยู่ที่ 30 เมกะไบต์ต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.8 เทคโนโลยีแบบซีเอ็นเอ็น รายงานสดผ่าน "โฮโลแกรม"



รูปที่ 2.29 CNN Report

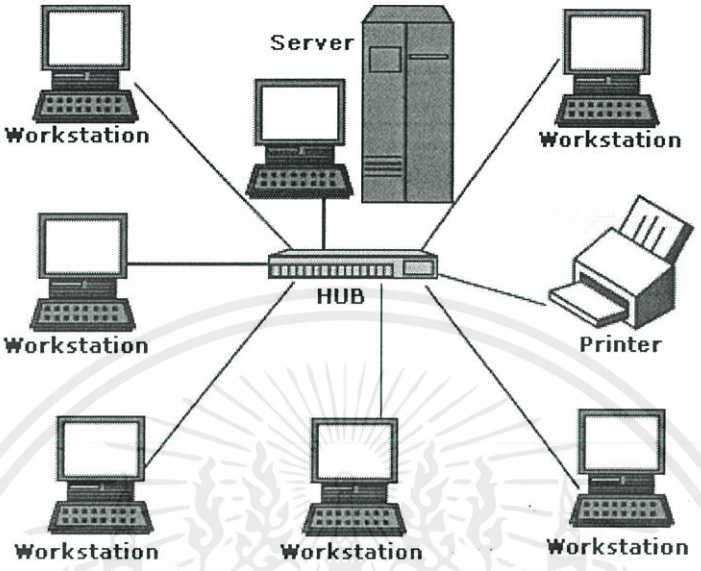
เจสซิกา เยลลิน รายงานสดการเลือกตั้งประธานาธิบดีสหรัฐฯ จากชิคาโกถึงห้องส่งของซีเอ็นเอ็นในนิวยอร์ก ผ่านโฮโลแกรม (ภาพ Engadget) การเลือกตั้งของอเมริกา ได้สร้างเซอร์ไพรซ์อย่างยิ่งในเรื่องของเทคโนโลยี โดยใช้ "โฮโลแกรม" ยิงภาพ 3 มิติรายงานข่าว

รูปที่ 2.30 CNN Report (ต่อ)

อีกมุมหนึ่งในห้องส่ง ที่ดูเหมือนว่าผู้ประกาศข่าว สนทนากับเจ้าของร่าง 3 มิติ (ภาพ Engadget)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 LAN (Local Area Network)



รูปที่ 2.31 LAN (Local Area Network)

ระบบเครือข่ายแบบ LAN หรือระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ โดยปกติแล้วจะเป็นระบบเครือข่ายส่วนตัว (Private Network) นั่นคือองค์กรที่ต้องการใช้งานเครือข่าย ทำการสร้าง เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่ายในระยะใกล้ ๆ ซึ่งจะช่วยให้เกิดประโยชน์แก่องค์กรและธุรกิจต่างๆ มากมาย เช่น

- สามารถแบ่งเบาการประมวลผลไปยังเครื่องต่างๆ เฉลี่ยกันไป
- สามารถแบ่งกันใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องพิมพ์ ซีดีรอมไดร์ฟ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นต้น
- สามารถแบ่งกันใช้งานซอฟต์แวร์และข้อมูลหรือสารสนเทศต่างๆ รวมทั้งทำให้สามารถจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้เพียงที่เดียว
- สามารถวางแผนหรือทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ แม้จะไม่ได้อยู่ใกล้กันก็ตาม
- สามารถใช้ในการติดต่อกัน เช่น ส่งจดหมายทางอิเลคทรอนิคส์ หรือการส่งเสียงหรือภาพทางอิเลคทรอนิคส์ เป็นต้น
- ช่วยลดค่าใช้จ่ายโดยรวมขององค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ชนิดการเชื่อมต่อของเครือข่าย LAN

การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายเฉพาะบริเวณ (LAN) นั้น จุดประสงค์หลักอย่างหนึ่งก็คือการแบ่งกันใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ โดยทรัพยากรเหล่านั้นอาจเป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ความเร็วสูง ฮาร์ดดิสก์ เครื่องพิมพ์ หรือแม้แต่อุปกรณ์สื่อสารต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะเชื่อมอยู่กับคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง

วิธีการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดสรรการใช้งานทรัพยากรในระบบเครือข่าย สามารถจำแนกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ เครือข่ายแบบ Peer-to-Peer เครือข่ายแบบ Server-based เครือข่ายแบบ Client/Server

เปรียบเทียบการเชื่อมต่อแบบ Server based เทียบกับ Peer-to-Peer

ข้อดีของการเชื่อมต่อแบบ Server based

- มีประสิทธิภาพสูงกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นแบบ Dedicated Server
- การดูแลระบบสามารถทำได้ง่ายกว่า
- เร็ว
- ใช้กับเครือข่ายขนาดใหญ่ได้ -ระบบรักษาความปลอดภัยดี

ข้อเสียของการเชื่อมต่อแบบ Server based

- เสียค่าใช้จ่ายสูงสำหรับเครื่อง Server โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นแบบ Dedicated Server ซึ่งไม่สามารถ นำไปใช้งานอย่างอื่นได้
- ไม่สามารถใช้งานทรัพยากรที่เชื่อมอยู่กับ Workstation ได้
- ถ้า Server เสียระบบจะหยุดหมด -ติดตั้งยากกว่า

ข้อดีของการเชื่อมต่อแบบ Peer-to-Peer

- สามารถใช้งานทรัพยากรซึ่งเชื่อมอยู่กับเครื่องใดๆ ในเครือข่าย ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของ Server
- สามารถกระจายโปรแกรมประยุกต์ไปไว้ยังเครื่องต่างๆ เพื่อลดการจราจรในเครือข่ายได
- ติดตั้งง่าย ใช้งานง่าย

ข้อเสียของการเชื่อมต่อแบบ Peer-to-Peer

- การดูแลระบบทำได้ยาก เนื่องจากทรัพยากรกระจัดกระจายกันไปในเครื่องต่างๆ
- มีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าแบบ Server based มาก
- เครื่องทุกเครื่องต้องมีหน่วยความจำและประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่อง workstaion ในแบบ Server-based
- ความเร็วไม่สูงเท่าแบบ Server-based
- ระบบความปลอดภัยไม่ค่อยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

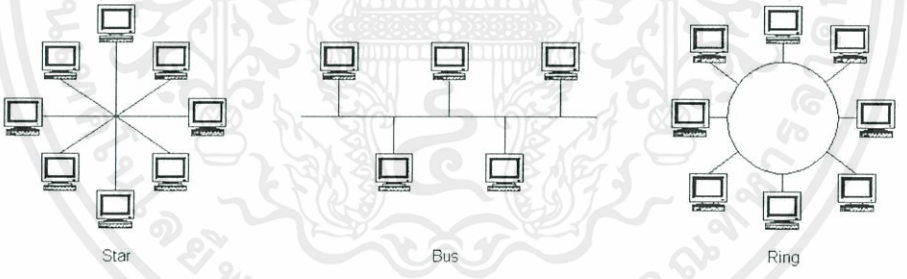
2.6.2 การเชื่อมโยงเครือข่ายแบบ LAN

การเชื่อมโยงเครือข่ายแบบ LAN มี 3 รูปแบบ คือ

2.6.2.1 Bus มีการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 10-100 MB/sจะเชื่อมต่อกันบนสายสัญญาณเส้นเดียวกัน โดยจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า T-Connector เป็นตัวแปลงสัญญาณข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์และTerminator ในการปิดหัวท้ายของสายในระบบเครือข่ายเพื่อดูดซับข้อมูลไม่ให้เกิดการสะท้อน กลับของสัญญาณ

2.6.2.2 Star เป็นระบบที่มีเป็นการต่อแบบรวมศูนย์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต่อสายเข้าไปที่อุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub หรือ Switchโดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub หรือ Switch จะทำหน้าที่เปรียบศูนย์กลางที่ทำหน้าที่กระจายข้อมูล โดยข้อดีของการต่อในรูปแบบนี้คือ หากสายสัญญาณเกิดขาดในคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง เครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆจะสามารถใช้งานได้ปรกติ แต่หากศูนย์กลางคือ Hub หรือ Switch เกิดเสียจะทำให้ระบบทั้งระบบไม่สามารถทำงานได้ทั้งระบบ

2.6.2.3 Ring เป็นระบบที่มีการส่งข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีเครื่อง Server หรือ Switch ในการปล่อย Token เพื่อตรวจสอบว่ามีเครื่องคอมพิวเตอร์ใดต้องการส่งข้อมูลหรือไม่และระหว่าง การส่งข้อมูลเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆที่ต้องการส่งข้อมูลจะต้องทำการรอให้ ข้อมูลก่อนหน้านั้นถูกส่งให้สำเร็จเสียก่อน



รูปที่ 2.32 รูปแบบการเชื่อมโยงเครือข่ายแบบ LAN

2.6.3 ประโยชน์ของระบบ LAN

1. แบ่งการใช้แฟ้มข้อมูล
2. ปรับปรุงและจักการแฟ้มข้อมูลได้ง่าย
3. ซอฟต์แวร์
4. สามารถใช้แฟ้มข้อมูลที่อยู่ห่างไกลได้อย่างรวดเร็ว
5. การแบ่งปันการใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องพิมพ์ โมเด็ม CD-ROM ฯลฯ
6. การแบ่งปันการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารซึ่งกันและกันได้สะดวกรวดเร็วขึ้น
8. ควบคุมและดูแลรักษาข้อมูลได้ง่าย
9. สามารถรวมกลุ่มผู้ใช้ ข้อมูลต่างๆ ได้ง่ายและรวดเร็ว
10. เพื่อการติดต่อสื่อสาร ของผู้ใช้เช่น บริการ Email ,Talk ฯลฯ

ดังนั้น ระบบ LAN จึงเป็นที่นิยมกันในส่วนของ บริษัท สถานศึกษา และหน่วยงานต่างๆ มากมาย ซึ่งจะให้ผลที่คุ้มค่าในระยะยาวนาน

2.6.4 ผลที่ได้จากระบบ LAN

1. แบ่งปันการใช้ไฟล์โดยการสามารถใช้ข้อมูลเดียวกันถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆตัวได้
2. การโอนย้ายไฟล์ โดยการโอนสำเนาจากเครื่องหนึ่งไปยังเครื่องหนึ่งโดยไม่ต้องแลกเปลี่ยนดิสเกต
3. เข้าถึงข้อมูล และไฟล์ โดยการจะให้ใครก็ได้ ใช้งานซอฟต์แวร์บัญชี หรือแอปพลิเคชั่นแลน ทำให้คนสองคนใช้โปรแกรมชุดเดียวกันได้
4. การป้องกันการป้อนข้อมูลเข้าในแอปพลิเคชั่นพร้อมกัน
5. แบ่งปันการใช้เครื่องพิมพ์ โดยการใช้แลน เครื่องพิมพ์ก็จะถูกแบ่งปันการใช้ตามสถานีหลาย ๆเครื่องถ้าทั้งหมดที่ต้องการคือ การใช้ Printerร่วมกัน

2.7 DHCP & Static IP

2.7.1 DHCP คืออะไร

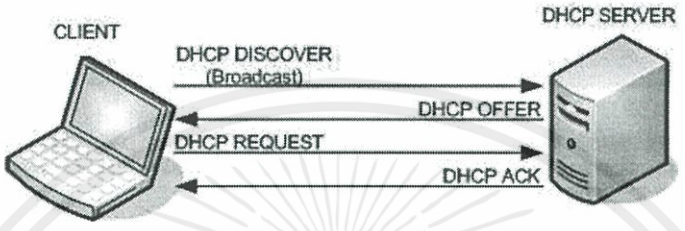
DHCP ย่อมาจากคำว่า Dynamic Host Configuration Protocol เป็นโพรโตคอลมาตรฐานที่ทำหน้าที่จ่ายIP Address และค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็น ยกตัวอย่างเช่น Subnet mask, IP Address ของ Default Gateway, IP Address ของ DNS Server เป็นต้นให้แก่เครื่องลูกข่าย (Client) โดยอัตโนมัติ โดยใช้ Protocol UDP Port 67 สำหรับส่ง data จากเครื่องลูกข่ายไปยัง DHCPServer และใช้ Protocol UDP Pot 68 สำหรับส่ง Data จาก DHCP Server ไปยังเครื่องลูกข่าย

2.7.2 ขั้นตอนการทำงานของ DHCP

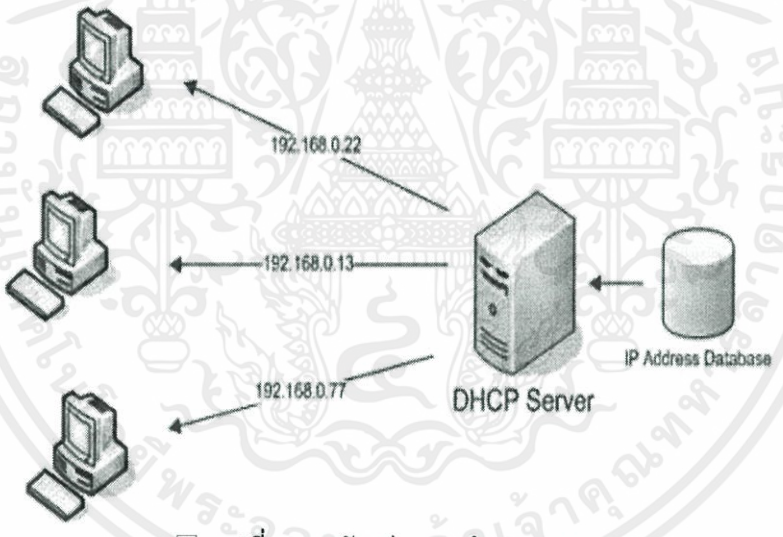
1. เครื่อง Client ทำการค้นหาตำแหน่งที่อยู่ของ DHCP Server บนระบบเครือข่ายโดยการส่งแมสเซจ DHCPDiscover ออกไปบนเครือข่ายเพื่อร้องขอ IP Address
2. DHCP Server จะค้นหาหมายเลข IP Address จากฐานข้อมูลในเครื่องเพื่อไม่ให้ซ้ำกัน แล้วส่งแมสเซจ DHCPOffer กลับไปให้เครื่อง Client ที่ขอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อเครื่อง Client ได้รับหมายเลข IP Address แล้ว เครื่อง Client จะส่งสัญญาณตอบกลับ DHCPRequest มาให้ทราบ
4. DHCP Server จะส่งสัญญาณ DHCPAck กลับไปยังเครื่อง Client เพื่อให้เริ่มใช้งานได้ และ DHCP Server จะเก็บหมายเลข IP Address นั้นเอาไว้ไม่ให้ใครใช้



รูปที่ 2.33 ขั้นตอนการทำงานของ DHCP



รูปที่ 2.34 ตัวอย่างการทำงานของ DHCP

2.7.3 ข้อดีและข้อเสียของ DHCP

ข้อดีของ DHCP

1. ช่วยให้การนำเครื่องใหม่ๆเข้ามาติดตั้งในระบบได้ง่ายขึ้น
2. DHCP จะทำหน้าที่จัดการ เรื่อง IP Address ให้ทุกๆเครื่องในระบบโดยอัตโนมัติ ผู้จัดงานระบบไม่ต้องจำว่า เครื่องไหน IP อะไร เพื่อจะได้ตั้ง IP ไม่ให้ซ้ำกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. DHCP Server ที่ฉลาดจะต้องจ่าย IP ให้แต่ละเครื่องไม่ซ้ำกัน และต้องเที่ยงตรงตลอดเวลาที่ทำงาน

ข้อเสียของ DHCP

1. บางครั้งบางเวลา IP Address ของ Windows เครื่องสองเครื่องหรือหลายเครื่อง ซ้ำกันซึ่งจะต้องแก้ปัญหานี้โดย Re-boot เครื่องใหม่ หรือ reset LAN Driver จนกว่าจะไม่ซ้ำกันเอง
2. เครื่อง Boot แล้วแต่ดูเหมือนว่าเครื่องต้องใช้เวลานานในบางจังหวะ (เพราะว่าเครื่องจะต้องพยายามควานหา DHCP Server ที่มีอยู่ในระบบก่อนเพื่อที่จะได้ IP Address มาใช้กับตัวเอง) บางครั้ง DHCP Server ยังไม่ได้เปิดอยู่

2.7.4 Static IP Address คืออะไร

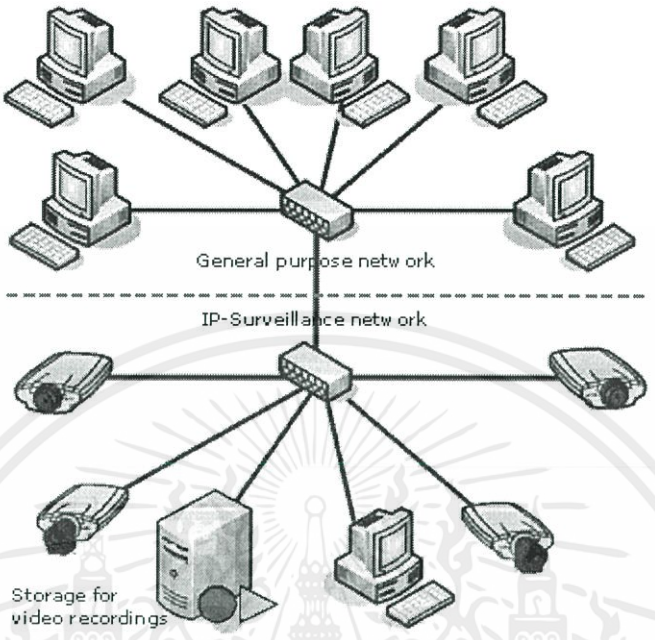
Static IP ก็คือการเซ็ต TCP/IP Address ของเครื่องด้วยตัวเองโดยไม่ต้องเพิ่ง DHCP ซึ่งเป็นแบบตายตัว ถูกต้อง และไม่มีผลเสียใดๆกับระบบที่ เดิมใช้ DHCP หากแต่จะมีแต่ข้อดีที่เราอาจมองข้ามไป

Static IP Address มีข้อดีกว่า DHCP อย่างไร

1. Static IP ทำให้ Windows Boot เร็วขึ้น เพราะเป็นอิสระจาก DHCP Server, ไม่ต้องค้นหา DHCP Server ในระบบเพื่อรับ IP Address
2. Static IP ทำให้ Program ต่างๆ ที่ใช้ TCP/IP ทำงานได้แม่นยำ
3. Static IP ทำให้เครื่องมีเสถียรภาพทางด้าน Network มากขึ้น
4. สามารถตรวจสอบหรือค้นหาเครื่องได้ง่าย เพราะ IP Address ไม่ได้เปลี่ยนไปเรื่อยๆ
5. เครื่องสามารถทำงานได้เป็นปกติแม้ว่า DHCP Server ไม่ได้เปิดอยู่ เพราะเป็นอิสระจาก DHCP Server เมื่อเกิดปัญหา ก็จะหาสาเหตุได้ง่ายขึ้น เพราะ แต่ละเครื่องเป็นอิสระต่อกัน ไม่ต้องมี DHCP Server จัดการให้ การทำ secure transaction online บางอย่างไปขาดตอน เพราะ IP อาจเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 IP Camera



รูปที่ 2.35 Internet Camera หรือ IP Camera

ด้วยความก้าวหน้าแห่งเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ทำให้ได้มีการพัฒนากล้องวงจรปิดทั่วไป ให้มีคุณสมบัติเป็นคอมพิวเตอร์Server ขนาดจิ๋วในตัวกล้อง ทำให้กล้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้โดยไม่ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์มาเชื่อมโยงให้ยุ่งยาก ประกอบกับอินเตอร์เน็ตประเภท ADSL ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานอย่างแพร่หลายไปทั่วโลก เพราะเป็นอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง และราคาให้บริการที่ถูกลงมาก ดังนั้นไม่ว่าคุณจะอยู่ที่ใด ไม่ว่าจะไกลแค่ไหน คุณก็สามารถเฝ้าดูแลคนที่คุณรักหรือทรัพย์สมบัติที่คุณหวงแหนได้ตลอดเวลา ผ่านทางเว็ปไซต์และนี้ก็คือที่มาของกล้องไอพีหรือ“IP CAMERA”กล้องไอพีมีอินเทอร์เฟซของการเชื่อมต่อทั้งแบบพอร์ตแลน 10/100 หรือแลนไร้สายแบบ802.11b และ802.11g ทำให้สามารถทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายได้นอกจากนี้กล้องไอพียังรองรับการทำงานของพอร์ตเสริมอื่นๆได้อีกด้วยเช่น สายต่ออุปกรณ์เสียงสัญญาณเตือนเมื่อตรวจพบความเคลื่อนไหว ลักษณะการทำงานของกล้องไอพีนั้นสามารถที่จะจัดเก็บภาพวิดีโอที่ถ่ายมาลงในฮาร์ดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายอินทราเน็ตหรือจะออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ตและเปิดดูภาพบนเว็บบราวเซอร์ก็ได้ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกล้องวงจรปิดแบบอะนาลอกที่มีราคาแพงและการติดตั้งที่ยุ่งยากก็ถือว่าคุ้มค่ากว่ามาก เพียงคุณมีความรู้เกี่ยวกับระบบเน็ตเวิร์กเพียงเล็กน้อยก็สามารถติดตั้งด้วยตัวเองได้ส่วนการตั้งค่าใช้งานนั้นก็สามารถคอนฟิกค่าต่างๆ จากเว็บบราวเซอร์หรือซอฟต์แวร์ที่มีมาให้กับตัวกล้องผ่านเน็ตเวิร์ก ส่วนใหญ่นิยมนำกล้อง IP camera ไปใช้ด้านการรักษาความปลอดภัยในบ้าน ร้านค้าหรือสำนักงาน เพราะมีฟีเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจจับความเคลื่อนไหวให้มาด้วย ทันทีที่มันตรวจพบความเคลื่อนไหวของสิ่งแวดล้อม ก็จะรายงานไปยังอีเมล์หรือ SMS ที่ได้ตั้งค่าไว้ทันที

2.8.1 คุณสมบัติของกล้อง IP Camera

1. สามารถชมภาพเคลื่อนไหวพร้อมเสียงผ่านทางอินเตอร์เน็ตและสามารถเลือกกล้องในการชมได้
2. การปรับแต่งค่าต่างๆของกล้อง ทำได้โดยตรงผ่านทางอินเตอร์เน็ต อาทิการปรับขนาดภาพ การปรับแสดง การกำหนดรหัสผ่านเพื่อเข้าชมภาพ เป็นต้น
3. สามารถสั่งการบันทึกภาพเคลื่อนไหว ลง Hard disk บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้
4. มีระบบไมโครโฟนภายในกล้อง
5. มีระบบจับการเคลื่อนไหวได้ (Motion Detector) ทำให้กล้องสามารถนำไปตรวจจับ รักษาความปลอดภัยได้โดยดูการเปลี่ยนแปลงของภาพในตำแหน่งที่ต้องการ และแจ้งเตือนทาง E-Mail
6. ไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์มาควบคุม สามารถทำงานได้เอง ตลอด 24 ช.ม.
7. สามารถควบคุมกล้องให้หมุนซ้าย-ขวา ขึ้น-ลง ได้ทางอินเตอร์เน็ต บราวเซอรN
8. สามารถควบคุมกล้องให้ซูมภาพเข้า-ออก ได้ทางอินเตอร์เน็ต บราวเซอร์
9. สามารถจับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ได้และสามารถเก็บภาพไว้ในตัวกล้องได้เลย
10. สามารถดูภาพในที่มืดสนิทได้ด้วยกล้องที่มีอินฟราเรด (IR) ในตัวเอง
11. สามารถโปรแกรมตั้งเวลา และ เลือกกล้องในการบันทึกภาพได้โดยบันทึกผ่านทางอินเตอร์เน็ต
12. สามารถรองรับระบบการประชุมระยะไกล (Video conference) และ กำหนดสิทธิในการใช้งานได้
13. สามารถเลือกชมกล้องผ่านทาง PDA หรือ มือถือได้โดยมีรหัสผ่านในการเข้าชม
14. มีการบีบอัดข้อมูลไฟล์ภาพ โดยใช้เทคนิค MPEG4 ทำให้รองรับการเข้าชมกล้องพร้อมๆกันได้ดี
15. มีกล่อง Outdoor Housing เพื่อให้ทนความร้อนและความชื้น ภายนอกอาคารได้ดี
16. มีระบบแจ้งเตือนเหตุทาง E-mail, FTP, SMS, Phone
17. สามารถเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูล และ เว็บไซต์ที่มีอยู่เดิมได้
18. สามารถเปลี่ยนเลนส์ให้มีความคมชัด และ ความกว้างของภาพได้
19. มีI/O port เพื่อต่อเชื่อมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภายนอกได้
20. สามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตให้อัตโนมัติกรณีเกิดกระแสไฟฟ้าดับและกลับมาทำงานใหม่
21. มีระบบรายงานความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และ เรียกดูได้ทางอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานที่มีการนำไปใช้

2.8.2 จุดเด่นของกล้อง IP Camera

1. ราคาไม่แพง บำรุงรักษาง่าย อายุการใช้งานนาน
2. ง่ายในการติดตั้ง เพราะมีรุ่นที่เป็นแบบไร้สาย Wireless
3. กล้องมีคุณสมบัติให้ใช้เยอะ ทำให้สามารถประยุกต์ไปใช้กับงานได้หลากหลายรูปแบบ
4. มีให้รูปทรงให้เลือกเยอะ เพื่อให้เหมาะกับสถานที่ที่แตกต่างกัน
5. รองรับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง และติดต่ออินเตอร์เน็ตทาง PPP Connection
6. ไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการควบคุม เพราะทุกอย่างมีพร้อมในกล้องแล้ว
7. อุปกรณ์ปลายทาง ที่ต้องติดตั้งมีน้อย ประกอบด้วย 3 อย่างคือ
8. กล้อง IP, Modem/Router, สายโทรศัพท์ที่มีสัญญาณ ADSL
9. สามารถบันทึกภาพเคลื่อนไหวลง Hard Disk บนเครื่อง Computer ทั่วไปได้.

2.8.3 ประโยชน์ของกล้อง IP Camera

1. ระบบดูแลรักษาความปลอดภัย สำหรับบ้านพัก ที่อยู่อาศัย คุณสามารถใช้กล้องไอพีคอยเป็นหูเป็นตาดูแลความปลอดภัยในบ้านของคุณ โดยใช้อุปกรณ์เพียงไม่กี่ชิ้น และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ในราคาที่ไม่แพงเกินไปนักสำหรับผู้ใช้ตามบ้าน เมื่อเทียบกับความปลอดภัยของทรัพย์สินที่จะได้รับจับทุกความเคลื่อนไหวให้คุณไม่พลาดวินาทีสำคัญ ที่จะช่วยดูแลลูกน้อย บ้าน ทรัพย์สิน และสัตว์เลี้ยง ให้คุณสบายใจในยามที่คุณไม่อยู่ พร้อมกับสามารถเห็นภาพเหตุการณ์ต่างๆ ณ. ขณะนั้น
2. ระบบตรวจการณ์สำนักงาน องค์กร โรงงานผลิต โกดังสินค้า ผู้บริหารสามารถมองเห็น พฤติกรรม และการทำงาน ต่าง ๆ ของพนักงาน ในสำนักงาน ของท่านได้อย่างละเอียด ทุกซอกทุกมุม ไม่ให้ขาดตกบกพร่อง ช่วยให้ควบคุมการทำงาน ของพนักงาน หรือเจ้าหน้าที่ได้เป็นอย่างดีทำให้สามารถ ปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนในการทำงานได้ดีขึ้น นอกจากนี้ก็ยังสามารถใช้ในการประชุมผ่านอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย
3. ระบบดูแลบุตรหลานในห้องเรียน สำหรับ โรงเรียน สถานรับเลี้ยงเด็กโรงเรียนและผู้ปกครองให้ความสนใจเป็นอย่างมากในการนำกล้องไอพีติดตั้งในห้องเรียนเพื่อให้ผู้ปกครองสามารถดูและติดตามบุตรหลานของตนเองผ่านอินเทอร์เน็ตได้โดยสามารถเชื่อมโยงเข้ากับระบบฐานข้อมูลของโรงเรียนเพื่อช่วยในการค้นหาอาทิใช้เลขประจำตัวในการเลือกชมกล้อง เป็นต้น
4. ระบบดูแลสัตว์เลี้ยงแสนรัก สำหรับ ฟาร์มสัตว์สวนสัตว์บ้านสัตว์ทุกครั้งที่คุณออกไปนอกบ้านหรือออกเดินทางไปต่างจังหวัดหลายวัน คุณอาจต้องปล่อยสุนัขตัวโปรดหรือสัตว์เลี้ยงของคุณไว้ที่บ้านตามลำพัง แต่ก็ไม่ต้องกังวลอีกต่อไปเพราะถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

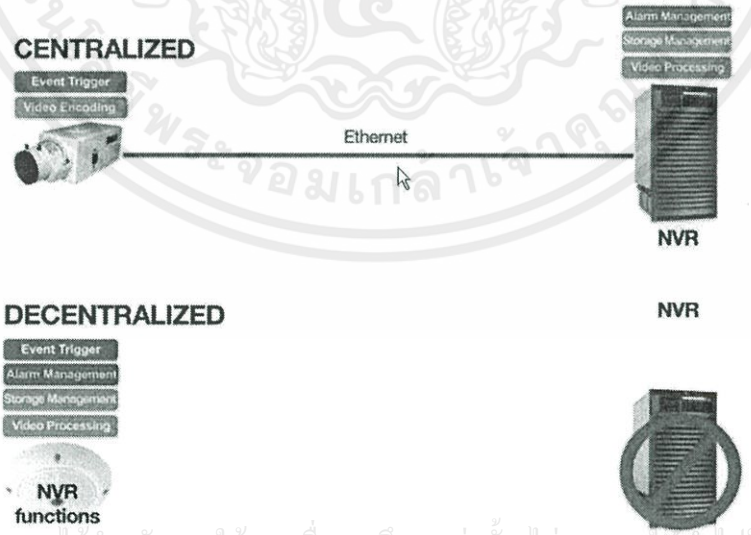
คุณใช้กล้องไอพีแล้วก็จะสามารถดูสัตว์เลี้ยงของคุณได้จากทั่วโลกผ่านทางเว็บบราวเซอร์ทั่วไป

5. มอนิเตอร์ภายในหรือนอกร้านค้าเป็นเรื่องสำคัญที่บริษัทหรือห้างร้านต่างๆ ควรจะคอยตรวจสอบบุคคลเข้าออกอยู่ตลอดเวลา เพื่อประโยชน์ในการรักษาความปลอดภัย หรือการขนถ่ายสินค้าที่บางครั้งความคมชัดของกล้องวงจรปิดอาจไม่เพียงพอที่จะระบุตัวบุคคลได้อย่างละเอียด ดังนั้นจึงอาจต้องพึ่งกล้องไอพีที่มีความคมชัดสูงและมีระบบรักษาความปลอดภัยที่ดีกว่าเข้ามาช่วยในงานประเภทนี้

2.8.4 ชนิดของกล้อง IP Camera

กล้องไอพี (IP Camera) มี 2 ชนิด ดังนี้

1. กล้องไอพี (IP Camera) ชนิดรวมที่ศูนย์กลาง (Centralized) ซึ่งต่อเป็นศูนย์กลางการ บันทึกวีดีโอเครือข่าย (Network Video Recorder – NVR) เพื่อจัดการการบันทึกวิดีโอ (Recording) และการจัดการสัญญาณเตือน (Alarm Management)
2. กล้องไอพี (IP Camera) ชนิดแยกจากศูนย์กลาง (Decentralized) ที่ไม่จำเป็นต้องมีศูนย์กลางการบันทึกวีดีโอเครือข่าย (Network Video Recorder – NVR) ซึ่งเป็นกล้องที่ มีการบันทึกการทำงานในตัว จึงสามารถบันทึกโดยตรงไปยังสื่อจัดเก็บข้อมูลดิจิตอล เช่น การ์ดหน่วยความจำ (SD Card) กับ แฟลชไดรฟ์ (Flash Drives) กับ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drives) หรือเครือข่ายเก็บข้อมูลแนบ (Network-attached storage – NAS)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.36 ชนิดของกล้อง IP Camera

2.8.5 เทคโนโลยีของกล้องไอพี (IP Camera) ในปัจจุบันมีดังนี้

1. IP Technology (Internet Protocol Technology) โครงข่ายการสื่อสารข้อมูลและอินเตอร์เน็ท ที่สามารถส่งและรับข้อมูลภาพกับเสียง ผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตได้ในเวลาเดียวกัน
2. Hybrid IP Technology (Internet Protocol with Analog Technology) เป็นการผสมผสานการทำงานระหว่างกล้องไอพี (IP Camera) กับกล้องแบบอะนาล็อก (Analog Camera) ให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์แบบ คือ สามารถต่อใช้งานแบบกล้องไอพี (IP Camera) กับต่อใช้งานแบบกล้องอะนาล็อก (Analog Camera) ในระบบเดียวกัน หรือแยกระบบก็ได้ แต่ยังคงคุณสมบัติในการทำงานไว้ได้เป็นอย่างดี เพราะ หากระบบเครือข่ายมีปัญหาหรืออินเตอร์เน็ทใช้งานไม่ได้ ตัวกล้องก็ยังคงทำงานได้ในแบบอะนาล็อก (Analog) หรือในแบบอะนาล็อก (Analog) เกิดมีปัญหาก็สามารถจะทำงานได้ในแบบเครือข่าย
3. Full HD IP Technology (Full High Definition Internet Protocol Technology) เป็นกล้องไอพี (IP Camera) ที่มีความละเอียดสูง (Resolution) ระดับ Full HD 1080p: (1920 x 1080 Pixels) สามารจะกำหนดอัตราเฟรมในการบันทึกได้เต็มที่ (Full Frame Rate) 30 เฟรมต่อวินาที (FPS : Frame Per Second) ซึ่งทำให้การแสดงภาพทั้งการดู และการบันทึก จะมีความคมชัดและละเอียดดีมาก

2.8.6 การบันทึกภาพของกล้องไอพี (IP Camera) ในปัจจุบัน มีดังนี้

1. บันทึกภาพลง Local Storage เช่น SD Card หรือ Flash Memory ที่รองรับอยู่บนตัวกล้องไอพี (IP Camera)
2. บันทึกภาพผ่าน XNVR หรือ NVR หรือ CMS Software ที่ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) แล้วบันทึกลง ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk)
3. บันทึกภาพโดยต่อกับ Hybrid Digital Video Recorder เครื่องบันทึกภาพดิจิตอลที่รองรับทั้ง กล้องแบบอะนาล็อก (Analog Camera) และกล้องแบบไอพี (IP Camera) บันทึกลงฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) ที่มีในเครื่อง

2.8.7 ระบบจับภาพในสภาพย้อนแสง (WDR : Wide Dynamic Range)

WDR : Wide Dynamic Range คือ การที่กล้องถ่ายภาพซ้อนกัน 2 ใบในเวลาเดียวกัน ใบนึงถ่ายภาพในสภาวะปกติ อีกใบนึงถ่ายให้มีความสว่างมากกว่าปกติ แล้วนำภาพที่ได้มาซ้อนกัน ทำให้ภาพทั้งภาพมีรายละเอียด คือส่วนที่มืดก็ดึงภาพให้สว่างขึ้น ส่วนที่สว่างเกินไปก็ดึงรายละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้

กลับมาทำให้มองเห็นรายละเอียดภาพ ซึ่งส่วนใหญ่กล้อง WDR นี้จะใช้มากในสภาพย้อนแสง คือ แสงจากฉากหลังสว่างกว่าวัตถุที่เราสนใจ ซึ่งจะทำให้ภาพซึ่งมีวัตถุที่เราสนใจมืดกว่าปกติ เราจึงต้องแก้ไขด้วยการติดกล้อง WDR เพื่อให้ได้ภาพในส่วนที่มืดและส่วนที่แสงสว่างจ้าออกมาตามรายละเอียดคุณภาพที่ต้องการ

2.8.8 ระบบกลางวันและกลางคืน (Day & Night System)

เป็นระบบที่ในสภาวะปกติกล้องจะถ่ายภาพเป็นภาพสี แต่เมื่อในสภาพแสงน้องจนถึงค่าที่กำหนด กล้องจะปรับการทำงานให้เป็นโหมดขาวดำโดยอัตโนมัติ

ข้อดี คือ กล้องที่มีระบบ Day & Night ในสภาวะที่แสงน้อยจะไม่ได้ถูกจำกัดระยะในจับภาพและกล้องต้องการแสงสว่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพื่อให้กล้องสามรถจับภาพได้

ข้อเสีย คือ ไม่สามรถจับภาพในที่ที่มืดสนิทได้ (ต้องใช้ระบบนี้กับตัวกล้องแบบอินฟราเรด IR)

2.8.9 การส่งสัญญาณภาพ (Video Streaming) มีดังนี้

- SXGA / XGA : MJPEG Single mode, VGA : Dual Capable
- Constant and variable bit rate in MPEG4 (128kbps ~ 3M bps), Controllable frame rate and bandwidth

2.8.10 การกำหนดค่าภาพ (Image Settings) มีดังนี้

- การตั้งค่าระดับการบีบอัด (Compression level setting)
- กำหนดความสว่าง (Configurable Brightness)
- กำหนดความคมชัด (Sharpness)
- การปรับความสมดุลของแสงสีขาว (White Balance)

2.8.11 เครือข่าย (Network) ที่สามารถรองรับกล้องไอพี (IP Camera) ในปัจจุบันมีดังนี้

1. สามารถเข้าได้กับโปรโตคอล (Protocol) ดังนี้
IPv4, HTTP, TCP, RTSP, RTP, RTCP, UDP, SMTP, FTP, ICMP, DHCP, UPnP, Bonjour, ARP, DNS, DynDNS and IPv6
2. รองรับการใช้งานระบบ (Supported) DDNS ดังนี้
XXX DDNS – จากบริษัทฯเจ้าของสินค้า (CCTV) นั้นๆ
(ถ้ามีให้บริการฟรี เพื่อให้ความสะดวกกับลูกค้า)
3. DynDNS.org เว็บให้บริการใช้งานระบบ DDNS ฟรี
4. Reference code with SDK มีโค้ดอ้างอิงการเขียนโปรแกรม (Reference code) กับชุดพัฒนาโปรแกรม (SDK) เพื่อให้นักพัฒนาโปรแกรมนำไปเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมใช้งานเพิ่มเติม (บางแบรนด์มีให้ แต่บางแบรนด์ก็ไม่มีให้)

5. รองรับการเข้าถึงวีดีโอ จากเครื่องดูกล้องวงจรปิดสดผ่านทางเว็บบราวน์เซอร์ สำหรับเพิ่มขึ้นได้ถึง 10 ไคลเอ็นท์

6. รองรับ PoE (Power over Ethernet) ภายใต้มาตรฐานที่รองรับ IEEE802.3af (Standard Supported)

หมายเหตุ

PoE คืออะไร

PoE ย่อมาจาก Power Over Ethernet คือการนำสายแลนที่เหลือ 2 คู่ (4 เส้น) มาใช้เป็นสายไฟแทน โดยมีมาตรฐานที่รองรับ (Standard Supported) IEEE 802.3af ซึ่งไฟฟ้าที่ใช้ผ่านสายแลนนี้จะเป็นไฟกระแสตรง (DC) จึงไม่มีการรบกวนสัญญาณภายในสายแลน (LAN Cable) โดย PoE จะใช้แรงดันเพียง 48 โวลต์ (Volt) หรือกินไฟประมาณ 13 วัตต์ (Watt) เท่านั้น ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af สามารถจะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ในกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 25 วัตต์ (Watt) ต่อ พอร์ต (Port)

PoE จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์เครือข่าย (Network) แบบ Switch หรือ Access Point ที่รองรับระบบ PoE ด้วยเช่นกัน แต่ราคาก็จะสูงขึ้นกว่าปกติด้วย ปัจจุบันนิยมนำมาใช้ร่วมกับ กล้องไอพี (IP Camera) กับต่อใช้งานร่วมกับระบบกล้องวงจรปิดแบบอะนาล็อก (Analog CCTV System)

ข้อดีของการนำ PoE มาใช้งาน

- ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินสายไฟ ควบคู่ไปกับ การเดินสายแลน
- ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เครือข่าย (Network) แบบทั่วๆไปได้ หมายถึงการเชื่อมเครือข่าย (Network) ทั่วไปกับเครือข่าย (Network) แบบ PoE
- มีความปลอดภัยสูงเนื่องจากใช้ไฟแรงดันต่ำ และเป็นไฟกระแสตรง (DC)
- ประหยัดค่าอุปกรณ์ในการสำรองไฟ (UPS) เพราะใช้ไฟแรงดันต่ำ และเป็นไฟกระแสตรง (DC)

2.8.12 ความปลอดภัย (Security) ของกล้องไอพี (IP Camera)

1. ตั้งค่ากำหนดระดับการเข้าใช้งาน (Access level setup) โดยระดับการเข้าถึงของหลายๆผู้ใช้กับการป้องกันด้วยรหัสผ่าน (Multiple user access levels with password protection)
2. เครือข่ายความปลอดภัย (Network Security) จะให้การสนับสนุนสำหรับการกรองไอพี (Will support for IP Filtering)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.13 โปรแกรมที่สนับสนุน (Applications) มีดังนี้

1. บราวน์เซอร์ (Browser) รองรับ Internet Explorer 6.0 หรือสูงกว่า (or Higher)
2. โปรแกรมการติดตาม (Monitoring Application)
   - เครื่องมือดูผ่านเว็บ (Web Viewer) พื้นฐานเว็บบราวน์เซอร์วินโดว์ (Window Web Browser Base)
   - ดูภาพสดสำหรับเพิ่มถึง 10 ผู้ใช้ (Live view for up to 10 user clients)
   - ภาพวิดีโอที่เกิดจากการจับภาพหน้าจอและการบันทึกเป็นไฟล์ JPEG (Video Snapshot & recording to JPEG file)
   - ดูผ่านทางศูนย์กลางการบันทึกวีดีโอเครือข่าย และเครื่องมือ (Network Video Recorder – NVR Viewer and Utility and IP-Installer etc)
   - ดูผ่านทางศูนย์กลางการบันทึกวีดีโอเครือข่าย (Xnet Network Video Recorder

2.8.14 การติดตั้งกล้องไอพี (Installation IP Camera)

การติดตั้งชุดระบบกล้องไอพี (IP Camera) สามารถติดตั้งได้ทั้งชนิดรวมที่ศูนย์กลาง (Centralized) หรือชนิดแยกจากศูนย์กลาง (Decentralized) โดยการติดตั้งทั้ง 2 ชนิด ทางสถานที่ติดตั้งจะต้องมี ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ส่งและรับข้อมูล แล้วเดินสายแลน (LAN) เช่น UTP CAT5e Cable หรือ Fiber Optic ต่อเข้าตัวกล้องไอพี (IP Camera) แล้วเดินสายไฟกระจายตามจุดติดตั้ง ตัวกล้องไอพี (IP Camera) เพื่อต่อหม้อแปลงไฟจ่ายไฟเลี้ยงให้ ตัวกล้องไอพี (IP Camera) และลงโปรแกรมที่มากับตัวกล้องไอพี (IP Camera) ลงเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วทำการตั้งค่าระบบต่างๆ และ กำหนดใส่ตำแหน่งไอพี (IP Address) ให้ตัวกล้องไอพี (IP Camera) ที่มีติดตั้งไว้ทั้งหมด แต่ปัจจุบันนี้ตัวกล้องไอพี (IP Camera) รุ่นใหม่ๆ จะมีเทคโนโลยีแบบ PoE (Power over Ethernet) ติดมาพร้อมกับตัวกล้องไอพี (IP Camera) ด้วยทำให้ไม่ต้องเดินสายไฟ เพราะสามารถจ่ายไฟไปเลี้ยงให้ ตัวกล้องไอพี (IP Camera) ไปกับสายแลน (LAN) ได้เลย ซึ่งทำให้ประหยัดค่าสายไฟ กับค่าแรงในการติดตั้งระบบได้มากกว่า แล้วยังทำให้ง่ายต่อการติดตั้ง และสะดวกต่อการขยายระบบเพิ่มเติมในอนาคต แต่การติดตั้งระบบกล้องวงจรปิดไม่ว่าจะเป็น แบบกล้องไอพี (IP Camera) หรือแบบอะนาล็อก (Analog) สิ่งที่จะขาดไม่ได้ คือ การสำรองไฟให้กับระบบกล้องวงจรปิด ด้วยการใช้เครื่องสำรองไฟ (UPS) ตามขนาดกำลังไฟฟ้าที่ต้องการสำรองกรณีไฟฟ้าดับ เพราะถ้าไม่มีการสำรองไฟ แล้วไฟฟ้าหลักของสถานที่ติดตั้งเกิดดับ ตัวกล้องวงจรปิดก็จะไม่สามารถทำงานได้ทั้งการจับภาพ หรือส่ง-รับข้อมูลบนเครือข่าย หรือการบันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น...

2.8.15 การใช้กล้องไอพี (IP Camera) ต้องคำนึงถึงอะไรบ้าง

1. หากจะเลือกติดตั้งใช้งานระบบกล้องไอพี (IP Camera) ผู้ใช้จะต้องมีความรู้ในเรื่องของคอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่ายดีพอสมควร
2. ควรเลือกใช้กล้องไอพี (IP Camera) ของแบรนด์สินค้าที่มีคุณภาพดีๆ เพื่อจะได้ลดปัญหาในการออกแบบวางระบบกับการติดตั้งระบบเครือข่ายที่มีอยู่มากมาย โดยเฉพาะเรื่องของสภาพอากาศที่ร้อนขึ้นทุกๆวัน และระบบเครือข่ายที่วุ่นวายของประเทศไทย
3. การติดตั้งกล้องไอพี (IP Camera) เป็นจำนวนมาก จะต้องวางระบบเครือข่าย (Network) ให้ดีๆ และเลือกใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network) ที่มีคุณภาพสูงๆ เช่น อุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router) กับ สวิตซ์ (Switch) กับสายนำสัญญาณระบบเครือข่าย (UTP) ซึ่งต้องคำนึงถึงระยะทางการเชื่อมต่อระบบด้วย กับการสำรองไฟให้ระบบ (UPS) และระบบป้องกันไฟกระชาก (Surge Protector)ฯลฯ
4. กล้องไอพี (IP Camera) จะมีราคาที่สูงกว่า กล้องแบบอะนาล็อก (Analog Camera) ถ้าเทียบกันตัวต่อตัว หรือ เปรียบเทียบทั้งระบบอุปกรณ์
5. กล้องไอพี (IP Camera) ในการติดตั้งระบบจะใช้สายน้อยกว่า กล้องอะนาล็อก (Analog Camera) ถ้าเลือกใช้กล้องไอพี (IP Camera) แบบที่มี PoE ในตัว หรือต่อกับ Switch ที่มี PoE แต่ถ้าติดตั้งกล้องไอพี (IP Camera) เป็นจำนวนมากราคาค่าติดตั้งก็จะแพงมากๆ ไปตามจำนวนระบบอุปกรณ์เครือข่ายที่เพิ่มขึ้น เพราะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูงในการติดตั้งระบบที่ใหญ่มากๆ
6. การติดตั้งระบบกล้องไอพี (IP Camera) จำนวนมากๆ ผู้ออกแบบวางระบบและทีมช่างติดตั้งระบบต้องมีความรู้ และความชำนาญ เกี่ยวกับระบบเครือข่ายเป็นอย่างดี ไม่ควรให้ทีมช่างอื่นติดตั้งระบบ เดินสายร้อยท่อ แล้วอีกทีมช่างหนึ่งมาติดตั้งอุปกรณ์กับเซ็ตระบบ เพราะอาจจะเกิดปัญหาขึ้นได้ทั้งตอนติดตั้งและหลังติดตั้ง ซึ่งระบบอาจจะไม่สมบูรณ์แบบ หรือใช้งานไปสักระยะก็เกิดปัญหาตลอดที่สำคัญจะหาคนรับผิดชอบไม่ได้ คือ จะเกี่ยงกันเองว่า ตรงส่วนนี้เขาทำ แต่ตรงส่วนนี้เขาไม่ได้ทำ กรรมจะมาตกอยู่ที่ลูกค้าที่เสียเงินแล้ว แต่ไม่ได้ระบบที่มีคุณภาพตามที่ควรจะเป็น
7. การติดตั้งระบบกล้องไอพี (IP Camera) ภายนอกอาคารสถานที่ (Outdoor) หรือติดตั้งกลางแจ้งต้องใส่ตัวกล้องไอพี (IP Camera) ไว้ในกล่องหุ้มกล้อง (Housing) แบบใช้ภายนอก (Outdoor) ที่มีระบบปรับอุณหภูมิด้วย (Heater) กับมีพัดลมระบายความร้อน (Blower) กับ มีหลังคากันแดด (Sunshield) กับต้องได้มาตรฐานป้องกันน้ำและฝุ่นที่ระดับ IP66 ,NEMA-4X และมีโครงสร้างทำจากอลูมิเนียม (Aluminum) หรือแม้แต่อุปกรณ์เชื่อมระบบเครือข่าย เช่น Switch ที่ต้องติดตั้งไว้ภายนอกอาคารสถานที่ (Outdoor) ก็ต้องใส่ในกล่องที่ป้องกันน้ำและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝุ่น กับมีพัดลมระบายความร้อนประกอบไว้ในกล่องด้วย เพื่อลดปัญหาอาการแฮงค์ หรือ อาการเสียได้ง่ายของอุปกรณ์ ที่ต้องเจอกับสภาพแสงแดดที่ร้อนจัดๆ ซึ่งการติดตั้งระบบอุปกรณ์ไว้ภายนอกอาคารสถานที่ (Outdoor) จึงจำเป็นต้องมีการตรวจเช็ค (Checking) กับบำรุงรักษา (Maintenance) ระบบอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอให้อยู่ในสภาพที่ดี และพร้อมทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

8. กล้องไอพี (IP Camera) สามารถที่จะดูภาพผ่านคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง และบันทึกข้อมูลใส่ในการ์ดหน่วยความจำ SD Card (Memory) ที่มีรวมอยู่ภายในตัวกล้อง ทำให้ไม่ต้องต่อทำงานร่วมกัยเข้ากับเครื่องบันทึกภาพดิจิตอล (DVR – Digital Video Recorder) เหมือนกับ กล้องแบบอะนาล็อก (Analog Camera) ก็ถือว่าเป็นจุดเด่นที่ดี แต่ถ้ากำหนดความละเอียดในการบันทึกภาพไว้สูงๆ ก็จะมีปัญหาของการเก็บบันทึกข้อมูลภาพในการ์ดหน่วยความจำ SD Card (Memory) ได้น้อยลง ทำให้ต้องต่อทำงานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อบันทึกภาพลงในฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) อยู่ดี เพราะจะได้เก็บบันทึกข้อมูลภาพได้มากขึ้นตามจำนวนวันที่ต้องการเก็บบันทึกภาพนั้นไว้

2.8.16 อุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router)

รูปที่ 2.37 อุปกรณ์ Router

อุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router) มีหน้าที่เชื่อมโยงเครือข่ายที่ห่างไกลกันเข้าด้วยกัน ไม่ว่าเครือข่ายนั้นจะต่างหรือเหมือนกันในด้านกายภาพก็ตาม การเชื่อมโยงนี้มีหลายลักษณะส่วนใหญ่แล้วจะเชื่อมโยงกันโดยผ่านทางบริการ Wide Area Network Service (WAN service) เช่น การเชื่อมโยงด้วยบริการ ISDN (integrated Services Digital Network) กับ Frame Relay กับ Point-To-Point Leased Circuit กับ บริการเครือข่าย X.25 หรือ แม้กระทั่งบริการ ATM (Asynchronous Transfer Mode)

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router) ทำงานที่ Layer 3 หรือ Network Layer ในมาตรฐาน OSI Model การส่งข้อมูลจะทำได้โดยไม่ต้องสนใจว่าด้านกายภาพของเครือข่ายที่เชื่อมต่ออยู่จะเป็นอย่างไร

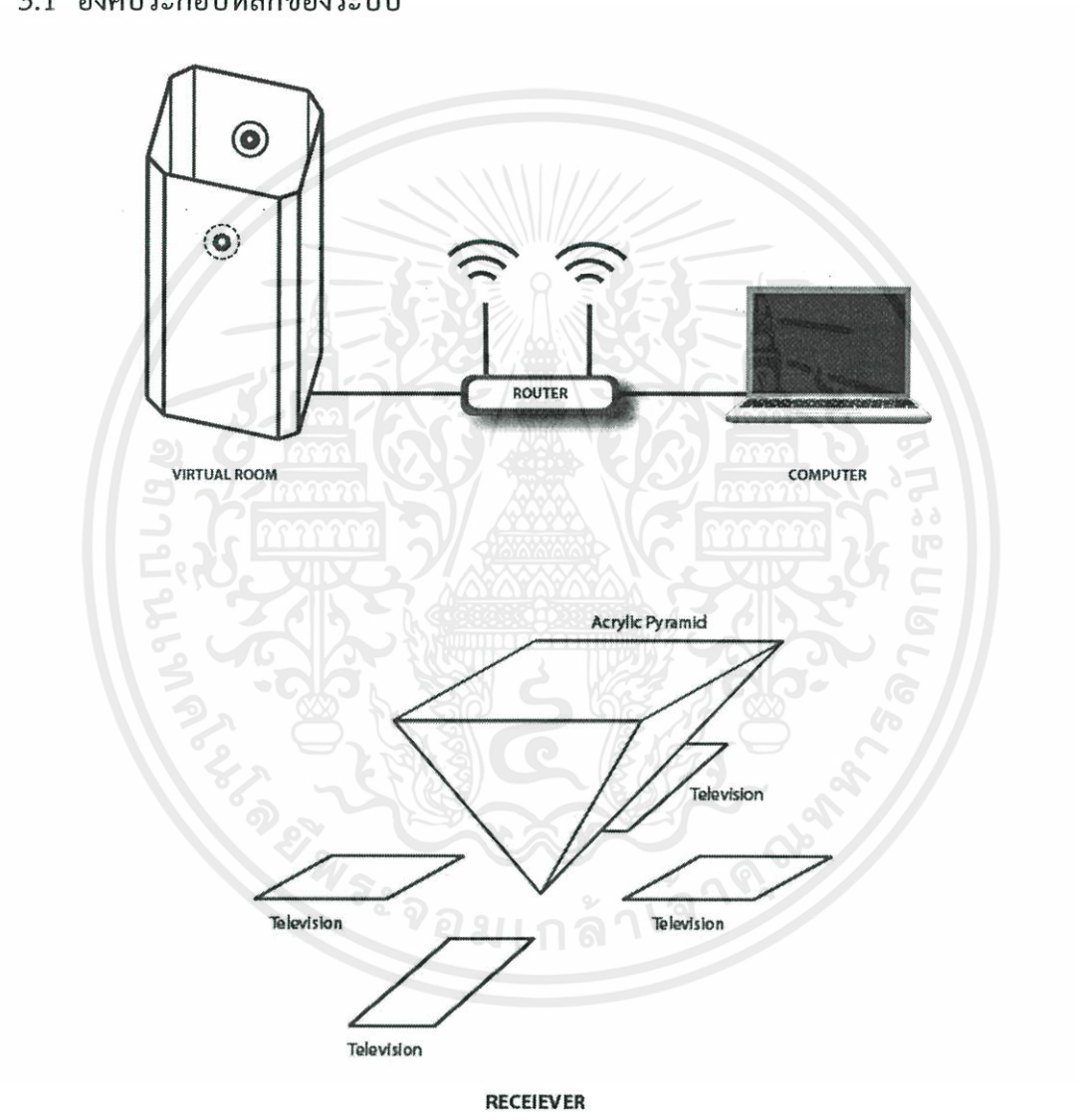
ขั้นตอนการทำงานของเร้าเตอร์ (Router)

1. เมื่ออุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router) ได้รับข้อมูล หรือ Data Packet มาจากพอร์ตเชื่อมต่อจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อน ด้วยขบวนการคำนวณค่า Checksum ถ้าข้อมูลที่ใดผิดพลาดก็จะยกเลิกการทำงาน และ ไปอ่านข้อมูล Data Packet ใหม่ แล้วจึงกลับเข้ามาทำงานต่อ ถ้าขบวนการคำนวณค่า Checksum ถูกต้องก็จะทำงานในขั้นต่อไป
2. อุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router) จะพิจารณาเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูลของ Data Packet นี้ว่าต้องส่งออกไปยังเครือข่ายอื่นอย่างไร ในขั้นตอนนี้เร้าเตอร์ (Router) จะตรวจสอบและทำการคำนวณค่าจากข้อมูล Routing Table (ตารางข้อมูลของเส้นทางการส่งผ่านข้อมูล) ของตนคือจาก ปรับปรุงข้อมูลพิจารณาเส้นทางตาม Routing Algorithm (ขบวนการพิจารณาเส้นทางส่งผ่านข้อมูล) เมื่อได้ผลลัพธ์แล้วจะทำงานในขั้นต่อไป
3. นำข้อมูล Data Packet ที่ทราบว่าต้องส่งผ่าน Data Packet นี้ไปอย่างไร ลงในลำดับหรือ Queue เพื่อรอการส่งต่อออกไป
4. อุปกรณ์เร้าเตอร์ (Router) ยังมีการรับและส่งข้อมูล Routing Table ระหว่างเร้าเตอร์ (Router) ตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากเครือข่ายอาจมีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เส้นทางการส่งข้อมูลที่ดีที่สุด อาจจะเป็นเส้นทางที่ใช้ไม่ได้ และการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันนี้ จะมีการติดต่อกันโดยใช้โปรโตคอลพิเศษคุยกันเรียกว่า Routing Protocol หรือโปรโตคอลสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูล
5. การระบุเส้นทางด้วย Static Router และ Routing Protocol Static Router การกำหนดเส้นทางการส่งผ่านข้อมูลแบบตายตัว เป็นการระบุเส้นทางในการส่งผ่านข้อมูลโดยผู้ดูแลระบบเป็นผู้คิด และจัดทำขึ้น ให้แต่ละการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย และเตรื่องปลายทางมีเส้นทางที่ตายตัว จากนั้นเก็บเป็นข้อมูลเส้นทางลงเป็น Routing Table ใน Router ข้อมูลดังกล่าวจะไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงระหว่างการทำงานของ Router ได้ แม้ว่าเครื่องปลายทางจะมีปัญหาหรือวงจรเชื่อมโยงบางช่วงจะล้มไปก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้าง และการออกแบบ

3.1 องค์ประกอบหลักของระบบ

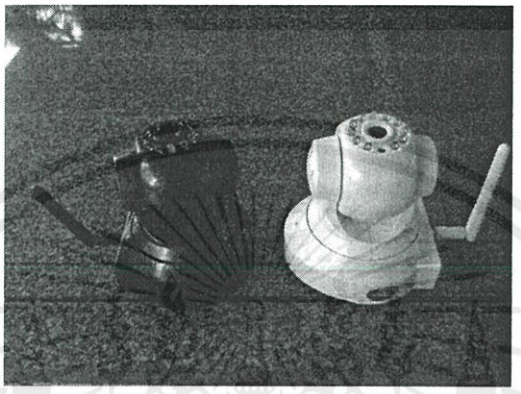


รูปที่ 3.1 องค์ประกอบโดยรวมของอุปกรณ์ฉายภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ส่วนรับข้อมูล

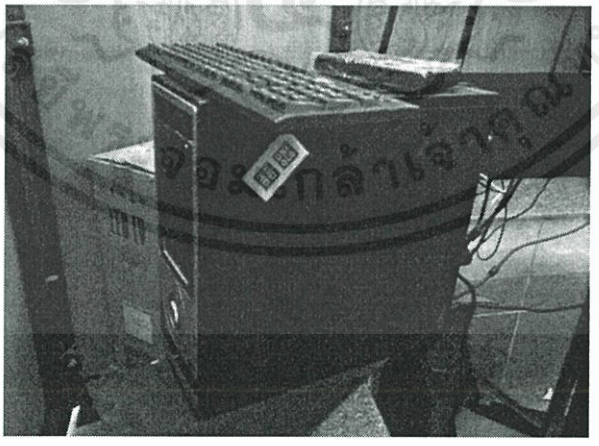
3.1.1.1 กล้อง IP Camera จำนวน 4 ตัวที่ติดตั้งภายในห้องจำลอง เพื่อรับภาพจากผู้ใช้ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านหน้า ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลัง



รูปที่ 3.2 กล้อง IP Camera

3.1.2 ส่วนประมวลผล

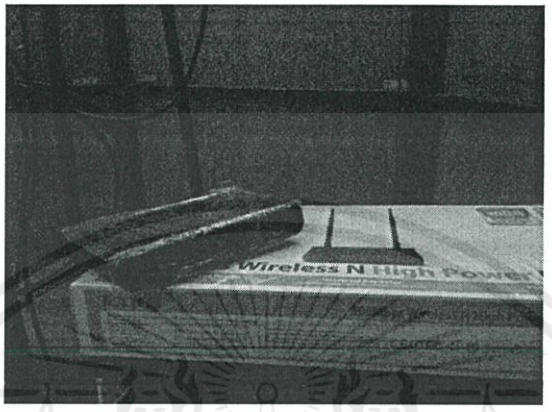
3.1.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ รับภาพจากส่วนรับข้อมูลและส่งภาพไปยังส่วนแสดงผล โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะใช้การ์ดจอ 2 การ์ดจอ เพื่อส่งภาพไปยังจอมอนิเตอร์จำนวน 4 ตัวได้ในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 3.3 เครื่องคอมพิวเตอร์และการ์ดจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 Router เป็นตัวรับส่งภาพจากส่วนรับข้อมูลไปยังส่วนประมวลผล และจากส่วนประมวลผลไปยังส่วนแสดงผล



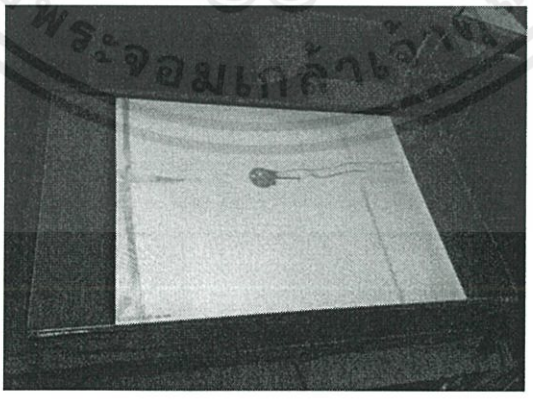
รูปที่ 3.4 Router

3.1.3 ส่วนแสดงผล

การแสดงผลจะปรากฏภาพขึ้นบนฉากรับภาพที่สามารถมองได้ 360 องศา ซึ่งสามารถแสดงผลภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ในรูปแบบเรียลไทม์

3.1.3.1 ส่วนประกอบของหน้าจอแสดงผล

หน้าจอมอนิเตอร์ ในการแสดงผลภาพต้องใช้หน้าจอมอนิเตอร์เป็นตัวฉายภาพไปยังฉากรับซึ่งจะต้องใช้หน้าจอมอนิเตอร์ทั้งหมด 4 หน้าจอ



รูปที่ 3.5 หน้าจอมอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อของเครื่อง Server ไปยังหน้าจอมอนิเตอร์

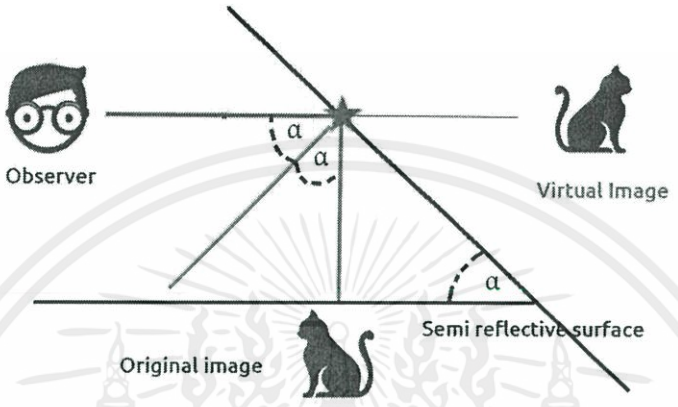
กระจกอะคริลิค ทำหน้าที่เป็นฉากรับภาพจากหน้าจอมอนิเตอร์เพื่อแสดงผลภาพ

รูปที่ 3.7 กระจกอะคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์อุปกรณ์

3.2.1 การออกแบบโครงสร้างของพีระมิด

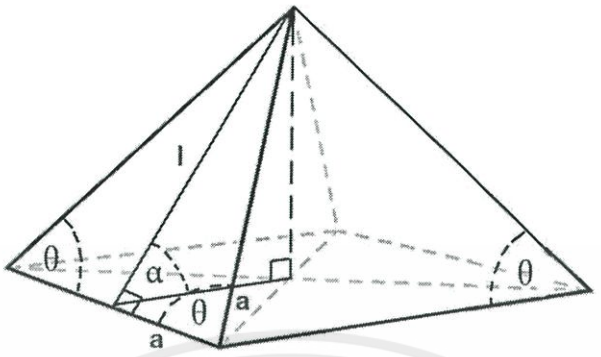


รูปที่ 3.8 การเกิดภาพบนอะคริลิคพีระมิด

จากภาพจะเห็นว่า ภาพที่เกิดบนอะคลิลิคพีระมิดเกิดจากการสะท้อนภาพจากหน้าจอแสดงผลไปยังดวงตาของเรา โดยมุมตกกระทบจากดวงตา จะมีค่าเท่ากับมุมสะท้อนจากแผ่นอะคลิลิค และมุมที่พีระมิดทำกับหน้าจอ

การออกแบบโครงสร้างโดยรวมของพีระมิด ยึดหลักจากกฎการสะท้อนของแสงที่กล่าวไว้ว่า รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นปกติจะอยู่ในระนาบเดียวกันและมุมตกกระทบต้องเท่ากับมุมสะท้อนเสมอ และ จากกฎการสะท้อนกลับหมด ที่กล่าวไว้ว่า เมื่อมุมตกกระทบมีขนาดมากกว่ามุมวิกฤต จะเกิดการสะท้อนกลับหมดของแสง ทำให้เกิดภาพสะท้อนเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 การคำนวณหามุมที่ฐานของพีระมิด

โดยกำหนดให้ θ คือ มุมที่ฐานของพีระมิดแต่ละด้าน

α คือ มุมที่พีระมิดทำกับพื้นหรือหน้าจอ

จากทฤษฎีตรีโกณมิติ (Trigonometry)

$$\sin\theta = \frac{\text{ข้าม}}{\text{ฉาก}}$$

$$\cos\theta = \frac{\text{ชิด}}{\text{ฉาก}}$$

$$\tan\theta = \frac{\text{ข้าม}}{\text{ชิด}}$$

จากรูปจะได้ว่า

$$\tan\theta = \frac{l}{a}$$

$$\cos\alpha = \frac{a}{l}$$

$$\tan\theta = \frac{1}{\cos\alpha}$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{1}{\cos\alpha}$$

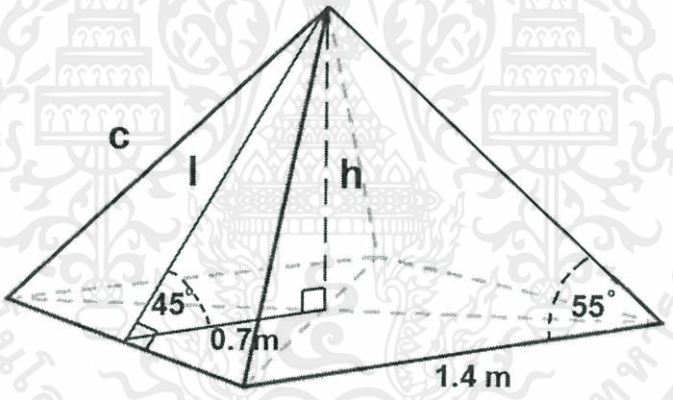
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกฎของสเนลล์ในบทที่ 2 เราพบว่า มุมตกกระทบที่ทำให้เกิดการสะท้อนกลับหมดของแผ่นอะคลิลิคนั้น ต้องมีค่ามากกว่า 41.8 องศา โดยจากรูปที่ จะเห็นว่า มุมตกกระทบมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน และมุมที่พีระมิดทำกับหน้าจอ ดังนั้นเราจึงกำหนดให้มุมที่พีระมิดทำกับหน้าจอ เท่ากับ 45 องศา

แทนค่าสมการที่ จะได้

$$\theta = \tan^{-1}\frac{1}{\cos 45^\circ} = 55^\circ$$

เพราะฉะนั้นจะได้มุมที่ฐานของพีระมิดแต่ละด้านมีขนาด 55 องศา จากนั้นเราคำนวณหาองค์ประกอบต่างๆของพีระมิด ได้แก่ ความสูงตรง (h) ความสูงเอียง (l) และความยาวด้านของพีระมิด (c) โดยกำหนดฐานของพีระมิดแต่ละด้านให้มีค่าเท่ากับ 1.4 เมตร



รูปที่ 3.10 การคำนวณหาขนาดของพีระมิด

จากทฤษฎีตรีโกณมิติ จะหาความสูงตรง (h) ได้จาก

$$\tan 45^\circ = \frac{h}{0.7} = 1$$

$$\therefore h = 0.7\ m$$

หาความสูงเอียงของพีระมิด (l) ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\cos 45° = \frac{0.7}{l} = 0.707$$

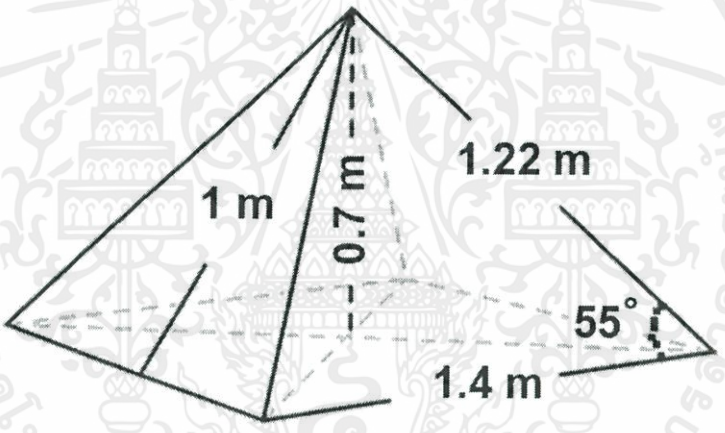
$$\therefore l = 1\ m$$

และหาความยาวด้านของพีระมิด (c) ได้จาก

$$\cos 55° = \frac{0.7}{c} = 0.5736$$

$$\therefore c = \frac{0.7}{0.5736} = 1.22\ m$$

ดังนั้นโครงสร้างโดยรวมของพีระมิดจึงมีขนาดดังรูป

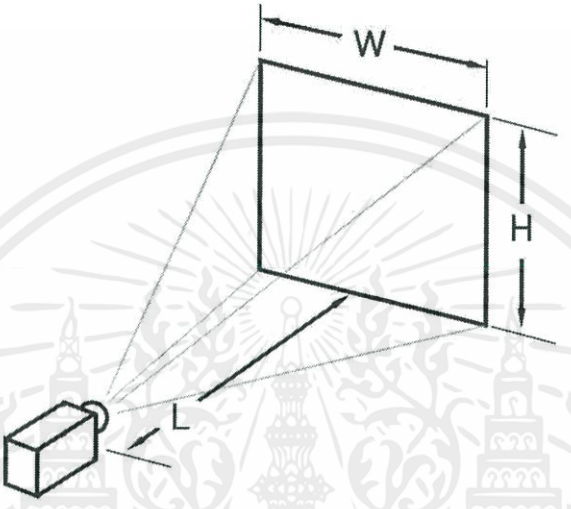


รูปที่ 3.11 โครงสร้างโดยรวมของพีระมิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบโครงสร้างของห้องจำลอง (Virtual room)

การออกแบบโครงสร้างของห้องจำลอง (Virtual room) ต้องคำนึงถึงมุมมองในการรับภาพของกล้อง โดยขึ้นอยู่กับ ขนาดเซ็นเซอร์ และ ขนาดเลนส์ของกล้อง



รูปที่ 3.12 การคำนวณหามุมมองในการรับภาพของกล้อง

จากรูปจะพบว่ากล้องแต่ละตัว จะมีมุมมองในการรับภาพที่แตกต่างกัน โดย IP camera มีคุณสมบัติดังนี้

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของ IP camera

Collection	Image sensor	1/4inch 0.3 Megapixel line by line CMOS sensor
	SNR	≥50dB
	Minimum Illumination	0.3Lux
	Lens	3.6mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ขนาดเซนเซอร์ของ IP camera

CCD size	1/3 Type	1/4 Type
X	4.8	3.6
Y	3.6	2.7

เราสามารถคำนวณหาขนาดของภาพที่กล้องสามารถรองรับได้ จากสมการ

$$F = \frac{X}{(\frac{W}{L})} = \frac{XL}{W} \quad (3.1)$$

$$H = \frac{3}{4}W \quad (3.2)$$

กำหนดให้

W = ความกว้างของภาพ (เมตร: m)

H = ความสูงของภาพ (เมตร: m)

L = ระยะทางระหว่างวัตถุกับกล้อง (เมตร: m)

F = ระยะโฟกัสของเลนส์ที่ใช้ (มิลลิเมตร : mm)

X = ขนาดเซนเซอร์ของกล้อง (มิลลิเมตร : mm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาความกว้างของภาพที่กล้องสามารถรองรับได้ จากสมการที่ (1) โดยกำหนดให้ระยะทางระหว่างวัตถุกับกล้องเท่ากับ 1 เมตร

F = 3.6 mm (จากตาราง)

X = 3.6 mm (จากตาราง)

W = ความกว้างของภาพที่ต้องการ

L = 1 m

แทนค่าสมการที่ (1)

$$3.6 = \frac{(3.6 \text{ x } 1)}{W}$$

$$\therefore W = 1 \text{ m}$$

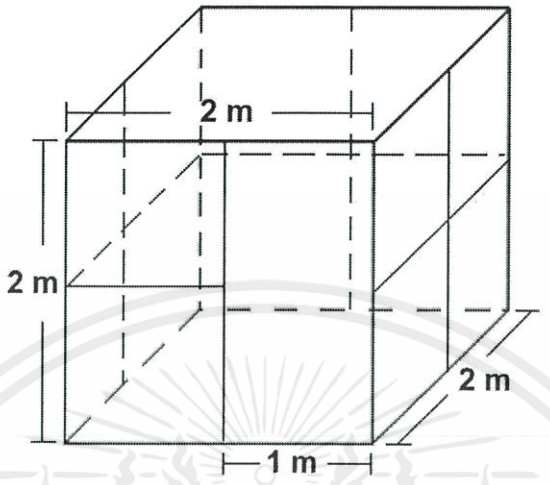
และคำนวณหาความสูงของภาพที่กล้องสามารถรองรับได้ จากสมการที่ (2)

$$H = \frac{3}{4} \text{ x } 1 = 0.75 \text{ m}$$

ดังนั้น ในแต่ละด้านของห้องจำลอง (Virtual room) ควรมีความกว้างมากกว่า 1 เมตร และความสูงมากกว่า 0.75 เมตร จากกล้องที่มีขนาดระยะโฟกัสของเลนส์เท่ากับ 3.6 มิลลิเมตร ขนาดเซนเซอร์ของกล้องเท่ากับ 3.6 มิลลิเมตร และมีระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุอยู่ที่ 1 เมตร

เราจึงกำหนดให้ ขนาดห้องจำลอง (Virtual room) แต่ละด้านมีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร และกำหนดให้ระยะความสูงของกล้อง อยู่ห่างจากพื้นเป็นระยะประมาณ 1.20 เมตร เพื่อรองรับระยะการบันทึกภาพของกล้องที่สมบูรณ์ที่สุด และออกแบบด้านหน้าของห้องเป็นประตูแบบม่านรูด ขนาดกว้าง 1 เมตร สูง 2 เมตร เพื่อสะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



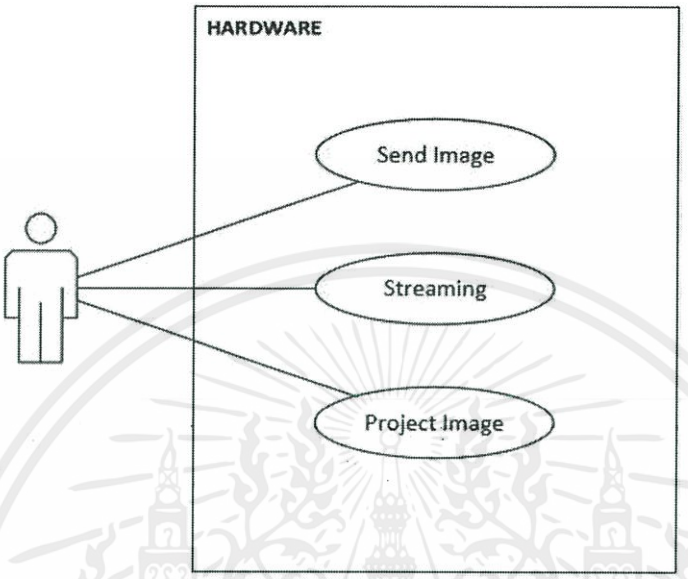
รูปที่ 3.13 โครงสร้างโดยรวมของห้องจำลอง (Virtual room)

ข้อจำกัดในการออกแบบ

ความสูงของตัวผู้ใช้อาจจะไม่เท่ากัน ทำให้ภาพมีความคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อย จึงมีการออกแบบให้สามารถเลื่อนตำแหน่งของกล้องในแนวตั้งได้ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นต่อการจัดตำแหน่งของกล้องให้เหมาะสมกับตัวผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 Use case diagram



รูปที่ 3.14 Use case diagram

3.2.4 คำอธิบาย Use Case

ในส่วนของรายละเอียดของ Use case ในส่วนต่าง ๆ อธิบายแยกเป็น Use case ที่เกิดจากผู้ใช้ (User) มีดังนี้

3.2.4.1 คำอธิบาย Send Image

3.2.4.2 คำอธิบาย Streaming

3.2.4.3 คำอธิบาย Project Image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 Send Image

Use Case Name:	Send image
Description:	ส่งข้อมูลภาพจากส่วนรับข้อมูลให้ปรากฏบนส่วนแสดงผล
Actors:	ผู้ใช้งาน
Trigger:	เมื่อต้องการแสดงภาพให้ปรากฏบนส่วนแสดงผล
Preconditions:	-
Basic Course of Events:	1. ผู้ใช้ทำการเข้าไปยังห้องรับภาพเพื่อให้ส่วนรับข้อมูลทำการรับข้อมูลภาพ
Exceptions:	หากส่วนรับข้อมูลภาพมีปัญหาจะไม่สามารถรับข้อมูลภาพได้
Post Conditions:	ทำการส่งข้อมูลภาพไปยังส่วนเพื่อเตรียมพร้อมฉายบนส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 Streaming

Use Case Name:	Streaming
Description:	ทำการรับ-ส่งข้อมูลภาพจากส่วนรับภาพเพื่อทำการส่งไปยังส่วนแสดงผล โดยเป็นแบบเรียลไทม์
Actors:	ส่วนประมวลผล
Trigger:	เมื่อต้องการรับ และส่งภาพ จากส่วนรับข้อมูลไปยังส่วนแสดงผล โดยผ่านส่วนประมวลผล
Preconditions:	เมื่อทำการรับภาพจากส่วนรับข้อมูลมายังส่วนแสดงผลเรียบร้อยแล้ว
Basic Course of Events:	1. ทำการรับภาพโดยผ่านส่วนรับข้อมูล 2. ส่งข้อมูลมายังส่วนประมวลผล 3. ทำการส่งข้อมูลภาพไปยังส่วนแสดงผล
Exceptions:	หากส่วนประมวลผลมีปัญหาจะไม่สามารถทำการรับ-ส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้
Post conditions:	ข้อมูลภาพทำการส่งไปยังส่วนแสดงผลเพื่อพร้อมทำการแสดงผลภาพแบบ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 Project image

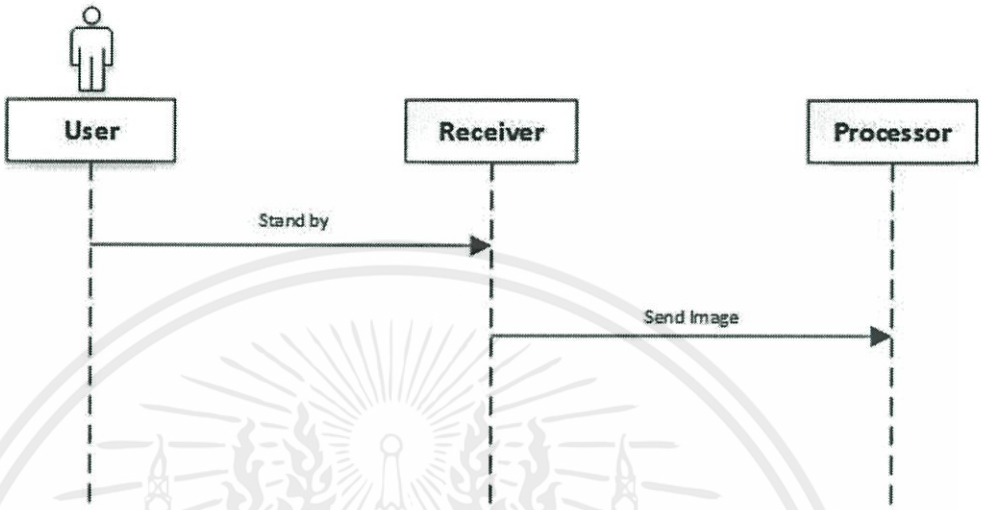
Use Case Name:	Project image
Description:	ทำการฉายภาพไปยังฉากรับให้ปรากฏเป็นภาพสามมิติแบบเรียลไทม์
Actors:	ส่วนประมวลผล,ส่วนแสดงผล
Trigger:	เมื่อต้องการแสดงภาพให้ปรากฏบนส่วนแสดงผล
Preconditions:	ต้องทำการรับข้อมูลภาพจากส่วนรับข้อมูล แล้วส่งมายังส่วนประมวลผลก่อน
Basic Course of Events:	ระบบทำการฉายภาพไปยังหน่วยแสดงผล จากจะถูกสะท้อนไปยังฉากรับ เพื่อแสดงภาพสามมิติ
Exceptions:	หากส่วนประมวลผลไม่ได้รับข้อมูลภาพ จะไม่สามารถแสดงภาพออกมาได้
Post conditions:	ภาพจะปรากฏบนส่วนแสดงผลเป็นในรูปแบบภาพ 3 มิติแบบเรียลไทม์

3.2.5 แผนภาพแสดง (ลำดับเหตุการณ์ของแต่ละ Use Case)

Sequence Diagram เป็น Diagram ที่แสดงปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่าง Object ตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนด message ที่เกิดขึ้นระหว่าง Class จะสามารถนำไปสู่การสร้าง method ใน Class ที่เกี่ยวข้องได้

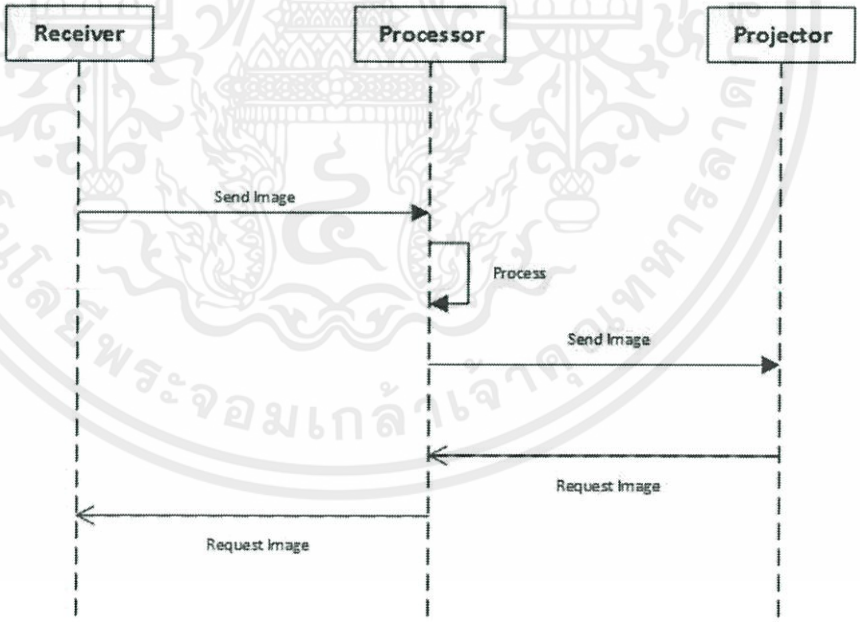
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Send image



รูปที่ 3.15 Send Image Of Sequence diagram

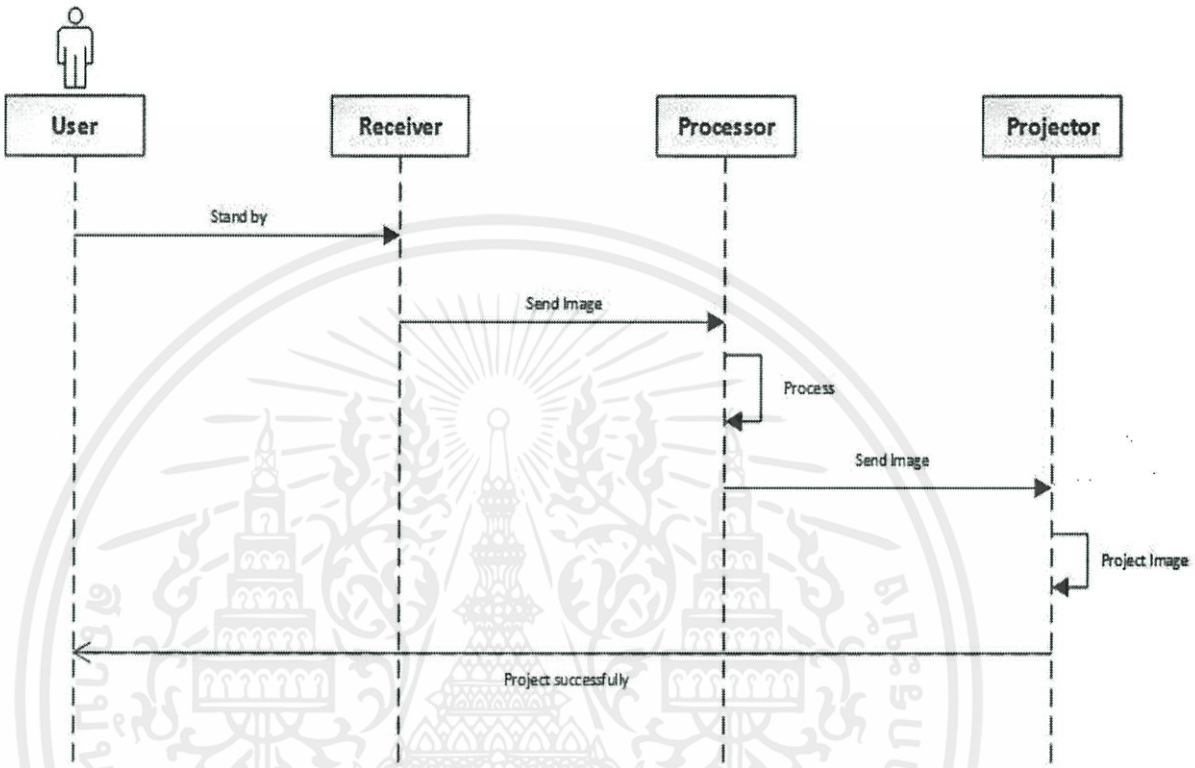
Streaming



รูปที่ 3.16 Streaming Of Sequence diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Image



รูปที่ 3.17 Project Image Of Sequence diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

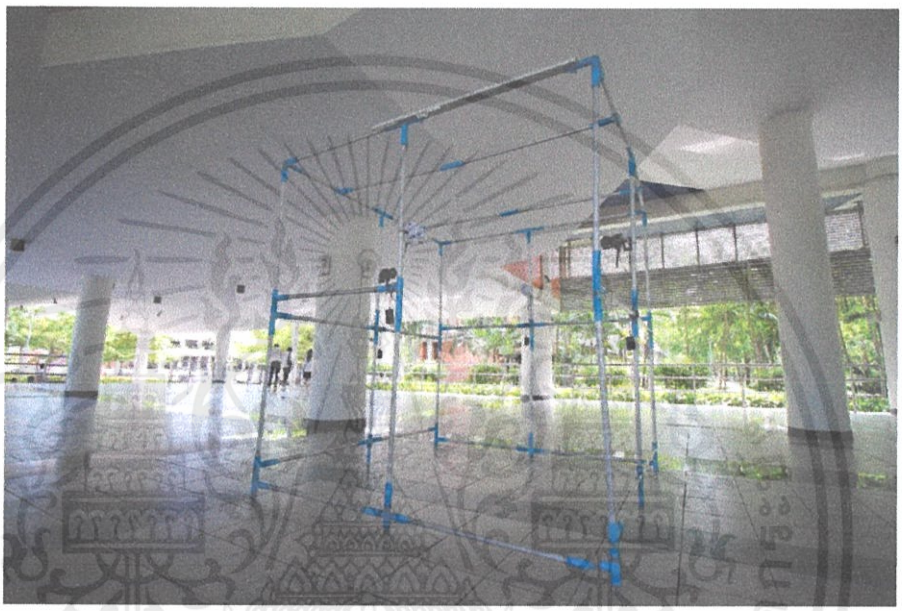
3.2.6 ขั้นตอนการพัฒนาออกแบบระบบจับภาพและแสดงผลภาพบนหน้าจอ

รูปที่ 3.18 Flow chart การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 โครงสร้างของห้องจำลอง (Virtual room)

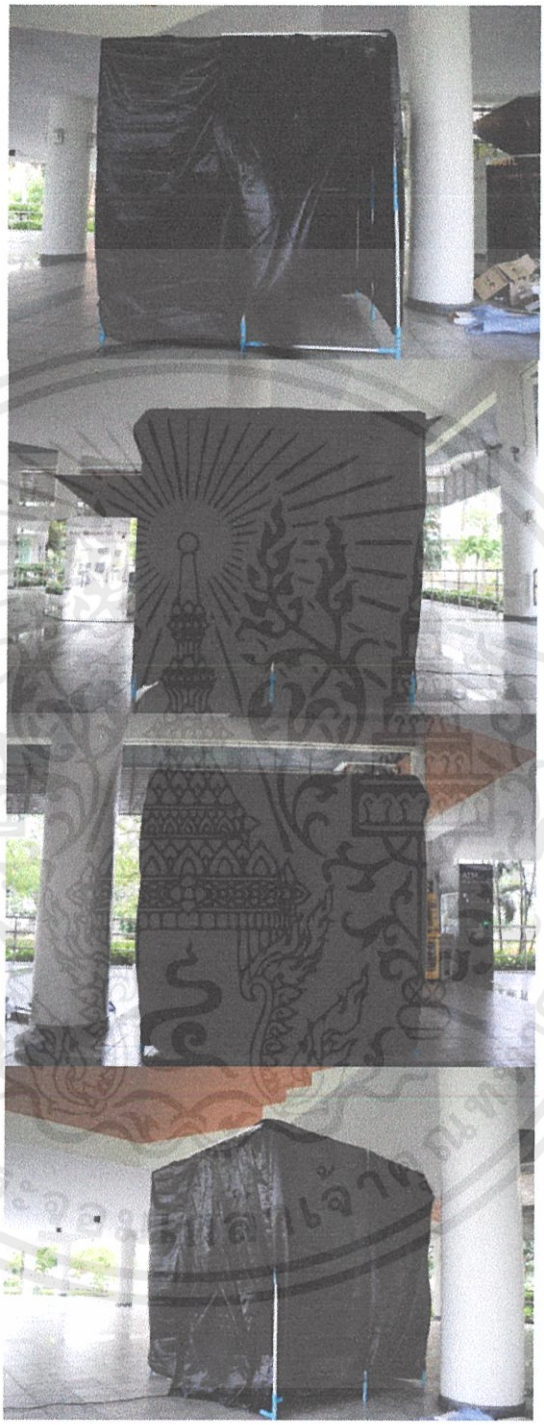


รูปที่ 4.1 โครงสร้างของห้องจำลอง (Virtual room)

จากรูปจะเห็นว่า ห้องจำลอง (Virtual room) สามารถแยกชิ้นส่วนประกอบและพกพาได้ เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้งานในสถานที่ที่ต้องการ ตัวห้องทำจากท่ออลูมิเนียม เชื่อมต่อกันด้วยข้อต่อท่อพีวีซี ด้านประตูด้านหน้าติดตั้งม่านรูดเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ลักษณะภายนอกของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม



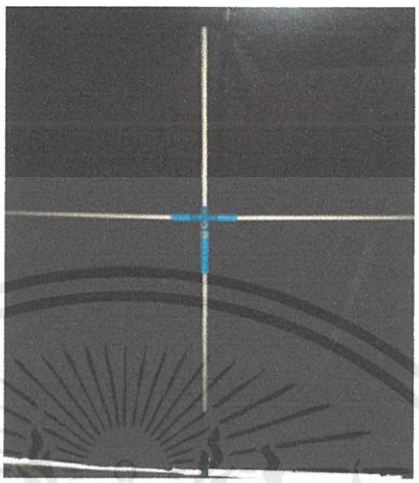
รูปที่ 4.2 ลักษณะภายนอกของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราทำการคลุมห้องจำลองด้วยผ้าคลุมสีเข้ม เพื่อป้องกันแสงจากภายนอก ที่ส่งผลให้การบันทึกภาพเกิดความผิดพลาด และเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของภาพที่ได้มีความเสมือนจริงมากที่สุด

4.3 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม

4.3.1 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม



รูปที่ 4.3 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม

สามารถป้องกันแสงจากภายนอกได้บางส่วน แต่ยังมีแสงบางส่วนเล็ดลอดเข้ามาภายในห้องได้ ส่งผลต่อการบันทึกภาพ ฉากหลังของการบันทึกภาพมีความทึบแสงไม่เพียงพอ

4.3.2 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มแสงไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม และเพิ่มแสงไฟ

เมื่อเราทำการทดลองโดยเพิ่มแสงไฟเข้าไปในห้อง พบว่าฉากหลังของห้องมีความสว่างมากเกินไป ไม่เหมาะที่จะทำการบันทึกภาพ เพราะฉากหลังควรมีความทึบแสงมากที่สุด

4.3.3 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน

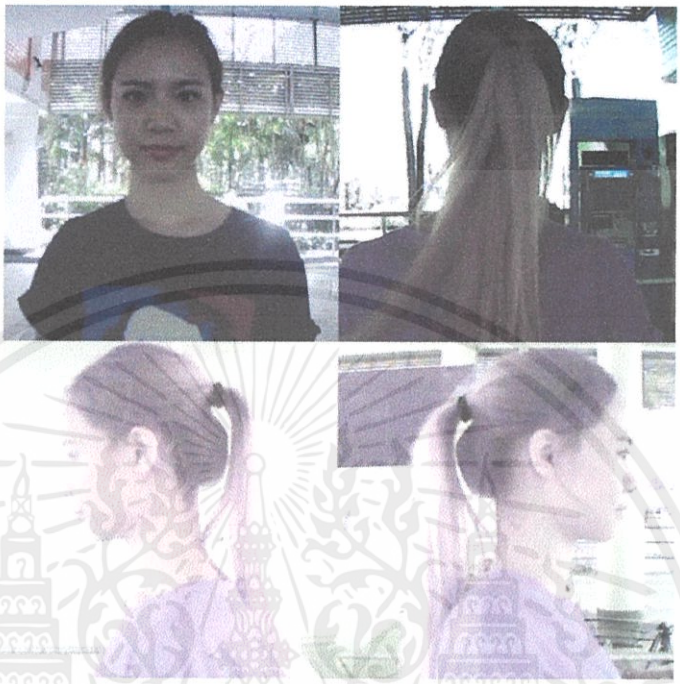
รูปที่ 4.5 ลักษณะภายในของห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม และเพิ่มฉากสีดำภายใน

เมื่อเราทำการทดลองเพิ่มฉากสีดำภายในห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม พบว่า ฉากสีดำสามารถป้องกันแสงจาดกภายนอกได้เกือบทั้งหมด ส่งผลให้ฉากหลังของห้องในการบันทึกภาพ มีความทึบแสงเพียงพอ จึงเหมาะแก่การนำมาใช้ในการบันทึกภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพบนหน้าจอแสดงผล 360 องศา

4.4.1 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองที่ไม่มีผ้าคลุม

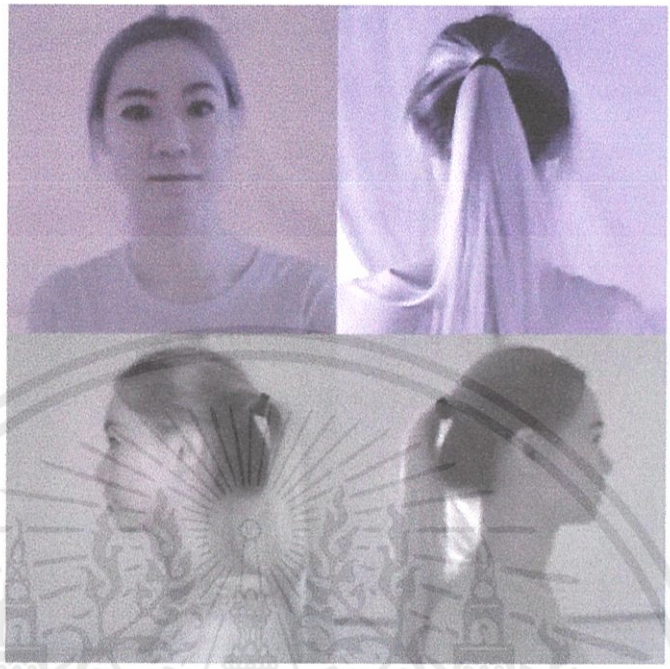


รูปที่ 4.6 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองที่ยังไม่มีผ้าคลุม

ทำการทดลองโดยการให้กล้องบันทึกภาพในสภาวะที่ไม่ได้ควบคุมแสงขณะบันทึกโดยใช้แสงจากสิ่งแวดล้อม จากภาพ จะเห็นได้ว่าภาพที่ทำการฉายออกมานั้นตัวแบบจะมีความสมจริง แต่ภาพที่ทำการฉายจากกล้องด้านซ้าย และด้านขวาของตัวแบบนั้นมีความสว่างมากเกินไป ส่วนฉากหลังของตัวแบบนั้นจะปรากฏเป็นสภาพแวดล้อมรอบๆตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองที่มีผ้าคลุม



รูปที่ 4.7 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองมีผ้าคลุม

*ทำการทดลองโดยการให้กล้องบันทึกภาพในสภาวะที่ควบคุมแสงขณะบันทึกโดยการใช้ผ้าสี*ดำคลุมห้องฉายภาพ จากภาพจะเห็นได้ว่าภาพที่ทำการฉายออกมานั้นตัวแบบจะไม่มีความสมจริง เนื่องจากตัวกล้องจะทำการฉายภาพโดยใช้ฟังก์ชั่น Infrared โดยอัตโนมัติ สาเหตุเพราะสภาพภายในห้องนั้นมีแสงไม่เพียงพอต่อการบันทึกภาพ ส่วนฉากหลังของแบบนั้นจะปรากฏเป็นฉากสีขาว ทั้งที่แท้จริงแล้วเป็นผ้าคลุมสีดำ สาเหตุเนื่องจากผ้าคลุมสีดำที่นำมาใช้นั้นไม่มีความทึบแสงเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมมีและเพิ่มแสงไฟ

รูปที่ 4.8 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มแสงไฟ

ทำการทดลองโดยการให้กล้องบันทึกภาพในสภาวะที่ควบคุมแสงขณะบันทึกโดยการใช้ผ้าสีดำคลุมห้องจำลอง และทำการติดตั้งหลอดไฟภายในห้องเพื่อให้แสงสว่างแก่การบันทึกภาพ จากภาพจะเห็นได้ว่าภาพที่ทำการฉายออกมานั้นตัวแบบจะมีความสมจริงมากขึ้นกว่าห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมเพียงอย่างเดียว เนื่องจากตัวกล้องได้รับแสงสว่างมากพอ ทำให้ฟังก์ชั่น Infrared ของตัวกล้องนั้นไม่ทำงาน แต่ภาพที่ปรากฏจากด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลังของตัวแบบยังไม่มีความสมจริงมากพอ เหตุเนื่องจากคุณสมบัติของกล้องแต่ละตัวที่นำมาใช้นั้นไม่เหมือนกัน ส่วนฉากหลังของตัวแบบจะปรากฏเหมือกับห้องฉายภาพแบบมีผ้าคลุมเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน

รูปที่ 4.9 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน

ทำการทดลองโดยการให้กล้องบันทึกภาพในสภาวะที่ควบคุมแสงขณะบันทึกโดยการใช้ผ้าสีดำคลุมห้องจำลอง และเพิ่มฉากสีดำทึบแสงมาติดตั้งที่ภายในห้อง จากภาพจะเห็นได้ว่าภาพที่ทำการฉายออกมานั้นตัวแบบจะไม่มีความสมจริง เนื่องจากตัวกล้องจะทำการฉายภาพโดยใช้ฟังก์ชั่น Infrared โดยอัตโนมัติ สาเหตุเพราะสภาพภายในห้องนั้นมีแสงไม่เพียงพอต่อการบันทึกภาพ ส่วนฉากหลังของแบบนั้นจะปรากฏเป็นฉากสีดำ เนื่องจากทำการเพิ่มฉากสีดำทึบแสงเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม เพิ่มฉากสีดำภายใน และเพิ่มแสงไฟ

รูปที่ 4.10 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน และเพิ่มแสงไฟ

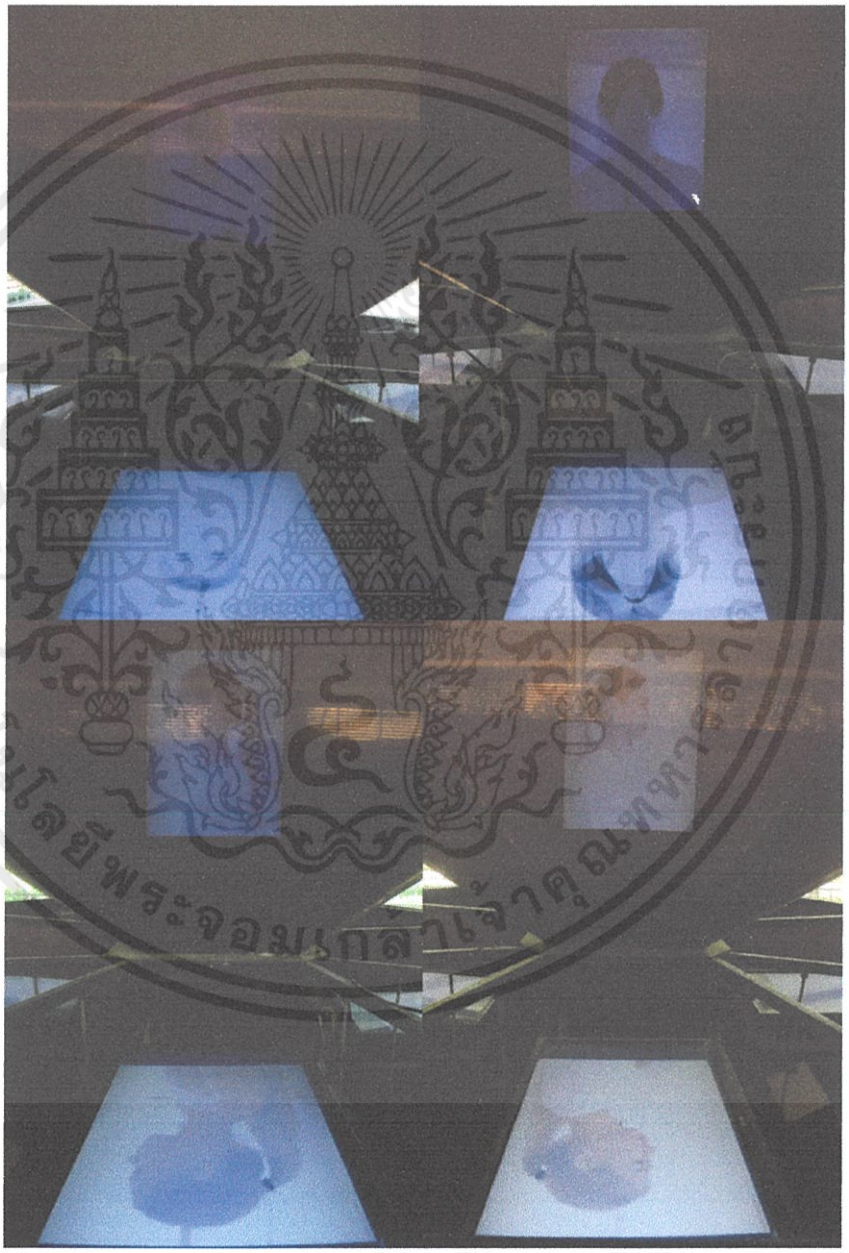
ทำการทดลองโดยการให้กล้องบันทึกภาพในสภาวะที่ควบคุมแสงขณะบันทึกโดยการใช้ผ้าสีดำคลุมห้องจำลอง เพิ่มฉากสีดำทึบแสงมาติดตั้งที่ภายในห้อง และทำการติดตั้งหลอดไฟภายในห้องเพื่อให้แสงสว่างแก่การบันทึกภาพ จากภาพจะเห็นได้ว่าภาพที่ทำการฉายออกมานั้นตัวแบบจะมีความสมจริงมากขึ้น เนื่องจากตัวกล้องได้รับแสงสว่างมากพอ ทำให้ฟังก์ชั่น Infrared ของตัวกล้องนั้นไม่ทำงาน ส่วนฉากหลังของแบบนั้นจะปรากฏเป็นฉากสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์การแสดงผลภาพบนหน้าจอแสดงผล 360 องศา

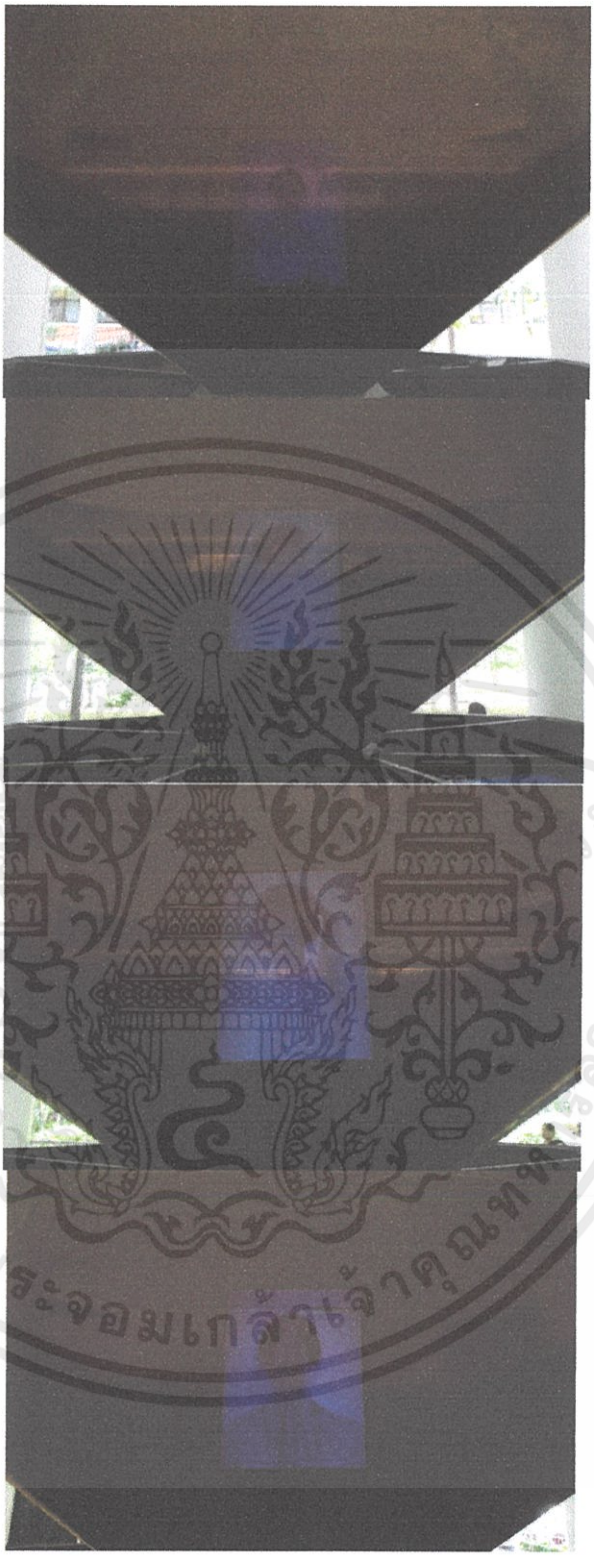
4.5.1 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพบนหน้าจอแสดงผล 360 องศาจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม

ภาพที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงผลยังไม่มีความเป็น 3 มิติมากพอเนื่องจากฉากหลังของภาพที่ปรากฏแต่ละด้านนั้นเป็นสีขาวซึ่งทำให้ตัวแบบนั้นกลมกลืนไปกับฉากหลังด้วย และเป็นผลให้ภาพที่ปรากฏไม่กลมกลืนกับสีของหน้าจอแสดงผล 360 องศาที่เป็นสีโทนดำ



รูปที่ 4.11 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

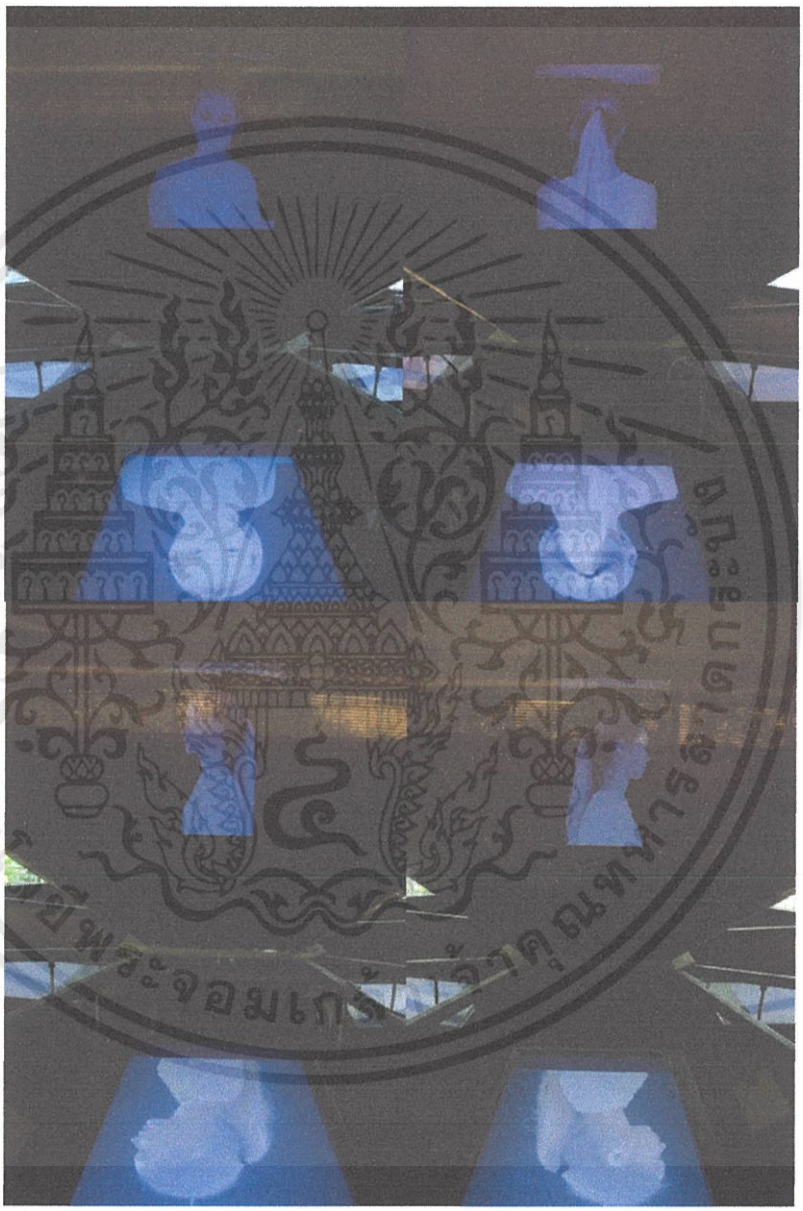


รูปที่ 4.12 การแสดงผลภาพบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ผลลัพธ์การแสดงผลภาพบนหน้าจอแสดงผล 360 องศาจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุม และเพิ่มฉากสีดำภายใน

ภาพที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงผลมีความเป็น 3 มิติ เนื่องจากฉากหลังของภาพที่ปรากฏแต่ละด้านนั้นเป็นสีดำทำให้ตัวแบบนั้นมีความเด่นขึ้นมาจากฉากหลัง และสีของฉากหลังยังกลมกลืนกับสีของหน้าจอแสดงผล 360 องศา



รูปที่ 4.13 การแสดงผลภาพบนหน้าจอและบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 การแสดงผลภาพบนอุปกรณ์แสดงผลจากห้องจำลองแบบมีผ้าคลุมและเพิ่มฉากสีดำภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองฉายภาพ 3 มิติด้วยการส่งภาพจากกล้อง IP camera จากห้องจำลองไปแสดงผลยังอุปกรณ์แสดงผลภาพ โดยนำสิ่งของเข้าไปในห้องจำลองหรือตัวผู้ใช้เข้าไปยืนในห้องจำลองในตำแหน่งที่เหมาะสม และสามารถแสดงผลได้ในรูปแบบ Real-time

5.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน

1. ปัญหาการเกิด Parallax ขึ้นในการฉายภาพ
   - การจัดวางภาพไม่ถูกตำแหน่ง
   - การวางตำแหน่งของโทรทัศน์ไม่เท่ากัน
   - พื้นที่ในการวางโทรทัศน์ มีขนาดไม่เท่ากัน
2. โครงสร้างของฐาน ของห้องจำลองไม่แข็งแรงพอ
   - โครงสร้างมีข้อต่อที่ไม่แข็งแรง
   - ไม่เหมาะกับสภาพภูมิอากาศที่ลมพัดแรง
   - โครงสร้างมีขนาดใหญ่
3. ภาพที่ได้ มีลักษณะไม่ตรงตามจุดประสงค์
   - เนื่องจากกล้องมีคุณภาพที่ไม่เท่ากัน ทำให้ภาพที่ได้ไม่ดูเป็นภาพสามมิติ
   - ผ้าที่ใช้เป็นฉากกั้น มีความมืดไม่เพียงพอต่อการกรองแสง ทำให้ภาพที่ได้ไม่ดูเป็นภาพสามมิติ
   - สภาพแสงมีผลต่อคุณภาพของภาพสามมิติ
   - ผู้ใช้งานมีขนาดความสูงที่แตกต่างกัน

5.2 แนวทางในการแก้ปัญหา และข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหานี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ฉายภาพสามมิติแบบสะท้อน (Innovative Hardware for Reflection 3D Projection) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยจะได้นำเสนอเป็นข้อๆดังนี้

1.ปรับพื้นที่และจัดเรียงโทรทัศน์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ

2. ตัดผ้าให้มีช่องลมเพื่อเป็นทางผ่านของลม ป้องกันสภาวะที่มีลมแรง

3.เปลี่ยนฉากกั้นเป็นวัตถุที่มีลักษณะทึบแสง

4.ปรับสภาพแสงของห้องให้เท่ากัน

5.ปรับตำแหน่งโฟกัสของภาพให้รองรับความสูงของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.คุณภาพของภาพขึ้นอยู่กับคุณภาพของกล้อง หากต้องการภาพที่สมจริง ให้ใช้กล้องคุณภาพที่ดี

7.ศึกษาภาพสามมิติในรูปแบบอื่นๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้

8.ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Ronald Sidharta, Atsushi Hiyama, Tomohiro Tanikawa and Michitaka Hirose. "The Development of Multi-Depth Pepper's Ghost Display for Mixed Reality System" 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2006). 2006

[2] Ronald Sidharta, Atsushi Hiyama, Tomohiro Tanikawa and Michitaka Hirose. "Volumetric Display for Augmented Reality" 17th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT2006). 2006

[3] Lucenildo Aquino Junior, R. Gomes, Manoel Silva Neto, A. Duarte, R. Costa and Guido Souza Filho. "A Software-Based Solution for Distributing and Displaying 3D UHD Films" IEEE. 2013

[4] ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับการทำโครมาคีย์(chromakey)ในงานสื่อสารมวลชน [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 20 ตุลาคม 2557] http://www.vcharkarn.com/blog/41093

[5] การสะท้อน (ฟิสิกส์) [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 20 ตุลาคม 2557] http://th.wikipedia.org/wiki/การสะท้อน(ฟิสิกส์)

[6] การสะท้อนของแสง [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 20 ตุลาคม 2557] https://sites.google.com/site/nidchakoonsriaoodno1242/kar-sathxn-khxng-saeng

[7] การเกิดภาพจากกระจกเงา [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 20 ตุลาคม 2557] http://ikaen2520.wordpress.com/1-ฟิสิกส์ม-4/3-มวล-แรง-และกฎการเคลื่อน/

[8] การหักเหของแสง (Refraction) [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 21 ตุลาคม 2557] http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/62/light1/ligh_6.htm

[9] การสะท้อนกลับทั้งหมด [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 21 ตุลาคม 2557] http://th.wikipedia.org/wiki/การสะท้อนกลับทั้งหมด

[10] Pepper's Ghost Research Page [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 21 ตุลาคม 2557] http://mathdragon.net/kml/math/MESA/Peppers_Ghost/Pepper's%20Ghost%20Research.htm

[11] พารัลแลกซ์ [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 21 ตุลาคม 2557] http://th.wikipedia.org/wiki/พารัลแลกซ์

[12] หลักการพารัลแลกซ์ (Parallax) [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 21 ตุลาคม 2557] http://www.vcharkarn.com/forum/view?id=100416&section=forum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] โฮโลกราฟี [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 23 ตุลาคม 2557]
http://th.wikipedia.org/wiki/โฮโลกราฟี

[14] Hologram Technology ประตูสู่ยุคแห่งโลกเสมือนจริง [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 23 ตุลาคม 2557]
http://www.vcharkarn.com/blog/115383/1

[15] เทคโนโลยีโฮโลแกรม3มิติ [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 23 ตุลาคม 2557]
http://ponnaha.wordpress.com/2011/07/12/เทคโนโลยีโฮโลแกรม3มิติ/

[16] โฮโลแกรม 3 มิติ [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 23 ตุลาคม 2557]
http://ray-wat.blogspot.com/2009/04/3.html

[17] ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ LAN [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2558]
http://group7-404.blogspot.com/2012/04/lan_13.html

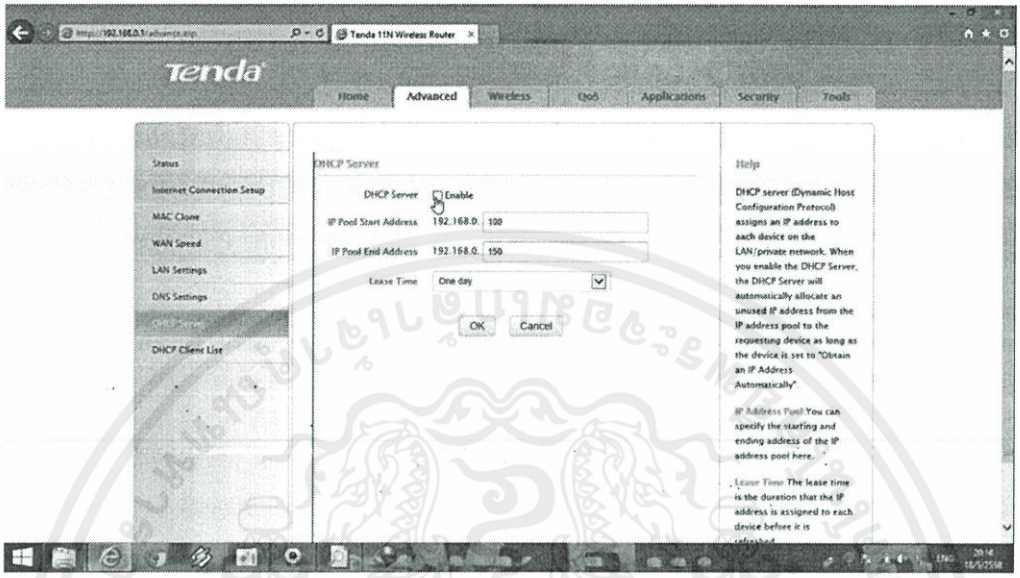
[18] DHCP [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2558]
www.it.nrru.ac.th/krit/410402/group2.pptx

[19] IP Camera คืออะไร [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2558]
https://www.facebook.com/edimax.thailand/notes

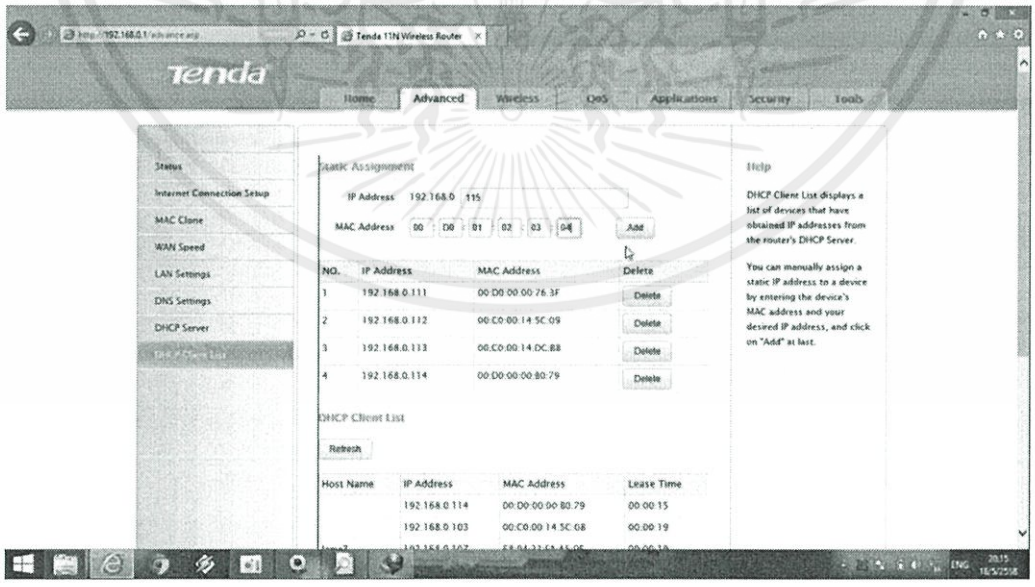
[20] IP Camera [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2558]
http://www.vecthai.com/main/?p=4777

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เข้าไปที่แถบ “DHCP Server” และคลิกที่ปุ่ม Enable เพื่อเปิดใช้งานฟังก์ชั่น DHCP Server จากนั้นกำหนดขอบเขตหมายเลข IP Address เริ่มต้น และสิ้นสุดที่หมายเลขใด



4. เข้าไปที่แถบ “DHCP Client List” จากนั้นกำหนดหมายเลข IP Address ที่ต้องการให้กับอุปกรณ์นั้นๆ ด้วยการใส่หมายเลข IP Address ที่ต้องการให้สอดคล้องกับ Mac Address ของอุปกรณ์นั้นๆ และคลิกที่ปุ่ม “Add”



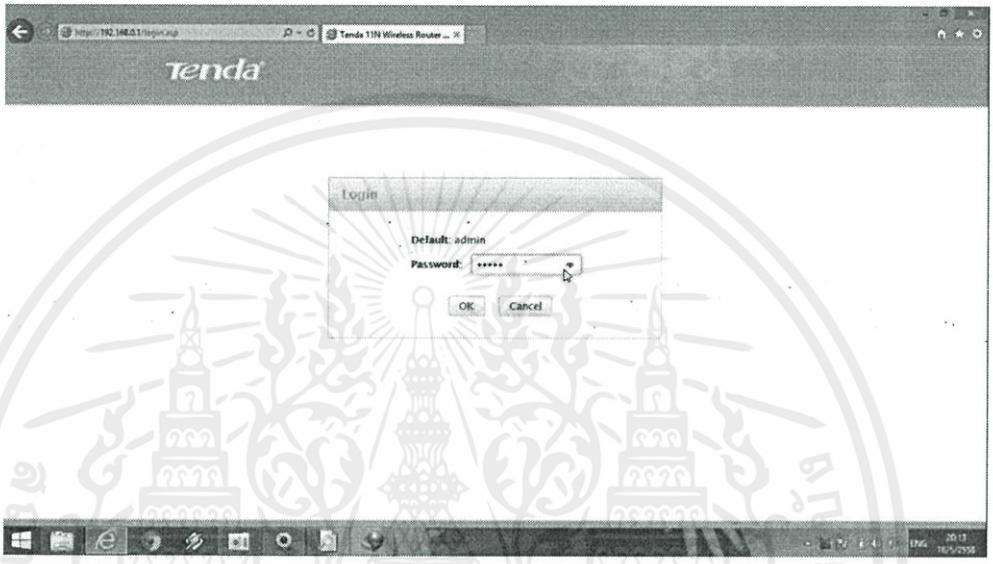
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

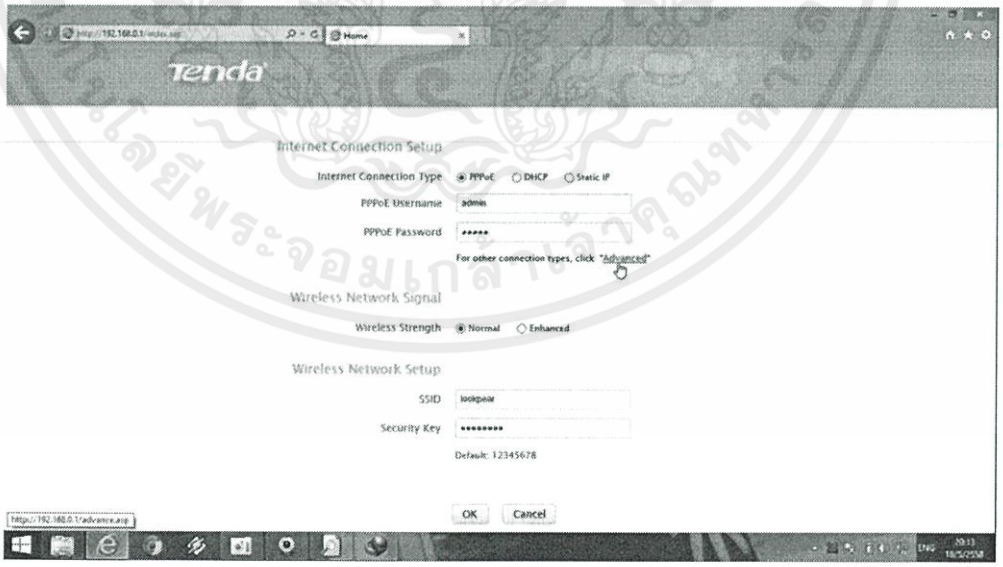
ภาคผนวก ก วิธีการใช้ DHCP Server บน Router

วิธีการใช้ DHCP Server บน Router

1. เข้าไปที่ IP Address ของ Router โดยปกติหมายเลข IP Address คือ 192.168.0.1



2. คลิกเข้าไปที่ “Advance Setting”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้