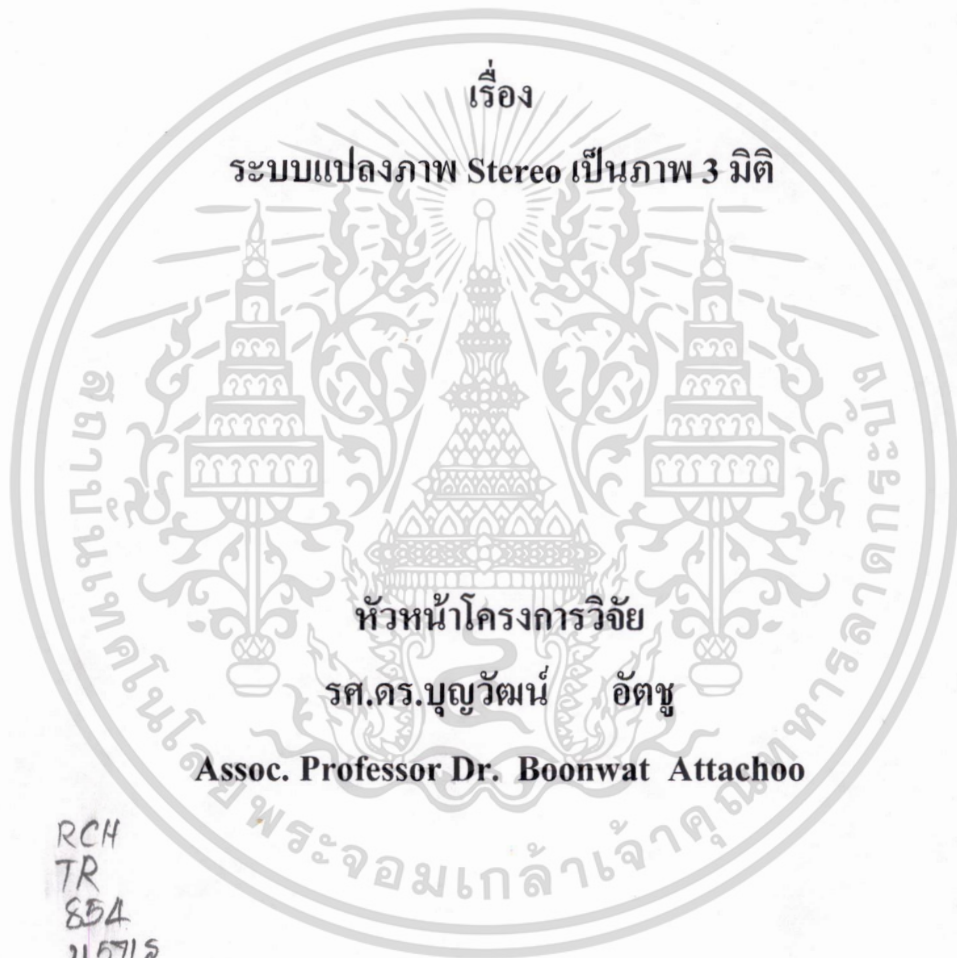


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โครงการวิจัยประจำปีงบประมาณเงินรายได้ 2548



RCH
TR
854
25715

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 86929
วัน,เดือน,ปี..... 19 ส.ค. 2552

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

120245014
b.....
i.....

พ.ศ.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	I
สารบัญ	II
สารบัญตาราง	III
สารบัญภาพ	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ขั้นตอนการศึกษา	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 การสร้างระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ	29
3.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการมองเห็น	29
3.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการหาค่าระยะจากภาพถ่าย	32
3.3 การสร้างกล้องถ่ายภาพ Stereo	37
บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	44
4.1 การทดลองกระบวนการบันทึกภาพ (Record Images Procedure).....	44
4.2 การทดลองกระบวนการสร้างภาพเหลื่อม (Anaglyph Procedure)	47
4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	48
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคำอธิบายมาตรฐานและ IR Pass Filter ต่าง ๆ	20
2.2 แสดงข้อดีข้อเสียของการถ่ายภาพพริบตาทั้ง 2 วิธี	23
2.3 แสดงค่า Power Ratio ของแฟลช	23
2.4 แสดงผลกระทบของ Power Ratio ที่มีต่อ GN	24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 ลักษณะการคำนวณของกล้องแบบ Binocular	1
2.1 แสดงภาพ 3 มิติ ของ Thomas House worth และอุปกรณ์ชมภาพ 3 มิติ ของ Holmes ..	4
2.2 แสดงลักษณะการถ่ายภาพ 3 มิติ ที่ต้องกำหนดแนวการถ่ายภาพให้ขนานกัน	5
2.3 แสดงการถ่ายภาพจากกล้อง 1 ตัวถ่ายทีละภาพ ได้ภาพ 2 ภาพ	6
2.4 ลักษณะตัวอย่างการถ่ายภาพจากกล้อง 2 ตัว ณ เวลาเดียวกัน	6
2.5 ภาพ 3 มิติ แบบภาพซ้อนแดง-น้ำเงิน	7
2.6 แสดงภาพการรับรู้ของประสาทดวงตาในการมองเห็นเป็นภาพ 3 มิติ	8
2.7 แสดงลักษณะการมองเห็นของดวงตาและการวางตำแหน่งของกล้องถ่ายภาพ	8
2.8 ภาพแสดงอุปกรณ์ชมภาพ 3 มิติแบบ Anaglyph Image	9
2.9 ภาพ Du Hauron นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส	10
2.10 ภาพแสดงไคอะแกรมการทดสอบ	11
2.11 ไคอะแกรมการทดสอบและหลักการของภาพถ่าย 3 มิติ ตามทฤษฎีของภาพ Du Hauron	11
2.12 แสดงขั้นตอนและวิธีการสร้างภาพ 3 มิติ	12
2.13 ภาพ Shutter Glasses	13
2.14 ภาพแว่นตา 3 มิติ ที่ขายพร้อมกับ VCD สารคดี 3 มิติ และแว่นตา 3 มิติ ของ UBC .	13
2.15 ภาพแสดงการชมภาพ 3 มิติ รุ่นใหม่ บน จอ Monitor	15
2.16 ภาพแสดงลักษณะของลูกนัยน์ตาดำที่จะมีขนาดเล็กลง	17
2.17 ภาพแสดงกรรมวิธีการผลิตระบบการบันทึกภาพของกล้องวีดีโอความเร็วสูง	21
2.18 ภาพแสดงระยะต่างๆ ที่จำเป็นในการหาระยะทางจากจุดสนใจถึงกล้องแบบคิซพารีตี ...	25
3.1 ภาพแสดงลักษณะและส่วนประกอบของดวงตา	29
3.2 แสดงการคำนวณหาระยะต่างๆ ที่จำเป็นในการหาระยะทางจากจุดสนใจ ถึงกล้องแบบคิซพารีตี	32
3.3 ภาพแสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับคิซพารีตี	33
3.4 ภาพแสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะความผิดพลาดกับระยะทาง	34
3.5 ภาพแสดงแผนภูมิแสดงการขยายสเกลและย่อสเกล โดย (ก) ภาพขยายสเกลที่ระยะ 25 เซนติเมตร (ข) ภาพขยายสเกลที่ระยะ 1,000 เซนติเมตร	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.6 ภาพแสดงส่วนที่เกี่ยวข้องสำหรับการหาระยะจากกล้องถึงวัตถุในสิ่งแวดล้อม โดยใช้ภาพ สเตอริโอและหาระยะดิสพาริตีแบบแบบพาสซีฟ (ก) ภาพวัตถุในสิ่งแวดล้อม ที่ได้จาก กล้องซ้าย (ข) ภาพวัตถุในสิ่งแวดล้อม ที่ได้จากกล้องขวา (ค) ภาพดิสพาริตีของวัตถุ โดยความเข้มของภาพแทนระยะ	36
3.7 ภาพแสดงระยะและมุมที่ใช้หามุมฉายของกล้อง	38
3.8 ภาพแสดงการหาความกว้างของฉากรับภาพ W จากสัดส่วนระยะทาง	39
3.9 แสดงการถ่ายภาพจากกล้อง 2 ตัว พร้อมกันได้ภาพ 2 ภาพ	40
3.10 แสดงลักษณะการถ่ายภาพจากกล้อง 2 ตัว ที่ต้องกำหนดแนวการแนวนอนเดียวกัน	40
3.11 ภาพแสดงวิธีการปรับแต่งกล้องก่อนนำไปใช้งาน	41
3.12 ภาพไดอะแกรมการทดสอบภาพถ่าย 3 มิติ ตามทฤษฎีของภาพ Du Hauron	42
4.1 ภาพแสดงบล็อกไดอะแกรม แสดงลักษณะของระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ ...	44
4.2 ภาพแสดงองค์ประกอบของฐานยึดกล้องใน View Images	45
4.3 ภาพแสดงภาพถ่ายจากกระบวนการบันทึกภาพ	46
4.4 ภาพแสดงภาพถ่ายและอุปกรณ์ในระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ	47

บทคัดย่อ

โครงการวิจัย ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างเครื่องมือถ่ายภาพสำหรับการนำมาใช้งานในระบบ Stereo โดยใช้โปรแกรมแปลงภาพถ่าย Stereo เป็นภาพ 3 มิติ สำหรับศึกษาและทดสอบหลักการ ทำงานของกล้องถ่ายภาพ Stereo ที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้ทำงานเข้าใจในระบบแปลงภาพ Stereo เป็น ภาพ 3 มิติ ซึ่งสามารถใช้เป็นต้นแบบของเครื่องมือทดลองในงานพัฒนาภาพถ่าย และวีดีโอ 3 มิติ ณ ห้องปฏิบัติการประมวลผลภาพและใช้ในการสร้างงานวิจัยด้านการประมวลผลภาพต่อไป

อีกประการหนึ่ง ในปัจจุบันเครื่องมือสำหรับการประมวลผลดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูง และต้องนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการดำเนินการพัฒนางานวิจัย ซึ่งจากการศึกษาผู้วิจัยและคณะ พบว่าสามารถดำเนินการสร้างได้เอง โดยระบบที่สร้างขึ้นไม่ซับซ้อนมากนัก สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยระบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของการนำภาพเข้าซึ่งใช้กล้องถ่ายภาพ จำนวน 2 ตัว เชื่อมต่อและบันทึกภาพในเงื่อนไขของเวลาและระยะห่างของกล้อง เพื่อสามารถนำ ภาพเข้าสู่ส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นการรวมภาพถ่าย ที่ได้จากส่วนที่ 1 เข้าและดำเนินการปรับแต่งค่า โดยผล ที่ได้รับจากโครงการสามารถสร้างภาพถ่าย 3 มิติ และคลิปวีดีโอ 3 มิติ ได้

ABSTRACT

The aim of this study is to invent a camera for stereo photography system , using photography converter programme to change stereoscopic images into 3-D images. How the stereocamera works has been carefully studied and tested to make the researchers understand how this kind of camera can be changed into 3-D images. The stereocamera can be used as the original experimental instrument to help develop the photography work and 3-D video clips in the photography processor laboratory and can also be used in developing and conducting the research in term of photography processor instrument.

On the other hand, such a photography processor instrument is quite expensive and has to be imported from foreign country for the better development of the research. The result of the study shows that this kind of instrument can be invented in the country without any complicated process and system and used in the real situation. The system of the camera consists of two parts . The first part belongs to the process of input the images . In this stage the two cameras have been connected together and the photography has been taken in the condition of time and the distance of the cameras to make the images be put in the second part. In the second part the images from the first part have been collected and adjusted for the proper quality. The invention of the 3-D images and 3-D video clips can be done through this process and result of this research.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

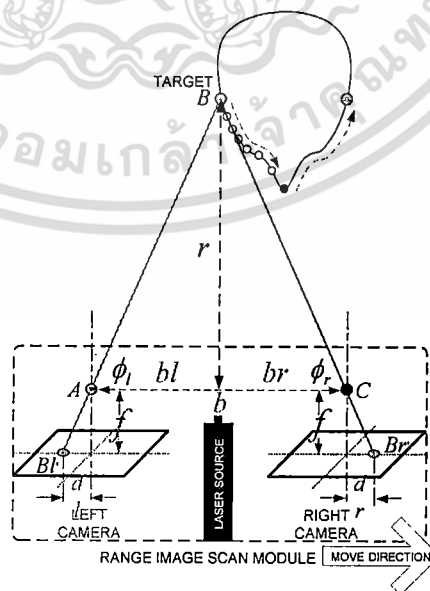
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตจากภาพถ่ายนั้น เป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาสิ่งมีชีวิตซึ่งมีการเคลื่อนไหว ไม่อยู่นิ่ง ประกอบกับเทคโนโลยีทางด้านภาพถ่ายภาพถูกพัฒนาและนำมาใช้งานแพร่หลายมากขึ้น ทำให้ราคาของกล้องต่ำลง ซึ่งส่งผลให้การศึกษาข้อมูลจากภาพถ่ายเป็นที่แพร่หลายเพราะมีต้นทุนทาง Input ต่ำ แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายของกล้อง 1 ตัวนั้น จะเป็นลักษณะของภาพถ่าย 2 มิติ และมีพิกัดของภาพเพียงด้านเดียว ซึ่งความเป็นจริงแล้ววัตถุ หรือสิ่งมีชีวิต อาจมีสารสนเทศที่สำคัญในอีกด้านที่ไม่ได้ถูกถ่ายไว้ในภาพ ซึ่งเมื่อนำสารสนเทศมาประมวลผลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้ว อาจขาด ข้อมูลและคุณลักษณะที่สำคัญของภาพ

ในปี 2000 Seok Cheol KEE และคณะ นำเสนอผลงานวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำใบหน้าจากภาพความเข้ม ที่มีพื้นฐานบนการวัดความเข้มแบบ Stereo และในปี 2005 Seri Pansang และคณะ นำเสนอผลงานวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำใบหน้าจากการใช้ข้อมูลระยะของใบหน้า ซึ่งใช้ข้อมูลทาง Input จากกล้อง Binocular Active Disparity ดังรูปที่ 1.1 ซึ่งช่วยให้ผู้พัฒนามีแนวทางในการออกแบบระบบและพัฒนาสร้างระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติได้



รูปที่ 1.1 ลักษณะการคำนวณของกล้องแบบ Binocular

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยอาศัยการคำนวณมุมจากลักษณะของ 3 เหลี่ยมคล้าย และนำสัญญาณภาพดิจิทัลออกมา ออกแบบระบบทำเป็น 3 มิติต่อไป เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาพัฒนางานวิจัยด้าน 3 D Image Processing

โครงการนี้ต้องการศึกษาและทดสอบหลักการดังกล่าว โดยการพัฒนาออกแบบ และสร้าง เครื่องมือเพื่อใช้ในการรับภาพและประมวลผลเป็นข้อมูล 3 มิติ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการฉบับนี้ประกอบด้วย

- (1) เพื่อสร้างเครื่องมือถ่ายภาพ สำหรับการนำมาใช้งานในระบบ Stereo
- (2) เพื่อสร้างโปรแกรมแปลงภาพถ่าย Stereo เป็นภาพ 3 มิติ
- (3) เพื่อศึกษาและทดสอบหลักการทำงานของกล้องถ่ายภาพ Stereo
- (4) เพื่อให้ผู้ทำงานเข้าใจ ระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นกับระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ ทั่วไปคือ

1. ปัญหาการแปรปรวนของโฟกัสและการต้องมุงกล้องถ่ายภาพ ซึ่งมีผลต่อการปรับระยะของภาพถ่ายที่จะแปลงเป็นภาพ Stereo และใช้แว่นตา 3 มิติสำหรับชมภาพถ่ายเป็นภาพ 3 มิติ ซึ่งหากโปรแกรมสามารถปรับแต่งภาพถ่ายจากกล้อง 2 ตัวภายใต้ระยะหรือขอบเขตในมุมที่กำหนด คงส่งผลที่ดีต่อการแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ
2. ปัญหาเรื่องของระยะห่างของกล้อง ตัวที่ 1 และกล้องตัวที่ 2 ซึ่งมีผลต่อการปรับระยะและการซ้อนกันของภาพถ่าย Stereo เป็นภาพ 3 มิติ ซึ่งหากโปรแกรมสามารถปรับแต่งระยะของภาพถ่ายที่ได้จากกล้อง 2 ตัว ในระยะที่กำหนด คงส่งผลให้ง่ายต่อการการแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 เป็นเครื่องมือสำหรับถ่ายภาพใช้งานในระบบ Stereo

1.4.2 โปรแกรมจะสามารถแปลงภาพถ่าย Stereo เป็นภาพ 3 มิติได้จริง

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกล้อง

1.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเลือกชนิดของกล้องที่เหมาะสมมาใช้ในการออกแบบกลไกการทำงาน

1.5.3 ออกแบบและพัฒนากลไกการทำงาน การจัดมุม และระยะการถ่ายภาพ

1.5.4 ออกแบบโปรแกรมการควบคุมการทำงานและการแปลงสัญญาณภาพเป็น 3 มิติ

1.5.5 ทดสอบและปรับปรุง โปรแกรมการทำงาน

1.5.6 วิเคราะห์ และสรุปผลการดำเนินการ

1.5.7 จัดทำเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

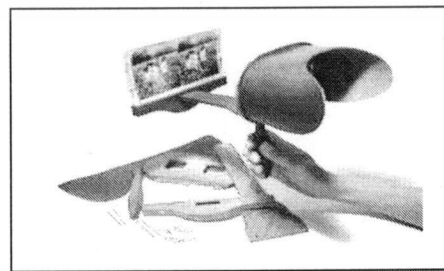
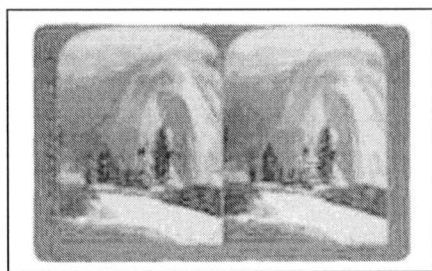
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพ โดยทั่วไปจะวิเคราะห์จากกล้องแบบเลนส์เดี่ยว แม้ว่าจะสามารถให้รายละเอียดของวัตถุได้ไม่ก่อดีนัก และมีข้อจำกัดด้านการให้ข้อมูลในส่วนของ ความลึก เนื่องจาก ภาพวัตถุและสิ่งของต่าง ๆ จะถูก Render ลงบนระนาบแกน X และ Y ดังเกตได้ จากการสำรวจข้อมูลด้านการประมวลผลภาพที่ผ่านมานับตั้งแต่เริ่มมีการถ่ายภาพ ได้มีความ พยายามที่จะจำลองภาพ 3 มิติ หรือการนำภาพถ่ายที่ได้จากกล้อง 2 ตัว หรือที่เรียกว่าภาพสเตอริโอ มาใช้ประมวลผล โดยบุคคลแรกที่ค้นคิดหลักการของการมองภาพแบบสเตอริโอ (Stereo Scopic Vision) ในปี ค.ศ. 1838 คือ Sir Charles Wheatstone ซึ่งนับเป็นเวลา 1 ปี ก่อนที่การถ่ายภาพจะถูก คิดค้นขึ้น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1839 Henry Fox Talbot และ Daguerre ได้คิดค้นกรรมวิธีล้างอัดภาพขึ้น และเริ่มมีการถ่ายภาพ 3 มิติ ซึ่งมีคุณภาพดี เทียบกับภาพ 3 มิติ ที่ถ่ายในปัจจุบันแพร่หลายมากขึ้น แตกต่างกันก็ตรงที่วิธีการล้างอัดภาพ ที่มีค่าใช้จ่ายสูงมากในสมัยนั้นรวมถึงอุปกรณ์ชมภาพ 3 มิติ ก็ ยังมีน้อยไม่แพร่หลายเท่าที่ควร

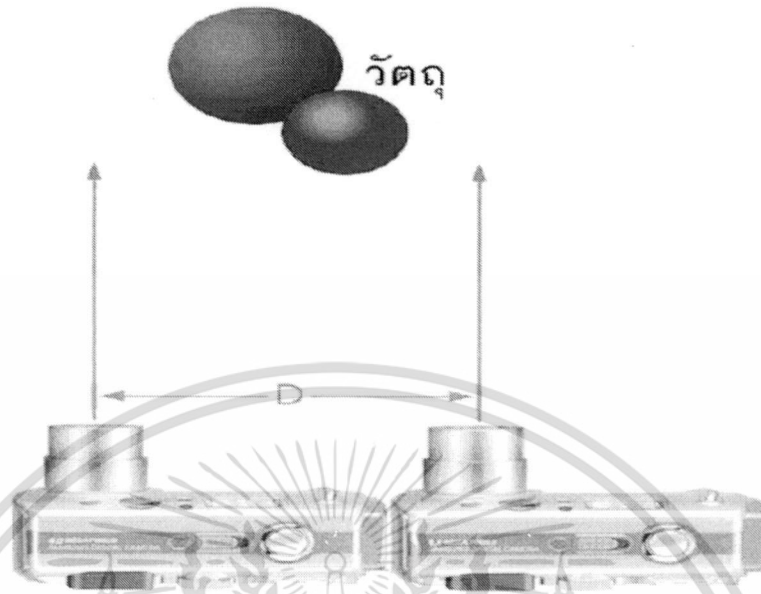
ต่อมาในปี ค.ศ.1850 David Brewster ได้ค้นคิดและประดิษฐ์ Albumen Print และ อุปกรณ์ ชมภาพซึ่งมีราคาถูก และทาง Oliver Wend all Homes ประดิษฐ์อุปกรณ์ชมภาพที่มีราคาถูกยิ่งกว่า เพื่อแข่งขันทางการตลาด โดยใช้หลักการง่าย ๆ ของการถ่ายภาพ 3 มิติ คือการถ่ายภาพจำนวน 2 ภาพ ของวัตถุเดียวกัน ในมุมที่ต่างกันเล็กน้อยและใช้เทคนิคของการชมภาพ 3 มิติ เพื่อให้ภาพแต่ละ ภาพเข้าสู่การมองเห็นของประสาทการรับภาพของดวงตาทั้งสอง ซึ่งประสาทการรับรู้ของมนุษย์ใน เรื่องของภาพจะดำเนินการผสมข้อมูลของภาพทั้ง 2 รวมกันในสมองของเราอีกครั้งหนึ่ง ทำให้เรา เห็นภาพดังกล่าว ในลักษณะ 3 มิติ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงภาพ 3 มิติ ของ Thomas House worth และอุปกรณ์ชมภาพ 3 มิติ ของ Holmes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเฉพาะและข้อจำกัดในการถ่ายภาพ 3 มิติ



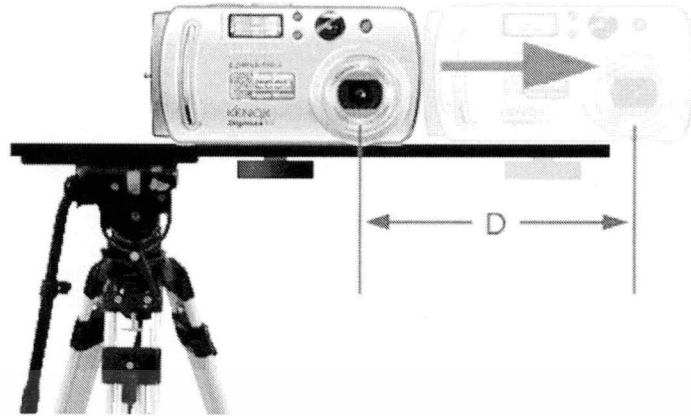
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการถ่ายภาพ 3 มิติ ที่ต้องกำหนดแนวการถ่ายภาพให้ขนานกัน

- เลนส์ทั้ง 2 ตัว ต้องมีทางยาวโฟกัสเท่ากัน
- แนวการถ่ายภาพทั้ง 2 ภาพ ต้องขนานกัน
- ระยะห่างระหว่างกล้อง 2 ตัว หรือระยะการเลื่อนกล้อง จะเท่ากับระยะห่างระหว่างลูกตา คือประมาณ 6.5 ซม. หากต้องการถ่ายภาพ 3 มิติ ให้ได้ผลดีนั้นควรต้องคำนึงถึงระยะห่างของกล้อง : วัตถุด้วย สัดส่วนที่นิยมใช้คือ $1/40$ ดังนั้นหากระยะของวัตถุห่างจากกล้อง ประมาณ 9.84 ฟุต หรือ 3 เมตร ก็สามารถคำนวณระยะห่างของกล้องที่เหมาะสมโดยคำนวณจาก $3/40$ ซึ่งได้ระยะห่างคือ 0.2461 ฟุต หรือ 7.5 ซม. เป็นต้น

หลักการขั้นพื้นฐาน ในการถ่ายภาพ 3 มิติ มีอยู่ 5 วิธีด้วยกัน คือ

1. กล้อง 1 ตัว ถ่ายภาพ 2 ภาพ โดยถ่ายทีละภาพ ในเวลาใกล้เคียงกัน
2. กล้อง 1 ตัว ถ่ายภาพ 2 ภาพ ผ่านเลนส์ 2 ตัว ในเวลาเดียวกัน เช่น กล้อง Argus 3D และ กล้อง Vivitar 3D
3. กล้อง 1 ตัว ถ่ายภาพ 1 ภาพ ผ่านเลนส์ 1 ตัว ที่มี beam splitter ในเวลาเดียวกัน ทำให้ได้ภาพ 2 ภาพ คู่กัน บนภาพ 1 ใบ
4. กล้อง 2 ตัว ติดตั้งข้างกัน ถ่ายภาพ 2 ภาพ ในเวลาเดียวกัน
5. กล้อง 1 ตัว ถ่ายภาพ 3 - 4 ภาพ ในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงการถ่ายภาพจากกล้อง 1 ตัวถ่ายทีละภาพ ได้ภาพ 2 ภาพ

จากหลักการขั้นพื้นฐานในการถ่ายภาพ 3 มิติ 5 วิธีข้างต้น วิธีการที่ 1,2,3, และ 4 เป็นวิธีมาตรฐาน ในการถ่ายภาพ 3 มิติ โดยจะได้ภาพ 2 ภาพ ที่ใช้เครื่องฉายภาพ 3 มิติ หรือ อุปกรณ์ชมภาพ 3 มิติ ในการสร้างภาพ 3 มิติ ให้ผู้ชม ส่วนวิธีการที่ 5 เป็นวิธีการใหม่ที่ต้องผ่านกระบวนการพิมพ์ภาพ ภายใต้ พื้นผิวที่เรียกว่า lenticular ที่ทำให้ดวงตาของเรา มองเห็นภาพ ณ มุมต่างๆ กัน ของวัตถุเดียวกันในเวลาเดียวกัน

ข้อควรระวังในการถ่ายภาพ 3 มิติ โดยใช้กล้องตัวเดียว

- ต้องถ่ายภาพทั้ง 2 ภาพ ให้เร็วที่สุด เพื่อลดโอกาสที่ส่วนประกอบต่างๆ ในภาพ จะเคลื่อนที่ ณ เวลาต่างกัน โดยเฉพาะกับสิ่งที่มีการเคลื่อนที่ หรือ ไม่นิ่ง
- การถ่ายภาพทิวทัศน์ หรือมีฉากหลังเป็นวิวธรรมชาติ ควรเลือกถ่ายภาพในขณะที่ลมสงบ ไม่มีใบไม้ปลิว หรือกิ่งไม้ไหว หรือเมฆ
- การถ่ายภาพควรจัดให้มีวัตถุใน foreground เพื่อให้ภาพที่ได้มีลักษณะของมิติ ชัดขึ้น
- ควรใช้ หน้ากล้องแคบๆ เพื่อให้ความชัดลึกสูงที่สุด



รูปที่ 2.4 ลักษณะตัวอย่างการถ่ายภาพจากกล้อง 2 ตัว ณ เวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบภาพ 3 มิติ และการชมภาพ 3 มิติ

การสร้างและชมภาพ 3 มิติ ปัจจุบันมีด้วยกันหลายระบบ แต่ละระบบมีข้อแตกต่างกัน โดยมากใช้หลักการของการบันทึกและชมภาพ ซึ่งค่าใช้จ่ายของระบบย่อมต่างกันตามคุณภาพและความละเอียดของภาพ ระบบที่มีค่าใช้จ่ายถูก จะไม่มีการลงทุนมากนักเพียงแค่อุปกรณ์ถ่ายภาพที่มีอยู่ ร่วมกับเทคนิคการถ่ายภาพ 3 มิติ โดยหลักการพื้นฐานที่ถูกต้องนั้นใช้วิธีการดังกล่าวก็เพียงพอ แต่ในระบบ Hi-Tech อาจมีราคาสูงเป็นหลายๆ แสนบาทขึ้นอยู่กับประเภทของผลลัพธ์ที่ต้องการนำไปใช้งานว่าต้องการนำไปใช้ในงานประเภทใดและมีคุณภาพขนาดใด



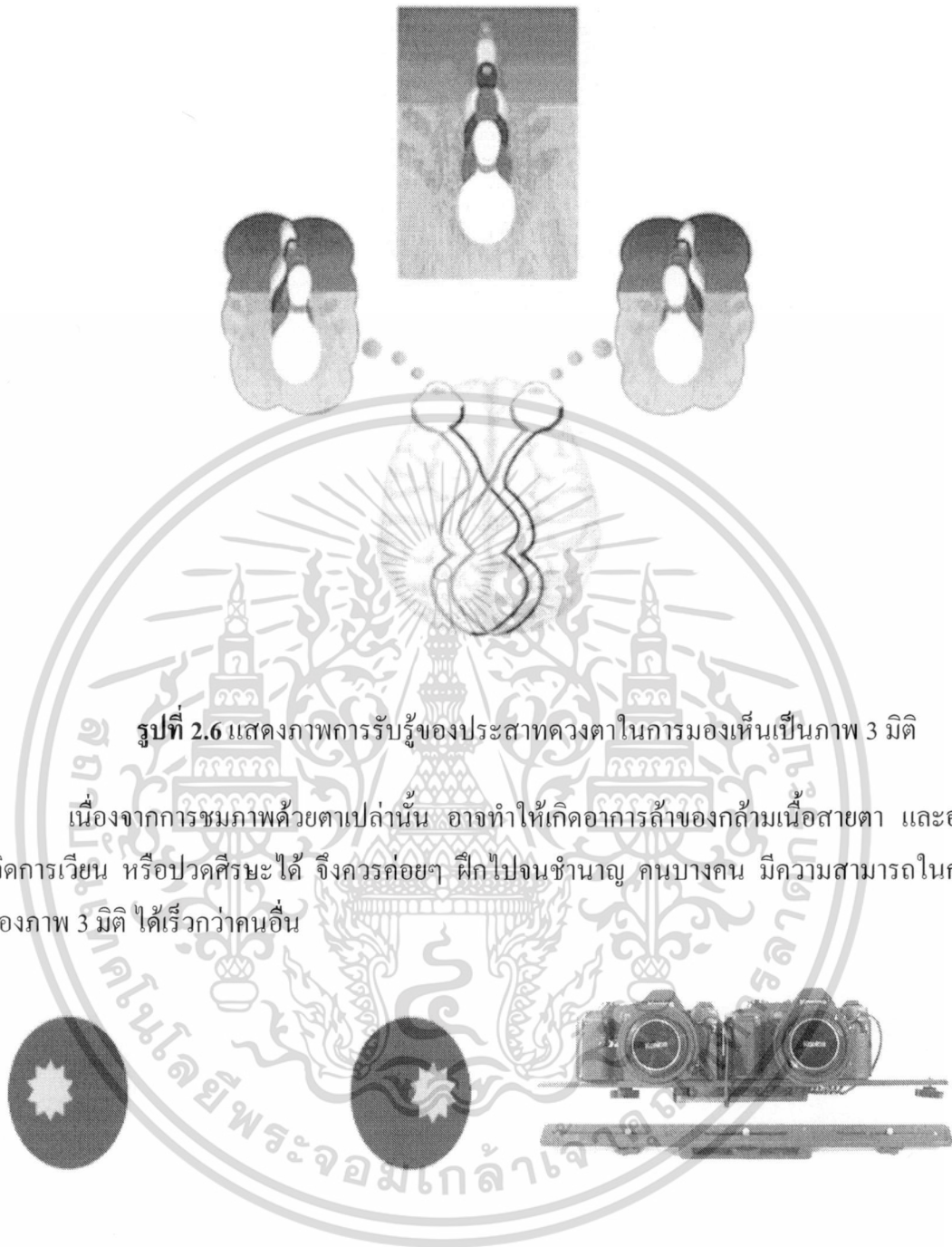
รูปที่ 2.5 ภาพ 3 มิติ แบบภาพซ้อนแดง-น้ำเงิน

วิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้มากในการถ่ายภาพ 3 มิติคือวิธีการของ Stereo Pairs โดยการนำภาพถ่ายคือประมาณ 6.5 ซม. จำนวน 2 ภาพมาทำการพิมพ์ภาพ ซึ่งมีวิธีการชมภาพ 3 มิติ ได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การชมภาพแบบสลับตาด้วยตาเปล่า (Cross-Eye View)

การชมภาพแบบ Stereo pair นั้น สามารถชมภาพได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือช่วยมากนัก กล่าวคือสามารถวางภาพทางด้านขวา สลับที่ไว้ด้านซ้าย และวางภาพด้านซ้ายสลับที่ไว้ด้านขวา จากนั้น อาศัยการมองเห็นของดวงตาด้านขวาชมภาพด้านซ้าย และใช้การมองเห็นของดวงตาซ้ายชมภาพด้านขวา เมื่อเริ่มชมภาพ ภาพทั้งสองจะค่อยๆ เคลื่อนเข้าหากัน จนเกิดการรวม หรือเรียกว่า การ Fused ภาพ จะเกิดเป็นภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงภาพการรับรู้ของประสาทดวงตาในการมองเห็นเป็นภาพ 3 มิติ

เนื่องจากการชมภาพด้วยตาเปล่านั้น อาจทำให้เกิดอาการล้าของกล้ามเนื้อสายตา และอาจเกิดการเวียน หรือปวดศีรษะได้ จึงควรค่อยๆ ฝึกไปจนชำนาญ คนบางคน มีความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ ได้เร็วกว่าคนอื่น

รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะการมองเห็นของดวงตาและการวางตำแหน่งของกล้องถ่ายภาพ

ในขั้นตอนของการฝึกหัดมองเห็นภาพ 3 มิติ ให้เกิดความง่ายขึ้น ให้ฝึกมองภาพจุดด้านบน โดยให้ตั้งจมูกอยู่ตรงกลางระหว่างวงกลม ใช้นิ้วชี้ ชี้ไปที่กึ่งกลางภาพ ใช้ตาทั้งสอง จ้องมองปลายนิ้ว ค่อยๆ เลื่อนนิ้วชี้เข้ามาหาตั้งจมูกอย่างช้าๆ โดยที่ตาทั้งสอง ยังจ้องมองปลายนิ้วอยู่ ภาพของวงกลมทั้งสอง จะค่อยๆ เลื่อนเข้าหากัน จนกระทั่งรวมเป็นหนึ่ง จะเห็นดาวสี่เหลี่ยม ลอยอยู่เหนือวงกลมสีน้ำเงิน เท่านั้นก็จะสามารถเห็นภาพเป็น 3 มิติแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การชมภาพแบบขนานด้วยตาเปล่า (Parallel View)

การชมภาพแบบขนานนี้ เป็นการชมภาพภาพในลักษณะปกติ กล่าวคือ ภาพด้านซ้ายจะอยู่ทางซ้าย และชมภาพด้วยตาซ้าย ส่วนภาพด้านขวาจะอยู่ทางขวา และชมภาพด้วยตาขวา โดยมีวิธีการคือ

1. เคลื่อนใบหน้าเข้าไปจ้องภาพถ่ายให้ใกล้ๆ
2. จากนั้นจึงค่อยๆ เคลื่อนศีรษะถอยออกห่างจากภาพอย่างช้า ๆ
3. ในขณะที่เคลื่อนศีรษะถอยหลังห่างออกนั้น ให้ใช้สายตาทั้งสองข้างพยายามมองให้ทะลุตัวภาพถ่ายไปด้านหลังของภาพถ่าย เสมือนกับว่ามีจุดโฟกัสอยู่ด้านหลังของภาพนั้น
4. จะเริ่มเห็นภาพ 3 ภาพ พยายามจ้องไปยังภาพที่อยู่ตำแหน่งตรงกลาง จนกระทั่งสายตาสามารถปรับการมองเห็นและมองเห็นภาพเป็น 3 มิติ

หากไม่สามารถมองได้แล้วสามารถใช้อุปกรณ์ชมภาพ 3 มิติแบบ Anaglyph Image หรือแว่นตาแบบ 3 มิติเข้าช่วยได้ โดยแว่นมีองค์ประกอบของเลนส์ สี 2 สี ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ภาพแสดงอุปกรณ์ชมภาพ 3 มิติแบบ Anaglyph Image

3. การชมภาพแบบขนาน ด้วย Stereo Viewer

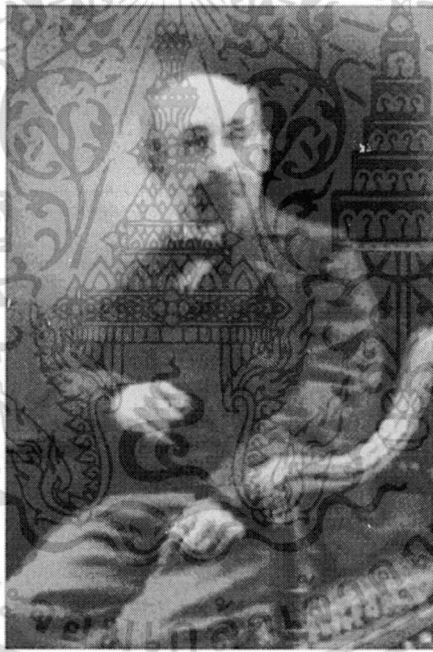
หลักการของ Viewer หรืออุปกรณ์ชมภาพ 3 มิติ ก็คือการแยกการมองของตาแต่ละข้าง ให้สามารถเห็น และโฟกัส รูปซ้าย-ขวา ที่เหมาะสม ในปัจจุบัน Viewer ในท้องตลาด มีหลายแบบ และหลายราคา บางแบบ ใช้ชมภาพขนาดเล็ก เช่น 3R และ 4R ในขณะที่บางแบบ สามารถใช้ชมภาพ 3 มิติ ขนาดใหญ่ได้ ภาพถ่ายทางอากาศที่เป็น 3 มิติ ได้จากการถ่ายภาพในลักษณะตั้งฉากกับพื้นโลก ในลักษณะต่อเนื่อง ในแนวนอน ภาพที่อยู่ลำดับติดกัน จะมีพื้นที่ที่ซ้อนทับกันได้ เมื่อนำภาพ 2 ภาพนี้ มาวางเรียงกันในแนวซ้าย-ขวา และปรับระยะห่างให้พอเหมาะ ก็จะสามารถใช้แว่น 3 มิติ

(แบบที่มีขา แสดงในภาพเล็ก) ชมออกมาเป็น 3 มิติได้ ส่วนกล่องชมสเตอริโอ 3 มิติ เป็นกล่องที่มีความ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะดวกในการชมภาพมากที่สุดแบบหนึ่ง เนื่องจากผู้ชมไม่ต้องกังวลกับระยะห่างระหว่างภาพ เหมือนกับการชมภาพถ่ายทางอากาศ แค่ใส่ภาพซ้าย-ขวา ให้ถูกต้อง ก็พอแล้ว และกล้องส่อง จอคอมพิวเตอร์ 3 มิติ จะยุ่งยากกว่ากล้องชมภาพถ่ายทางอากาศ เนื่องจากต้องติดตั้งกับ จอคอมพิวเตอร์ แล้วปรับให้แนวการชม ตั้งฉากกับพื้นจอ การชมภาพจากจอคอมพิวเตอร์ เป็น เวลานานๆ อาจทำให้ปวดตาได้ โดยเฉพาะจอที่มี refresh rate ที่ต่ำ

ภาพเหลื่อม (Anaglyph Image)

Du Hauron นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส เป็นผู้คิดค้นระบบภาพเหลื่อมนี้ ในปี ค.ศ.1891 การสร้างภาพ Anaglyph คือการปรับสีภาพ stereo 2 ภาพ แล้วนำมาซ้อนเหลื่อมกัน การชมภาพ Anaglyph นี้ ต้องอาศัยแว่นตาพิเศษ ที่มีสองสี ตามมาตรฐานแล้ว มักใช้สีน้ำเงินสำหรับตาขวา และ สีแดงสำหรับตาซ้าย

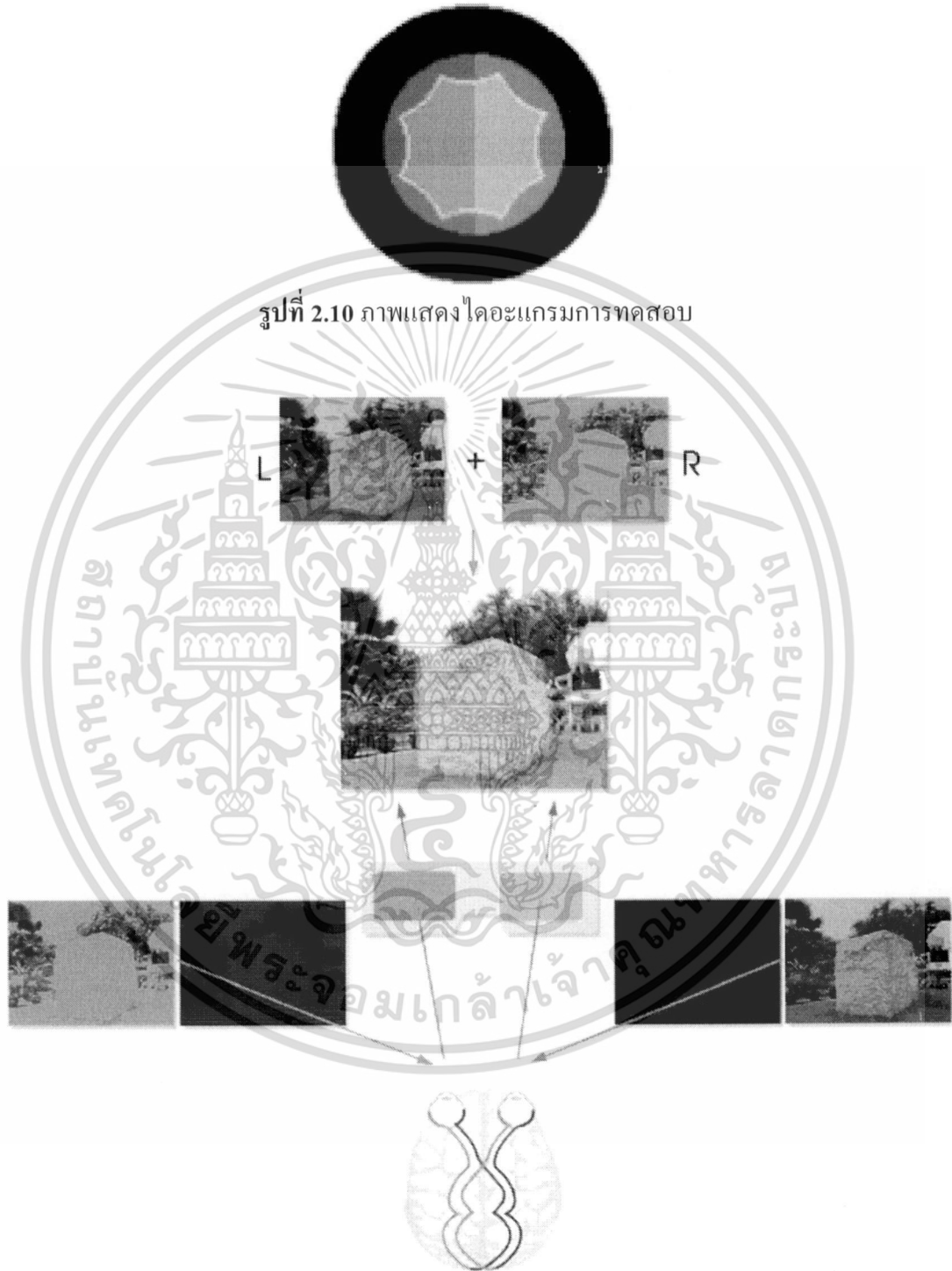


รูปที่ 2.9 ภาพ Du Hauron นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส

ภาพที่เป็น Anaglyph แท้ (Pure Anaglyph) นั้น ต้นแบบจะทำจากภาพ ขาว-ดำ 2 ภาพ ปรับ สีให้เป็นสีแดง และน้ำเงิน ภาพสี ก็สามารถนำมาใช้ทำภาพ Anaglyph ได้ แต่ได้ผลออกมาไม่ดีนัก เนื่องจากสีจะเพี้ยน หลักการของ Du Hauron คือจะใช้กฎการตัดกันของสี ซึ่ง Anaglyph ที่เป็นแว่น ซึ่งในการทดสอบทำโดยการปิดตาซ้ายและขวาสลับกันเช่นหากเรามองผ่านเลนส์สีฟ้าผ่าน Filter สีฟ้า อมเขียว ก็จะเห็นสีแดงใน Diagram ที่ทดลองจะหายไปเหลือแต่เส้นสีขาว และเมื่อเปิดตาซ้าย ปิดตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขวาและมองผ่านเลนส์สีผ่าน Filter สีแดง พบว่าสีฟ้าอมเขียวก็จะหายไปเช่นกัน และหากชมภาพปกติก็จะเห็นกรอบสีขาวของรูป 8 เหลี่ยมดังรูปที่ 2.10

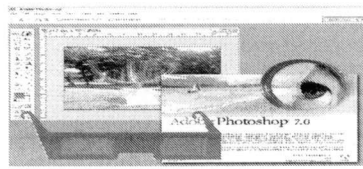


รูปที่ 2.10 ภาพแสดง ไดอะแกรมการทดสอบ

รูปที่ 2.11 ไดอะแกรมการทดสอบและหลักการของภาพถ่าย 3 มิติ ตามทฤษฎีของภาพ Du Hauron

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

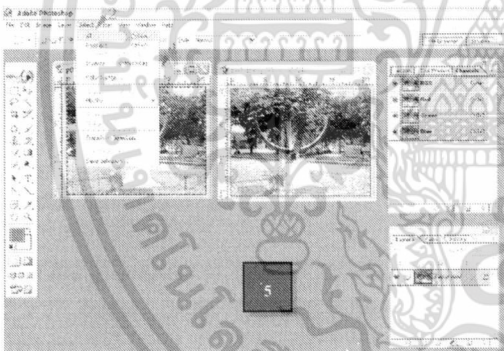
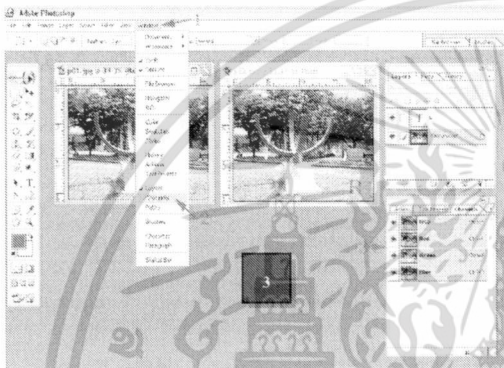
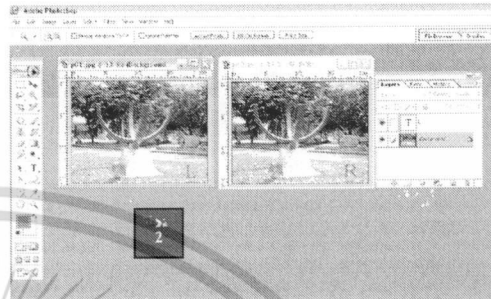
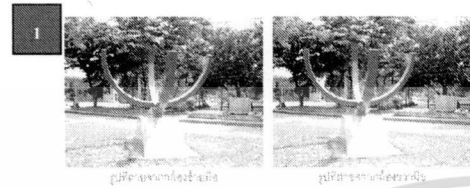
ตัวอย่าง การสร้างภาพ 3 มิติ ตามหลักการของภาพหล่อม โดย กิตติ แตรฟองแก้ว



เริ่มจาก เตรียมภาพที่ถ่ายจากกล้องซ้ายและขวา

เปิดโปรแกรม Adobe Photoshop 7.0 และเปิดภาพออกมา

กำหนด Channel และทำตามภาพด้านล่างก็จะ ได้ภาพ 3 มิติ

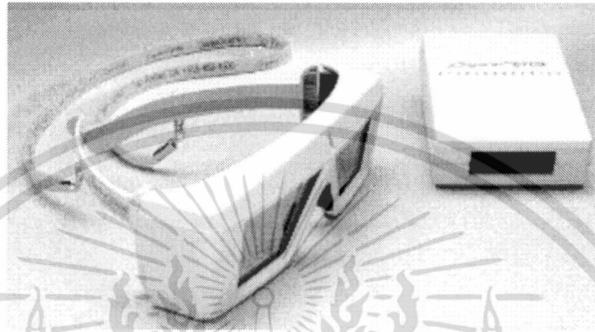


รูปที่ 2.12 แสดงขั้นตอนและวิธีการสร้างภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Page Flipped and Shutter Glasses

การใช้ Shutter Glasses ในการชมภาพ 3 มิติ ได้รับความนิยมนำมาใช้ แว่นตาดังกล่าว มี Electronic Shutter ที่จะ 'เปิด' และ 'ปิด' ในความถี่เดียวกัน กับ ภาพที่แสดงบนจอ Monitor การ เปิด/ปิด นี้ จะใช้ สัญญาณไฟฟ้า ในการทำให้ Liquid Crystals เปลี่ยนคุณสมบัติจาก 'โปร่งแสง' เป็น 'ทึบแสง' เพื่ออนุญาตให้ตาเพียงข้างเดียว มองเห็นภาพที่ถูกต้อง บนจอ Monitor ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ภาพ Shutter Glasses

ลักษณะของ Shutter ด้านซ้ายของแว่น จะเปิด ในขณะเดียวกันที่ ภาพด้านซ้าย แสดงบนจอภาพ จากนั้น Shutter ด้านขวาของแว่น จะเปิด ในเวลาเดียวกันที่ ภาพด้านขวา แสดงบนจอภาพ (Shutter ด้านซ้ายจะปิด) ความถี่ของการสลับภาพ ต้องสูงพอที่จะ 'หลอก' ประสาทตา ให้มองเห็นภาพทั้งสอง ในเวลาเดียวกัน และเห็นเป็นภาพ 3 มิติ ในกรณีที่ความถี่ต่ำเกินไป เราจะเห็นการกระพริบ (flickering) ของภาพแทน ในส่วนของ Pulfrich Images หรือ 3D effect สำหรับ วิดีโอ นั้น ระบบนี้ค่อนข้างแตกต่างจากระบบอื่น กล่าวคือหากมีการถ่ายวิดีโอของวัตถุ โดยที่มีการจับภาพเคลื่อนที่ไปด้านข้าง ไม่ว่าจะทางซ้ายหรือขวา หรือ กรณีที่วัตถุที่ถ่ายกำลังหมุนก็ตาม ในขณะที่กล้องอยู่กับที่ จะสามารถชมวัตถุนั้น เป็น 3 มิติได้ โดยการใช้แว่นตา ที่ด้านหนึ่ง เป็น ฟิลเตอร์มืด ส่วนอีกด้านไม่มี ฟิลเตอร์ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ภาพแว่นตา 3 มิติ ที่ขายพร้อมกับ VCD สารคดี 3 มิติ และแว่นตา 3 มิติ ของ UBC

Pulfrich Effect เกิดขึ้นราวปี ค.ศ.1922 โดยมาจากหลักการที่มนุษย์สามารถเห็นภาพ 3 มิติ จากวิดีโอ 2 มิติ จากการที่สมองดำเนินการแปลงสัญญาณภาพที่มีปริมาณแสงน้อย ได้ช้ากว่าภาพปกติ ดังนั้น กว่าที่สมองจะแปลภาพที่มองเห็นผ่าน filter ได้ สมองก็ได้รับภาพ 'ใหม่' จากตาอีกข้าง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ไม่มี filter แล้ว เมื่อส่อง 'เห็น' ภาพต่างกันระหว่างตาซ้าย กับตาขวา ก็จะทำการรวมภาพเข้าด้วยกัน และแปลผลออกมาเป็นภาพ 3 มิติ

ถ้าเราใช้ filter ตัดแสงบังตาข้างขวาไว้ จะพบว่า วัตถุที่เคลื่อนที่เร็วกว่า ไปทางด้านขวา จะดูเหมือนกับอยู่ใกล้เข้ามา และวัตถุที่เคลื่อนที่เร็วกว่า ไปทางด้านซ้าย จะดูเหมือนกับอยู่ไกลออกไป ซึ่งสามารถทำการทดลองง่ายๆ โดยการแขวนวัตถุสะท้อนแสง เช่น ซ้อน หรือ ส้อมโลหะ แล้วทำให้แกว่งในแนวซ้ายขวา (ระยะห่างจากผู้ทดลองคงที่) สวมแว่นตากันแดดที่ถอดจระจกด้านซ้ายออก แล้วมองที่วัตถุ จะพบว่า วัตถุดูเหมือนว่าจะแกว่งเป็นวงกลม (ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านบน) ก็เหมือนกับใกล้เข้ามา ในขณะที่เคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา และเหมือนกับไกลออกไป ในขณะที่เคลื่อนที่จากขวาไปซ้าย ถ้าลองสลับให้จระจกมีคอยู่ที่ตาข้างซ้าย จะดูเหมือนวัตถุแกว่งเป็นวงกลม ในทิศทางตรงกันข้าม

ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ และกล้องวิดีโอ ที่มีผลต่อ pulfrich effect

- การถ่ายวิดีโอในแนวตั้งฉาก กับทิศการเคลื่อนที่ จะทำให้เกิด pulfrich effect ที่ดี อย่างไรก็ตาม ความเร็วของการเคลื่อนที่ ต้องไม่สูงมากเกินไปจนทำให้ภาพเบลอ
- การถ่ายวัตถุที่หมุนอยู่ เช่น คนเล่นสเกต จะทำให้เกิด pulfrich effect
- การถ่ายโดยการหมุนกล้องรอบวัตถุ ไม่เหมาะกับการเกิด pulfrich effect

Pulfrich effect ถูกนำไปใช้งานในละครทีวี ตอนหนึ่ง ของอเมริกา ที่ชื่อว่า 3rd Rock from the Sun และในเดือนพฤษภาคม 1997 ผู้ชม สามารถชมภาพ 3 มิติ ได้ โดยการชมผ่านเลนส์ของแว่นกันแดด ผ่านตาข้างขวา

ปัจจุบัน มีการนำเทคนิคดังกล่าว มาใช้ใน VCD ในท้องตลาดในเมืองไทย หลายเรื่องด้วยกัน VCD จะขายพร้อมกับแว่นตา ด้านหนึ่งสีเขียว ด้านหนึ่งสีเทา ในเดือนมีนาคม 2546 ทางบริษัท UBC ได้นำภาพยนตร์ 3 มิติ ที่ใช้เทคนิคดังกล่าว ออกฉายทางช่อง UBC 37 และแจกแว่นตากระดาษ (สีของกระดาษแก้ว เป็นสีเขียว กันกับที่ใช้บนแว่น VCD) ถ้าต้องการแว่นตาเพิ่ม สามารถซื้อได้ในราคาอันละ 20 บาท การสร้างวิดีโอ 3 มิติ ทำได้ง่ายๆ โดยการนั่งรถที่ความเร็วสัก 20 ก.ม.ต่อชั่วโมง ใช้กล้องวิดีโอ ถ่ายภาพด้านนอกรถทางขวามือ โดยเลือกวิว ให้มีวัตถุหลายๆ อย่าง อยู่ใกล้บ้าง ไกลบ้าง ตัวอย่างเช่น ต้นไม้ รั้ว อาคาร บ้าน เป็นต้น เมื่อถ่ายเสร็จ เปิดวิดีโอชมทางจอทีวี แล้วชมวิดีโอ โดยใช้แว่นกันแดด (น่าจะใช้สีเทา) กันตาขวา (ตาซ้าย ไม่ต้องชมผ่านแว่นกันแดด) ก็จะสามารถเห็นวัตถุต่างๆ ในวิดีโอเป็น 3 มิติได้

Squished Side by Side on Lenticular Display

ระบบนี้ค่อนข้างจะยุ่งยากมาก สำหรับคนทั่วไป หลังจากถ่ายภาพแล้ว เราสามารถส่งภาพเหล่านี้ ไปยังร้านที่รับทำภาพ 'Lenticular' ได้ ทางร้านจะทำการ'รวม' ภาพหลายใบนี้ เข้าเป็นภาพ 1 ใบ โดยการใช้ซอฟต์แวร์ ตัดภาพออกเป็นริ้วในแนวตั้ง แล้วนำเข้ามาประกอบกันใหม่ จากนั้น จะใช้พื้นผิวพลาสติก ที่เรียกว่า lenticular screen ซึ่งประกอบด้วยเลนส์แนวตั้งจำนวนมาก เรียงต่อกัน อย่างเป็นระเบียบ เลนส์เหล่านี้ จะทำให้ตาซ้ายขวาของเรา เห็นภาพที่แตกต่างกัน ทำให้เห็นภาพเป็น 3 มิติ

Effect ต่างๆ ที่ใช้กับภาพ Lenticular

1. 3D : รวมภาพหลายภาพเป็นภาพ 3D
2. Flip : รวมภาพ ได้มากถึง 6 ภาพ
3. Animation : รวมภาพ ได้ถึง 18 ภาพ
4. Morph : รวม ได้ 12 ภาพ
5. Zoom : 8 ถึง 10 ภาพ

Polarized Images Using Polarized Glasses

หลักการของระบบนี้ คือการฉายภาพ ซ้ายขวา ผ่าน polarization ที่มีแกนต่างกัน ปกติจะใช้ ความต่างที่ 90 องศา เช่น 0/90 องศา หรือ 45/135 องศา แล้วใช้แว่นตา ที่มี polarizer ที่ตรงกับ การฉายภาพ ทำให้ตาซ้าย มองเห็นภาพซ้าย และตาขวามองเห็นภาพขวา



รูปที่ 2.15 ภาพแสดงการชมภาพ 3 มิติ รุ่นใหม่ บน จอ Monitor

จากรูปที่ 2.15 เป็นระบบชมภาพ 3 มิติ รุ่นใหม่ บน จอ Monitor ประกอบด้วย ซอฟต์แวร์, จอ Monitor พิเศษ ที่มี 2 ชั้น, mouse พิเศษ, และแว่นตา ที่เป็น polarizerระบบที่เห็นนี้ ใช้ในการ แปลภาพดาวเทียมที่เป็น stereo

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพซ้อน 3 มิติ

เป็นภาพ 3 มิติ แบบที่นิยมเล่นกันมากที่สุด ในหมู่หนุ่มสาว เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือช่วยในการชมภาพ ภาพ จะถูกซ้อนอยู่ในภาพอื่น ที่มีลวดลาย และสีอันสวยงาม ส่วนมากจะเป็นลวดลายซ้ำๆ กัน parallax หมายถึง ปรากฏการณ์ ที่แสดงความแตกต่างของตำแหน่งของวัตถุ เมื่อมองจากตาต่างข้างกัน เพื่อทดลองเกี่ยวกับ parallax ให้ลองยกนิ้วชี้ขึ้น ให้ตรงกับจมูก ห่างจากตาทั้งสองข้างประมาณ 0.30 เมตร หลับตาซ้าย และใช้ตาขวามองนิ้ว หลังจากนั้น ให้หลับตาขวา และใช้ตาซ้ายมองแทน เราจะเห็นนิ้วชี้กระโดดไปมา เนื่องจากผลของ parallax

การบันทึกภาพในย่าน Near Infrared

การบันทึกภาพ Near Infrared สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ตามลักษณะของแหล่งกำเนิดแสง คือ

1. แบบ Passive : การบันทึกแสง Near IR ของวัตถุ จากแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ
 - Reflected Near IR : การบันทึกแสง Near IR ที่สะท้อนจากวัตถุ จากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (ดวงอาทิตย์)
 - Emitted Near IR : การบันทึกแสง Near IR ที่เปล่งออกจากตัววัตถุเอง อาทิ ลาวา และวัตถุที่ร้อนอื่นๆ
2. แบบ Active : การบันทึกแสง Near IR ที่สะท้อนจากวัตถุ จากแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์ทำขึ้น เช่น แฟลช, หลอดไฟ

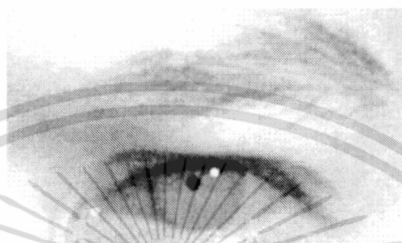
การบันทึกภาพในย่าน Near Infrared กระทำได้หลายวิธี คือ

1. การบันทึกโดยใช้กล้องถ่ายรูป และ ฟิล์มอินฟราเรด หรือ ฟิล์มอินฟราเรดสี ถือว่าเป็นระบบไม่กวาดภาพ (Non-Scanning System)
2. การบันทึกโดยใช้อุปกรณ์ชนิดกวาดสร้างภาพจากระนาบภาพ (Image Plane Scanning Sensor) เช่น เครื่องกวาดภาพโซลิตสแตด
 - ระบบ HRV ของ ดาวเทียม SPOT สำหรับการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติระยะไกล
 - การบันทึกโดยกล้องดิจิทัล และ Infrared Pass Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การบันทึกโดยใช้อุปกรณ์ชนิดกวาดสร้างภาพจากระนาบวัตถุ (Object Plane Scanning Sensor) เช่น เครื่องกวาดภาพแบบกลเชิงแสงหลายช่วงคลื่น ใช้ในระบบ Multispectral Scanner : MSS และ Thematic Mapper : TM ของ ดาวเทียม Landsat และระบบ MSS ของ การสำรวจจากเครื่องบิน สำหรับการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติระยะไกล

ลักษณะของวัตถุต่างๆ ในภาพ Near IR



รูปที่ 2.16 ภาพแสดงลักษณะของลูกนัยน์ตาคำที่จะมีขนาดเล็กลง

รายการ	ลักษณะการเห็นของประสาทตา
วัตถุ	โทนสีที่ปรากฏบนภาพ near infrared
ท้องฟ้า	เทาเข้ม ถึงดำ
ก้อนเมฆ	ขาว
ใบไม้ ดอกไม้	ขาว
ต้นไม้ และกิ่งไม้	เทาเข้ม ถึงดำ
ผิวคน	ค่อนข้างขาว ดูเรียบลื่น
ลูกตา คำ/ขาว	ตาคำจะดูเล็กลง เพราะตาคำวงนอก จะดูเป็นสีเดียวกับตาขาว
แว่นตา	บางอันจะใส สามารถมองทะลุได้
ผ้าสีต่างๆ	ขาว
น้ำ	ดำ และจะเห็นเงาสะท้อนได้ดีมาก

ในช่วงคลื่น Near IR วัตถุจะมีความสว่างมากหรือน้อย ขึ้นกับค่าการสะท้อน (Reflectivity) ใบไม้ และผิวมนุษย์ จะมีค่าการสะท้อนสูง ทำให้มีสีเกือบขาว หรือขาว ในขณะที่น้ำ มีค่าการสะท้อนต่ำ ทำให้มีสีค่อนข้างดำ หรือดำ เสื้อผ้าสีต่างๆ จะสะท้อนแสง Near IR ได้ดีพอๆ กัน โดยไม่ขึ้นกับสีของผ้า ทำให้เราเห็นผ้าสีต่างๆ เป็นสีเกือบขาว ทั้งหมด เงาสะท้อนของสิ่งต่างๆ บนผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำ (ที่อยู่ภายในแสงที่มองเห็น) จะถูกตัดออก ทำให้เหลือเฉพาะเงาของวัตถุภายใน Near IR ซึ่งจะมองเห็นได้ชัดเจนมาก เปรียบเทียบได้กับการใช้ polarizer filter กับภาพถ่ายปกติที่เดียว

ภาพ Near IR มีลักษณะของบรรยากาศที่ค่อนข้าง'ใส' เนื่องจากในย่านความยาวคลื่นนี้ มีปริมาณของ Atmospheric Scattering ต่ำกว่า ในย่านคลื่นแสงที่ตามองเห็นมาก ทำให้เราสามารถนำจุดเด่นข้อนี้ มาใช้ในการปรับปรุงภาพ ในลักษณะ IR 'Bright' ได้

นอกจากค่าการสะท้อนแล้ว มุมการมอง ยังมีผลต่อความสว่างของวัตถุอีกด้วย การเล็งกล้องไปยังผิวน้ำที่สะท้อนแสงแดดโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ย่อมให้ภาพผิวน้ำที่สว่างอย่างแน่นอน

กล้องดิจิทัลกับการถ่ายภาพ Near IR

ราคาของกล้องดิจิทัลในปัจจุบัน มีแนวโน้มที่จะลดลง ในขณะที่ฟังก์ชัน และความละเอียดของภาพ สูงขึ้นเรื่อยๆ กล้องดิจิทัล สามารถถ่ายภาพ Near IR ได้ เนื่องจาก CCD (Charge Coupled Devices) ของกล้องดิจิทัล มีความไวต่อคลื่นแสงย่าน Near IR CCD ในแต่ละรุ่น จะมีความไวต่อแสง near IR ต่างกัน มีผลทำให้กล้องดิจิทัล มีความสามารถในการถ่ายภาพ Near IR ต่างกันด้วย

กล้องดิจิทัลบางรุ่น มีการติดตั้งฟิลเตอร์ ที่กันแสง Near IR เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพ (ป้องกัน IR Contamination) ทำให้ความสามารถในการถ่ายภาพ Near IR ลดลง การถอดฟิลเตอร์ดังกล่าวออก จำเป็นต้องกระทำโดยผู้เชี่ยวชาญ และต้องมีการปรับระยะของ CCD เพื่อชดเชยระยะโฟกัสที่เปลี่ยนไปด้วย

สำหรับกล้องดิจิทัลบางรุ่น ที่ยังคงมีความไวต่อแสง Near IR อยู่ การถ่ายภาพ near IR ยังสามารถกระทำได้ โดยอาศัยฟิลเตอร์ เพื่อกันแสงช่วงคลื่นอื่นๆ ออก ฟิลเตอร์นี้ เรียกว่า 'IR Pass Filter' เนื่องจากฟิลเตอร์ดังกล่าว จะปิดกั้น คลื่นแสงที่ตามองเห็น (Visible Light) ไม่ให้ตกกระทบบน CCD ส่งผลให้ Shutter Speed ของการถ่ายภาพ ลดลงอย่างมาก ดังนั้น การถ่ายภาพ Near IR ให้ภาพออกมาชัดเจน จึงต้องเลือกสถานที่ และเวลา ที่มีแสงแดดมาก

คุณภาพของภาพ Near IR ที่ได้จากกล้องดิจิทัล ขึ้นอยู่กับ ความเร็วของเลนส์ (lens speed) , ความไวต่อ IR (ถูกจำกัดโดย IIRCF : Internal IR Cut Filter) และ ความสามารถของกล้องที่ถ่ายภาพ ณ ISO สูงๆ

การใช้กล้องดิจิทัลเพื่อถ่ายภาพ Near IR มีข้อดีกว่ากล้อง SLR หลายประการ กล่าวคือ

1. กล้องดิจิทัล สามารถถ่ายแล้วเห็นผลได้ทันที ในขณะที่กล้อง SLR ต้องผ่านกระบวนการล้างอัดพิเศษ ที่ใช้เวลานาน
2. ต้นทุนการเรียนรู้โดยใช้กล้องดิจิทัล จะต่ำกว่ามาก เพราะสามารถลบภาพเสียทิ้งได้ และทดลองถ่ายใหม่ได้ทันที ในขณะที่ การล้างอัดด้วยกระบวนการพิเศษของฟิล์ม infrared จะ มีค่าใช้จ่ายสูง และหาห้องปฏิบัติการเฉพาะทางยาก
3. จากข้อ 1 และ 2 ส่งผลให้กระบวนการเรียนรู้ (โดยการลองผิดลองถูก) โดยกล้องดิจิทัล เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วกว่ามาก ตากล้องสามารถเลือกถ่ายวัตถุอะไรก็ได้ ตามใจชอบ โดยไม่ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายของฟิล์ม และการล้างอัดภาพ
4. ตากล้องที่ใช้กล้องดิจิทัล สามารถสลับไป-มา ระหว่างการถ่ายภาพธรรมดา กับการถ่ายภาพ Near IR ได้ โดยการใส่-ถอด IR Pass Filter เท่านั้น

ความแตกต่างของความสามารถของกล้อง ในการถ่ายภาพ Near IR เนื่องจาก

1. ชนิดของ IR Pass Filter ที่ใช้
2. Bayer Pattern Color Filter ที่ใช้กับ CCD
3. IR Cut Filter ที่ใช้ภายในกล้อง
4. ตัว CCD เอง
5. Firmware ของกล้อง : โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับ white balance

การเลือกกล้องดิจิทัลสำหรับการถ่ายภาพ Near IR

จากการที่กล้องดิจิทัลมีความไวต่อแสงในย่านอินฟราเรดใกล้ ไม่เท่ากัน ทำให้กล้องดิจิทัลแต่ละตัว มีความเหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพอินฟราเรดใกล้ ไม่เท่ากันด้วย การทดสอบว่า กล้องดิจิทัลที่มีอยู่แล้ว มีความไวต่อแสงอินฟราเรดใกล้ มากน้อยเพียงใดนั้น ทำได้โดยการทดสอบถ่ายภาพ รีโมทคอนโทรลในขณะที่กดปุ่มอยู่ ถ้าภาพของหลอดไฟของรีโมทคอนโทรล สว่างมาก แสดงว่า CCD ของกล้องดิจิทัลตัวนั้น มีความไวต่อแสงอินฟราเรดใกล้ ก่อนจะศึกษา section ต่อไป ควรตรวจสอบสรุปผลการทดสอบกล้องรุ่นต่างๆ ของ web http://www.jr-worldwi.de/photo/index.html?ir_comparisons. ก่อนเพื่อเลือกใช้ตัวเลขได้ Light Loss (EV) เป็นตัวตัดสินนะครับ ถ้าตัวเลขติดลบน้อย ก็แปลว่ามีการสูญเสียของแสงน้อย หรือ มีความไวต่อ Near IR มากกว่า นั่นเอง กล้องที่มีความไวสูง เช่น Nikon CoolPix 950 มีค่า Light Loss เท่ากับ -5.3 เท่านั้น

การเลือกใช้ IR Pass Filter

Spec ของ IR Pass Filter จะถูกกำหนดเป็นมาตรฐาน โดย Wratten Number ซึ่งนี้มาจาก ผู้ผลิตฟิลเตอร์ ที่มีชื่อเสียง ของประเทศอังกฤษ ในปี ค.ศ.1870 ที่ชื่อ Frederick Charles Luther Wratten ซึ่งต่อมา บริษัท Wratten ก็ถูกซื้อโดย บริษัท โกดัก ในปี ค.ศ.1920 ดังตารางที่ 2.1

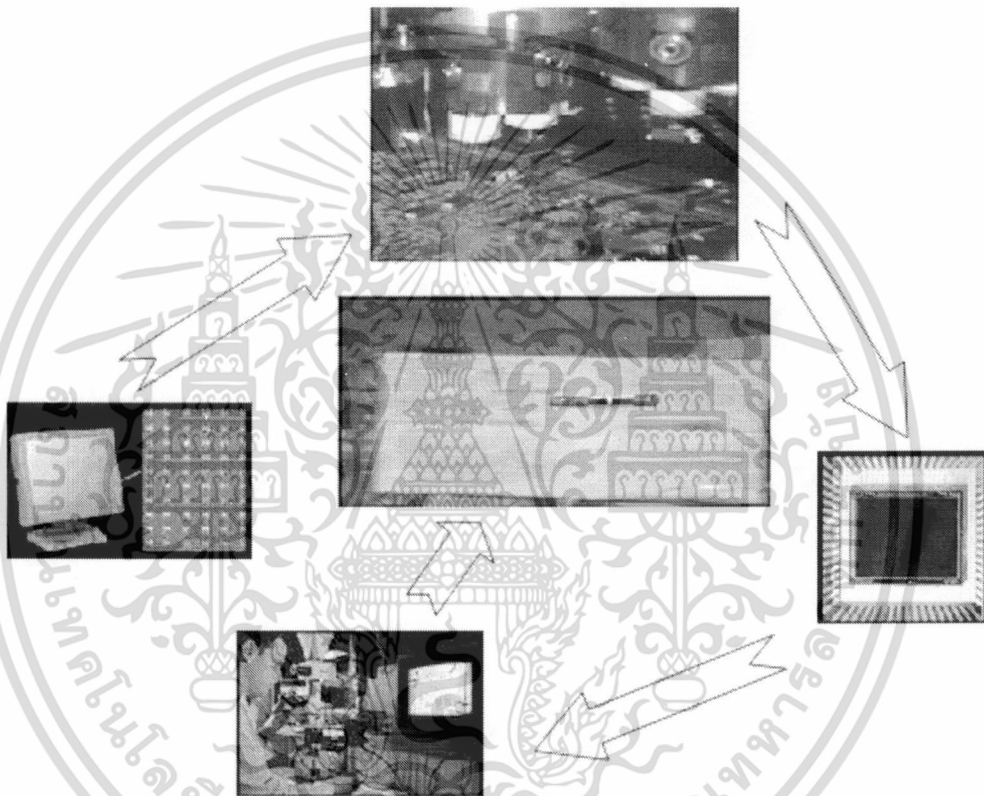
ตารางที่ 2.1 แสดงคำอธิบายมาตรฐานและ IR Pass Filter ต่างๆ

มาตรฐาน	อธิบาย
Wratten 25	เป็น Filter สีแดง ที่เหมาะสมกับฟิล์ม IR ขาวดำ Filter นี้สามารถใช้ได้กับกล้อง SLR และสว่างพอที่จะสามารถ โฟกัสผ่าน Viewfinder ได้ Wratten 25 จะปิดกั้นแสงสีน้ำเงิน และเขียว อนุญาตให้ผ่านเฉพาะ แสงสีแดง กับ Near IR การใช้ filter wratten 25 จะได้ effect ของ near ir อยู่บ้าง แต่ภาพก็จะมีแสงสีแดง ปนอยู่มากเช่นกัน จึงยังไม่จำเป็นว่าเป็น near ir แท้
R72	เป็น IR Pass Filter ที่เหมาะสมกับผู้เริ่มถ่ายภาพ IR เนื่องจากราคาถูก (เมื่อเปรียบเทียบกับ IR Pass filter ตัวอื่น) และมีจุดตัดที่ 720 นาโนเมตร ที่ไม่นับว่าสูงเกินไป ทำให้ใช้งานได้กับกล้องดิจิตอลส่วนใหญ่
87	เป็น IR Pass Filter ที่ 'มิด' กว่า R72 ประมาณ 2 stop นับว่าเป็น filter ที่ไม่เหมาะสมกับกล้องดิจิตอลรุ่นใหม่ๆ เนื่องจากกล้องรุ่นใหม่ๆ จะมีความไวต่อ IR น้อยลง
1000	เป็น IR Pass Filter ที่ มืดที่สุด ที่ขายอยู่ในท้องตลาดปัจจุบัน ไม่เหมาะสมกับกล้องดิจิตอลหลายรุ่น เพราะจะทำให้เกิดปัญหาการ focus

Wratten Number	0% Transmission (nm) การส่งผ่าน 0% (นาโนเมตร)	50% Transmission (nm) การส่งผ่าน 50% (นาโนเมตร)	บริษัทผู้ผลิต Filter							
			Schott-Glass	B+W (glass)	Heliopan	Cokin	Hoya (glass)	Tiffen (glass)	CoCam (resin)	M&K (glass)
25	580	600	OG590	090	1025/125	003	25A	-	25	-
29	600	620	RG630	091	1029/129	-	-	-	-	-
70	645	675	RG665	-	-	-	-	-	-	-
89B	680	720	RG695	092	5695/569	-	R72	-	R72	-
88	700	735	-	-	-	-	-	-	-	-
88A	720	750	RG715	-	5715/571	-	-	-	88A	-
87	740	795	RG780	-	5780/578	-	-	TI87	87	-
87C	790	850	RG830	093	5830/585	-	-	-	87C	-
87B	820	930	RG850	-	5850/585	-	-	-	-	-
87A	880	1050	RG1000	094	5100/510	-	RM90	-	-	-
-	1000	-	-	-	-	-	RM100	-	-	M&K 1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Filter 87C จะให้ภาพที่มี Contrast สูง ทำให้ได้ท้องฟ้าสีเข้ม และใบไม้สีเขียว ในขณะที่ Filter 87 และ 89B จะให้ภาพที่มี Contrast ต่ำกว่า และมี Tone ที่นุ่มกว่า ภาพพริบตา ภาพความเร็วสูง (High-speed Photography) ภาพพริบตาเป็นภาพของสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาที่สั้นมาก สั้นจนเสียกระทั่งตาของเราไม่สามารถเห็นได้ทัน การจับภาพพริบตาดังรูปที่ 2.17 จึงช่วยให้เราเห็นและเข้าใจ ในสิ่งเหล่านี้ได้ดียิ่งขึ้น ศาสตร์การถ่ายภาพความเร็วสูง ได้รับการบุกเบิกโดย Eadward Muybridge ในปี ค.ศ.1872 เนื่องจากเขาต้องการพิสูจน์ว่า บางจังหวะที่ม้าวิ่งนั้น ขาทั้ง 4 ของม้าลอยขึ้นจากพื้นพร้อมๆ กัน



รูปที่ 2.17 ภาพแสดงกรรมวิธีการผลิตระบบการบันทึกภาพของกล้องวิดีโอความเร็วสูง

กล้องถ่ายภาพ และกล้องวิดีโอความเร็วสูง ที่มีอยู่ในท้องตลาด เป็นกล้องที่ใช้เทคโนโลยีสูง ในการเปิด-ปิด shutter ให้ได้ความเร็วที่ต้องการ (สูงมาก) ตัวอย่างเช่น High Speed Cameras for Slow Motion Analysis ของบริษัท Redlake ที่สามารถถ่ายภาพได้ 500 เฟรมต่อวินาที ถึง 140,000 เฟรมต่อวินาที และ Digital High Speed Video Imaging ของ บริษัท Vision Research, Inc.

การจับภาพความเร็วสูง สามารถนำมาประยุกต์ได้หลายอย่าง อาทิ การตรวจวัดขั้นตอนการผลิตที่ใช้ความเร็วสูง การแพทย์ การศึกษาการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต/วัตถุ เช่น การศึกษาความปลอดภัยของคนในรถยนต์ ขณะเกิดการชน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายภาพความเร็วสูงที่จะกล่าวถึงบน web นี้ ไม่ได้อาศัยกล้องราคาแพงๆ ดังที่พูดถึงข้างต้น แต่เป็นการถ่ายภาพ โดยอาศัยอุปกรณ์กล้องที่มีอยู่ในท้องตลาด (กล้องฟิล์ม หรือ กล้องดิจิทัล + แฟลช) บวกกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ออกแบบมาเพื่อควบคุมการทำงานของแฟลชให้ทำงาน (ปล่อยแสง) ออกมา ณ เวลาที่เราต้องการ

วิธีการถ่ายภาพความเร็วสูง

1. Motion-picture Method หรือ วิธีการถ่ายภาพยนตร์ เป็นวิธีการถ่ายภาพให้มีจำนวนภาพเพียงพอที่จะหยุดการเคลื่อนไหว ของเหตุการณ์ที่ต้องการศึกษา เช่น 10,000 เฟรมต่อวินาที สำหรับการกระเซ็นของหยดน้ำ 100,000 เฟรมต่อวินาที สำหรับการเคลื่อนที่ของลูกปืน เป็นต้น การถ่ายแบบ Motion-picture มีข้อดีคือ เราสามารถดู และศึกษา กระบวนการการเปลี่ยนแปลง ในลักษณะ slow-motion และเลือกที่จะหยุดชมภาพ ณ เวลาใดก็ได้ ข้อเสียคือ อุปกรณ์มีราคาแพงมาก ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ในกรณีทั่วไป

2. Snap-shot Method เป็นวิธีที่ใช้การควบคุมจังหวะการให้แสง ให้ตกกระทบวัตถุ ณ จังหวะที่ต้องการ วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้อุปกรณ์ราคาถูก ประกอบกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมแฟลช (สั่งให้ทำงานด้วยเสียง, แสง, เป็นต้น) เพื่อจับภาพ 1 ภาพ หรือหลายภาพ (4-5 ภาพ เท่าที่เคยเจอ) ของเหตุการณ์

ขั้นตอนการถ่ายภาพด้วยเสียง (Snap-shot Method)

1. เปิดไฟ (พื้นที่ที่ใช้ ควรเป็นห้องมืด หรือ ถ่ายในเวลากลางคืน ที่มี background มืด)
2. จัดวางวัตถุที่ต้องการถ่ายภาพ เช่น ลูกโป่งใส่น้ำ ณ ตำแหน่งที่ต้องการถ่ายภาพ
3. ตั้งกล้องบนขาตั้งกล้อง เลือก manual mode ตั้งหน้ากล้องที่ต้องการ เช่น f/4 ที่ความเร็ว 1 วินาที ตั้งโฟกัสให้เรียบร้อย
4. ตั้ง flash บนขาตั้ง ไม่ต้องต่อสาย sync เข้ากับตัวกล้อง เปิด flash แล้ว ตั้ง flash ที่ ratio ต่ำที่สุด เช่น 1/32 จังหวะ flash-วัตถุ ให้ได้แสงที่พอดี (อาจทดลองถ่ายดูก่อน)
5. ต่ออุปกรณ์ควบคุม flash (อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำขึ้นเอง ดูรายละเอียดของวงจรฯ ที่ <http://hiviz.com/>) เข้ากับ flash หันส่วนที่เป็นตัวรับเสียงเข้าหาวัตถุ
6. ปิดไฟ
7. กดชัตเตอร์
8. เอาเข็มแทงลูกโป่ง (หรือเริ่มทำอะไรก็ได้ที่ทำให้วัตถุเกิดเสียง)
9. เสียงที่เกิดจากวัตถุ จะเดินทางไปยัง อุปกรณ์ควบคุม flash ซึ่งจะส่งสัญญาณให้ flash ทำงาน
10. ชัตเตอร์ปิดลง
11. เช็กภาพ (ในกรณีที่ใช้กล้องดิจิทัล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อดีข้อเสียของการถ่ายภาพพริบตาทั้ง 2 วิธี

ข้อเปรียบเทียบ	Motion-picture Method	Snap-shot Method
จำนวนเฟรม	ตั้งแต่ 500 ถึงมากกว่า 140,000 ภาพ	1 ภาพ โดยทั่วไป (ขั้นพื้นฐาน) ถึง 4-5 ภาพ หรือมากกว่านั้น (ขั้น advanced)
ราคาอุปกรณ์	สูงมาก ในระดับล้านต้นๆ	ต่ำกว่ามาก อาจใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพที่มีอยู่แล้วก็ได้ ค่าใช้จ่ายจึงอยู่แค่ค่าใช้จ่ายการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
เทคนิคควบคุมการถ่ายภาพ	ไม่จำเป็นต้องมีก็ได้	ใช้เสียง หรือ แสง เป็นตัวสั่งการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพแบบ Snap-shot

- กล้องดิจิทัล หรือ กล้อง SLR : ควรเป็นกล้องที่มีระบบ manual หรืออย่างน้อยมี B shutter
- แฟลช : มี Guide Number สูง, สามารถปรับ power ratio ได้ หรือหากมี manual zoom ก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพขึ้น
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมแฟลช
- PC สำหรับนำมาใช้เพื่อการควบคุมแบบ advanced

ความเร็วของแฟลช

ความเร็วของแฟลชโดยทั่วไป มีค่าประมาณ 1/1000 วินาที และทำการปรับ Power Ratio ของแฟลช ไม่ใช่เป็นการเปลี่ยนความเข้มของแสง (intensity) แต่เป็นการเปลี่ยน ช่วงเวลาการปล่อยแสงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่า Power Ratio ของแฟลช

Power Ratio	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
ความเร็วของแฟลช วินาที	1/1,000	1/2,000	1/4,000	1/8,000	1/16,000	1/32,000	1/64,000	1/128,000

ดังนั้น การเลือกใช้ Power Ratio ที่ถูกต้อง เหมาะสม จึงเป็นส่วนหนึ่งของคุณสมบัติสำคัญ ในการหยุดเวลา ของการถ่ายภาพพริบตา ส่วน GUIDE Number หรือ GN เป็นค่าที่บ่งชี้ถึง กำลัง(ความเอกซอสาร์นี่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรง)ของแฟลช แฟลชที่มี GN สูง จะสามารถถ่ายภาพได้ระยะทางมากกว่า แฟลชที่มี GN ต่ำ GN ของแฟลชส่วนใหญ่ จะหาจากค่า ISO มาตรฐานที่ 100

เราสามารถหาค่า GN ของแฟลช ได้จากการทดลองถ่ายภาพด้วยแฟลชโดย

1. ตั้งค่า ISO ของกล้อง ที่ 100
2. ตั้งหน้ากล้อง ณ ค่าใดค่าหนึ่ง เช่น $f/4$
3. ถ่ายภาพวัตถุโดยใช้แฟลช จำนวนหลายๆ ภาพ หาระยะที่ภาพออกมาดีที่สุด (correct exposure) หรือจะใช้วิธีกดแฟลชให้วาบ แล้วใช้มิเตอร์วัด ก็ได้ ระยะนี้ มีหน่วยเป็นฟุต นะครับ
4. คำนวณหาค่า GN จากสมการ $GN = (f\text{-stop}) \times (\text{ระยะ ณ correct exposure})$ เช่น ถ้าตั้งหน้ากล้องที่ $f/4$ และได้ระยะที่ดีที่สุด 10 ฟุต จะได้ค่า $GN = 4 \times 10 = 40$

หากจะทดลองหา GN โดยใช้ TTL แฟลช ละก็ ต้องเปลี่ยนจาก mode TTL เป็น mode ชธรรมดา ก่อนนะครับ เพราะ TTL จะมีความสามารถในการปรับระยะเวลาการวาบแสง เพื่อชดเชยกับที่วัตถุต้องการ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงผลกระทบของ Power Ratio ที่มีต่อ GN

Power Ratio	1/1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
ความเร็วของแฟลช วินาที	1/1,000	1/2,000	1/4,000	1/8,000	1/16,000	1/32,000	1/64,000	1/128,000
GUIDE Number (ค่าเริ่มต้นสมมติ)	220	160	110	80	56	40	28	20

หากสังเกตเห็นจากตารางว่า ตัวเลขแสดง GN เปลี่ยนไปอย่างไม่เป็นสัดส่วนกับ Power Ratio ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อกำลังของแฟลช ลดลงครึ่งหนึ่ง จะทำให้หน้ากล้องเปลี่ยนไป 1 stop เช่น ถ้า GN ที่ Power Ratio 1/1 มีค่าเท่ากับ 220 ($=22 \times 10$) เมื่อปรับ Power Ratio เป็น 1/2 จะบีบให้ หน้ากล้องเปลี่ยนเป็น $f/11$ ส่งผลให้ GN มีค่าเท่ากับ 110 ($=11 \times 10$) การที่จะหยุดความเคลื่อนไหวของเหตุการณ์ เพื่อจับภาพให้ได้ความละเอียด ชัดเจนที่สุดนั้น ต้องอาศัยส่วนประกอบ คือ ความชัดลึกที่พอเหมาะ ประกอบกับ ความเร็วของแฟลชที่สามารถหยุดเหตุการณ์ได้ ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้ :

ความชัดลึกพอสมควร

ความเร็วแฟลชที่สูงพอ ---> แฟลชที่มี GN สูง

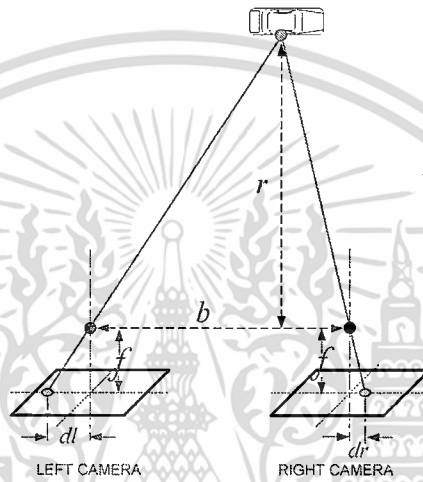
ระยะระหว่างแฟลช-วัตถุ ที่ใกล้ขึ้น

ความสามารถในการ zoom ของแฟลช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาระยะจากภาพถ่ายสเตอริโอ ด้วยวิธีการแบบพาสซีฟ

การหาระยะแบบพาสซีฟเป็นแบบที่คำนวณหาระยะของวัตถุ จากความแตกต่างของระยะของจุดเดียวกันของวัตถุที่ปรากฏบนภาพทั้งสองที่พิกัดต่างกัน ที่ได้จากกล้องรับภาพแบบสเตอริโอ (Binocular Camera) เราเรียกระยะความห่างของจุดๆ เดียวกันบนวัตถุที่ปรากฏบนภาพทั้งสองว่า “ดิสพาริตี” กล้องรับภาพดังกล่าวจะถูกติดตั้งให้มีมุมฉายขนานกันแล้วใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้ายคำนวณหาระยะทาง แสดงดังรูปที่ 2.18 และสมการด้านล่าง



รูปที่ 2.18 ภาพแสดงระยะต่างๆ ที่จำเป็นในการหาระยะทางจากจุดสนใจถึงกล้องแบบดิสพาริตี

กำหนด r คือระยะจากวัตถุถึงกล้อง

b คือระยะจากจุดกึ่งกลางของกล้องซ้ายถึงกล้องขวา (Baseline)

f คือความยาวโฟกัสของเลนส์

dl คือระยะจากแนวกึ่งกลางของภาพถึงวัตถุที่ปรากฏในภาพซ้าย

dr คือระยะจากแนวกึ่งกลางของภาพถึงวัตถุที่ปรากฏในภาพขวา

ระยะ r สามารถหาได้จากสัดส่วนความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมคล้ายดังสมการด้านล่าง

$$r = b \times \frac{f}{d} \quad \text{โดย} \quad d = |dl| + |dr|$$

การหาระยะ r โดยใช้สมการ จะกระทำได้ จะต้องทราบค่า

- ความยาวโฟกัสของเลนส์ (f)
- ระยะห่างระหว่างกล้องซ้ายถึงกล้องขวา(Baseline: b) วัดจากจุดกึ่งกลางถึงจุดกึ่งกลางของกล้องรับภาพทั้งสอง
- ความกว้างจุดภาพ ของอุปกรณ์ตัวรับภาพ และจะต้องปรับแต่ง(Calibration) ให้มุมฉายขนานกัน เสียก่อน

การทดลองการรู้จำใบหน้าจากภาพระดับความเข้มที่มีชื่อเสียงคือ การรู้จำใบหน้าโดยใช้ใบหน้าไอเคนของ Turk และ Pentland ใช้ภาพไอเคน (หรือที่รู้จักในชื่อของไอเคนเฟส) สำหรับค้นหาและบ่งชี้ตัวบุคคลโดยทุกๆ ใบหน้าในฐานข้อมูลจะถูกแทนด้วยเวกเตอร์ของน้ำหนักที่ได้จากการฉายภาพไปเป็นองค์ประกอบของภาพไอเคน โดยการคูณกันภายในแบบง่ายๆ เมื่อต้องการทดสอบใบหน้า ใบหน้าทดสอบก็ต้องถูกแปลงเป็นเวกเตอร์ของน้ำหนัก เช่นเดียวกับในฐานข้อมูล และค้นหาตำแหน่งของภาพในฐานข้อมูลทั้งหมด ที่มีเวกเตอร์น้ำหนักใกล้เคียงกับใบหน้าทดสอบ โดยเปรียบเทียบด้วยวิธีการวัดระยะแบบยูคลิดีเนียนคิสแดนซ์ (Euclidean Distance) ในการทดลองได้ทดสอบกับฐานข้อมูลใบหน้าขนาดใหญ่จำนวน 2,500 ภาพจากประชากร 16 คน (สังเกตได้ว่าวิธีการดังกล่าวต้องสะสมภาพอ้างอิงจำนวนมาก 156 ภาพ ต่อ 1 คน) ในเงื่อนไขการให้แสงที่แปรปรวนสามสถานะ ได้ผลการทดลองถูกต้อง 96 เปอร์เซ็นต์ กรณีโพสแตกต่างกันผลการทดลองถูกต้อง 85 เปอร์เซ็นต์ และ ขนาดหัวที่นำมาถ่ายภาพสามขนาด ผลการทดลองถูกต้อง 64 เปอร์เซ็นต์ และต่อมา Pentland และคณะได้ขยายการทดลอง ต่อไปอีกโดยสร้างฐานข้อมูลขนาด 7,562 ภาพจากประชากร 3,000 คน เพื่อทดลองการรู้จำในทิศทางอื่นๆ เช่น เพศ อายุ เชื้อชาติ สีผิว รวมถึงใบหน้าที่แสดงความรู้สึก ในแต่ละแบบให้ความถูกต้องอยู่ในระดับ 80 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นมีการขยายแนวคิดของไอเคนเฟส ออกไป เช่น ใช้ การแปลงแบบ เค-แอล นิเวอรอลเน็ตเวิร์ค พีซีเอ (Principal Component Analysis: PCA) ซึ่งแต่ละแบบก็มีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกันไป

ในปี 1991 ช่วงเวลาเดียวกับที่ Turk และ Pentland ได้ทดลองระบบรู้จำดังกล่าว G. Gordon ได้เสนอผลการทดลองการรู้จำใบหน้าบนแผนที่ความลึกและความโค้งของพื้นผิว โดยใช้ภาพระยะของใบหน้าที่ได้จากเครื่องสแกนระยะแบบเลเซอร์เคลื่อนหมุนรอบศีรษะเป็นวงกลม มีความละเอียดคือ 0.0157 นิ้ว การเซกเมนต์ขั้นกระทำโดย แยกบริเวณผิวเรียบ ทรงกลม และบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลง ขนาดความโค้งทิศทางของขนาดส่วนโค้งใหญ่ เล็ก ปกติ แต่ละจุดของพื้นผิวจะถูกคำนวณ ด้วยเดอริเวทีฟเซคเคินค้อเตอร์ บริเวณนอยส์ ของพื้นผิวจะถูกกรองให้ราบเรียบด้วยนอร์มัลเคิร์ฟว การเซกเมนต์ขั้นทำให้เกิดบริเวณพื้นผิวขึ้นสี่บริเวณคือ ส่วนโค้งออก เว้าเข้า สัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหุบเนิน ซึ่งทั้งหมดจะถูกใช้เป็นข้อมูลสำหรับการรู้จำใบหน้า จมูกจะถูกค้นหาเพื่อจับคู่ไปหาตำแหน่ง หน้าผาก คอ คาง นำมาใช้เปรียบเทียบแบบเทมเพลตความถี่ ระบบทดสอบด้วยข้อมูลระยะจำนวน 24 ภาพ จากชายหญิงจำนวนเท่ากัน รวม 8 คน คนละ 3 ภาพ การค้นหาลักษณะเฉพาะสำคัญทำได้ถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ และรายงานอัตราการรู้จำ 97 เปอร์เซ็นต์ เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีกระบวนการจัดการลักษณะเฉพาะสำคัญ อย่างมีระเบียบแบบแผน จากนั้นหลังจากมีการสำรวจงานวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำใบหน้า โดย R. Chellappa

ในปี 1995 พบว่าไม่ค่อยมีงานวิจัยแนวนี้มากนัก เนื่องจากขณะนั้นราคาเทคโนโลยีค่อนข้างสูง ยุ่งยากและไม่ค่อยสะดวกกับการใช้งานภาคสนาม และกระแสการวิจัยที่มีทิศทางไปทางสร้างระบบรู้จำใบหน้าโดยการใช้ข้อมูลจากภาพระดับความเข้ม 2 มิติ ในปี 1997 Shoude Chang และคณะนำเสนอผลงานวิจัยเกี่ยวกับการรู้จำใบหน้า โดยเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลภาพระยะและข้อมูลภาพความเข้ม ส่วนของข้อมูลภาพระยะจะถูกสังเคราะห์แหล่งกำเนิดแสงเสมือน เพื่อสร้างเป็นภาพใหม่ แสดงตกระทบเสมือนประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 แกน คือแกน x, y, z ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะถูกมองเป็นภาพความเข้มสองมิติ ที่มีความเข้มแตกต่างกัน และใช้ตัวกรองเฉพาะมุมเวกเตอร์ (Phase-only vector filter) และ เวกเตอร์สหสัมพันธ์ (Vector Correlation) ที่ออกแบบบนฐานองค์ประกอบปกติ ระบบสามารถรู้จำใบหน้าได้ทั้งระหว่างภาพระยะใบหน้ากับภาพระยะใบหน้า และระหว่างภาพระยะใบหน้ากับภาพความเข้มแสง เป็นระบบที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงน้อยมาก การทดลองใช้ประชากรไม่มากนักคือประมาณ 10 คน ผลการทดลองสามารถ แยกบุคคลที่ทดสอบได้ถูกต้อง เป็นวิธีที่น่าสนใจมากสามารถเปรียบเทียบข้อมูลใบหน้าต่างชนิดกันได้

ต่อมาในปี 2000 Seok Cheol KEE และคณะ นำเสนอผลงานวิจัย เกี่ยวกับการรู้จำใบหน้า จากภาพความเข้ม ที่มีพื้นฐานบนการวัดความเข้มแบบสเตริโอ โดยมีแนวคิดจากการเปรียบเทียบภาพพื้นผิวใบหน้าที่สร้างขึ้นใหม่กับอัตราสะท้อนแสงของใบหน้า โดยใช้เทคนิคภาพระดับความเข้มแบบสเตริโอ ภาพความเข้มที่เกิดจากการสะท้อนแสงของใบหน้าที่มีลักษณะเฉพาะ ขึ้นกับรูปแบบของแต่ละใบหน้า การแมชชิงหาความเหมือนระหว่างภาพอินพุตกับภาพที่สร้างขึ้นใช้แบบยูคลิดิเดียนดิสแตนซ์ การทดลองใช้ภาพจริง 125 ภาพ ประชากรทดสอบ 25 คน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งแหล่งกำเนิดแสง 5 จุด ได้อัตราความถูกต้อง ดีกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหการรู้จำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแสง

ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นเป็นการแนะนำหลักทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างคร่าวๆ เพื่อให้ทราบความเป็นมา จากการวิเคราะห์ทิศทางงานวิจัยที่ได้สืบค้นพบว่าช่วงเวลาที่ผ่านมามีเทคโนโลยีการถ่ายภาพ 3 มิติ และงานวิจัยการรู้จำใบหน้าโดยใช้อัตราการสะท้อนแสงของใบหน้าซึ่งต่างก็เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นองค์ประกอบซึ่งกันและกันยังมีไม่มากนัก เนื่องจากราคาของเทคโนโลยีการนำเข้าสู่ข้อมูลระยะ
 ไบหน้าที่ใช้ค่อนข้างสูง ขนาดและความสะดวกในการใช้งานไม่เอื้ออำนวยนักโดยเฉพาะกับงาน
 ภาคสนาม แต่จากการติดตามเทคโนโลยีปัจจุบันพบว่า การประมวลผลภาพระยะ กำลังเป็นที่สนใจ
 ในวงการพัฒนาหุ่นยนต์คล้ายมนุษย์อย่างมาก โดยสังเกตจากระบบรับภาพที่ใช้กับหุ่นยนต์เกือบ
 ทั้งหมดในปัจจุบัน ถูกออกแบบให้มีการรับภาพแบบสองตาทั้งสิ้น เพื่อประโยชน์ในการให้หุ่นยนต์
 ทำความเข้าใจภาพเชิงระยะ เพื่อใช้ในการนำทางหลบสิ่งกีดขวาง แน่นอนมันต้องถูกจัดเตรียม
 ระบบให้สามารถรู้จำวัตถุ และใบหน้ามนุษย์แบบสามมิติที่แวคล้อมตัวมันได้ ในอเมริกามีผู้ผลิต
 อุปกรณ์ที่ให้นำเข้าสู่ข้อมูลระยะไบหน้าเชิงพานิช ออกจำหน่ายมากขึ้นทั้งแบบตั้งโต๊ะและพกพา มี
 การพัฒนาให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น ขณะที่ราคาถูกลง การรู้จำใบหน้าจากภาพระยะได้เปรียบการรู้จำ
 ภาพความเข้มตรงที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงหรือแสงรบกวนน้อยกว่า ลดปัญหา
 ความผิดพลาดเรื่องขนาด ตำแหน่งระยะ หรือโพสที่เปลี่ยนแปลงไปได้มาก เมื่อเทียบกับแบบที่มี
 ฐานบนสองมิติ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะมีการพัฒนาเทคนิคและวิธีการสร้างภาพ 3 มิติ สำหรับ
 รองรับระบบการรู้จำใบหน้าจากภาพระยะ ที่มีแนวโน้มจะถูกนำไปใช้งานจริงในรุ่นถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การสร้างระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในการสร้างระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ โดยใช้วิธีการถ่ายภาพจากกล้อง 2 ตัว ในเวลาเดียวกันร่วมกับหลักการของ Pure Anaglyph ในการสร้างภาพถ่าย 3 มิติ ตลอดจนการปรับแต่งจนสามารถนำมาใช้งานได้จริง

3.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการมองเห็น

3.1.1 นัยน์ตา

นัยน์ตา หรือที่เราเรียกสั้นๆ ว่า ตา เป็นอวัยวะที่ช่วยให้เรามองเห็นสิ่งต่างๆ ได้ตามี ส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

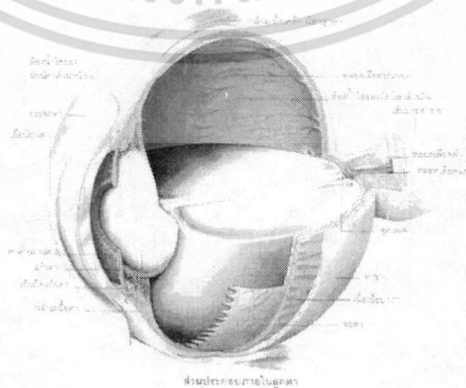
1. ส่วนประกอบภายนอกตา ได้แก่

1.1 **คิ้ว** ทำหน้าที่ป้องกันมิให้เหงื่อไหลเข้าตา

1.2 **ขนตา** ช่วยป้องกันมิให้ฝุ่นละอองเข้าตา

1.3 **หนังตา** ทำหน้าที่ช่วยปิดเปิดเพื่อรับแสงและควบคุมปริมาณของแสงสู่ นัยน์ตา ป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับตาและหลับตา เพื่อให้ นัยน์ตา ได้พักผ่อน นอกจากนี้การกระพริบตายังจะช่วยรักษาให้นัยน์ตาชุ่มชื้นอยู่เสมอ โดยปกติคนเรากระพริบตา 25 ครั้ง / นาที

1.4 **ต่อมน้ำตา** เป็นต่อมเล็กๆ อยู่ใต้หางคิ้ว ต่อมนี้อาจจะขับน้ำตา มาหล่อเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา น้ำตา ส่วนใหญ่จะระเหยไปในอากาศ ส่วนที่เหลือระบายออกที่รูระบายน้ำตา ซึ่งอยู่ที่หัวตา รูนี้เชื่อมกับ ท่อน้ำตาที่ต่อไปถึงในจมูก ถ้าต่อมน้ำตาขับน้ำตาออกมามาก เช่นเมื่อร้องไห้ น้ำตาจะถูกระบายออก ที่รูระบายน้ำตา และเข้าไป ในจมูก ทำให้คัดจมูกได้ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงลักษณะและส่วนประกอบของดวงตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนประกอบภายในดวงตา คือ ส่วนที่เรียกว่าลูกตา มีรูปร่างเป็นทรงกลมรี ภายในมีของเหลว ลักษณะเป็นวุ้นใสคล้ายไข่ขาวบรรจุอยู่เต็ม อวัยวะที่สำคัญของส่วนประกอบภายในลูกตา ได้แก่ ตาขาว ตาดำ แก้วตา และจอตา(Retina)หรือฉากตา

2.1 ตาขาว (Sclera) คือส่วนสีขาวของนัยน์ตา ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเหนียวไม่ยืดหยุ่นแต่แข็งแรง ทำหน้าที่หุ้มลูกตาไว้ ด้านหลังลูกตา มีกล้ามเนื้อยึดอยู่ 6 มัด ทำให้ลูกตาไปทางซ้ายขวา หรือขึ้น-ลงได้ ผนังด้านหน้าของลูกตาเป็นเนื้อเยื่อใสเรียกว่า **กระจกตา (Cornea)** ซึ่งหากมีจุดหรือรอยถลอกเพียงเล็กน้อยจะรบกวน การมองเห็น และทำให้เล็งตาได้มากถ้าเป็นฝ้าขาวทำให้ตาบอดได้

2.2 ตาดำ คือส่วนที่เป็นม่านตา (Iris) มีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อยึดหดได้และมีสีตามชาติพันธุ์ คนไทยส่วนใหญ่มีตาสีน้ำตาลเข้ม ฟ้า ฟ้าปนๆ คล้ายสีดำ จึงเรียกว่าตาดำ ตรงกลางม่านตามีรูกลม เรียกว่า **รูม่านตา (Pupil)** ซึ่งเป็นทางให้แสงผ่านเข้าทำให้เข้ารูม่านตาได้เหมาะสม คือถ้าเราอยู่ในที่สว่างมาก ม่านตาจะหดแคบ รูม่านตาก็จะเล็กลง ทำให้แสงผ่านเข้าลูกตาได้น้อยลง เราจึงต้องทำตาหรี่ หรือหรี่ตาลง ถ้าอยู่ในที่สว่างน้อย ม่านตาจะเปิดกว้าง ทำให้แสงผ่านเข้าตาได้มากและทำให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น เราจึงต้องเบิกตากว้าง

2.3 แก้วตา (Lens) อยู่หลังรูม่านตา มีลักษณะเป็นแผ่นใสๆ เหมือนแก้ว คล้ายเลนส์นูนธรรมดา มีเอ็นยึดแก้วตา (Ciliary's muscle) ยึดระหว่าง แก้วตาและกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อนี้ยึดอยู่โดยรอบที่ขอบของแก้วตา กล้ามเนื้อนี้ทำหน้าที่ปรับแก้วตาให้โค้งออกมาเมื่อมาเมื่อมองภาพในระยะไกล และปรับแก้วตาให้แบนเมื่อมองในระยะใกล้ทำให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนทุกระยะ

2.4 จอตา หรือฉากตา (Retina) อยู่ด้านหลังแก้วตา มีลักษณะเป็นผนังที่ประกอบด้วยใยประสาทซึ่งไวต่อแสง เซลล์ของประสาทเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นจอรับภาพตามที่เป็นแล้วส่งความรู้สึกผ่านเส้นประสาทตา ซึ่งทอดทะลุออกทางหลังกระบอกตาโยงไปสู่สมองเพื่อแปลความหมายให้เกิดความรู้สึกเห็นภาพทำให้เรารู้ว่าเรามองภาพอะไรอยู่

3.1.2 การมองเห็นภาพ

คนเรามองเห็นภาพต่างๆ ได้เพราะแสงไปกระทบกับวัตถุแล้วสะท้อนเข้าสู่รูม่านตาเรา ผ่านกระจกตา รูม่านตา แก้วตา ไปตกที่จอตา เซลล์รับภาพที่จอตาจะรับภาพ ในลักษณะหัวกลับแล้วส่งไปตามเส้นประสาทสู่สมองส่วนท้ายทอย สมองทำหน้าที่แปลภาพหัวกลับเป็นหัวตั้งตามเดิมของสิ่งที่เห็น

โครงสร้างของ Lens

เลนส์จะอยู่ระหว่าง cornea กับ retina โดยเกาะอยู่กับ ciliary body ทั้งนี้มี suspensory ligament (zonule) ยึดอยู่ ciliary body ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ (ciliary muscle) 3 ชุด แต่ละชุดจัดเรียงตัวในแนวที่ต่างกัน การหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดการเคลื่อนไปข้างนอกหรือข้างในของ ciliary body และปรับเปลี่ยนแรงตึง (tension) ของ suspensory ligament การลด tension ใน ligament จะทำให้ lens capsule (ซึ่งปกติจะมี elasticity) หลวม ทำให้ lens มีลักษณะ convex ทั้งนี้ convex lens จะรวมแสงทำให้มีระยะ focus สั้นเข้า สำหรับการดูภาพใกล้ การปรับขนาดรูปร่างของ lens เพื่อเห็นภาพได้ชัดเจนนั้น เรียกว่า **accommodation**

โครงสร้างของ Eye ball

ผนังของ eyeball ประกอบด้วย 3 ชั้น ได้แก่

1. external coat (fibrous tunic) ชั้นนี้ทำหน้าที่พองลูกตาให้เป็นรูปทรงกลม ด้านหน้าเป็น anterior cornea ด้านหลังและรอบๆ จะเป็น sclera ส่วนของ sclera จะเหนียวและเป็นสีขาว
2. middle coat เป็นส่วนของหลอดเลือด (vascular coat) ประกอบด้วย choroid, ciliary body และ iris
3. internal coat เป็นส่วนที่ sensitive ต่อแสง ได้แก่ retina ซึ่งประกอบด้วย cell ชั้นต่างๆ หลายชั้น มี receptor ที่รับแสงประกอบด้วย rod และ cone receptor เหล่านี้จะเปลี่ยนแสงไปเป็น nerve impulse retina มีสีดำเพราะมีเม็ดสี melanin ซึ่ง melanin นี้จะทำหน้าที่ในการดูดแสง ป้องกันไม่ให้แสงสะท้อนไปสู่ส่วนอื่นๆ ของลูกตา

Electrical response of Photoreceptor

hyper polarization ของ rod และ cone จะถูกส่งไปที่ bipolar cells โดย chemical synapse หลังจากนั้น bipolar cell จะส่งสัญญาณประสาทต่อไปยัง ganglion cell (โดยการปรับเปลี่ยน frequency ของ action potential ใน axon ของ ganglion cell ที่ไปสู่สมอง) horizontal cell จะมีผลต่อบipolar cell ในขณะที่ amacrine cell มีผลต่oganglion cell โดยทั้ง horizontal cell และ amacrine cell จะช่วยให้สมองตรวจสอบ contrast ระหว่าง brightness และ darkness ได้ง่ายขึ้น ตลอดจนสามารถแยกแยะโครงสร้าง (contour) ของรูปภาพที่เห็นได้ การที่สมองจะรับรู้ภาพที่ตาเห็น (visual field) ซึ่งถูกส่งมาจาก retina ในรูปของสัญญาณประสาทไปตาม optic nerve นั้น จะต้องมีการสร้างภาพขึ้นใหม่ที่ cerebral cortex ทั้งนี้สัญญาณประสาทจากด้าน temporal ของ retina จะถูกส่งมาตาม optic nerve ไปที่ optic chiasma แล้วส่งต่อไปที่ lateral geniculate nucleus ของข้างเดียวกัน ส่วนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในช่องทางใดๆ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

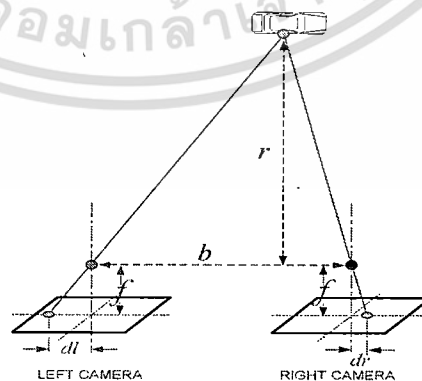
สัญญาณประสาทจากด้าน nasal ของ retina ที่มาตาม optic nerve เมื่อมาตัดกันที่ optic chiasma จะข้ามไปที่ lateral geniculate nucleus ของฝั่งตรงข้าม ที่ lateral geniculate nucleus จะส่งต่อสัญญาณประสาทไปที่ visual cortex ซึ่งอยู่ที่ posterior ของ cerebral cortex จุดที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ภาพที่อยู่ทางด้าน lateral ของ visual field จะมาตกกระทบทางด้าน nasal ของ retina ในขณะที่ภาพที่อยู่ระหว่างตาทั้ง 2 ข้าง (หรือด้าน medial ของ visual field) จะมาตกกระทบทางด้าน temporal ของ retina ดังนั้นภาพที่ lateral ของ visual field จากตาข้างซ้ายปรากฏที่ right visual cortex และภาพที่ lateral ของ visual field จากตาข้างขวาจะปรากฏที่ left visual cortex

3.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการหาค่าระยะจากภาพถ่าย

ในการมองเห็นของคอมพิวเตอร์หรือหุ่นยนต์เกือบทั้งหมด จะใช้กล้องรับภาพวิดีโอเป็นตัวรับข้อมูลภาพเข้าไปประมวลผล เพื่อทำความเข้าใจ รู้จำภาพ หรือรูปแบบของสิ่งแวดล้อม สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการไปตามหน้าที่ ที่ถูกโปรแกรมให้ปฏิบัติงาน ในส่วนของการรู้จำใบหน้า จากข้อมูลภาพระยะของใบหน้า นั้น มีหลักการใหญ่ ๆ อยู่สองแบบคือแบบพาสซีฟและแบบแอคทีฟ

3.2.1 การหาระยะจากภาพถ่ายสเตอริโอ ด้วยวิธีการแบบพาสซีฟ

การหาระยะแบบพาสซีฟเป็นแบบที่คำนวณหาระยะของวัตถุ จากความแตกต่างของระยะของจุดเดียวกันของวัตถุที่ปรากฏบนภาพทั้งสองที่พิกัดต่างกัน ที่ได้จากกล้องรับภาพแบบสเตอริโอ (Binocular Camera) เราเรียกระยะความห่างของจุดๆ เดียวกันบนวัตถุที่ปรากฏบนภาพทั้งสองว่า “คิสพาริตี” กล้องรับภาพดังกล่าวจะถูกติดตั้งให้มีมุมฉายขนานกันแล้วใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยมคล้าย คำนวณหาระยะทาง แสดงดังรูปที่ 3.2 และสมการด้านล่างนี้



รูปที่ 3.2 แสดงการคำนวณหาระยะต่างๆ ที่จำเป็นในการหาระยะทางจากจุดสนใจ

ถึงกล้องแบบคิสพาริตี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกำหนดให้ r คือระยะจากวัตถุถึงกล้อง

b คือระยะจากจุดกึ่งกลางของกล้องซ้ายถึงกล้องขวา (Baseline)

f คือความยาวโฟกัสของเลนส์

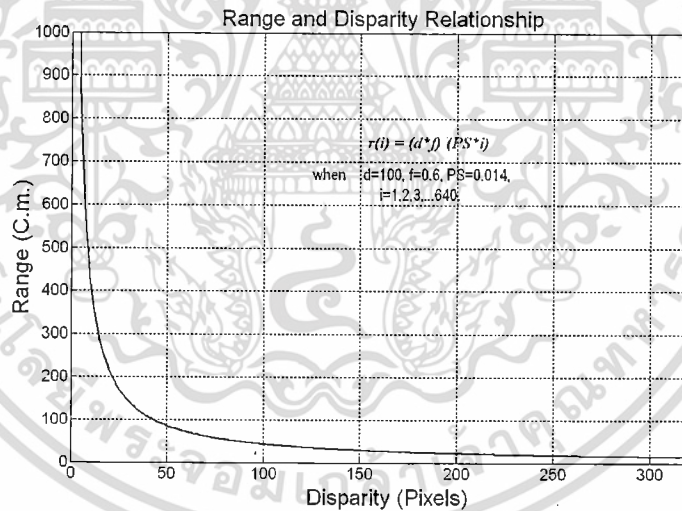
d_l คือระยะจากแนวกึ่งกลางของภาพถึงวัตถุที่ปรากฏในภาพซ้าย

d_r คือระยะจากแนวกึ่งกลางของภาพถึงวัตถุที่ปรากฏในภาพขวา

ระยะ r สามารถหาได้จากสัดส่วนความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมคล้ายดังสมการด้านล่าง

$$r = b \times \frac{f}{d} \quad \text{โดย } d = |d_l| + |d_r|$$

การหาระยะ r โดยใช้สมการนั้นจะกระทำได้ จะต้องทราบค่าความยาวโฟกัสของเลนส์ (f) ระยะห่างระหว่างกล้องซ้ายถึงกล้องขวา (Baseline: b) , วัดจากจุดกึ่งกลางถึงจุด กึ่งกลางของกล้องรับภาพทั้งสอง และความกว้างจุดภาพของอุปกรณ์ตัวรับภาพซึ่งจะต้องปรับแต่ง (Calibration) ให้มุมฉายขนานกัน เสียก่อน เมื่อทราบค่าสำคัญดังกล่าวก็สามารถหาระยะของจุดที่ต้องการได้



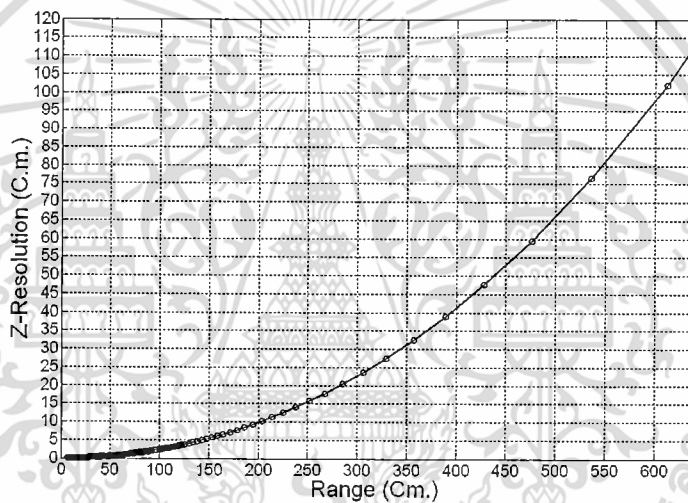
รูปที่ 3.3 ภาพแสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับดิสพาริตี

จากรูปที่ 3.3 พบว่าถ้าระยะดิสพาริตีของภาพ น้อยลงหมายถึงระยะวัตถุชิ้นนั้น หรือ ระยะของจุดที่ต้องการทราบมีระยะห่างจากกล้องรับภาพมากขึ้น การเข้าหาจุดอนันต์เป็นไปตามค่า ลอการิทึม และในทางตรงกันข้ามมันจะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ที่ระยะดิสพาริตี เป็นอนันต์เช่นกัน แต่ ในทางปฏิบัติระยะดิสพาริตีถูกจำกัดโดยขนาดของฉากรับภาพ CCD ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คุณสมบัติ และ ขอบเขตการใช้งานของมันนั่นเอง ในการประยุกต์ใช้งานตามสมการเพื่อหาระยะดิสพาริตีนี้เองที่

เป็นตัวแปรสำคัญในการคำนวณหาระยะทางจากจุดศูนย์กลางเลนส์ถึงจุดหรือวัตถุที่ต้องการทราบระยะ

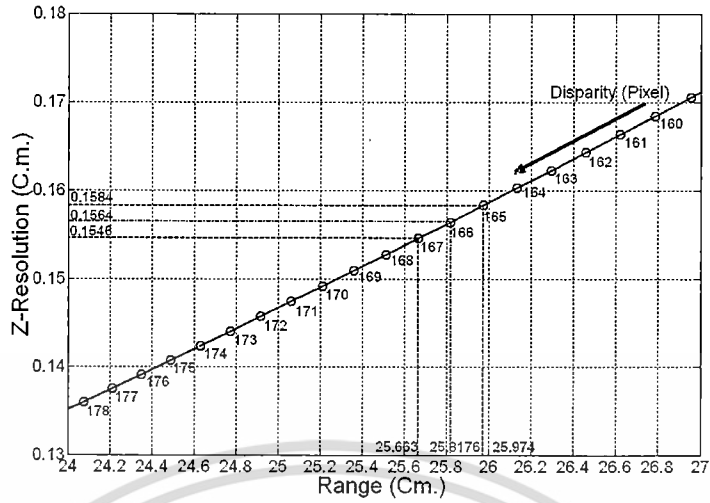
ความละเอียดของการวัดระยะแบบพาสซีฟ

สำหรับกล้องรับภาพแบบสเตอริโอที่นำมาใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้วัดระยะนั้น ถือเป็นเครื่องมือวัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบ ขีดจำกัดของความถูกต้องในการวัด รายละเอียดตำแหน่งของภาพวัตถุหรือจุดที่ต้องการทราบระยะ ที่ตกกระทบที่จุดรับภาพของ CCD ก็คือระยะดิสพาริตี ระยะดิสพาริตีแต่ละค่าที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่ละจุดภาพจะเป็นตัวบอกระยะทางที่มีความเปลี่ยนแปลงของระยะทางต่อจุดภาพ เป็นไปตามสเกลลอการิทึม ดังแสดงในรูปที่ 3.4

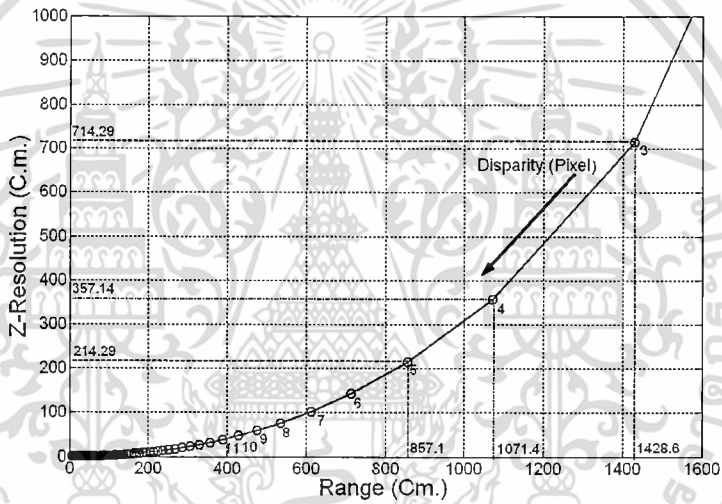


รูปที่ 3.4 ภาพแสดงแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะความผิดพลาดกับระยะทาง

จากภาพ Z-Resolution หมายถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลง การบอกระยะแต่ละสเตปของระยะดิสพาริตีจากภาพถ่าย การแปลงระยะดิสพาริตีให้เป็นระยะทาง (Range) สามารถใช้สมการที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น เพื่อให้เข้าใจง่ายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของ Z-Resolution นั้นให้สังเกตลักษณะของลอการิทึม หมายถึงเส้นกราฟจะบอกระยะความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะแปรผันแบบลอการิทึมตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง การผิดพลาดนี้เกิดจากความกำกวมที่เป็นไปได้ของจุดของภาพวัตถุที่อาจที่ตกลงบน CCD ที่พาริตี ± 1 จุดภาพ แสดงในรูปที่ 3.5



(ก)



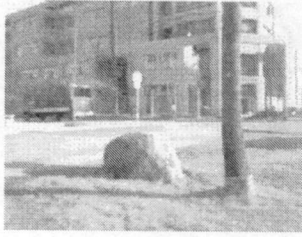
(ข)

รูปที่ 3.5 ภาพแสดงแผนภูมิแสดงการขยายสเกลและย่อสเกล โดย

(ก) ภาพขยายสเกลที่ระยะ 25 เซนติเมตร

(ข) ภาพขยายสเกลที่ระยะ 1,000 เซนติเมตร

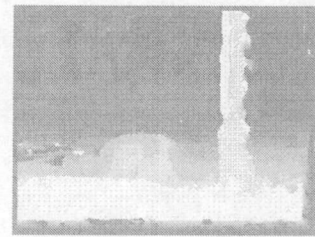
จากรูปที่ 3.5 (ก) จะเห็นว่าที่ระยะห่าง 25.8176 เซนติเมตร มีความผิดพลาดที่เป็นไปได้ ± 1 จุดภาพ อยู่ระหว่าง 0.1546 ถึง 0.1584 เซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าเมื่อเทียบกับภาพ (ข) ที่ระยะห่าง 1071.4 เซนติเมตร ความผิดพลาดที่เป็นไปได้ ± 1 จุดภาพ มีระยะความผิดพลาดที่เป็นไปได้อยู่ระหว่าง 214.29 ถึง 714.29 เซนติเมตร นั่นคือค่าความผิดพลาดของการวัดระยะด้วยวิธีดังกล่าวจะแปรผันกับระยะทางเป็นแบบลอการิทึม



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.6 ภาพแสดงส่วนที่เกี่ยวข้องสำหรับการหาระยะจากกล้องถึงวัตถุในสิ่งแวดล้อม โดยใช้ภาพ

สเตริโอและหาระยะดิสพาริตีแบบแบบพาสซีฟ

(ก) ภาพวัตถุในสิ่งแวดล้อม ที่ได้จากกล้องซ้าย

(ข) ภาพวัตถุในสิ่งแวดล้อม ที่ได้จากกล้องขวา

(ค) ภาพดิสพาริตีของวัตถุ โดยความเข้มของภาพแทนระยะ

จากรูปที่ 3.6 เมื่อต้องการหาระยะทางที่จุดใด ต้องหาระยะดิสพาริตีให้ได้โดย กำหนดบล็อกขอบเขตของจุดนั้น ที่ภาพ (ก) หรือ (ข) ภาพใดภาพหนึ่ง จากนั้นก็จะเปรียบเทียบความคล้ายกับอีกภาพหนึ่ง โดยกวาดค้นหาทางซ้ายหรือทางขวา ของตำแหน่งบล็อกนั้นๆ เพื่อหาความคล้ายที่มากที่สุด ระยะห่างของบล็อกคือระยะดิสพาริตีนั่นเอง การหาระยะแบบพาสซีฟนี้ มีข้อดีคือใช้เวลาไม่มากนักสำหรับการหาระยะ ข้อเสียข้อแรกคือไม่สามารถหาระยะได้หากบริเวณเดียวกันของภาพทั้งสองมีค่านีหรือมีความแตกต่างของความสว่างไม่มากนัก ข้อที่สองคือ ข้อมูลระยะที่คำนวณได้ มีระยะความผิดพลาดที่เป็นไปได้มากกว่า ± 1 จุดภาพ ตามแต่ขนาดบล็อกที่กำหนด จึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานประเภทที่ต้องการรายละเอียดสูง ข้อที่สาม โดยหลักการแล้ว หากขนาดของบล็อกใหญ่ จะได้รับความถูกต้องสูงกว่าขนาดเล็ก ถ้าขนาดใหญ่เกินไปจะกระทบต่อจำนวนของข้อมูลที่ได้ หรือหากกำหนดเล็กเกินไป ก็จะมีผลกระทบต่อค่าถูกต้องของการหาระยะดิสพาริตี ดังนั้นจึงต้องคำนวณหาของขนาดบล็อก สำหรับการใช้งานแต่ละประเภทให้เหมาะสม นอกจากนี้ที่กล่าวมานี้ ยังมีผู้พัฒนาเทคนิคอื่นๆ อีกเพื่อให้ได้ความถูกต้องและจำนวนข้อมูลระยะจากภาพมากมากขึ้น วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้กับงานที่ไม่ต้องการรายละเอียดสูงมากนัก เช่น ระดับความผิดพลาดระหว่าง 5-10 เซนติเมตร เหมาะสำหรับการนำทางหลบหลีกสิ่งกีดขวาง หรือใช้ในระบบนำทางของหุ่นยนต์ แต่หากต้องการหาระยะเพื่อนำไปใช้แยกแยะความแตกต่างเล็กน้อยของวัตถุ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดถูกต้องสูง และจำเป็นต้องพัฒนาหลักการหาระยะดิสพาริตี ที่แม่นยำ ซึ่งสามารถกระทำได้โดยเพิ่มอุปกรณ์ ที่สามารถชี้ตำแหน่งของจุดที่ต้องการหาระยะในพิกัดที่แน่นอน พิกัดของจุดที่แตกต่างกันของภาพกล้องซ้าย-ขวา ที่รับได้จากกล้องไบโนคิวลา สามารถนำมาใช้คำนวณหาระยะห่างจากกล้องถึงจุด ๆ นั้น ได้อย่างถูกต้อง เราเรียกวิธีการนี้ว่าการหาระยะแบบแอกทีฟ ซึ่งมีหลายแบบเช่น อินฟราเรด เลเซอร์ อัลตราโซนิค อัลตราซาวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การหาระยะจากภาพถ่ายสเตอริโอ ด้วยวิธีการแบบแอคทีฟ

การหาระยะจากภาพถ่ายสเตอริโอด้วยวิธีการแบบแอคทีฟหมายถึงวิธีการที่ใช้ลำแสงเลเซอร์ทำงานร่วมกับกล้องรับภาพ โดยใช้ลำแสงเลเซอร์ทำหน้าที่ ซึ่งจุดที่ต้องการวัดระยะ และนำภาพดิสพาริตี ที่ได้จากกล้องรับภาพมาคำนวณหาระยะอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งให้ความถูกต้องของระยะสูง การหาระยะดิสพาริตีได้ละเอียดน้อยกว่า ± 1 จุดภาพ บนฉากรับภาพ CCD ของกล้อง จึงสามารถคำนวณระยะทางที่มีความถูกต้องสูง และได้จำนวนข้อมูลมากเพียงพอในการนำเครื่องมือมาสร้างงานวิจัยต่อไป ซึ่งการหาระยะจากภาพถ่ายสเตอริโอ ด้วยวิธีการแบบแอคทีฟประกอบด้วย

1. การหาระยะจากภาพถ่ายแบบโมโนคูลา(Monocular Active Disparity)
2. การหาระยะจากภาพถ่ายแบบสเตอริโอ (Binocular Active Disparity)

3.3 การสร้างกล้องถ่ายภาพ Stereo

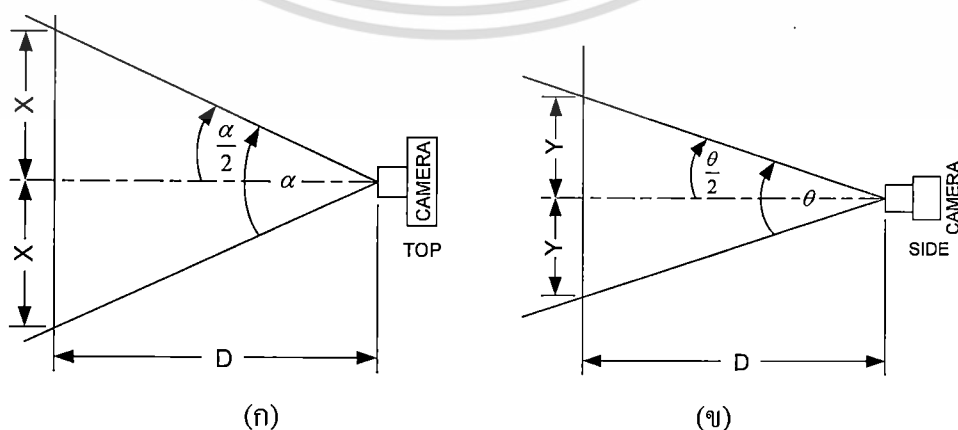
3.3.1 การทดสอบหาคูณลักษณะสมบัติของกล้องรับภาพ

การหาระยะทางจากวัตถุ ถึงกล้องรับภาพ สามารถกระทำได้อีกต่อเมื่อทราบค่าประจำตัวที่เป็นคุณสมบัติของกล้อง ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการคำนวณระยะพื้นผิวของใบหน้า การหาค่าตัวแปรของคุณสมบัติประจำตัวของกล้องรับภาพ สามารถหารายละเอียดได้จากคู่มือของผู้ผลิต หรือจากการทดลอง แต่มีวิธีการหาค่ามุมฉายของกล้อง (Camera view angle) จากการทดลอง มุมฉายสามารถคำนวณได้จากการถ่ายภาพสเกลระยะที่ติดไว้ที่ฝาผนัง โดยวางกล้องในมุมที่ตั้งฉากกับผนัง และเทียบสัดส่วนระหว่าง $X : D$ เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการคำนวณคือ

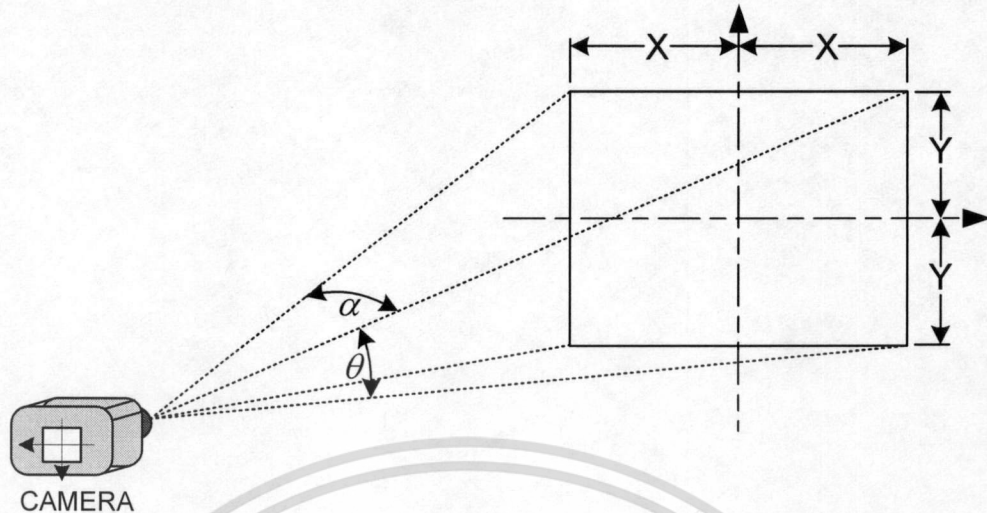
กำหนดให้

θ = ขนาดมุมฉายของกล้อง ในแนวดิ่ง

α = ขนาดมุมฉายของกล้อง ในแนวระดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)

รูปที่ 3.7 ภาพแสดงระยะและมุมที่ใช้หามุมฉายของกล้อง

- (ก) สัดส่วนความกว้าง ต่อ ระยะห่าง (ภาพมุมมองด้านบน)
 (ข) สัดส่วนความสูง ต่อ ระยะห่าง (ภาพมุมมองด้านข้าง)
 (ค) แสดงภาพมุมฉายแนวตั้ง (θ) และแนวตั้ง (α) ของกล้อง

จะได้ว่า

$$\alpha = 2 \tan^{-1}(X/D)$$

$$\theta = 2 \tan^{-1}(Y/D)$$

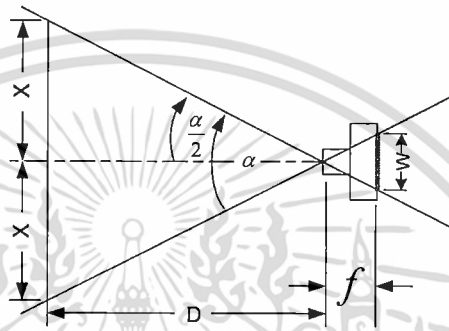
- เมื่อ X คือ ระยะทางจากจุดกึ่งกลางภาพถึงขอบภาพด้านซ้ายหรือขวา วัดจากแถบระยะสเกลที่วางไว้ที่ฉาก
 Y คือ ระยะทางจากจุดกึ่งกลางภาพถึงขอบภาพด้านบนหรือล่าง วัดจากแถบระยะสเกลที่วางไว้ที่ฉาก
 D คือ ระยะทางจากกล้องถึงฉาก ที่วางแถบสเกล

กล้องที่ใช้ทดลอง วัดระยะ X ที่ฉากหลังได้ 30 เซนติเมตร วัดระยะ Y ที่ฉากหลังได้ 22.5 เซนติเมตร และระยะจากกล้องถึงฉาก $D = 50$ เซนติเมตร) โดยสัดส่วนของระยะ $Y : X$ มีขนาดเท่ากับสัดส่วนของรายละเอียดของภาพที่จับมาจากสัญญาณภาพ (ขนาด 480×640 จุดภาพ) พอดีคือ $3 : 4$ ซึ่งสัดส่วนนี้เป็นสัดส่วนขนาดของภาพมาตรฐานที่ใช้กับเครื่องรับโทรทัศน์ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นรายละเอียดดังกล่าวจึงถูกเลือกมาใช้เป็นมาตรฐาน ในการดำเนินการในระบบ เช่นเดียวกัน $X : D$ คือ สัดส่วนความกว้างของภาพต่อระยะจากกล้องถึงภาพกำหนดให้ Horpixel คือ รายละเอียดจุด จุดภาพ ทางแนวนอน ของภาพ (640) ส่วน Verpixel คือรายละเอียดจุด จุดภาพ ทางแนวตั้ง ของภาพ (480) ดังรูปที่ 3.8

ดังนั้น Horpixel = 2 X
Verpixel = 2 Y



รูปที่ 3.8 ภาพแสดงการหาความกว้างของฉากรับภาพ W จากสัดส่วนระยะทาง

กรณีที่ ไม่ทราบขนาดของจุดภาพ หรือไม่สามารถหาคู่มือได้ เราสามารถหาขนาดของจุดภาพได้ โดยวิธีการคำนวณ จากการทดลองวัดระยะจริงทางกายภาพ กรณีนี้ต้องทราบค่า

1. ระยะ โฟกัส (f)
2. ระยะ X
3. มุมฉาย (α)
4. ระยะ (D) ระหว่างจุดกึ่งกลางเลนส์ถึงฉากหลังที่วัดระยะ X
5. ระยะ W คือระยะที่ต้องการหา

จะได้ว่า

$$W = \left(\frac{2X}{D} \right) \times f$$

และ

$$PixelSize = \frac{W}{640}$$

จากการทดลอง ข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องรับภาพมีขนาด 480×640 จุดภาพ โดยกำหนด

1. ระยะโฟกัส (f) = 0.6 มิลลิเมตร
2. ระยะ $X = 300$ มิลลิเมตร
3. มุมฉาย $\alpha = 2 \tan^{-1}(x/D)$
4. ระยะ (D) = 500 มิลลิเมตร

ดังนั้น

$$\text{CCD มีความกว้าง } W = \left(\frac{2 \times 300}{500} \right) \times 6$$

$$= 7.20 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$\text{CCD มีความสูง } H = (3/4) \times W$$

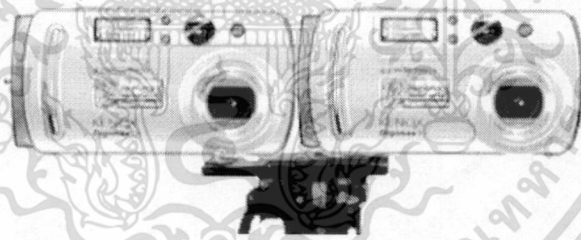
$$= 5.40 \text{ มิลลิเมตร}$$

$$\text{ขนาดของจุดภาพ Pixel Size} = 7.20/640$$

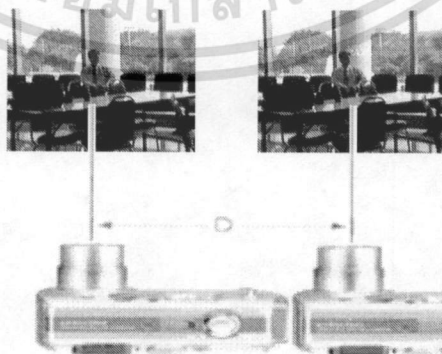
$$= 0.0113 \text{ มิลลิเมตร หรือ } 11.3 \text{ ไมโครเมตร}$$

3.3.3 การทำกล้องและการถ่ายภาพ 3 มิติ

ในการทำกล้องถ่ายภาพดิจิทัลธรรมดาเพื่อเป็นอินพุตของระบบแปลงภาพ Stereo นั้นใช้วิธีการนำกล้อง 2 ตัว ติดตั้งข้างกันดังรูปที่ 3.9 เพื่อสามารถถ่ายภาพ 2 ภาพ ในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 3.9 แสดงการถ่ายภาพจากกล้อง 2 ตัว พร้อมกันได้ภาพ 2 ภาพ

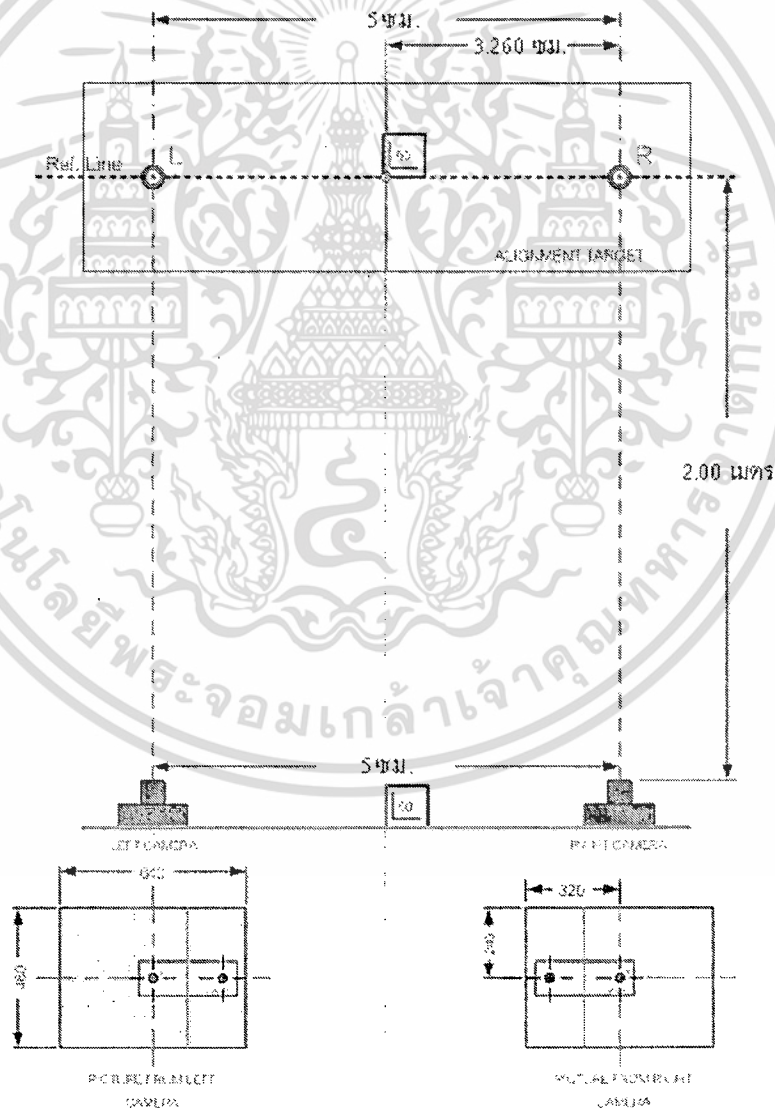


รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะการถ่ายภาพจากกล้อง 2 ตัว ที่ต้องกำหนดแนวการแนวนอนเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการดำเนินการได้ตั้งค่าของเลนส์ทั้ง 2 ตัว ให้มีความยาวโฟกัสเท่ากัน โดยแนวการถ่ายภาพ ทั้ง 2 ภาพ ขนานกันและกำหนดระยะห่างระหว่างกล้อง 2 ตัว ได้เท่ากับ 6.52 ซม. ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งเมื่อใช้ สัดส่วนของการกำหนดระยะห่าง 1/40 นั้น สามารถคำนวณหาระยะของวัตถุห่างจากกล้อง ประมาณ 2.00 เมตร หรือ 2.19 หลา ก็สามารถคำนวณระยะห่างของกล้องที่เหมาะสมโดยคำนวณ จาก 2/40 ซึ่งได้ระยะห่างคือ 0.16 ฟุต หรือ 5 ซม.

การปรับแต่งโมดูล (Alignment) มีความสำคัญต่อความถูกต้องของระยะมาก ดังนั้นจึงต้องใช้ ความพิถีพิถันเป็นพิเศษในเรื่องของระยะทาง มุมฉาก ความมั่นคงแน่นอน เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ ตาม ภาพด้านล่างเสร็จแล้ว จำเป็นต้องปรับแต่งกล้องให้มีมุมขายขนานกัน โดยกล้องจะต้องติดตั้งอยู่ใน ระนาบเดียวกัน 0.16 ฟุต หรือ 5 ซม. (วัดจากจุดศูนย์กลางเลนส์ถึงจุดศูนย์กลางเลนส์) และทิศทาง ต้องตั้งฉากกับแนวเส้นเบสไลน์ โดยสามารถทำการทดสอบและปรับแต่งได้ดังรูปที่ 3.11



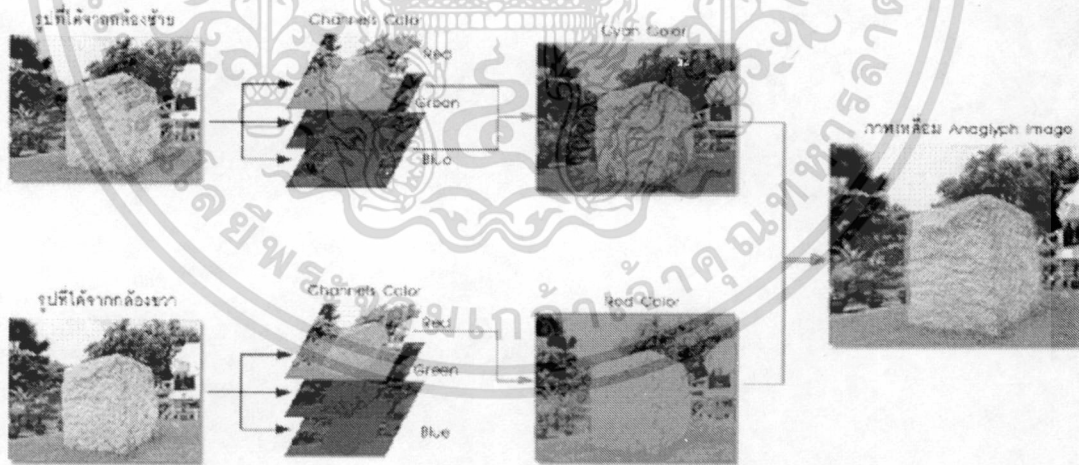
รูปที่ 3.11 ภาพแสดงวิธีการปรับแต่งกล้องก่อนนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปรับแต่งได้ระยะตามต้องการตามที่กล่าวมาแล้วให้ยึดจุดปรับต่างๆ ให้ตายตัวเพื่อเป็นการมั่นใจว่ามุมมองของกล้องทั้งสองและทิศทางที่ขนานกัน การตั้งฉากกับแนวเบสไลน์และฉากเป็นอันว่าเสร็จสิ้นการปรับแต่งโมดูลและพร้อมจะนำไปใช้งาน

3.3.4 การทำงานของโปรแกรมและผลลัพธ์

จากหลักการของ Du Hauron ในการสร้างภาพहेलือมหรือ Anaglyph นั้น ได้ถูกนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมการประมวลผลเพื่อสร้างภาพถ่าย 3 มิติมากมาย กล่าวคือจากข้อ 3.3.2 เราจะได้อุปกรณ์การบันทึกภาพมา 1 ชุด ซึ่งจะให้ค่าและขนาดของภาพสำหรับใช้ในการนำเข้าสู่การประมวลผลภาพ ซึ่งในขั้นตอนของ Anaglyph นาย Du Hauron กำหนดให้นำภาพที่เป็นต้นแบบจะต้องทำจากภาพ ขาว-ดำ 2 ภาพ ปรับสีให้เป็นสีแดง และน้ำเงิน ภาพสี ก็สามารรถนำมาใช้ทำภาพ Anaglyph ได้แต่ในการดำเนินการ ผู้วิจัยพบว่าสามารถใช้ภาพถ่ายสีปกติโดยผลออกมาดีกว่าภาพขาวดำ เนื่องจากได้ค่าของสีครบถ้วนและไม่เพี้ยนในการประมวลผลและเมื่อทำการทดสอบทำโดยการปิดตาซ้ายและขวาสลับกัน ก็จะมีเห็นสีแดงใน Diagram ที่ทดลองจะหายไปเหลือแต่เส้นสีขาว และเมื่อเปิดตาซ้าย ปิดตาขวาและมองผ่านเลนส์สีผ่าน Filter สีแดง พบว่าสีฟ้าอมเขียวก็จะหายไปเช่นกัน และหากชมภาพปกติก็จะเห็นกรอบสีขาวของรูป 8 เหลี่ยม โดยสามารถอธิบายกระบวนการของลักษณะ RGB ได้ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ภาพไดอะแกรมการทดสอบภาพถ่าย 3 มิติ ตามทฤษฎีของภาพ Du Hauron

ระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ (Transformation System for Stereo Image to 3D Image) ที่ได้ดำเนินการเสร็จทั้งระบบแล้วนั้น สามารถนำไปใช้ในการประมวลผลภาพในงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพถ่าย 3 มิติ และการวิเคราะห์ภาพถ่าย 3 มิติ

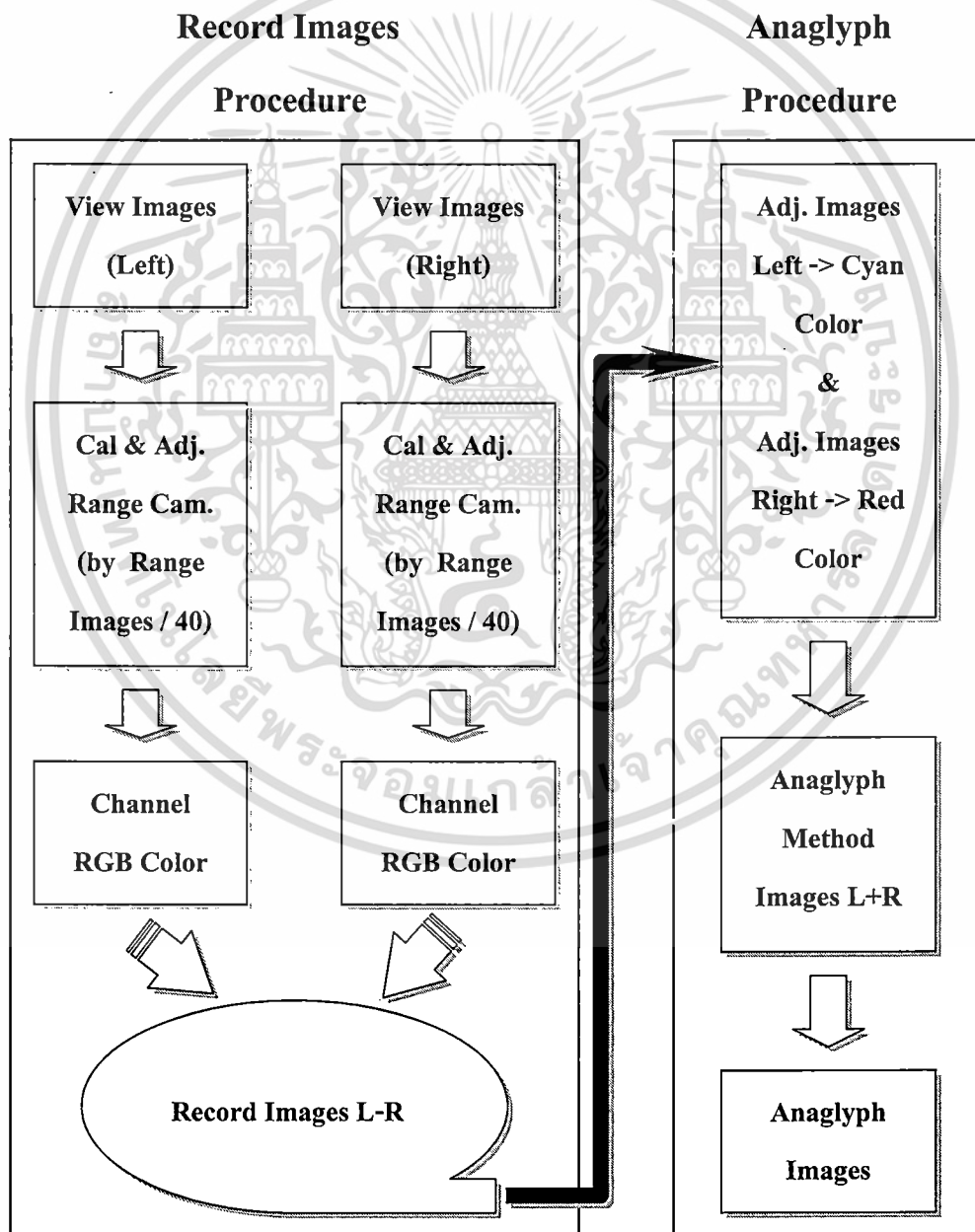
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปการทำงานของระบบ มีองค์ประกอบคือ กล้องถ่ายภาพ 2 ตัว, อุปกรณ์รวมสัญญาณUSB 1 ชุด สำหรับนำภาพที่ได้จากการถ่ายเข้าสู่โปรแกรมประมวลผลภาพถ่าย 3 มิติ กล้องถ่ายภาพที่นำมาใช้ร่วมกับระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ ซึ่งเป็นอินพุทของระบบโดยที่ตัวกล้องต้องตั้งตึงติดกัน โดยกำหนดให้มีระยะห่างไม่เกิน ระยะห่างของภาพ(เมตร)หารด้วย 40 แล้วจึงทำการถ่ายภาพ ในกรณีถ่ายนอกสถานที่จะต้องยึดตัวกล้องกับฐานซึ่งเป็นก้านโลหะอลูมิเนียม ที่มีการกำหนดพิสัยระยะห่างระหว่างกล้อง 2 จุดสำหรับยึดติดตั้งกล้องทำให้สามารถถ่ายภาพลักษณะ VDO Clip ได้และนำมาประมวลผลในโปรแกรม VDO 3 มิติ ในส่วนของ Software นั้น สามารถทำงานในแบบ แบ่งเป็น 2 รูปแบบการทำงานคือแบบสร้างภาพถ่าย 3 มิติ และแบบสร้าง VDO 3 มิติ ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ได้กล้องถ่ายภาพมีฟังก์ชันการทำงานแบบ Night Shot และ Night Framing จึงทำให้การบันทึกภาพในที่มืดสามารถทำได้และง่ายต่อการหาภาพระยะในที่มืด ผลที่ได้จากโครงการทำให้ผู้ดำเนินงานสามารถสร้างเครื่องถ่ายภาพในระบบ Stereo โดยมีโปรแกรมแปลงภาพถ่าย Stereo เป็นภาพ 3 มิติ อีกทั้งยังได้เรียนรู้หลักการการทำงานของกล้องถ่ายภาพ Stereo และได้ระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติที่สามารถพัฒนาสู่การดำเนินงานวิจัยอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 4

การทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

ระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ ถูกออกแบบแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ กระบวนการบันทึกภาพ มีหน้าที่จัดการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายตามหลักทฤษฎีการถ่ายภาพ 3 มิติ จากกล้อง 2 ตัว จัดเก็บไว้ก่อนจะนำข้อมูลไปประมวลผล และกระบวนการสร้างภาพเหลือม หรือที่เรียกว่าวิธี Anaglyph ซึ่งคิดโดยนาย Du Hauron โดยมีกระบวนการหลักคือการปรับค่าของโทนสีเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ด้านล่างนี้



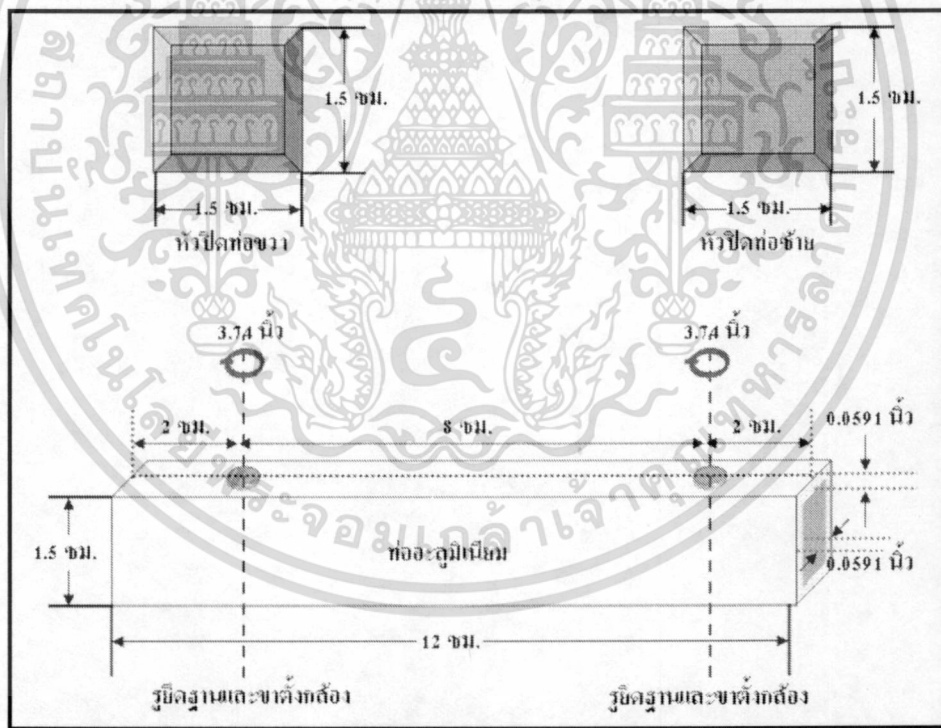
รูปที่ 4.1 ภาพแสดงบล็อกไดอะแกรม แสดงลักษณะของระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นเป็นประโยชน์ขอให้นำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การทดลองกระบวนการบันทึกภาพ (Record Images Procedure)

กระบวนการบันทึกภาพคือ กระบวนการที่ทำหน้าที่ จัดเก็บภาพถ่ายที่ได้จากกล้องด้านซ้าย และกล้องด้านขวาโดยที่มีเงื่อนไขของการกดชัตเตอร์ ที่พร้อมกันเพราะเนื่องจากปัญหาที่การแปรปรวนของภาพที่เป็นฉากหลัง เช่นกรณีมีลมพัด หรือความแปรปรวนจากสภาพอากาศ เช่นจาม คิ้วขมวด เป็นต้น ดังนั้นในกระบวนการ Record Images Procedure นี้จึงแบ่งกระบวนการดังนี้

4.1.1 View Images (Left & Right)

: เป็นขั้นตอนในการเตรียมความพร้อมของการถ่ายภาพ เช่นฉาก แบบสภาพแวดล้อม และองค์ประกอบของภาพที่เหมาะสมเป็นต้น โดยขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ถือได้ว่าสำคัญที่สุด เพราะเป็นต้นทางของระบบในการจัดทำภาพ 3 มิติ เริ่มจากการตั้งค่าของเลนส์ทั้ง 2 ตัว ให้มีความยาวโฟกัสเท่ากัน จากนั้นจึงเริ่มปรับแนวการถ่ายภาพของกล้องทั้ง 2 ให้ขนานกัน โดยได้สร้างฐานตั้งกล้องเพื่อตรึงแนวให้คงที่โดยใช้แท่งอลูมิเนียมขนาดความยาว 0.4921 ฟุต เป็นฐานในการติดตั้งกล้องดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ภาพแสดงองค์ประกอบของฐานยึดกล้องใน View Images

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 Cal & Adj. Range Cam. (by Range Images / 40)

: เป็นขั้นตอนในการคำนวณระยะห่างระหว่างกล้องที่ใช้ในการทดลองจำนวน 2 ตัว เพื่อได้ระยะการเลื่อนกล้อง ซึ่งมาจากค่าของระยะห่างระหว่างลูกตา คือประมาณ 6.5 ซม. ซึ่งสามารถคำนวณตามสมการดังนี้

$$\text{ระยะห่างของกล้อง} = \frac{\text{ระยะห่างจากตัวกล้องถึงวัตถุ}}{40}$$

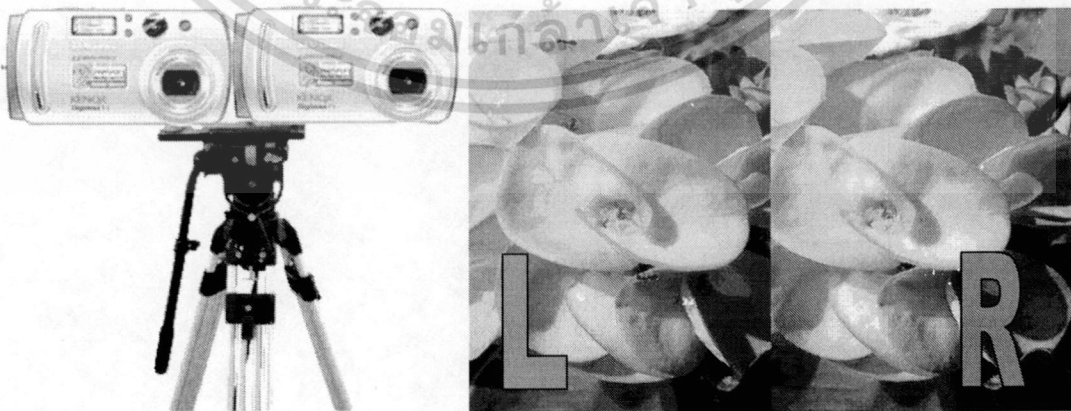
จากการทดลองได้กำหนดสัดส่วนของระยะของวัตถุจากตัวกล้องประมาณ 0.87 หลา ซึ่งสามารถคำนวณระยะห่างของกล้องที่เหมาะสมโดยคำนวณจาก 0.8 เมตร /40 ซึ่งได้ระยะห่างคือ 2 ซม.

4.1.3 Channel RGB Color

: เป็นขั้นตอนในการจัดถ่ายภาพ โดยการกดชัตเตอร์ ซึ่งกล้องถ่ายภาพจะดำเนินการในขั้นตอนของ Channel RGB Color ของแม่สีทั้ง 3 คือ สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน จะได้ภาพถ่ายสำหรับเข้าสู่กระบวนการจัดเก็บ Record Images ต่อไป

4.1.4 Record Images L-R

: เป็นขั้นตอนในการจัดเก็บ Files Images ที่ได้จากขั้นตอน Channel RGB Color ของกล้อง ในการจัดเก็บภาพควรระบุชื่อของภาพถ่ายหรือบันทึกไว้ให้ดีเพราะภาพที่เกิดขึ้นจะต้องถูกนำเข้าสู่กระบวนการรวมภาพ ซึ่งภาพถ่ายที่ได้มาแล้วนั้นเป็นภาพถ่ายที่มีการกำหนดด้านเพื่อสำหรับการคำนวณหาระยะต่อไป



รูปที่ 4.3 ภาพแสดงภาพถ่ายจากกระบวนการบันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองกระบวนการสร้างภาพเหลื่อม (Anaglyph Procedure)

กระบวนการสร้างภาพเหลื่อมคือ กระบวนการที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการสร้างภาพตามหลักการ Anaglyph กล่าวคือ เป็นกระบวนการปรับสีของภาพถ่ายจากกล้อง Stereo จำนวน 2 ภาพ ที่ได้จากกระบวนการบันทึกภาพ Record Images L-R นำมาซ้อนเหลื่อม แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

4.2.1 Adj. Images Left -> Cyan Color & Adj. Images Right -> Red Color

: เป็นขั้นตอนในการปรับแต่งค่าสีของภาพถ่ายที่ได้จาก Record Images L-R เริ่มจากการกำหนด Palette Channel ในภาพถ่ายที่ถ่ายจากกล้องด้านซ้าย จากนั้นทำให้เป็นขาวดำลำดับต่อมาคือเปิดภาพถ่ายจากกล้องด้านขวามือ และแปลงเป็น Cyan Color เพื่อส่งเข้าสู่กระบวนการ Anaglyph Method Images L+R ต่อไป

4.2.2 Anaglyph Method Images L+R

: เป็นขั้นตอนในการนำภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านกระบวนการ Adj. Images Left -> Cyan Color & Adj. Images Right -> Red Color ซึ่งจะปรับสีและทำภาพตามหลักการ Anaglyph ซึ่งใช้หลักการตัดกันของสี จากนั้นจึงทำการซ้อนภาพกัน ซึ่งจะได้ภาพ 3 มิติ Anaglyph และสามารถชมภาพได้จากการสวมแว่น 3 มิติ ซึ่งในการทดสอบทำโดยการปิดตาซ้ายและขวาสลับกัน ในขั้นตอนนี้ เมื่อใช้งานในโปรแกรม ก็สามารถปรับแก้ไขการซ้อนภาพกันของภาพให้ได้ความเหมาะสมต่อการชมต่อไป

4.2.3 Anaglyph Images

: เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการทดลองโดยในการชมภาพ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นตามหลักการของ Anaglyph ต้องอาศัยแว่นตา 3 มิติ ที่มีสองสีตามมาตรฐานแล้ว มักใช้สีน้ำเงินสำหรับตาขวา และสีแดงสำหรับตาซ้ายดังแสดงในรูปที่ 4.4 ด้านล่างนี้



รูปที่ 4.4 ภาพแสดงภาพถ่ายและอุปกรณ์ในระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ผลการทดลองของระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ นั้น จากการออกแบบระบบประมวลผลภาพในการสร้างภาพถ่าย 3 มิติ กำหนดให้มืองค์ประกอบคือ กล้องถ่ายภาพ 2 ตัว, อุปกรณ์รวมสัญญาณ USB 1 ชุด สำหรับนำภาพที่ได้จากการถ่ายเข้าสู่โปรแกรมประมวลผลภาพถ่าย 3 มิติ กล้องถ่ายภาพที่นำมาใช้ร่วมกับระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ ซึ่งเป็นอินพุทของระบบโดยที่ตัวกล้องมีระยะห่าง 2 ซม. จากการคำนวณระยะของการถ่ายภาพวัตถุ แล้วจึงทำการถ่ายภาพ ในกรณีถ่ายนอกสถานที่ซึ่งมีระยะของวัตถุ : กล้อง ต่างไปจากการคำนวณก็ต้องคำนวณและปรับแต่งใหม่ การยึดตัวกล้องกับฐานซึ่งเป็นก้านโลหะอลูมิเนียม ที่มีการกำหนดพิทช์ระยะห่าง ระหว่างกล้อง 2 จุดสำหรับยึดติดตั้งกล้องทำให้สามารถถ่ายภาพได้ง่ายในแนวระนาบเดียวกันทำให้ได้ภาพ 3 มิติ ที่มีคุณภาพ ปรับแต่งแก้ไขน้อย ในส่วนของ Software นั้นสามารถทำงานในแบบ แบ่งเป็น 2 รูปแบบการทำงานคือแบบสร้างภาพถ่าย 3 มิติ และแบบสร้าง VDO 3 มิติ ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ได้กล้องถ่ายภาพมีฟังก์ชันการทำงานแบบ Night Shot และ Night Framing จึงทำให้การบันทึกภาพในที่มืดสามารถทำได้และง่ายต่อการหาภาพระยะในที่มืด

ผลที่ได้จากโครงการทำให้ผู้ดำเนินงานสามารถสร้างเครื่องถ่ายภาพในระบบ Stereo โดยมีโปรแกรมแปลงภาพถ่าย Stereo เป็นภาพ 3 มิติ อีกทั้งยังได้เรียนรู้หลักการทำงานของกล้องถ่ายภาพ Stereo และได้ระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติที่สามารถพัฒนาสู่การดำเนินงานวิจัยอื่นๆต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่า การศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตจากภาพถ่ายนั้น เป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาสิ่งมีชีวิตซึ่งมีการเคลื่อนไหว ไม่อยู่นิ่ง ประกอบกับเทคโนโลยีทางการถ่ายภาพถูกพัฒนาและนำมาใช้งานแพร่หลายมากขึ้น ทำให้กล้องถ่ายภาพ 3 มิติมีราคาต่ำลง ซึ่งส่งผลให้การศึกษาข้อมูลจากภาพถ่ายเป็นที่แพร่หลายเพราะมีต้นทุนทาง Input ต่ำ แต่ยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายของกล้อง 2 ตัวนั้น จะเป็นลักษณะของภาพถ่าย 2 มิติ ซึ่งมีพิกัดของภาพเพียงด้านเดียว ในความเป็นจริงแล้ววัตถุ หรือสิ่งมีชีวิต มีสารสนเทศที่สำคัญในอีกหลายด้านที่ไม่ได้ถูกจัดเก็บโดยการถ่ายภาพไว้ ซึ่งเมื่อนำสารสนเทศนั้นมาประมวลผลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้ว อาจขาดข้อมูลและคุณลักษณะที่สำคัญของภาพ

อีกประการหนึ่งคือ ปัญหาของระบบแปลงภาพ Stereo เป็นภาพ 3 มิติ (Transformation System for Stereo Image to 3D Image) ในเรื่องของการควบคุมการถ่ายภาพ ภายใต้เงื่อนไขของเวลาเดียวกัน (กรณีที่ไม่ได้ถ่ายวัตถุ) เพราะสิ่งมีชีวิตอาจมีการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปทรง โครงร่างตามระยะเวลา ดังนั้น แนวทางการแก้ไขในงานโครงการต่อไป คงต้องจัดสร้างชุดควบคุมสำหรับ Synchronize ระหว่าง 2 กล้องเพื่อแปลงภาพถ่าย ณ เวลาเดียวกัน หรือใกล้เคียงมากที่สุด นอกจากนี้การควบคุม Power ,Focus ,Exposure, Shutter, Zoom ของกล้องรวมถึงการ On/Off การทำงานของกล้อง การ Zoom In-Out หรือการทำ Half-press focus และ full-press shutter รวมถึงทำ Delay capture, Set Timer Delay หรือ External flash , การจับช่วงการ Synchronize ระหว่าง 2 กล้อง เพื่อแปลงเป็นภาพ 3 มิติ นั้นเป็นสิ่งที่น่าสนใจและควรแก่การพัฒนาโครงการ

เอกสารอ้างอิง

K. Bowyer, K. Chang, P. Flynn **A Survey of Approaches to 3D and Multi-Modal 3D+2D Face Recognition**, *IEEE International Conference on Pattern Recognition* Cambridge, United Kingdom. Aug. 2004.

Pansang S., Attachoo B., and Kimpan C. **“Invariant Range Image Multi-pose Face Recognition using Gradient Face, Membership Matching Score and 3 - Layer Matching Search.”** *IEICE TRANS.INF.&SYST.*, Vol. E88-D No.2, Feb 2005.

<http://www.shortcourses.com/how/stereo/stereoimages.htm>

<http://funscience.gistda.or.th/stereo/stereo.html>

<http://funscience.gistda.or.th/nearir/nearir.html>

<http://funscience.gistda.or.th/highspeed/highspeed.html>

<http://www.ipst.ac.th/design/document/toy-sci/3D-stereo.pdf>

<http://vdo.kku.ac.th/mediacenter/mediacenter-uploads/libs/html/1189/lesson403.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

1. ชื่อ - นามสกุล นายบุญวัฒน์ อัคร
2. รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ -
3. เลขประจำตัวบัตรประชาชน 3-1002-02088-638
4. ตำแหน่งปัจจุบัน คณบดี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
5. หน่วยงานที่สังกัด คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง (สจล.) เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 02-737-2551-4 โทรสาร 02-326-4332
6. ประวัติการศึกษาปริญญาเอก
7. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ Image Processing, Pattern Recognition
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 8.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย -
 - 8.2 หัวหน้าโครงการวิจัย -
 - 8.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว Invariant Range Image Multipose Face Recognition
using Gradient Face and Membership Matching Score
 - 8.4 งานวิจัยที่กำลังทำ -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นายนิยม ตั้งปรีชาพาณิชย์
2. รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ -
3. เลขประจำตัวบัตรประชาชน 3-9098-00714-20-7
4. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 6
5. หน่วยงานที่สังกัด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
วิทยาเขตศาลายา โทรศัพท์ 02-889-4585 ต่อ 5109
6. ประวัติการศึกษา ปริญญาโท
7. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 8.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย -
 - 8.2 หัวหน้าโครงการวิจัย -
 - 8.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว -
 - 8.4 งานวิจัยที่กำลังทำ -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้