ระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม
HOLOGRAM PRESENTATION

โดย
นางสาวเบญจมาศ สังข์วัง
นางสาวพรสุดา เทียนชุบ
นางสาวพิม จอห์น สแตมป์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม

HOLOGRAM PRESENTATION

โดย

นางสาวเบญจมาศ สังข์วัง	56010705
นางสาวพรสุดา เทียนชุบ	56010815
นางสาวพิม จอห์น สแตมป์	56010866

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.นภัทร สระเอี่ยม

ดร.สมปอง วิเศษพานิชกิจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

...../...../.....

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม

HOLOGRAM PRESENTATION

ผู้จัดทำ

1. นางสาวเบญจมาศ สังข์วัง 56010705
2. นางสาวพรสุดา เทียนชุบ 56010815
3. นางสาวพิม จอห์น สแตมป์ 56010866

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.นภัทร สระเอี่ยม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.สมปอง วิเศษพานิชกิจ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์นภัทร สระเอี่ยม และอาจารย์สมปอง วิเศษพานิชกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโปรเจค อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย ขอขอบคุณอาจารย์ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์ สำหรับข้อแนะนำและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในการทำโปรเจค นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในห้องโปรเจคทุกคนที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้จัดทำเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

นางสาวเบญจมาศ สังข์วัง
นางสาวพรสุดา เทียนชุบ
นางสาวพิม จอห์น สแตมป์
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม
HOLOGRAM PRESENTATION

โดย นางสาวเบญจมาศ สังข์วัง 56010705
นางสาวพรสุดา เทียนชุบ 56010815
นางสาวพิม จอห์น สแตมป์ 56010866

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.นภัทร สระเอี่ยม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.สมปอง วิเศษพานิชกิจ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีหลักการ Holography เกิดขึ้น จึงนำหลักการนี้มาประยุกต์ใช้กับระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม เพื่อศึกษาหลักการเกิดภาพโฮโลแกรม ออกแบบโปรแกรมควบคุมการแสดงภาพโฮโลแกรมทั้งแบบนิ่งและแบบเคลื่อนไหวได้ อีกทั้งยังประมวลผลลัพธ์ของภาพที่ได้ให้ใกล้เคียงกับตัวจริงมากที่สุด และนำมาประยุกต์ใช้ในการโฆษณา การแสดงสินค้า และการสื่อสารทางไกล

ABSTRACT

At present, the Holography took place this principle applies to systems offered by hologram. To study the image hologram, designed driver display holograms for both still and full move. It also has the image processing results as close to real as possible and applied in advertising, product display and telecommunication.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		V
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 HOLOGRAM	4
	2.2 PYTHON	11
	2.3 OPENCV	14
	2.4 SOCKET PROGRAMMING	15
	2.5 อะคริลิกพลาสติก	17
	2.6 WEB-CAMERA	21
บทที่ 3	**การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์**	**24**
	3.1 การออกแบบ	24
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	37
	3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	**39**
	4.1 ผลการทดลองการประมวลผลภาพ	39
	4.2 ผลการทดลองการรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย	42
	4.3 ผลการทดลองระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม	45
	4.4 ผลการเปรียบเทียบโฮโลแกรมที่ความหนาของตัวฉายภาพต่างกัน	46
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**48**
	5.1 สรุปผล	48
	5.2 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม		**49**
ภาคผนวก ก	โค้ดของระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม ฝั่ง SERVER	50
ภาคผนวก ข	โค้ดของระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม ฝั่ง CLIENT	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	BLOCK DIAGRAM แสดงการทำงานของระบบ	3
2.2	การบันทึกภาพโฮโลแกรม [1]	5
2.3	การสร้างภาพโฮโลแกรม [1]	6
2.4	โฮโลแกรมที่ฉายจากเครื่องฉายแสงเลเซอร์พลาสมาของ AIST [4]	8
2.5	เทคนิค PEPPER'S GHOST [5]	10
2.6	สัญลักษณ์ของโปรแกรม OPENCV [8]	15
2.7	อะคริลิกพลาสติก [10]	17
2.8	การแทรกสอดของแสงระหว่างแผ่นอะคริลิกและอากาศ [11]	18
2.9	ค่าการส่งผ่านของแสงของอะคริลิกที่ระดับต่างๆ [12]	19
2.10	กราฟแสดงการค่าการส่งผ่าน (ก) และการสะท้อนกลับ (ข) ของแสงของอะคริลิก [13]	20
2.11	กล้องเว็บแคม [14]	21
3.1	BLOCK DIAGRAM	24
3.2	แผนผังแสดงการทำงานของระบบ	26
3.3	แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมประมวลผลภาพ	27
3.4	แผนผังแสดงการทำงานของ SERVER	28
3.5	แผนผังแสดงการทำงานของ CLIENT	30
3.6	การออกแบบตัวฉายโฮโลแกรม	31
3.7	มุมมองด้านหน้าของตัวฉายโฮโลแกรม	31
3.8	การตั้งค่าหน้ากระดาษก่อนทำการออกแบบตัวฉายภาพ	33
3.9	การออกแบบตัวฉายภาพจากโปรแกรม ADOBE ILLUSTRATOR จำนวน 4 ด้าน	33
3.10	ตัวฉายภาพ	34
3.11	การสะท้อนและการหักเหของแสง	34
3.12	การออกแบบส่วนฐานขาตั้งกล้อง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.13 การออกแบบส่วนขาตั้งกล้อง 36
3.14 ฐานตั้งกล้อง 36
3.15 กล้อง 37
3.16 ตัวฉายภาพ 37
3.17 จอมอนิเตอร์ 38
4.1 วัตถุที่ใช้ในการทดสอบ 39
4.2 ภาพที่ได้จากการจัดตำแหน่งของภาพ 40
4.3 ภาพที่ได้จากการปรับขนาดของภาพ 41
4.4 ภาพที่ได้จากการหมุนภาพ 42
4.5 การทำงานของ SERVER เมื่อรันโปรแกรม 43
4.6 การทำงานของ SERVER เมื่อ CLIENT ติดต่อเข้ามา 43
4.7 การทำงานของ CLIENT เมื่อรันโปรแกรม 44
4.8 หน้าต่างเมื่อกดเลือกปุ่ม SAVED VIDEO เพื่อทำการเลือกไฟล์ 44
4.9 ภาพที่ CLIENT ได้รับมาจาก SERVER 45
4.10 โฮโลแกรมที่ได้จากการใช้ตัวฉายภาพมารองรับ 46
4.11 ตัวฉายภาพขนาด 1 MM. 46
4.12 ตัวฉายภาพขนาด 2 MM. 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตการแสดงรูปภาพจะเป็นการแสดงรูปภาพในลักษณะของภาพ 2 มิติ ไม่มีความลึกทางมิติของภาพลักษณะภาพที่ได้จะเป็นภาพที่มีลักษณะแบนราบเรียบ มีแต่ด้านกว้างกับยาว ไม่มีความหนาหรือความลึก ไม่เป็นธรรมชาติและไม่สวยงาม ส่วนภาพที่ได้จากการทำให้เป็นภาพ 3 มิติโดยทั่วไปจะให้ความรู้สึกที่นูนมีมิติ แต่ก็ยังไม่ลอยรอบด้าน เป็น 3 มิติที่แท้จริง

จากการศึกษาแนวคิดจากโฮโลแกรม เป็นเทคนิคที่สามารถแสดงผลหรือบันทึกภาพออกมาให้อยู่ในรูปแบบ 3 มิติอาจจะเป็นภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวก็ได้ กล่าวคือภาพที่ออกมาได้นั้นจะต้องมีความลึก ตื้น หนา และบาง ซึ่งเราจะสามารถเห็นภาพเหล่านั้นด้วยตาเปล่าและมองดูได้รอบทิศทาง

ผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดนำหลักการจากโฮโลแกรม มาใช้ในการสร้างเป็นโฮโลแกรมเพื่อใช้ในการนำเสนองานหรือนำเสนอสินค้า เนื่องจากโฮโลแกรม 3 มิติ เป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารระยะไกลระหว่างบุคคลต้นทางและปลายทางที่อยู่ต่างสถานที่กัน ทำให้สามารถโต้ตอบแบบตัวต่อตัวได้ แนวคิดของโฮโลแกรมนั้นไม่ใช่เป็นเพียงแค่ภาพฉากลวงตาที่มีระยะชัดลึกข้างต้น แต่ยังหมายถึงภาพ 3 มิติลอยตัวรอบด้านเสมือนจริงราวกับว่าวัตถุที่มองเห็นนั้นจับต้องโอบกอดได้ หรือที่เราเรียกว่า "3D Hologram"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาหลักการเกิดภาพโฮโลแกรม
2) เพื่อออกแบบโปรแกรมควบคุมการแสดงภาพโฮโลแกรม
3) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการโฆษณา การแสดงสินค้า การสื่อสารทางไกล

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

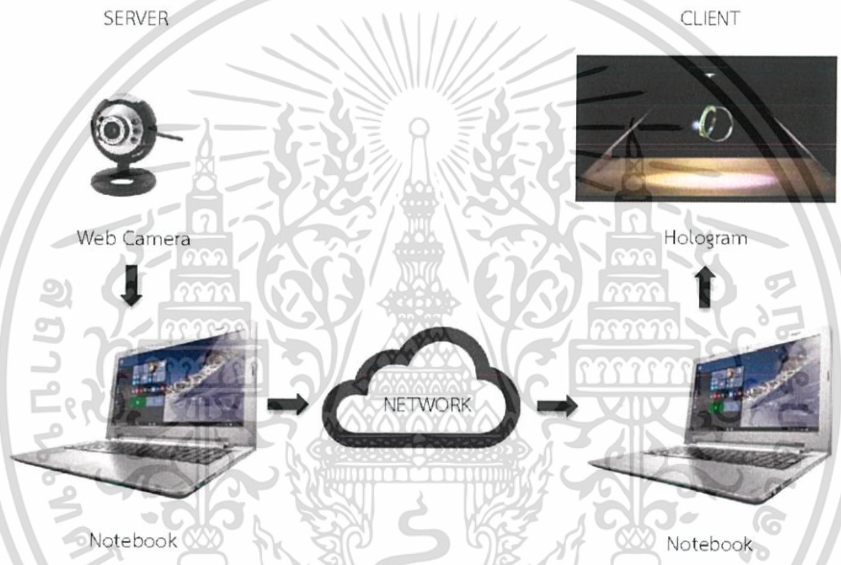
1) สร้างโมเดลสำหรับแสดงภาพโฮโลแกรม
2) ศึกษาหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการทำโครงงาน
3) ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบนำเสนองานด้วยภาพโฮโลแกรมแบบภาพนิ่ง
4) ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบนำเสนองานด้วยภาพโฮโลแกรมแบบเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

โครงงานระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหลักการเกิดภาพโฮโลแกรม การออกแบบโปรแกรมควบคุมการแสดงภาพโฮโลแกรม และนำมาประยุกต์ใช้ในการโฆษณา การแสดงสินค้า และการสื่อสารทางไกล



รูปที่ 2.1 Block Diagram แสดงการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรมนี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ระบบจะเริ่มจากการรับข้อมูลภาพมาจากกล้องเว็บแคม 1 ตัว ทำการดึงภาพด้วยโปรแกรม OpenCV แล้วนำภาพที่ได้มาประมวลผลผ่านโปรแกรมประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบไว้ด้วย Python การทำงานจากนี้จะเริ่มจาก Server ส่งข้อมูลภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วผ่านเครือข่ายไปยัง Client ด้วย socket programming แล้ว Client จะนำข้อมูลภาพที่รับมาไปแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ และใช้ตัวฉายภาพที่ทำจากอะคริลิกพลาสติกมาใช้รองรับภาพที่ได้เพื่อให้เกิดเป็นโฮโลแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 Hologram

Hologram หรือ holographic image คือ ภาพที่จะเปลี่ยนไปเมื่อมองจากจุดที่ต่างกัน โดยส่วนใหญ่จะเป็นภาพของวัตถุอันเดียวกันซึ่งถูกบันทึกจากจุดที่ต่างกัน เมื่อดูโฮโลแกรมจากจุดต่างๆกัน จะทำให้รู้สึกถึงความตื้นหรือความลึกเหมือนกับมีวัตถุที่เป็นสามมิติจริงๆอยู่ในภาพ

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของโฮโลแกรม

โฮโลแกรมถูกค้นพบโดย เดนนิส กาบอร์ (Dennis Gabor, 1900-1979) วิศวกรไฟฟ้าชาวฮังการี ในช่วงปี ค.ศ. 1947 โดยกาบอร์ได้ค้นพบหลักการของโฮโลกราฟีโดยบังเอิญ ในระหว่างที่พัฒนาปรับปรุงคุณภาพของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่บริษัท British Thomson-Houston ที่เมือง Rugby ประเทศอังกฤษ เทคนิคที่คิดค้นนี้เดิมยังใช้อยู่ในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อภาพสามมิติอิเล็กตรอน แต่ภาพสามมิติที่ได้เป็นเทคนิคแสงซึ่งไม่ได้มีการพัฒนาอย่างจริงจัง การบันทึกและการแสดงโฮโลแกรมเริ่มเป็นจริงในช่วงปี ค.ศ. 1960 โดย N. Bassov, A. Prokhorov นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย และ Charles Town นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ทำการสร้างโฮโลแกรมในยุคนี้ด้วยเทคโนโลยีการฉายแสงเลเซอร์ ต่อมาในปี ค.ศ. 1962 Dr.Yuri N. Denisyuk ได้สร้าง white-light reflection hologram ขึ้นครั้งแรก ซึ่งโฮโลแกรมประเภทนี้สามารถมองเห็นได้จากการส่องสว่างของหลอดไฟ ส่วนในปัจจุบันนี้ซึ่งเป็นยุค digital holography คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างโฮโลแกรม ผู้ที่คิดค้นและวิจัยในด้านนี้ คือ บริษัท Zebra Imaging และ Yves GENTET ผู้เชี่ยวชาญด้านโฮโลแกรมชาวฝรั่งเศส

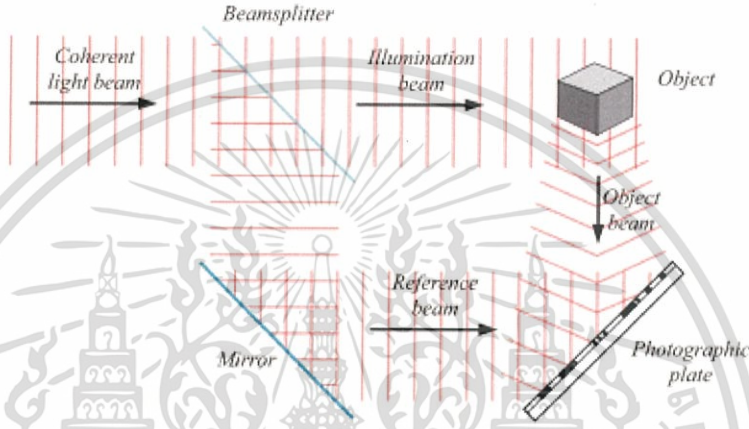
2.1.2 หลักการของโฮโลแกรม

โฮโลแกรมใช้หลักการสร้างภาพให้มีการแทรกสอดของแสง โดยการฉายแสงเลเซอร์จากแหล่งเดียวกัน แยกออกเป็น 2 ลำแสง ลำแสงหนึ่งเป็นลำแสงอ้างอิงเล็งตรงไปที่แผ่นฟิล์ม อีกลำแสงหนึ่งเล็งไปที่วัตถุและสะท้อนไปยังแผ่นฟิล์ม แสงอ้างอิงและแสงจากทุกจุดของวัตถุจะถูกบันทึกทั้งความเข้มและความต่างเฟสไว้บนแผ่นฟิล์มในรูปแบบของการแทรกสอด (Interference Pattern) ภาพที่เห็นจะเป็นภาพเสมือน (Virtual image) ที่เกิดขึ้นด้านหน้าแผ่นฟิล์ม เนื่องจากภาพเกิดจากแสงที่มาจากทุกจุดของวัตถุจึงสามารถมองเห็นภาพเสมือนมองจากวัตถุจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1 การสร้างโฮโลแกรม

1.) การบันทึกภาพ เป็นการบันทึกแถบการแทรกสอดเชิงซ้อน (Complex interference patterns) ซึ่งเกิดจากการที่แสงเลเซอร์ 2 ลำแสงซ้อนทับกันอยู่ แถบการแทรกสอดเชิงซ้อนนี้จะถูกบันทึกไว้บนฟิล์ม เทคนิคที่นิยมใช้ในการสร้างโฮโลแกรมคือ off-axis holography ดังรูปที่ 2.2

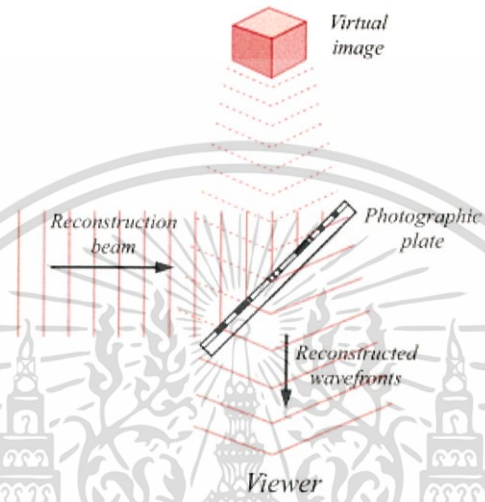


รูปที่ 2.2 การบันทึกภาพโฮโลแกรม [1]

การบันทึกภาพจะเกิดเมื่อแสงเลเซอร์ผ่านเครื่องขยายลำแสง จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ลำแสง โดย Beam splitter ซึ่งลำแสงหนึ่งถูกส่งโดยตรงไปยังฟิล์ม เรียกลำแสงนี้ว่า ลำแสงอ้างอิง (Reference beam) ส่วนอีกลำแสงหนึ่งจะสะท้อนกระจกเข้ากระทบวัตถุและสะท้อนเข้าสู่แผ่นฟิล์ม ลำแสงนี้จะเก็บข้อมูลเฉพาะของวัตถุไว้ เรียกลำแสงนี้ว่า ลำแสงวัตถุ (Object beam) ลำแสงอ้างอิงและลำแสงวัตถุจะซ้อนทับกันบนแผ่นฟิล์มก่อให้เกิดแถบการแทรกสอดเชิงซ้อน จากนั้นนำแผ่นฟิล์มไปทำการล้าง แผ่นฟิล์มที่ได้จากการล้างเรียกว่า แผ่นโฮโลแกรม (Photographic plate) ลักษณะที่ได้คือไม่สังเกตเห็นด้วยตาเปล่าหรือไม่เห็นเป็นรูปร่างอะไรเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) การสร้างภาพ (reconstruction of image) เป็นการสร้างภาพ 3 มิติ ขึ้นจากแผ่นโฮโลแกรม ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การสร้างภาพโฮโลแกรม [1]

เมื่อต้องการเห็นรูปภาพที่ถูกบันทึกไว้นั้น จะต้องทำการสร้างภาพจากแผ่นโฮโลแกรมโดยการใช้แสงเลเซอร์ชนิดเดียวกัน กล่าวคือมีความยาวคลื่นเท่ากัน มาส่องผ่านแผ่นโฮโลแกรม ในที่นี้อาจจะเคลื่อนย้ายวัตถุเดิมที่ใช้ในการบันทึกภาพออกไป หรือปิดกั้นลำแสงวัตถุด้วยชัตเตอร์ หรืออาจจะนำแผ่นโฮโลแกรมไปวางไว้ในบริเวณอื่น แล้วทำการส่องแสงเลเซอร์ชนิดเดียวกับขั้นตอนบันทึกภาพ โดยให้แสงเลเซอร์ส่องมาทิศทางเดียวกับลำแสงอ้างอิง ลำแสงนี้เรียกว่า ลำแสงสร้าง (Reconstruction beam) ทำให้ได้ภาพ 3 มิติของวัตถุเดิม เกิดขึ้น 2 รูปแบบคือ ภาพเสมือนและภาพจริง

สิ่งสำคัญในการสร้างโฮโลแกรมคือ ต้องมีลำแสงอาพันธ์ที่ใช้แยกเป็นลำแสงอ้างอิงและลำแสงวัตถุ ลำแสงทั้งสองนี้จะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ขณะที่ลำแสงไปถึงฟิล์มความแตกต่างของระยะทางที่ลำแสงทั้งสองเดินทางจากตัวแยกแสงถึงฟิล์ม หรือ ความแตกต่างของเส้นทางเดินแสง (Optical Path Difference: OPD) จะต้องไม่มากกว่าความยาวอาพันธ์ (Coherence length) ของแสงนั้น และมุมที่แนวของลำแสงทั้งสองกระทำต่อกันต้องไม่มากเกินไป เพื่อทำให้ลำแสงทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ไปถึงฟิล์มยังคงมีความต่างเฟสที่ต่างกันอย่างคงที่หรือยังคงเป็นแสงอาพันธ์อยู่ สิ่งสำคัญอย่างมากอีกข้อหนึ่งในการสร้างโฮโลแกรมก็คือ อุปกรณ์ทั้งหมดต้องวางอยู่ในที่ที่ปราศจากการสั่นสะเทือนใดๆ ในขณะที่ทำการบันทึกภาพการแทรกสอด และในการบันทึกนี้จำเป็นต้องกระทำในห้องมืดอีกด้วย

ความแตกต่างระหว่างภาพถ่ายธรรมดา (photograph) และภาพโฮโลแกรมนั้นคือ สิ่งที่ถูกบันทึก ภาพถ่ายธรรมดาจะบันทึกความเข้ม (intensity) และ สี ซึ่งก็คือ ความยาวคลื่นของแสงของแต่ละจุดในภาพที่ฉายตกลงบนฟิล์ม สำหรับภาพโฮโลแกรมนั้น นอกจากความเข้มและสีแล้ว ยังทำการบันทึกเฟสด้วย ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำให้สามารถกลับหน้าคลื่นของแสงให้เหมือนหรือคล้ายกับที่สะท้อนออกจากวัตถุมาเข้าตาโดยตรงได้ ทำให้เห็นภาพที่มองเห็นนั้นเหมือน 3 มิติ

2.1.3 การแบ่งประเภทของโฮโลแกรม

โฮโลแกรมแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ๆได้ 2 ประเภท คือ white-light hologram ซึ่งภาพโฮโลแกรมที่ได้นั้น สามารถมองเห็นได้ด้วยการส่องสว่างด้วยแสงสว่างจากธรรมชาติ และอีกประเภทหนึ่งคือ โฮโลแกรมที่ต้องถูกส่องสว่างด้วยแสงเลเซอร์ หรือแสงที่มีสภาพหน้าคลื่นสอดคล้องกันในระดับหนึ่ง จึงจะมองเห็นภาพ 3 มิติได้

เทคโนโลยีโฮโลแกรมยังอยู่ในส่วนของการค้นคว้าวิจัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจจะกล่าวถึงได้ไม่ครอบคลุมมากนัก แต่จะกล่าวถึงเทคโนโลยีโฮโลแกรมที่พบส่วนมากในงานวิจัยต่างๆ คือ

2.1.3.1 โฮโลแกรมแบบสะท้อนกระจก (Cheoptic Hologram) โฮโลแกรมประเภทนี้อาศัยการสะท้อนกันของเครื่องฉายภาพ ไม่ว่าจะเป็นการใช้โปรเจ็กเตอร์ หรือ จอภาพสะท้อนลงไปในกระจกเงาพร้อมๆกัน ทั้ง 4 ด้าน

2.1.3.2 โฮโลแกรมแบบควัน (Fog Hologram) โฮโลแกรมนี้จะต้องใช้ควันจากเครื่องสร้างมาเป็นพื้นฉากหลังให้กับเครื่องฉายภาพ โดยเทคโนโลยีดังกล่าวนี้ถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายที่สุดในปัจจุบัน แต่เทคโนโลยีดังกล่าวนี้ยังคงมีปัญหาในเรื่องของภาพที่ได้จากการแสดงผลนั้นยังมีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควรนัก

2.1.3.3 โฮโลแกรมแบบใช้ไอน้ำ (Mist Hologram) โฮโลแกรมแบบใช้ไอน้ำจะมีลักษณะการทำงานคล้ายกับโฮโลแกรมที่ใช้ควันเป็นฉากหลัง โดยไอน้ำที่ได้จากการทำเป็นฉาก

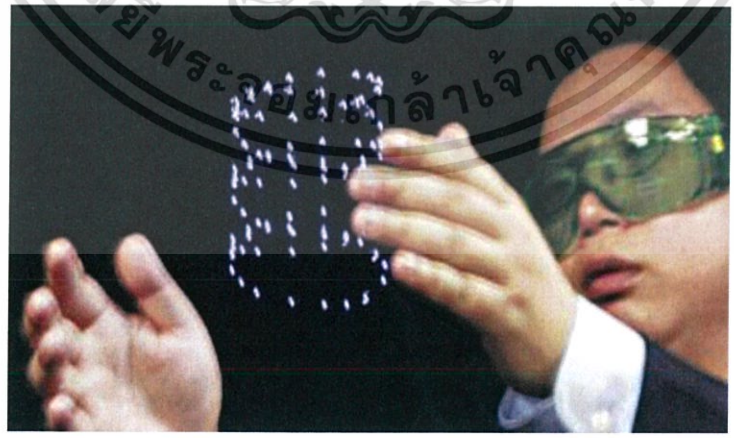
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังนั้นสามารถควบคุมได้ง่ายกว่าควัน แต่มีปัญหาด้านความชัดของภาพซึ่งจะมีคุณภาพด้อยกว่าโฮโลแกรมที่เป็นแบบควัน

2.1.3.4 โฮโลแกรมแบบการใช้ภาพหมุน (Rotating Hologram) เทคโนโลยีโฮโลแกรมแบบนี้ จะอาศัยการฉายภาพจากเครื่องฉายภาพสะท้อนลงไปในแผ่นกระจก ฉายภาพทีละด้านพร้อมทั้งหมุนภาพดังกล่าวจนครบ 360 องศา เพื่อให้ได้ภาพออกมาในรูปแบบ 3 มิติ

2.1.3.5 โฮโลแกรมแบบใช้เทคโนโลยีโอแอลอีดี (OLED: Organic light-emitting diode Hologram) โฮโลแกรมประเภทนี้จะแสดงภาพบนจอโอแอลอีดี ซึ่งจอชนิดนี้อาศัยเทคโนโลยีในการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อนในการผลิตแผ่นฟิล์มในการแสดงผลที่สามารถงอหรือพับได้ โดยจะทำการม้วนแผ่นฟิล์มที่มีลักษณะใสเป็นวงกลมและทำให้สามารถแสดงภาพได้ครบ 360 องศา

2.1.3.6 โฮโลแกรมแบบใช้เลเซอร์ยิงอนุภาคของอากาศ โดยเทคโนโลยีโฮโลแกรมประเภทนี้ถูกค้นคิดโดย สถาบันอุตสาหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติประเทศญี่ปุ่น Japan's National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) ดังรูปที่ 2.4 โดยหลักการ คือ จะทำการปล่อยก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนในอากาศที่จุดโฟกัสที่ต้องการทำให้เกิดภาพ และหลังจากนั้นก็จะทำการยิงเลเซอร์พลังงานสูงเพื่อไปยิงอนุภาคของอากาศที่ได้จากการผสมกันระหว่างก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจน จึงทำให้เกิดจุดแสงขึ้นมาบนอากาศ โดยข้อเสียของเทคโนโลยีแบบนี้ คือ ภาพที่ได้ออกมานั้นยังมีสีที่ไม่มากเพียงพอที่จะทำให้เกิดภาพที่จะสามารถแสดงผลได้มากนัก คงต้องใช้เวลาซักระยะหนึ่งในการวิจัยจึงจะสามารถนำออกมาให้ได้ใช้งานจริง



รูปที่ 2.4 โฮโลแกรมที่ฉายจากเครื่องฉายแสงเลเซอร์พลาสมาของ AIST [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฮโลแกรมที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ คือ โฮโลแกรมแบบสะท้อนกระจก โฮโลแกรมประเภทนี้อาจจะกล่าวไม่ได้ว่าเป็นโฮโลแกรมที่แท้จริง เนื่องจากการเกิดโฮโลแกรมประเภทนี้นั้นไม่ได้เกิดจากหลักการแทรกสอดของแสงบนแผ่นฟิล์ม แต่เกิดจากการสะท้อนและหักเหบนตัวฉายทำให้ภาพที่ได้เสมือนลอยตัวอยู่กลางอากาศ จากหลักการสะท้อนและหักเหที่กล่าวมานี้เป็นเทคนิคที่มีใช้มานานแล้วใน Pepper's Ghost

2.1.4 Pepper's Ghost

เทคนิค Pepper's Ghost ในยุคปัจจุบันนิยมใช้โปรเจคเตอร์ (projector) ฉายภาพลงไปยังพื้นผิวสะท้อนแสง (reflective surface) จากนั้นภาพจะสะท้อนไปยังจอรับภาพแบบใสหรือฉากรับภาพแบบใส (transparent foil) โดยจอรับภาพแบบใสอาจจะทำมุมประมาณ 45 องศากับพื้นผิวสะท้อนแสง ซึ่งภาพเคลื่อนไหวจะมาจากไฟล์วิดีโอธรรมดาที่เป็นสองมิติ ดังนั้นการฉายภาพในลักษณะนี้จึงไม่มีความเป็นสามมิติหรือเป็นโฮโลแกรม

2.1.4.1 ประวัติของ Pepper's Ghost

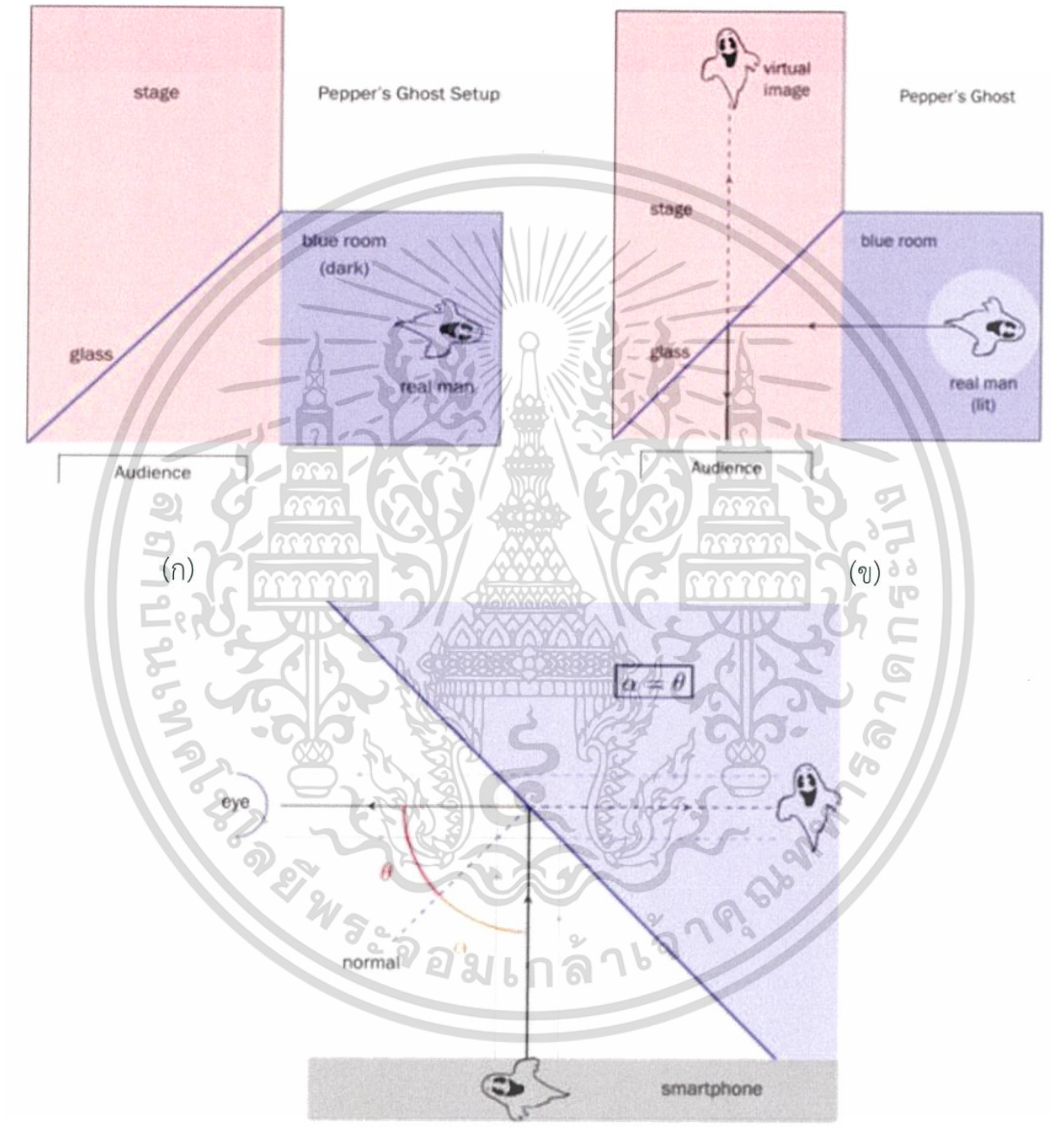
ประวัติความเป็นมาของเทคนิคนี้ได้ถือกำเนิดขึ้นในช่วงศตวรรษที่ 16 หลักฐานงานเขียนชิ้นแรกที่ทำให้ Pepper's Ghost นี้เป็นที่รู้จักได้ถูกค้นพบในคำอธิบายของภาพลวงตา ซึ่งเขียนโดย Giambattisga Della Porta จากนั้น Dr.Hendry Pepper ได้นำบทความนี้มาปรับเปลี่ยนแนวความคิดของรูปแบบจำลอง Ghost in stage และจากแนวคิดนี้ได้ถูกสร้างขึ้นใช้งานจริงและมีการปรับเปลี่ยนและพัฒนาขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1862 โดย Henry Drick วิศวกรโยธา กลไกที่สร้างขึ้นนี้แพร่หลายอย่างรวดเร็วในช่วงปลายศตวรรษที่ 18 ที่ประเทศอังกฤษ

2.1.4.2 หลักการทำงานของ Pepper's Ghost

หลักการทำงานของ Pepper's Ghost ถูกสร้างขึ้นโดยมีวิธีการดังแสดงในรูปที่ 2.5 (ก) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือเวทีส่วนที่มองเห็นได้ (สีชมพู) และห้องที่อยู่อีกด้านหนึ่งซึ่งซ่อนจากมุมมองของผู้ชม (สีฟ้า) ห้องที่ซ่อนไว้ คือห้องที่ใช้สำหรับคนหรือวัตถุที่เป็นของจริง และห้องนี้มักจะเป็นห้องสีดำหรือมืด โดยจะมีแผ่นกระจกวางอยู่ที่มุม 45° ระหว่างเวทีกับห้องสีฟ้า ดังรูป 2.5 (ข) เมื่อห้องฟ้านี้มืดและเวทีสว่างขึ้น เวทีก็จะดูเหมือนว่างเปล่าเปรียบเสมือนการที่ยืนอยู่หน้ากระจกหรือหน้าต่างเมื่อมีแสงแดดอยู่ภายนอก จะสามารถมองเห็นภาพสะท้อนเกิดขึ้น โดยที่มองเห็นว่าไม่มีสิ่งของหรืออะไรอยู่ด้านนอกเลย จากนั้นเมื่อไฟเวทีมืดลงและแสงภายในห้องสีฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สว่างขึ้น จะเกิดการสะท้อนภาพจากห้องปรากฏมายังกระจก ซึ่งหลักการนี้เกิดจาก การสะท้อนของภาพ ภาพสะท้อนที่ได้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับรูปที่ 2.5 (ค)



(ค)

รูปที่ 2.5 เทคนิค Pepper's Ghost [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Python

ภาษา Python ถูกสร้างโดย Guido Van Rossum โดยโค้ดภาษา Python ถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซี การประมวลผลจะทำในแบบอินเทอร์พรีเตอร์ คือจะประมวลผลไปทีละบรรทัดและกระทำตามคำสั่งที่ได้รับ

Python เป็นภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux, Windows หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD อีกอย่างหนึ่งภาษานี้เป็น Open source เหมือนอย่าง PHP ทำให้ทุกคนสามารถที่จะนำ Python มาพัฒนาโปรแกรมได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และความเป็น Open Source ทำให้มีการพัฒนาให้มีความสามารถสูงขึ้น และใช้งานได้ครอบคลุมกับทุกลักษณะงาน

เนื่องจากโปรแกรมภาษา Python เป็น software ประเภท Open source จึงมีแหล่งรวบรวมสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปสามารถดาวน์โหลดมาติดตั้งได้ด้วยตนเองตามที่อยู่เว็บไซต์ http://python.org/download

2.2.1 คุณลักษณะเด่นของภาษา Python

2.2.1.1 สนับสนุนแนวคิดการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ หรือ OOP (Object Oriented Programming)

2.2.1.2 เป็น Open Source

2.2.1.3 โค้ดที่เขียนด้วย Python สามารถนำไปรันบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย

2.2.1.4 สนับสนุนเทคโนโลยี COM ของ Ms-windows

2.2.1.5 Python รวมมาตรฐานการอินเตอร์เฟส Tkinter ซึ่งสนับสนุนบนระบบX window, Ms-windows และ Macintosh การใช้คำสั่ง Tkinter API ช่วยให้โปรแกรมเมอร์ไม่ต้องแก้ไขโค้ดเมื่อนำไปรันบนระบบปฏิบัติการอื่นๆ

2.2.1.6 เป็น Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.7 มี Built-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ใน Python ประกอบด้วย ลิสต์, ดิกชันนารี, สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง

2.2.1.8 มีเครื่องมือต่างๆมากมาย เช่น การประมวลผลเท็กซ์ไฟล์ การเรียงข้อมูล การเชื่อมต่อสตริง การตรวจสอบเงื่อนไขของข้อความ การแทนคำ เป็นต้น

2.2.1.9 มีโมดูลสำหรับจัดการ Regular Expression

2.2.1.10 มีโมดูลที่สร้างขึ้นจากนักพัฒนาที่สนับสนุนมากมาย ได้แก่ COM, Image, CORBA, ORBs, XML เป็นต้น

2.2.1.11 จัดการหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติ โดยสามารถจัดการกับพื้นที่หน่วยความจำที่ไม่ต่อเนื่องให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.1.12 อนุญาตให้ฝังชุดคำสั่งของ Python เอาไว้ภายในโค้ดภาษา C/C++ ได้

2.2.1.13 อนุญาตให้โปรแกรมเมอร์สร้าง Dynamic Link Library (DLL) เพื่อใช้ร่วมกับ Python

2.2.1.14 มีโมดูลที่สนับสนุนเกี่ยวกับ expression, xml, GUI และอื่นๆ

2.2.1.15 ประกอบด้วยโมดูลสำหรับสร้าง Internet Script และติดต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่าน Sockets, และทำหน้าที่เป็น CGI Script ตลอดจนใช้งานคำสั่ง FTP, Gopher, XML และอื่นๆอีกมาก

2.2.1.16 สามารถประมวลผลทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.1.17 มีฟังก์ชันที่สนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle, Informix, ODBC และอื่นๆ

2.2.1.18 มีไลบรารีที่สนับสนุนด้านการสร้างภาพกราฟิก เช่น ทำภาพเบลอหรือภาพชัด หรือเขียนข้อความบนภาพ ตลอดจนบันทึกไฟล์ในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.19 มีไลบรารีสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์

2.2.1.20 มีไลบรารีที่ใช้สำหรับสร้างเอกสาร PDF โดยที่ไม่ต้องติดตั้ง Acrobat Writer

2.2.1.21 มีไลบรารีสำหรับสร้าง Shockwaves Flash (SWF) โดยไม่ต้องติดตั้ง Macromedia Flash

2.2.2 ข้อดีของภาษา Python

2.2.2.1 ง่ายต่อการเรียนรู้โดยภาษา Python มีโครงสร้างภาษาที่ไม่ซับซ้อน นอกจากนี้ภาษา Python ยังมีความยืดหยุ่นสูงทำให้การจัดการกับงานด้านข้อความ และ text file ได้เป็นอย่างดี

2.2.2.2 ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น เพราะตัวแปลภาษา Python อยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ GNU (General Public License: GNU/GPL)

2.2.2.3 สามารถใช้ได้ทุกแพลตฟอร์ม กล่าวคือ สามารถทำงานได้กับ CPU หลาย ๆ ระบบปฏิบัติการ เพียงแต่ผู้เขียนโปรแกรมเขียนจากแพลตฟอร์มใดๆ แล้วนำโปรแกรมที่ได้ไปให้ทำงานต่างแพลตฟอร์มกันได้

2.2.2.4 ภาษา Python ได้นำเอาข้อดีของโปรแกรมในอดีตเข้ามาไว้ด้วยกัน เช่น ภาษา C, C++, Java และ Perl เป็นต้น

2.2.2.5 มีความปลอดภัยสูงเนื่องจากภาษา Python ทำงานอยู่ด้าน Server เป็นหลัก เมื่อมีการร้องขอจากเครื่อง Client จะประมวลผลที่เครื่อง Server ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงเครื่อง Server ได้โดยตรงจึงมีความปลอดภัยสูงกว่า

2.2.2.6 ใช้ในการพัฒนา Web Service ซึ่งในปัจจุบันการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้เน้นที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันทั้งในองค์กรเดียวกันหรือแม้แต่ต่างองค์กรกัน ทำให้เกิดความสะดวกสบาย ไม่ต้องใช้ซอฟต์แวร์อื่น มาแปลงข้อมูลเพื่อให้เข้ากันได้อีกต่อไปเรียนรู้ได้เร็วกว่าโปรแกรมภาษาอื่น เพราะมีโครงสร้างภาษาที่ไม่ซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 OpenCV

OpenCV ย่อมาจาก Open source Computer Vision โดย library เหล่านี้ถูกเขียนด้วยภาษา C/C++ และสามารถรันภายใต้ระบบปฏิบัติการ Linux, Windows และ Mac OS X จุดประสงค์หลักของ OpenCV คือ การนำมาพัฒนาโปรแกรมที่เน้นการคำนวณแบบ real time เป้าหมายหลักของ OpenCV ก็เพื่อเตรียมคำสั่งพื้นฐานที่ง่ายต่อการใช้งานทางด้าน Image Processing ทางด้าน Computer Vision และทางด้าน Machine Learning โดยจะเน้นไปที่ statistical pattern recognition และ clustering อย่างพวก K-Mean Clustering ทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมและต่อยอดขึ้นไปอีกได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจาก OpenCV มี library มากถึง 500 ฟังก์ชั่น ตัวอย่าง Application ที่นำมาใช้ เช่น การประมวลผลเกี่ยวกับภาพและสัญญาณ (Image and Signal Processing), การตรวจสอบลักษณะวัตถุจากภาพหรือวิดีโอ (Object Identification), การจดจำใบหน้า (Face Recognition) ม่านตา (iris Recognition), ตรวจสอบขอบหรือด้านของวัตถุ (Edge Detection), ตรวจสอบความเคลื่อนไหว (Motion Detection) เป็นต้น

2.3.1 โครงสร้างของ OpenCV

2.3.1.1 CV ประกอบไปด้วยคำสั่งประมวลผลภาพพื้นฐานและระดับสูง

2.3.1.2 MLL ประกอบด้วยคำสั่งเกี่ยวกับ machine learning library และการคำนวณทางสถิติซึ่งประกอบไปด้วย statistical classifiers และ clustering tools

2.3.1.3 HighGUI เป็น library ส่วนหนึ่งของ OpenCV ที่ใช้สำหรับติดต่อกับระบบปฏิบัติการ ระบบไฟล์ และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ ฟังก์ชันของ HighGUI เช่น ใช้สำหรับเปิดหน้าต่างสำหรับการแสดงผล ใช้แสดงภาพ ใช้สำหรับการอ่านเขียนไฟล์กราฟิก ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเมาส์และคีย์บอร์ด

2.3.1.4 CXCore เป็นชุดคำสั่งพื้นฐานโครงสร้างข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์ของโปรแกรม OpenCV [8]

2.4 Socket Programming

แม้ว่าในปัจจุบันนี้การพัฒนาโปรแกรมบนเครือข่าย จะพัฒนาในลักษณะที่เป็นเว็บแอปพลิเคชัน หรือใช้มิดเดิลแวร์อย่าง Java EE หรือ Microsoft .Net เป็นหลัก แต่พื้นฐานของโปรแกรมที่ทำงานบนเครือข่ายจะอยู่บนแนวคิดของ Socket ยิ่งไปกว่านั้นแอปพลิเคชันหลัก ๆ บนอินเทอร์เน็ตที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ เช่น การติดต่อเพื่อขอหน้าเว็บระหว่างเว็บเบราว์เซอร์หรือเว็บเซิร์ฟเวอร์ หรือการรับส่งไฟล์โดยใช้โปรโตคอล FTP ก็ใช้เพียงแค่แนวคิดของ Socket ในการทำงาน

Socket ถ้าให้ความหมายในภาษาไทยอย่างง่ายๆ ก็คือ เต้ารับที่สามารถเอาอุปกรณ์มาเสียบลงไปได้ ตัวอย่างเช่น เต้ารับของปลั๊กไฟ การที่ใช้ชื่อ Socket นี้กับการสื่อสารระหว่างโปรแกรมบนเครือข่ายก็เพื่อแสดงให้เห็นภาพว่าโปรแกรมที่ต้องการคุยกันระหว่างเครือข่ายแต่ละตัวจะต้องเตรียมเต้ารับ (Socket) ของตัวเองไว้ เมื่อต้องการจะคุยกันก็เอาสายเคเบิลมาเสียบเข้ากับเต้ารับของทั้งสองฝั่ง ก็จะทำให้โปรแกรมจากทั้งสองฝั่งสามารถส่งข้อความกันได้ผ่านทางสายเคเบิล

ในปัจจุบันระบบปฏิบัติการแทบทุกตัวจะรองรับแนวคิดของการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายโดยใช้ Socket และภาษาเขียนโปรแกรมแทบทุกภาษาก็จะมี Socket API ให้นักเขียนโปรแกรมเรียกใช้ ข้อดีของการใช้ Socket API ก็คือนักเขียนโปรแกรมไม่จำเป็นต้องลงไปรู้รายละเอียดของโปรโตคอลในระดับชั้น Transport (อย่างเช่น TCP) และระดับชั้น Network (อย่างเช่น IP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่ต้องเข้าใจก่อนจะลงมือเขียนโปรแกรมโดยใช้ Socket API ก็คือ จะระบุถึงโปรแกรมที่อยู่กันบนคนละเครื่องในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างไร คำตอบก็คือต้องระบุโดยใช้เลขที่อยู่ 2 ตัว คือ เลขที่อยู่ของเครื่องที่โปรแกรมนั้นทำงานอยู่ และเลขที่อยู่ของโปรแกรมนั้น ที่ต้องระบุเลขที่อยู่ของโปรแกรมก็เพราะว่าบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งอาจมีโปรแกรมที่ทำงานผ่านเครือข่ายทำงานอยู่พร้อมๆ กันหลายตัว ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการเขียนจดหมายถึงเพื่อนที่อยู่คอนโดจะต้องจ่าหน้าซองโดยระบุที่อยู่ของคอนโด และหมายเลขห้องของเพื่อน (คอนโดหนึ่งมีหลายห้อง) ที่อยู่ของคอนโดเปรียบได้กับเลขที่อยู่ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนเลขที่ห้องก็คือที่อยู่ของโปรแกรมนั่นเอง

สำหรับบนอินเทอร์เน็ตเลขที่อยู่ของเครื่องคอมพิวเตอร์จะระบุโดยใช้หมายเลขไอพี (IP Address) ซึ่งอาจเคยเห็นผ่านตามาบ้างในรูปแบบเช่น 192.168.1.2 หมายเลขนี้เป็นหมายเลขไอพีในเวอร์ชัน 4 ต่อไปอาจจะต้องใช้เวอร์ชัน 6 ซึ่งจะเป็นเลขฐานสิบหก ส่วนหมายเลขที่อยู่ของโปรแกรมจะใช้หมายเลขพอร์ต (port number) ซึ่งหมายเลขพอร์ตนี้ก็คือเลขจำนวนเต็มธรรมดา โดยจะเป็นเลขจำนวนเต็มที่เริ่มจาก 0 ถึง 65,535 ช่วงของตัวเลขที่ได้นี้ก็มาจากจำนวนบิตในฟิลด์ที่ใช้เก็บหมายเลขพอร์ตในโปรโตคอลระดับชั้น Transport อย่าง TCP หรือ UDP มีจำนวน 16 บิต ตัวอย่างหมายเลขพอร์ตตัวหนึ่งที่เป็นมาตรฐานสำหรับโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็คือพอร์ตหมายเลข 80 ดังนั้นสมมติว่าถ้าเว็บเบราว์เซอร์ต้องการติดต่อกับโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานอยู่บนเครื่องที่มีหมายเลข IP 161.246.123.123 ก็ต้องระบุทั้งหมายเลขไอพีดังกล่าว และหมายเลขพอร์ตซึ่งคือ 80

สำหรับการใช้งาน Socket API นั้นแต่ละโปรแกรมก็ต้องระบุที่อยู่ทั้งสองตัวเพื่อสร้างเต้ารับของตนเอง ซึ่งในการใช้งาน Socket API จะเรียกเลขที่อยู่ทั้งสองว่าที่อยู่ซ็อคเก็ต (Socket Address) ซึ่งก็คือ

Socket Address = IP Address + Port Number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อะคริลิกพลาสติก

อะคริลิกพลาสติก ชื่อทางเคมี คือ โพลิเมทิลเมทาไครเลต หรือ PMMA เป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง และมีชื่อทางการค้าหลายชื่อด้วยกัน เช่น Plexiglas, Lucite, Perspex เป็นต้น พลาสติกชนิดนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานหลายอย่าง เช่น กระจกใสบนเครื่องบิน ป้ายโฆษณา กระจกตู้ปลา วัสดุทางการแพทย์ เป็นต้น เนื่องจากวัสดุมีสมบัติโดดเด่นในเรื่องความเหนียว (toughness) ความโปร่งใส (transparent) สามารถขึ้นรูปได้ง่าย และเมื่อผนวกกับการมีความหนาแน่นต่ำซึ่งเป็นสมบัติประจำตัวของวัสดุประเภทพลาสติกแล้ว อะคริลิกพลาสติกจึงเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้แทนแก้วในงานหลายอย่าง

รูปที่ 2.7 อะคริลิกพลาสติก [10]

2.5.1 คุณสมบัติของอะคริลิกพลาสติก

2.5.1.1 มีความหนาแน่นประมาณ 1.15-1.19 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีดัชนีหักเหประมาณ 1.4893-1.4899

2.5.1.2 มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 130-140 องศาเซลเซียส และจุดเดือดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

2.5.1.3 มีความทนทานต่อการกระแทก (impact strength) สูงกว่าแก้วและโพลิสไตรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

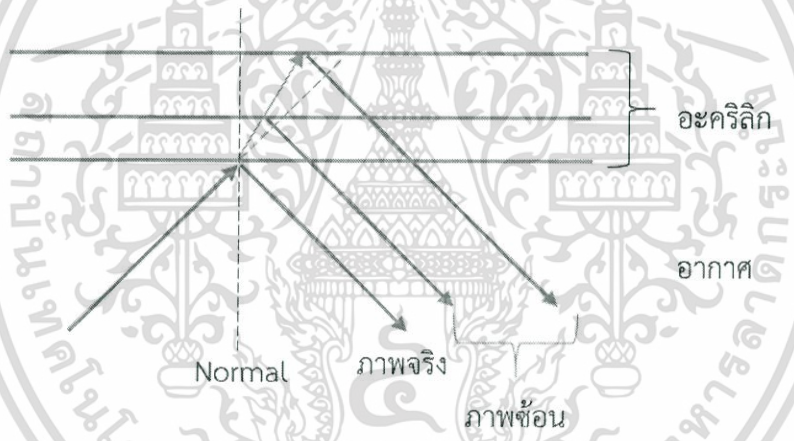
2.5.1.4 แสงสามารถส่องผ่านได้ถึงร้อยละ 92 และมีการสะท้อนกลับที่ผิวประมาณร้อยละ 4

2.5.1.5 มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมดีกว่าพลาสติกชนิดอื่น เช่น โพลิคาร์บอเนต จึงนิยมใช้อะคริลิกพลาสติกกับงานกลางแจ้งด้วย

2.5.1.6 มีน้ำหนักเบา โดยมีน้ำหนักเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแผ่นกระจกขนาดเดียวกัน

2.5.2 การสะท้อนและหักเหของแผ่นอะคริลิกพลาสติก

เมื่อแสงหักเหผ่านอะคริลิกพลาสติก จะมีแสงบางสวนสะท้อนกลับทำให้ความเข้มของภาพลดนอยลง แตบางครั้งแสงที่สะทอนกลับนั้นกลับรบกวน ทำให้ความคมของภาพลดลง



รูปที่ 2.8 การแทรกสอดของแสงระหว่างแผ่นอะคริลิกและอากาศ [11]

ดังนั้นภาพที่ฉายบนแผ่นอะคริลิกพลาสติกนั้นจะมีความคมชัดหรือไม่นั้น จึงขึ้นอยู่กับความหนาหรือบางของแผ่นอะคริลิกพลาสติกด้วย โดยแสงที่ผ่านตัวกลางจะเกิดการสะท้อนและหักเหและจากนั้นจะเกิดการสะท้อนกลับ หากเป็นแผ่นอะคริลิกพลาสติกที่มีความหนามากก็จะเกิดการสะท้อนกลับที่รุนแรงมาก ภาพที่ได้จะไม่มีความคมชัด เกิดการซ้อนกันของภาพ ดังภาพที่ 2.8 ดังนั้นการเลือกขนาดของแผ่นอะคริลิกพลาสติกจึงมีความสำคัญต่อภาพที่จะปรากฏ โดยใช้แผ่นอะคริลิกพลาสติกที่มีขนาดบางที่สุดที่หาซื้อได้ง่ายคือ ขนาด 1 มิลลิเมตร

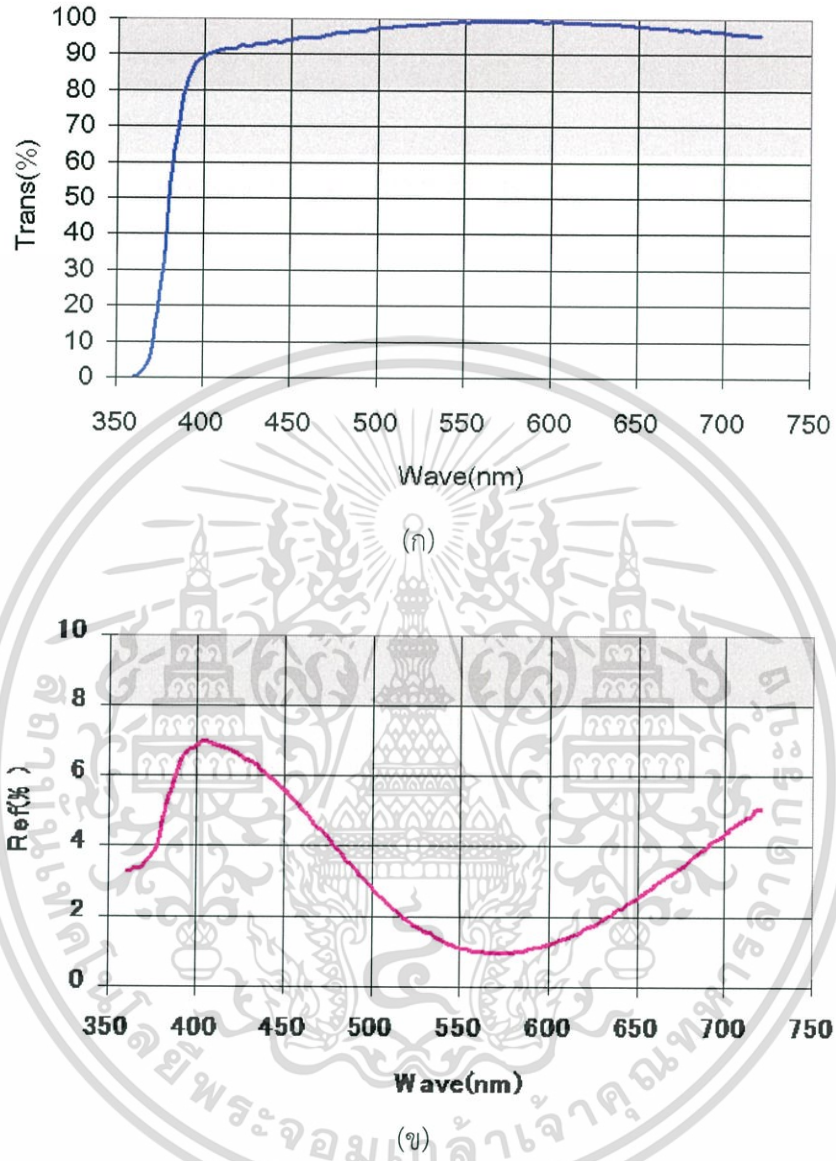
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การส่งผ่านและการสะท้อนกลับของแผ่นอะคริลิกพลาสติก

ค่าการส่งผ่านของแสง หรือ visible light transmission คือ ค่าการส่งผ่านของแสง (ที่คนสามารถมองเห็นได้) ตัวเลขที่ได้จะเป็นเปอร์เซ็น แต่บางครั้งก็เป็นทศนิยมคิดให้เป็นเปอร์เซ็นด้วยการคูณด้วย 100 โดยค่าเปอร์เซ็นต่างๆสามารถมองเห็นได้ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ค่าการส่งผ่านของแสงของอะคริลิกที่ระดับต่างๆ [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 กราฟแสดงการค่าการส่งผ่าน (ก) และการสะท้อนกลับ (ข) ของแสงของอะคริลิก [13]

จากรูปที่ 2.10 (ก) จะเห็นได้ว่า ค่าการส่งผ่านของแสงของแผ่นอะคริลิกพลาสติกจะประมาณ 90-100% โดยอยู่ในช่วงที่แสงมองเห็นในช่วงความยาวคลื่น 400 – 700 nm ซึ่งหมายความว่าถ้ามีแสงมากระทบที่แผ่นอะคริลิกคิดเป็น 100% อะคริลิกพลาสติกแผ่นนี้จะยอมให้แสงส่องผ่านเข้ามาประมาณ 90-100% ยิ่งค่าการส่งผ่านของแสงมากภาพที่ได้จากการสะท้อนลงบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นอะคริลิกพลาสติกก็จะดูลอยตัวเสมือนไม่มีฉากมารับภาพ เนื่องจากสามารถสังเกตเห็นส่วนประกอบอื่นๆด้านหลังภาพนั้นได้ ส่วนค่าการสะท้อนกลับที่ผิวประมาณ 4% ดังรูปที่ 2.10 (ข) ซึ่งค่าที่กล่าวข้างต้นเป็นค่าจากการทดสอบของแผ่นอะคริลิกพลาสติกที่มีความหนา 0.5 ถึง 8 มิลลิเมตร

2.6 Web Camera

เว็บแคม (Webcam) หรือเรียกเต็มๆว่า Web Camera หรืออาจเรียกว่า Video Camera หรือ Video Conference เป็นอุปกรณ์อินพุตที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของสิ่งของหรือบุคคลเพื่อนำไปแสดงผลทางหน้าจอมอนิเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้บุคคลอีกสถานที่หนึ่งสามารถเห็นการเคลื่อนไหวเสมือนสิ่งของหรือบุคคลนั้นอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกชนิดหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้น

2.6.1 ชนิดของกล้องเว็บแคม

ชนิดของกล้องเว็บแคม (Webcam) แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย โดยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังนี้

2.6.1.1 กล้องเว็บแคมแบบมีสาย จะมีความยุ่งยากในเรื่องการใช้สายต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่จะมีราคาถูกกว่าแบบไร้สายมาก ทำให้คนส่วนใหญ่นิยมซื้อกล้องเว็บแคมแบบมีสายมาใช้งาน ข้อเสียของกล้องเว็บแคมแบบมีสาย คือ ทำให้ไม่สามารถวางตัวกล้องได้ไกลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้กล้องไม่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวในระยะไกลได้เหมือนแบบไร้สาย

รูปที่ 2.11 กล้องเว็บแคม [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2 กล้องเว็บแคมแบบไร้สาย จะมีราคาค่อนข้างแพงมากเมื่อเทียบกับแบบมีสาย เนื่องจากตัวกล้องต้องใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่เรียกว่า Wireless Wi-Fi หรือ IEEE 802.11 ที่ค่อนข้างมีต้นทุนสูง จึงส่งผลให้ตัวกล้องมีราคาแพงจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนัก จุดเด่นของกล้องเว็บแคมแบบไร้สาย คือ สามารถนำไปติดตั้งที่จุดใดก็ได้ โดยไม่ต้องคำนึงระยะห่างระหว่างตัวกล้องกับคอมพิวเตอร์

2.6.2 ส่วนประกอบของกล้องเว็บแคม

ส่วนประกอบของกล้องเว็บแคมโดยหลักแล้ว ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

2.6.2.1 เลนส์กล้อง จะทำหน้าที่ในการจับภาพเคลื่อนไหวต่างๆ หน้ากล้องหรืออยู่ในตำแหน่งที่เลนส์กล้องสามารถมองเห็นภาพได้

2.6.2.2 ตัวปรับระยะโฟกัส จะทำหน้าที่ในการปรับโฟกัสของภาพเพื่อให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น

2.6.2.3 ฐานรองกล้อง มีไว้สำหรับเป็นที่ตั้งของตัวกล้องซึ่งช่วยให้สามารถวางกล้องบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้สะดวก

2.6.3 ประโยชน์ของกล้องเว็บแคม

ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้กล้องเว็บแคม ช่วยเพิ่มอรรถรสในการติดต่อสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต เนื่องจากสามารถพูดคุยแบบเห็นหน้าและท่าทางการเคลื่อนไหวต่างๆของคู่สนทนาเหมือนกับอยู่ใกล้ชิดกัน ประหยัดเวลาไม่ต้องเดินทางไปประชุมกับลูกค้าตามที่ต่างๆ เนื่องจากสามารถนำเอากล้องเว็บแคม (Webcam) มาดัดแปลงเป็นกล้อง Video Conference เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบเห็นหน้ากับลูกค้าได้ ช่วยให้ปลอดภัยจากการเดินทางไปประชุมหรือไปสัมมนาตามสถานที่ต่าง ๆ ที่อยู่ห่างไกลได้เป็นอย่างดี นำไปประยุกต์ใช้เป็นชุดอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยคล้ายกับกล้องวงจรปิด สามารถใช้โปรแกรมที่ติดมากับกล้องเว็บแคม (Webcam) ทำหน้าที่คอยตรวจจับภาพเคลื่อนไหว แล้วทำการบันทึกจากตำแหน่งหรือจุดที่กำหนดไว้ ช่วยให้สามารถเผยแพร่ภาพเหตุการณ์ต่างๆ จากกล้องเว็บแคม (Webcam) ผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อให้คนทั่วโลกสามารถเข้ามารับชมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 คุณสมบัติกล้องเว็บแคม

ในโครงงานนี้กล้องเว็บแคมที่นำมาใช้คือ กล้องเว็บแคม Oker รุ่น 088 มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.6.4.1 ความละเอียดภาพ 10 ล้านพิกเซล

2.6.1.2 เซ็นเซอร์รับภาพ มีความละเอียด 2 ล้าน ถึง 10 ล้านพิกเซล

2.6.4.3 อัตราเฟรม 30 เฟรมต่อวินาที

2.6.4.4 Noise rate 48 dB

2.6.4.5 ระยะโฟกัสของกล้อง 30 มม.

2.6.4.6 ปรับความคมชัดที่หน้าเลนส์ได้

2.6.4.7 มีอินฟราเรด ช่วยการมองเห็นในที่มืดสนิท

ทั้งนี้การเลือกกล้องเว็บแคมมาใช้งานต้องมีคุณสมบัติข้างต้นที่กล่าวมาหรือมีคุณสมบัติที่ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การทำงานของระบบ

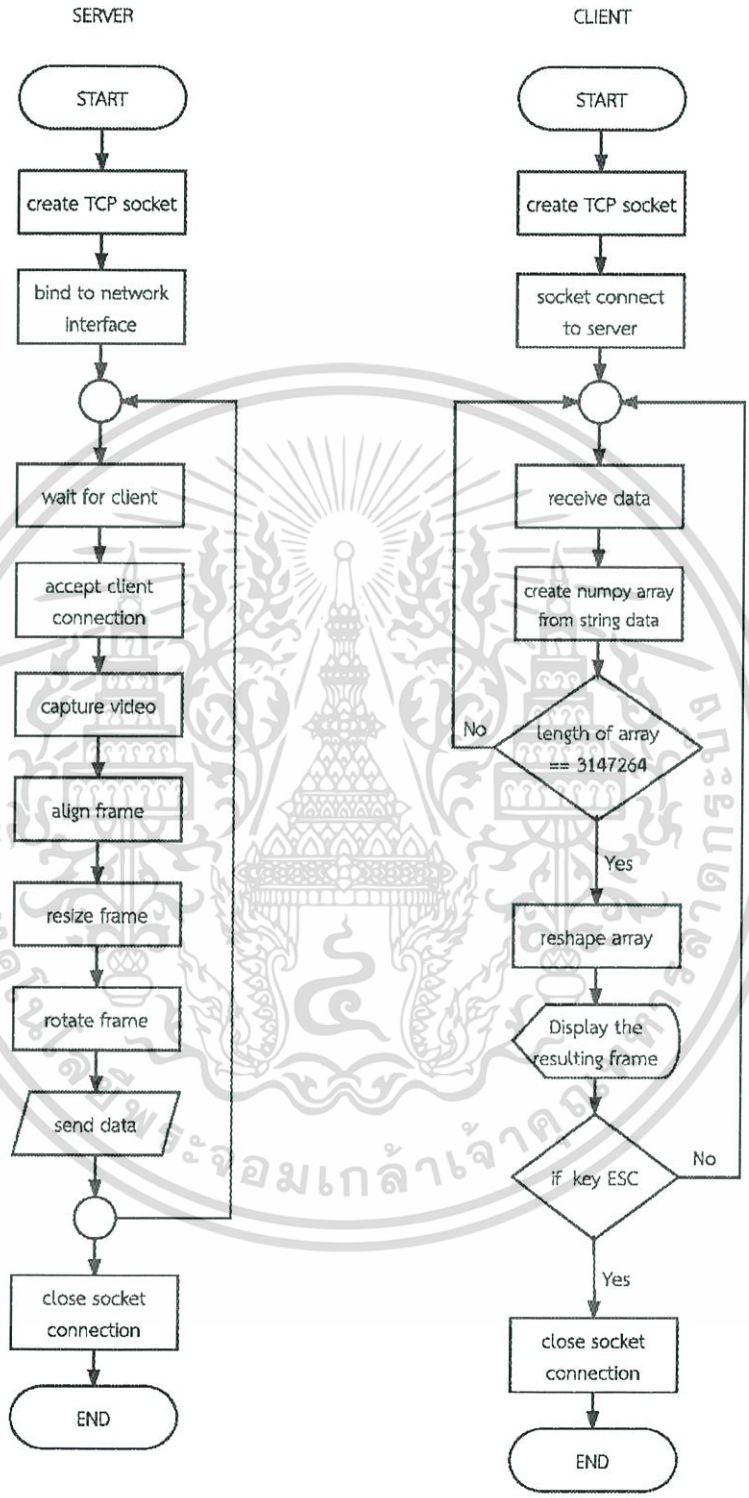
การทำงานของระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรมนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.1 โดยเริ่มจากการรับข้อมูลภาพมาจากกล้อง แล้วนำภาพที่ได้มาประมวลผลผ่านโปรแกรมประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้น Server จะส่งข้อมูลภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วผ่านเครือข่ายไปยัง Client แล้ว Client จะนำข้อมูลภาพที่รับมาไปแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ และใช้ตัวฉายภาพมารองรับเพื่อให้เกิดเป็นโฮโลแกรม

รูปที่ 3.1 Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงการทำงานของระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 3.2 โดยเริ่มต้นจากการสร้าง TCP socket ทั้งส่วนของ Server และ Client เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย จากนั้นทำการผูก socket กับ port ที่ Server รอรับการติดต่อเข้ามา เมื่อ Client ติดต่อเข้ามา Server จะทำการประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบไปด้วย การจัดตำแหน่งของภาพ การปรับขนาดของภาพ และการหมุนภาพ เพื่อให้ได้เป็นภาพไปใช้ในการทำให้เกิดเป็นโฮโลแกรมตามที่ต้องการ จากนั้น Server จะนำภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วส่งเป็นข้อมูลสตริงผ่านเครือข่ายไปยัง Client เมื่อ Client ได้รับข้อมูลมาจาก Server จะนำข้อมูลที่รับมาไปแปลงให้เป็นอาร์เรย์เพื่อให้สามารถแสดงผลเป็นภาพได้ หากความยาวของอาร์เรย์เท่ากับ 3 เท่าของความละเอียดของหน้าจอ (Resolution) จะทำการปรับรูปร่างของอาร์เรย์ แล้วจึงจะนำภาพไปแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ และใช้ตัวฉายภาพมารองรับเพื่อให้เกิดเป็นโฮโลแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงการทำงานของระบบ

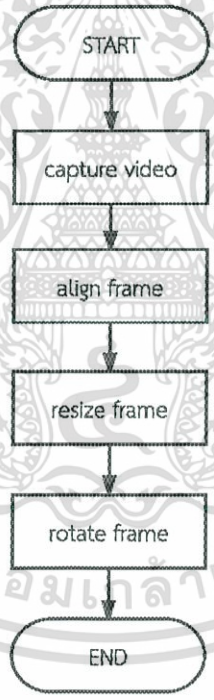
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบโปรแกรมประมวลผลภาพ

แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมประมวลผลภาพแสดงได้ดังรูปที่ 3.3 โดยเริ่มต้นจากการรับข้อมูลภาพมาจากกล้องหรือไฟล์วีดีโอ จากนั้นทำการจัดตำแหน่งของภาพ โดยจัดให้อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางด้านบนสุดของจอแสดงผลภาพ ต่อไปทำการปรับขนาดของภาพ ซึ่งจะปรับขนาดตามสมการด้านล่าง

$$x = \frac{h}{2row + col}$$

และทำการหมุนภาพ ซึ่งจะทำการหมุนภาพเป็นมุม 0, -90, 90 และ 180 องศา โดยให้จุดกึ่งกลางจอแสดงผลภาพเป็นจุดหมุน เพื่อให้ได้เป็นภาพจำนวนทั้งหมด 4 ภาพไปใช้ในการทำให้เกิดเป็นโฮโลแกรมตามที่ต้องการ

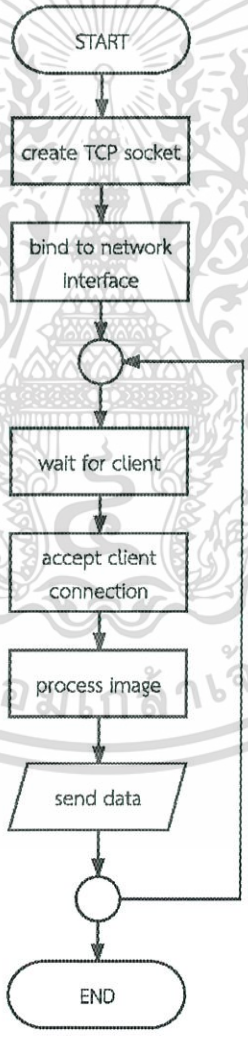


รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบโปรแกรมรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย

การรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายประกอบไปด้วย 2 ส่วน ส่วนแรก คือ ส่วนของ Server เริ่มต้นจากการสร้าง socket โดยเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบ TCP เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งใช้คำสั่ง s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) ในการสร้าง socket จากนั้นทำการผูก (Binding) socket กับ port ที่ Server รอรับการติดต่อเข้ามา โดยใช้คำสั่ง s.bind((host, port)) ซึ่งทางคณะผู้จัดทำใช้ port 6000 ในการผูก socket เมื่อ Client ติดต่อเข้ามา Server จะทำการประมวลผลภาพ และนำภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วส่งเป็นข้อมูลสตริงผ่านเครือข่ายไปยัง Client ซึ่งแผนผังแสดงการทำงานของ Server แสดงได้ดังรูปที่ 3.4

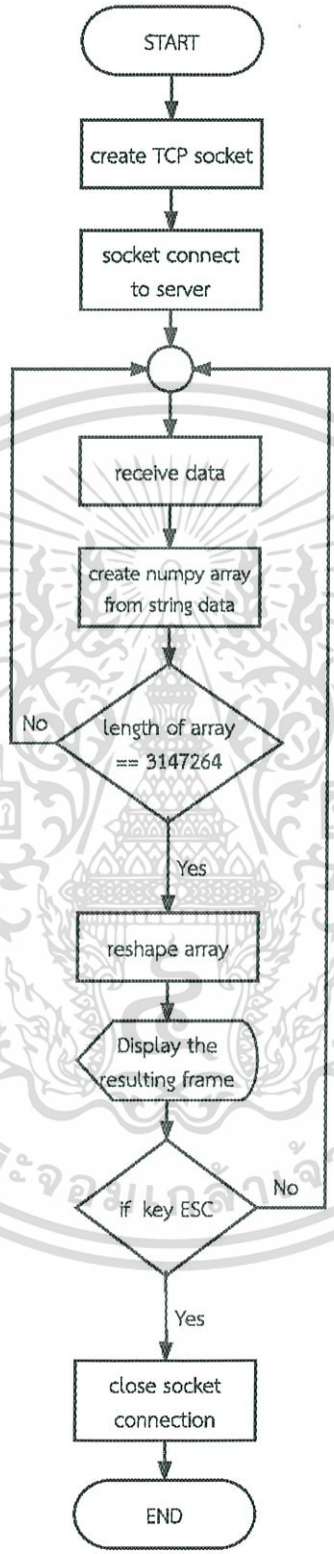


รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการทำงานของ Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สอง คือ ส่วนของ Client เริ่มต้นจากการสร้าง socket โดยเลือกใช้การเชื่อมต่อแบบ TCP เช่นเดียวกับ Server เมื่อ Client ติดต่อไปยัง Server จะได้รับข้อมูลมาจาก Server แล้วนำข้อมูลที่รับมาไปแปลงให้เป็นอาร์เรย์เพื่อให้สามารถแสดงผลเป็นภาพได้ หากความยาวของอาร์เรย์เท่ากับ 3 เท่าของความละเอียดของหน้าจอ (Resolution) จะทำการปรับรูปร่างของอาร์เรย์ แล้วจึงจะนำภาพไปแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ และใช้ตัวฉายภาพมารองรับเพื่อให้เกิดเป็นโฮโลแกรม แต่ถ้าหากความยาวของอาร์เรย์ไม่เท่ากับ 3 เท่าของความละเอียดของหน้าจอจะไม่สามารถแสดงผลภาพออกมาได้ ซึ่งแผนผังแสดงการทำงานของ Client แสดงได้ดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แผนผังแสดงการทำงานของ Client

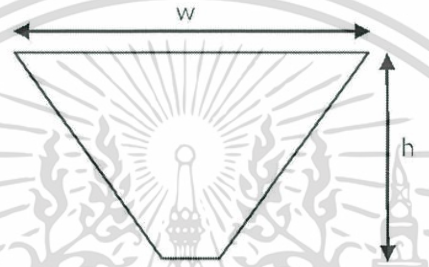
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การออกแบบตัวฉายภาพ

การออกแบบตัวฉายภาพ (Hologram projector) เป็นพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ทำขึ้นมาจากอะคริลิก ซึ่งจะต้องออกแบบแผ่นอะคริลิกเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจำนวน 4 แผ่นมาประกอบกันขึ้นเป็นพีระมิด โดยจะออกแบบจากการคำนวณด้วยมือก่อนโดยใช้สูตรพีทากอรัสในการคำนวณ

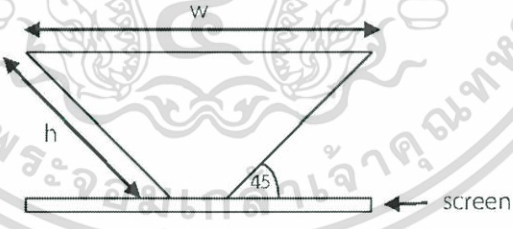
ให้ w คือ ความกว้างของหน้าจอมอนิเตอร์ (ความยาวฐานของพีระมิด)

h คือ ความสูงของอะคริลิกที่จะมาทำตัวฉายภาพ (ความสูงเอียงของพีระมิด)



รูปที่ 3.6 การออกแบบตัวฉายโฮโลแกรม

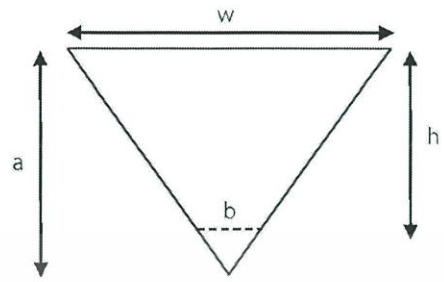
ตัวฉายภาพจะทำมุมกับแนวระนาบหรือทำมุมกับจอแสดงผลภาพเป็นมุม 45° ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.7 เพื่อให้เมื่อนำตัวฉายภาพไปรองรับแล้วจะสามารถเกิดภาพโฮโลแกรมได้ในระดับพอดีกับตัวฉายภาพ ไม่สูงหรือต่ำเกินไป

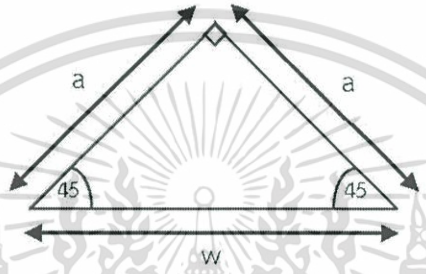


รูปที่ 3.7 มุมมองด้านหน้าของตัวฉายโฮโลแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถหาความสูง h ได้ดังนี้





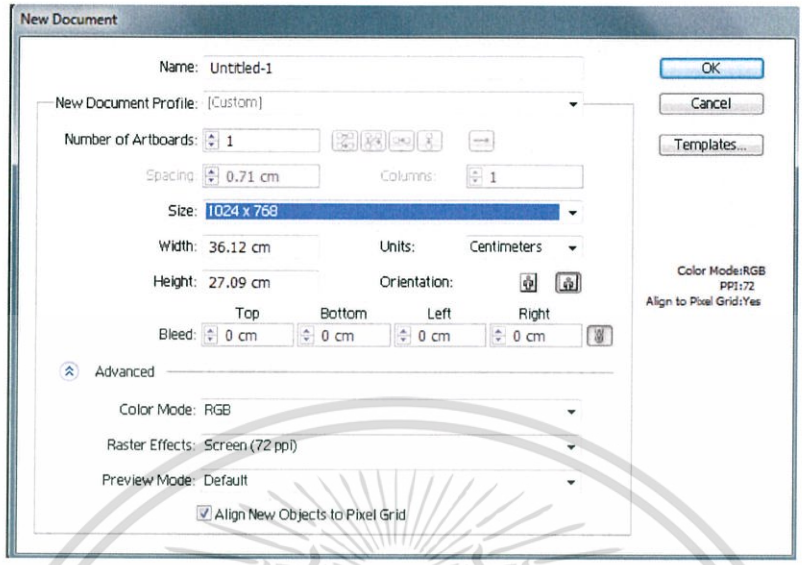
จาก $\sin(45°) = a / w$

จะได้ $a = w / \sqrt{2}$

$h = (w - b) / \sqrt{2}$

ในระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรมนี้ใช้จอมอนิเตอร์ที่มีความกว้าง w = 24 cm และกำหนดให้ความยาว b เป็น 4 cm ซึ่ง b เป็นค่าที่กำหนดให้ระยะภาพลอยอยู่ช่วงกึ่งกลางพอดีจากการคิดด้วยเส้นทะแยงมุมของจอมอนิเตอร์อัตราส่วน 16:9 เมื่อนำค่า w และ b ไปคำนวณจะได้ความสูง h = 10√2 cm จากนั้นจะทำการออกแบบตัวฉายภาพโดยใช้โปรแกรม Adobe illustrator โดยตั้งค่าหน้ากระดาษดังนี้ size: 1024 x 768 unit: Centimeter ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การตั้งค่าหน้ากระดาษก่อนทำการออกแบบตัวฉายภาพ

แล้วนำรูปแบบที่ร่างตามที่ออกแบบไว้มาวาดลงบนโปรแกรม โดยโปรแกรมจะทำการวัดความยาวและมุมของเส้นที่เราวาดให้โดยอัตโนมัติ เมื่อสร้างแล้วจะได้ดังรูปที่ 3.9

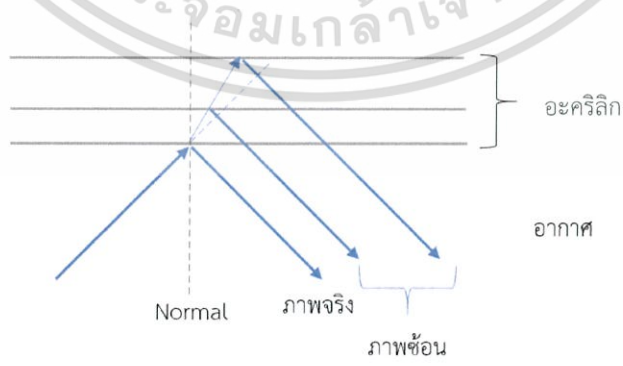
รูปที่ 3.9 การออกแบบตัวฉายภาพจากโปรแกรม Adobe illustrator จำนวน 4 ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อออกแบบตัวฉายในโปรแกรมเสร็จแล้ว จะต้องทำการตัดแผ่นอะคริลิกด้วยเครื่องตัดแบบเลเซอร์ จะได้ชิ้นส่วนทั้ง 4 ด้านของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมที่จะใช้เป็นตัวฉายภาพออกมา นำชิ้นส่วนทั้ง 4 มาประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้น้ำยาละลายแผ่นอะคริลิกเป็นตัวผสาน จะได้เป็นตัวฉายภาพออกมาดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ตัวฉายภาพ

ภาพที่ฉายบนอะคริลิกนั้นจะมีความคมชัดหรือไม่ขึ้นอยู่กับความหนาบางของแผ่นอะคริลิกด้วย โดยแสงที่ผ่านตัวกลางจะเกิดการสะท้อนและหักเห หากแผ่นอะคริลิกที่มีความหนามากก็จะเกิดการสะท้อนที่รุนแรงมาก ภาพที่ได้จะมีความเบลอไม่มีความคมชัด ดังนั้นการเลือกขนาดของแผ่นอะคริลิกจึงมีความสำคัญต่อภาพที่จะปรากฏ โดยใช้อะคริลิกที่มีขนาดบางที่สุดคือขนาด 1 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.11 การสะท้อนและการหักเหของแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

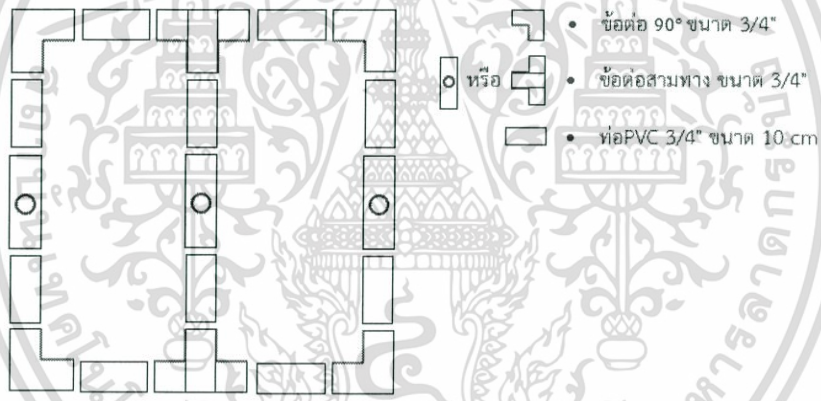
3.1.5 การออกแบบฐานตั้งกล้อง

การออกแบบฐานตั้งกล้องเพื่อใช้สำหรับเก็บภาพ โดยออกแบบให้สามารถปรับระดับความสูงของกล้องได้ เพื่อให้ภาพที่ได้เหมาะสมกับบุคคลหรือวัตถุทุกระดับความสูง การสร้างฐานตั้งกล้องจะใช้วัสดุที่หาได้ง่ายอย่าง เช่น ท่อ PVC ซึ่งมีอุปกรณ์ประกอบฐานตั้งกล้องดังนี้ ท่อ PVC ขนาด 3/4 นิ้วและ 1/2 นิ้ว, ก้ามปู 4 ชิ้น, ข้อต่อสามทาง ขนาด 3/4 นิ้ว จำนวน 5 ชิ้น และขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น และข้อต่อ 90 องศา ขนาด 3/4 นิ้ว จำนวน 4 ชิ้น

โดยมีขั้นตอนการทำดังนี้

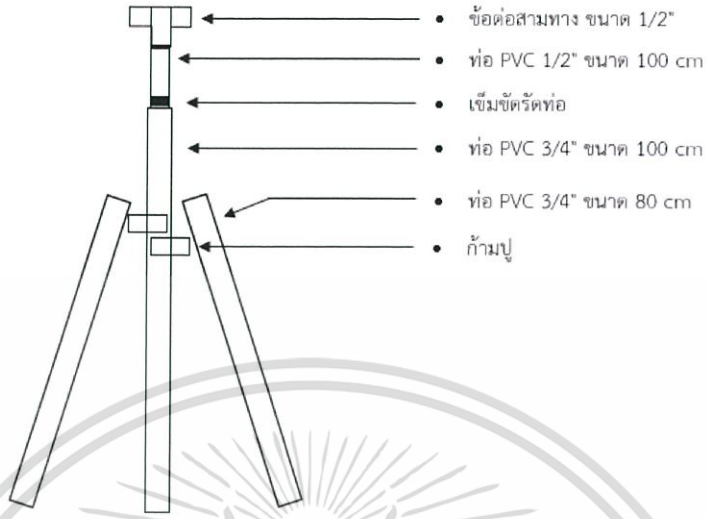
1. ตัดท่อ PVC ขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 10 cm จำนวน 10 ชิ้น, ความยาว 80 cm จำนวน 2 ชิ้น และความยาว 100 cm จำนวน 1 ชิ้น

2. ตัดท่อ PVC ขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 100 cm จำนวน 1 ชิ้น นำชิ้นส่วนทั้งหมดมาประกอบเป็นฐานและขาตั้ง



รูปที่ 3.12 การออกแบบส่วนฐานขาตั้งกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 การออกแบบส่วนขาตั้งกล้อง

รูปที่ 3.14 ฐานตั้งกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 กล้อง 1 ตัว

รูปที่ 3.15 กล้อง

3.2.2 ตัวฉายภาพที่ทำด้วยแผ่นอะคริลิก

รูปที่ 3.16 ตัวฉายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 จอมอนิเตอร์ 1 ตัว

รูปที่ 3.17 จอมอนิเตอร์

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 ทดสอบการประมวลผลภาพ

ทดสอบการประมวลผลภาพ โดยเริ่มต้นจาก Server จะนำภาพที่ได้มาจากกล้องเว็บแคม ไปประมวลผลผ่านโปรแกรมประมวลผลภาพที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้น Server จะส่งข้อมูลภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วไปยัง Client เมื่อ Client รับข้อมูลภาพมาแล้ว จะนำภาพที่ได้มาแสดงผลออกมาทางจอมอนิเตอร์

3.3.2 ทดสอบการรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย

ทดสอบการรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย โดย Server จะส่งข้อมูลภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วผ่านเครือข่ายไปยัง Client เมื่อ Client รับข้อมูลภาพมาแล้ว จะนำภาพที่ได้มาแสดงผล

3.3.3 ทดสอบระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม

ทดสอบระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม โดยเมื่อ Client ได้ภาพที่ผ่านการประมวลผลจาก Server เสร็จสมบูรณ์แล้วแสดงผลไปยังจอมอนิเตอร์ จากนั้นจึงใช้ตัวฉายภาพที่ทำด้วยแผ่นอะคริลิกมารองรับภาพโฮโลแกรม

3.3.4 เปรียบเทียบโฮโลแกรมที่ความหนาของตัวฉายภาพต่างกัน

เปรียบเทียบระหว่างตัวฉายภาพที่มีความหนา 1 mm. และ 2 mm. เพื่อทดสอบผลการเกิดโฮโลแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองการประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพเริ่มต้นจากรับข้อมูลภาพมาจากกล้อง แล้วนำข้อมูลภาพนั้นไปประมวลผล ซึ่งประกอบไปด้วย การจัดตำแหน่งภาพ โดยจัดให้อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางด้านบนสุดของจอแสดงผลภาพ การปรับขนาดของภาพ และการหมุนภาพ ซึ่งจะทำการหมุนภาพเป็นมุม 0, -90, 90 และ 180 องศา ให้ได้เป็นภาพจำนวนทั้งหมด 4 ภาพตามที่ต้องการ

คำสั่งหลักๆ ที่ใช้ในการทำงานของการประมวลผลภาพ มีดังนี้

```
cap = cv2.VideoCapture(1)
while True:
    # Capture frame-by-frame
    ret, frame = cap.read()
```

รูปที่ 4.1 ภาพที่รับมาจากกล้องเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
# Align frame
row, col = frame.shape[:2]
x = h/(2*row + col)
xx = round(x,2)
M = np.float32([[1, 0, w/2 - col/2], [0, 1, 0]])
im = cv2.warpAffine(frame, M, (w, h))
```

รูปที่ 4.2 ภาพที่ได้จากการจัดตำแหน่งของภาพ

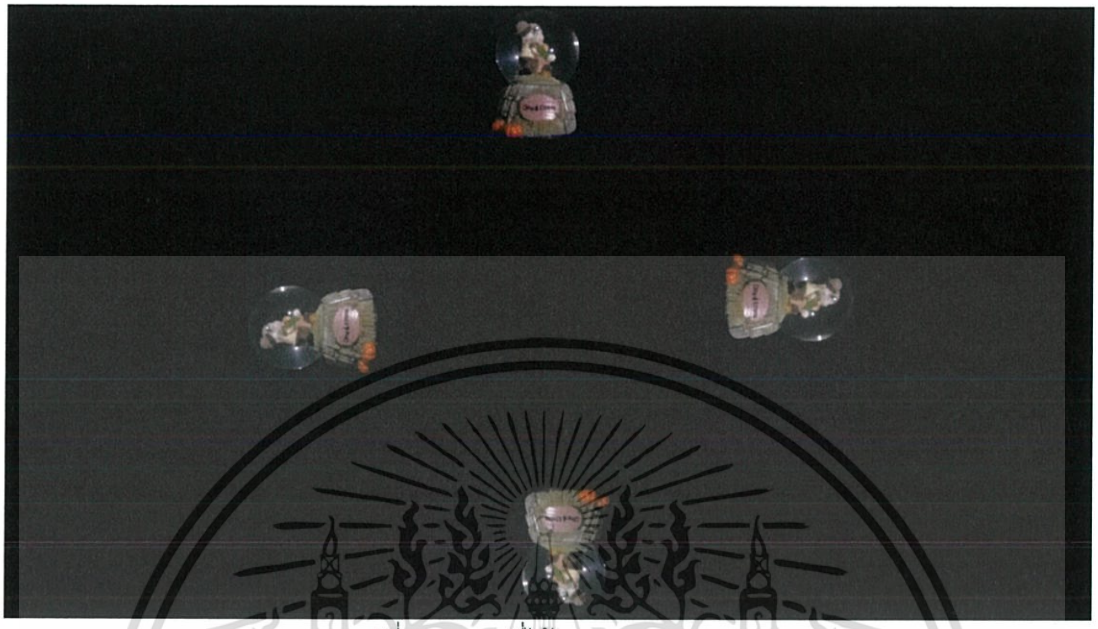
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
# Resize frame
rows,cols = im.shape[:2]
Mm = cv2.getRotationMatrix2D((w/2, 0), 0, xx)
res = cv2.warpAffine(im, Mm, (w, h))
```

รูปที่ 4.3 ภาพที่ได้จากการปรับขนาดของภาพ

```
# Rotate frame
M1 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2, h/2), 0, 1)
M2 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),90,1)
M3 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),-90,1)
M4 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),180,1)
dst1 = cv2.warpAffine(res,M1,(w,h))
dst2 = cv2.warpAffine(res,M2,(w,h))
dst3 = cv2.warpAffine(res,M3,(w,h))
dst4 = cv2.warpAffine(res,M4,(w,h))
z = dst1+dst2+dst3+dst4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ภาพที่ได้จากการหมุนภาพ

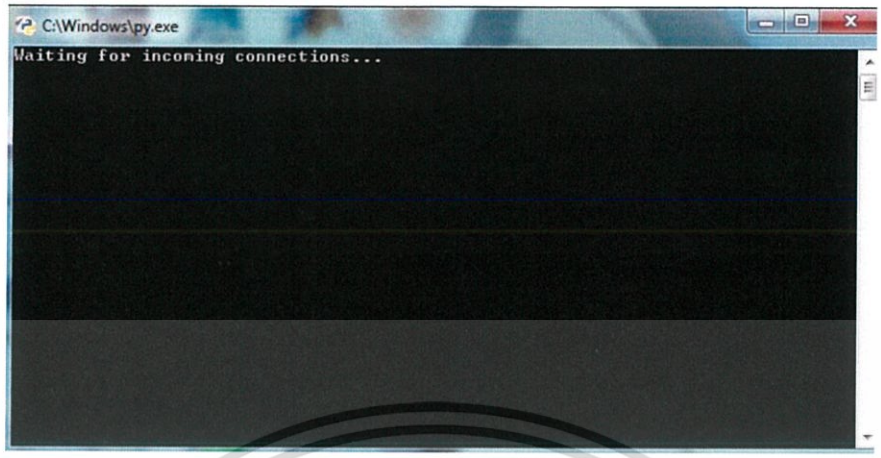
4.2 ผลการทดลองการรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย

การทำงานของการรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของ Server จะเริ่มจากการสร้าง socket จากนั้นทำการผูก socket กับ port ที่ Server รอรับการติดต่อเข้ามา เมื่อ Client ติดต่อเข้ามา Server จะทำการประมวลผลภาพ จากนั้น Server จะส่งข้อมูลภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วผ่านเครือข่ายไปยัง Client

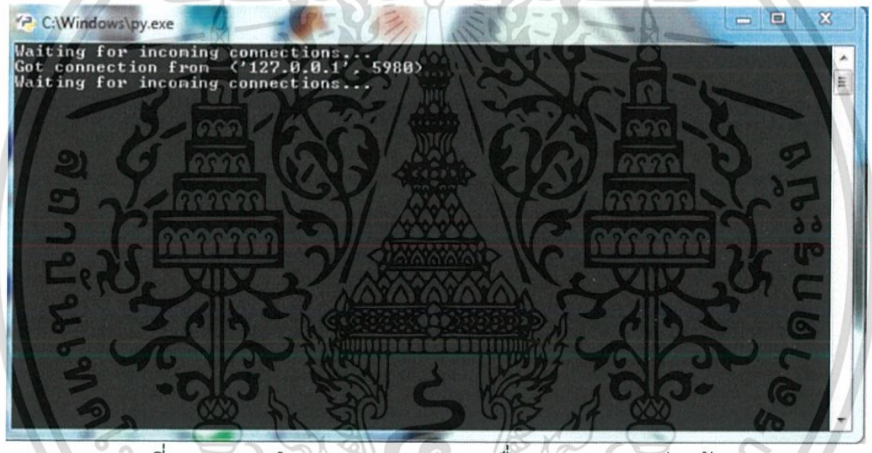
คำสั่งหลักๆ ที่ใช้ในการทำงานของ Server มีดังนี้

```
s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) # Create TCP socket
s.bind((host, port)) # Bind to network interface
s.listen(3) # Wait for client
c, addr = s.accept() # Accept client connection
c.sendall(z) # Send data to client
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การทำงานของ Server เมื่อรันโปรแกรม



รูปที่ 4.6 การทำงานของ Server เมื่อ Client ติดต่อเข้ามา

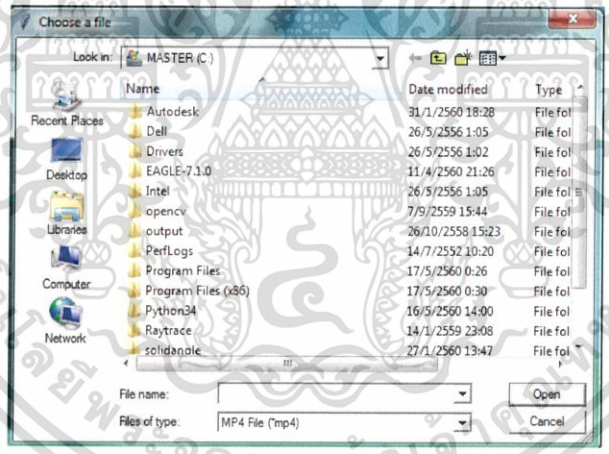
ส่วนที่สอง คือ ส่วนของ Client เมื่อรันโปรแกรมจะมีหน้าต่างขึ้นมาให้เลือกระหว่างภาพจากกล้องและไฟล์วีดีโอ หากเลือกภาพจากกล้อง Client จะติดต่อไปยัง Server และจะได้รับข้อมูลภาพมาจาก Server เพื่อนำข้อมูลนั้นไปแสดงผลต่อไป และหากเลือกไฟล์วีดีโอ จะมีหน้าต่างขึ้นมาเพื่อให้เลือกไฟล์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งหลักๆ ที่ใช้ในการทำงานของ Client มีดังนี้

```
c = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) # Create TCP socket
c.connect((host, port)) # Connect to server
data = c.recv(3*1366*768)  # Receive data
```

รูปที่ 4.7 การทำงานของ Client เมื่อรันโปรแกรม



รูปที่ 4.8 หน้าต่างเมื่อกดเลือกปุ่ม Saved Video เพื่อทำการเลือกไฟล์

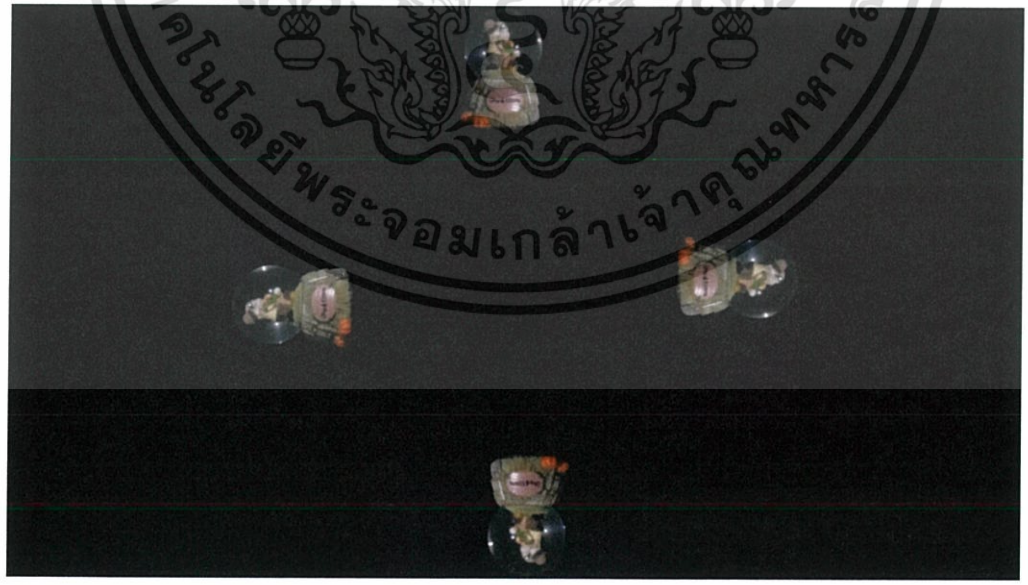
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม

เมื่อ Client ติดต่อไปยัง Server จะได้รับข้อมูลมาจาก Server แล้วนำข้อมูลที่รับมาไปแปลงให้เป็นอาร์เรย์เพื่อให้สามารถแสดงผลเป็นภาพได้ หากความยาวของอาร์เรย์เท่ากับ 3 เท่าของความละเอียดของหน้าจอ (Resolution) จะทำการปรับรูปร่างของอาร์เรย์ แล้วจึงจะนำภาพไปแสดงผลบนจอมอนิเตอร์ ดังรูปที่ 4.9 จากนั้นจึงใช้ตัวฉายภาพที่ทำด้วยแผ่นอะคริลิกมารองรับเพื่อให้เกิดเป็นโฮโลแกรม ซึ่งจะแสดงได้ดังรูปที่ 4.10

คำสั่งหลักๆ ที่ใช้ในการแสดงผล มีดังนี้

```
# Display the resulting frame on full screen
cv2.namedWindow('', cv2.WND_PROP_FULLSCREEN)
cv2.setWindowProperty('', cv2.WND_PROP_FULLSCREEN, cv2.WINDOW_FULLSCREEN)
while True:
    data = c.recv(3*1366*768)  # Receive data
    a = np.fromstring(data, np.uint8) # Create numpy array
    if len(a) == 3*1366*768:
        a = np.reshape(a, (768, 1366, 3)) # Reshape array
        cv2.imshow('', a)
```



รูปที่ 4.9 ภาพที่ Client ได้รับมาจาก Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 โฮโลแกรมที่ได้จากการใช้ตัวฉายภาพมารองรับ

4.4 ผลการเปรียบเทียบโฮโลแกรมที่ความหนาของตัวฉายภาพต่างกัน

เปรียบเทียบระหว่างตัวฉายภาพที่มีความหนา 1 mm. และ 2 mm. เพื่อทดสอบผลการเกิดโฮโลแกรม จากผลการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่าตัวฉายภาพขนาด 1 mm. มีการซ้อนภาพน้อยกว่าตัวฉายภาพขนาด 2 mm. ดังรูปที่ 4.11 และ 4.12

รูปที่ 4.11 ตัวฉายภาพขนาด 1 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 ตัวฉายภาพขนาด 2 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากโครงงานเรื่องระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม เริ่มต้นจากใช้วิธีการรับภาพจากกล้องเว็บแคม 1 ตัว โดยใช้การดึงภาพจากโปรแกรม OpenCV จากนั้นออกแบบโปรแกรมด้วยภาษา Python เพื่อนำภาพที่รับมาไปประมวลผลภาพ โดยภาพที่รับมาจะถูกนำมาหมุนด้วยมุม 0, 90, -90 และ 180 องศา ปรับขนาดภาพ และเลื่อนตำแหน่งของภาพ จะได้ภาพ 4 ภาพเพื่อนำไปแสดงภาพแต่ละด้านของตัวฉายภาพ จากนั้นจะส่งข้อมูลภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วนั้นผ่านเครือข่ายไปยังผู้รับ แล้วแสดงผลออกมาทางจอแสดงผล โดยใช้ตัวฉายภาพที่เป็นพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมที่ได้ออกแบบไว้มาเป็นฉากสะท้อนภาพเพื่อให้เกิดเป็นโฮโลแกรม จากการทดสอบภาพโฮโลแกรมที่แสดงบนทั้ง 4 ด้านของพีระมิดที่สร้างจากแผ่นอะคริลิก ผลการทดสอบจะได้ภาพออกมาในลักษณะของภาพ 3 มิติ แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นหลังของภาพนั้นจะต้องมืดสนิทภาพที่ได้จึงจะเป็น 3 มิติ และเสมือนลอยตัวอยู่ในอากาศ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การทำตัวฉายรับภาพควรใช้เป็นกระจกบางและใสเพราะมีค่าดัชนีหักเหน้อยกว่าทำให้รับภาพได้ดีกว่า เกิดภาพซ้อนน้อยกว่าหรือแทบจะไม่มี แต่ข้อควรระวังคืออาจจะแตกหักเสียหายง่าย ในส่วนของเว็บแคม ควรซื้อที่คุณภาพดีเพื่อให้ภาพที่ได้ออกมาไม่เกิดสีที่ผิดเพี้ยน อีกทั้งในการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายจะเกิดดีเลย์ขึ้นได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วอินเทอร์เน็ตที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] “ฮอโลกราฟี.” https://th.wikipedia.org/wiki/ฮอโลกราฟี.

[2] ธนิต ขันช่าง และกัญญารัตน์ เศษสรี. “การถ่ายภาพเวลาเฉลี่ยของเสียง ด้วยวิธีการถ่ายภาพโฮโลแกรม.” ปริญญานิพนธ์, สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2556.

[3] “จดหมายข่าวประชาสัมพันธ์ ม.พะเยา ปีที่ 8 ฉบับที่ 59.” http://www.oldsite.up.ac.th/V7/PDF/PKY.pdf, 2554

[4] นที ประสานพานิช. “สื่อสร้างสรรค์.” https://www.informatics.buu.ac.th/88510159/chapter_5.pdf.

[5] “PEPPER’S GHOST.” http://laserclassroom.com/uplooads/2016/03.html.

[6] “Python คืออะไร.” http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2417-python-คืออะไร.html.

[7] โชติพันธุ์ หล่อเลิศสุนทร. “คู่มือเรียนเขียนโปรแกรม Python (ภาคปฏิบัติ)”: ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด 2554.

[8] Laganiere, Robert. “OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook”. Birmingham: Packet Publishing, 2011.

[9] Sarun Intakosum. “เขียนโปรแกรมเครือข่ายโดยใช้ Socket ตอนที่ 1 รู้จักกับ Socket.” http://osdc.intakosum.net/2013/11/socket-1-socket.html.

[10] บุญรักษ์ กาญจนวรวณิชย์. “สาระน่ารู้: อะคริลิกพลาสติก: คู่แข่งกระจกแก้ว.” http://www.mtec.or.th/academic-services/mtec-knowledge/577-.

[11] สุวรรณ คูสำราญ. “ฟิสิกส์ทั่วไป 2.” https://sites.google.com/site/physicskmitl02/opticslecturenotes_49.pdf.

[12] “การอ่านค่าประสิทธิภาพกระจก.” http://www.glassquilk.net/shgc/, 2559.

[13] Visiontek Systems Ltd. “VISAR 02 AR Coating For Large Acrylic Sheet.” http://www.visionteksystems.co.uk/visar02acrylic.htm.

[14] Doungjai Khuntasamon. “อุปกรณ์คอมพิวเตอร์.” http://doungjai.blogspot.com/2013/08/webcam.html, 2013.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โค้ดของระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม ฝั่ง Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import socket
import numpy as np
import cv2
from threading import Thread

host = ' '
port = 6000

# Create TCP socket
s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
s.bind((host, port))

# Screen resolution
w = 1366
h = 768

cap = cv2.VideoCapture(1)

class ClientThread(Thread):

    def __init__(self, addr, sock):
        Thread.__init__(self)
        self.host = host
        self.port = port
        self.sock = sock

    def run(self):
        while True:
            # Capture frame-by-frame
            ret, frame = cap.read()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        # Align frame
        row, col = frame.shape[:2]

        x = h/(2*row + col)
        xx = round(x,2)

        M = np.float32([[1, 0, w/2 - col/2], [0, 1, 0]])
        im = cv2.warpAffine(frame, M, (w, h))

        # Resize frame
        rows,cols = im.shape[:2]

        Mm = cv2.getRotationMatrix2D((w/2, 0), 0, xx)
        res = cv2.warpAffine(im, Mm, (w, h))

        # Rotate frame
        M1 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2, h/2), 0, 1)
        M2 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),90,1)
        M3 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),-90,1)
        M4 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),180,1)

        dst1 = cv2.warpAffine(res,M1,(w,h))
        dst2 = cv2.warpAffine(res,M2,(w,h))
        dst3 = cv2.warpAffine(res,M3,(w,h))
        dst4 = cv2.warpAffine(res,M4,(w,h))

        z = dst1+dst2+dst3+dst4
        c.sendall(z)

while True:
    # Wait for client
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
s.listen(3)
print( "Waiting for incoming connections...")

# Accept client connection
c, addr = s.accept()
print ('Got connection from ', addr)
newthread = ClientThread(addr, c)
newthread.start()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โค้ดของระบบนำเสนองานด้วยโฮโลแกรม ฝั่ง Client

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import socket
import numpy as np
import cv2
import tkinter as tk
from tkinter.filedialog import askopenfilename

#host = '192.168.1.240'
host = '127.0.0.1'
port = 6000

# Screen resolution
w = 1366
h = 768

# Create TCP socket
c = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)

class Application(tk.Frame):
    def __init__(self, master=None):
        super().__init__(master)
        self.pack()
        self.create_widgets()

    def create_widgets(self):
        self.realtime = tk.Button(self)
        self.realtime["text"] = "Camera"
        self.realtime["command"] = self.connect
        self.realtime.pack(side="top")

        self.saved = tk.Button(self)
        self.saved["text"] = "Saved Video"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        self.saved["command"] = self.OpenFile
        self.saved.pack()

        self.quit = tk.Button(self, fg="red")
        self.quit["text"] = "QUIT"
        self.quit["command"] = root.destroy
        self.quit.pack(side="bottom")

    def connect(self):
        # Connect to server
        c.connect((host, port))
        print('connected to server')
        self.video()

    def OpenFile(self):
        # Lauch file manager bar
        name = askopenfilename(initialdir = "/", filetypes = (("MP4 File", "*mp4"), ("All
Files", "*.*")), title = "Choose a file")
        print (name)

        file = cv2.VideoCapture(name)

        # Display the resulting frame on full screen
        cv2.namedWindow(' ', cv2.WND_PROP_FULLSCREEN)
        cv2.setWindowProperty(' ', cv2.WND_PROP_FULLSCREEN,
cv2.WINDOW_FULLSCREEN)

        while True:
            # Capture frame-by-frame
            ret, frame = file.read()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
# Align frame
row, col = frame.shape[:2]

x = h/(2*row + col)
xx = round(x,2)

M = np.float32([[1, 0, w/2 - col/2], [0, 1, 0]])
im = cv2.warpAffine(frame, M, (w, h))

# Resize frame
rows,cols = im.shape[:2]

Mm = cv2.getRotationMatrix2D((w/2, 0), 0, xx)
res = cv2.warpAffine(im, Mm, (w, h))

# Rotate frame
M1 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2, h/2), 0, 1)
M2 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),90,1)
M3 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),-90,1)
M4 = cv2.getRotationMatrix2D((w/2,h/2),180,1)

dst1 = cv2.warpAffine(res,M1,(w,h))
dst2 = cv2.warpAffine(res,M2,(w,h))
dst3 = cv2.warpAffine(res,M3,(w,h))
dst4 = cv2.warpAffine(res,M4,(w,h))

z = dst1+dst2+dst3+dst4
cv2.imshow('', z)

# Key ESC to exit
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == 27:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            cv2.destroyAllWindows()
            break

    def video(self):
        # Display the resulting frame on full screen
        cv2.namedWindow('', cv2.WND_PROP_FULLSCREEN)
        cv2.setWindowProperty('', cv2.WND_PROP_FULLSCREEN,
cv2.WINDOW_FULLSCREEN)

        while True:
            data = c.recv(3*1366*768)

            while(len(data) < 3*1366*768):
                data1 = c.recv(3*1366*768)
                data = data + data1

            # Create numpy array
            a = np.fromstring(data, np.uint8)

            if len(a) == 3*1366*768:
                # Reshape array
                a = np.reshape(a, (768, 1366, 3))
                cv2.imshow('', a)

                # Key ESC to exit
                if cv2.waitKey(1) & 0xFF == 27:
                    cv2.destroyAllWindows()
                    break

    def exit(self):
        c.close()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        cv2.destroyAllWindows()
        root.destroy()

root = tk.Tk()
app = Application(master=root)
app.mainloop()
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้