



กระบวนการปรับปรุงภาพและการประยุกต์ใช้กับนิติวิทยาศาสตร์

โดย

นางสาวจิราภรณ์ มั่นศิลป์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

กระบวนการปรับปรุงภาพและการประยุกต์ใช้กับนิติวิทยาศาสตร์

โดย

นางสาวจิราภรณ์ มั่นศิลป์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

IMAGE RESTORATION TECHNIQUE AND ITS APPLICATION TO FORENSIC SCIENCE

By
Jiraporn Munsin

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree
MASTER OF SCIENCE
Program of Forensic Science
Graduate School
SILPAKORN UNIVERSITY
2010

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “กระบวนการปรับปรุง
ภาพและการประยุกต์ใช้กับนิติวิทยาศาสตร์” เสนอโดย นางสาวจิราภรณ์ มั่นศิลป์ เป็นส่วนหนึ่งของการ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ชารัตน์วงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

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

..... กรรมการ

(พันตำรวจเอกสรกฤษณ์ แก้วพลีก)

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

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์)

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

51312302 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : การปรับปรุงภาพ/ ตัวกรองภาพ/ ภาพจากโทรทัศน์วงจรปิด/ ภาพจากกล้องดิจิทัล

จิราภรณ์ มั่นศิลป์ : กระบวนการปรับปรุงภาพและการประยุกต์ใช้กับนิติวิทยาศาสตร์. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.พ.ต.อ.สันต์ สุขวัจน์. 139 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล และกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่มีความพร่ามัวให้มีความคมชัดมากขึ้น เพื่อใช้ในการบ่งชี้พยานหลักฐานที่สำคัญในภาพ เช่น ใบหน้าคนร้าย , หมายเลขทะเบียนรถ เป็นต้น สาเหตุที่ภาพพร่ามัวนั้นมียุ่ด้วยกันหลายประการ อาทิ เช่น การเคลื่อนที่ของกล้องหรือวัตถุเป้าหมาย , การปรับระยะชัดที่ไม่เหมาะสม, การใช้เลนส์ไม่เหมาะสม และสัญญาณรบกวน การวิจัยในครั้งนี้ได้อาศัยการปรับแต่งภาพบนพื้นฐานของมุม , ความยาวและโพกัสของเลนส์ที่แตกต่างกัน วิธีที่นำมาใช้ในการปรับปรุงสัญญาณภาพให้มีความคมชัดขึ้นมีทั้งหมด 4 วิธี คือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson) ตัวกรองแบบเวียนเนอร์ (Wiener) และตัวกรองแบบโบลด์ คิคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) การเปรียบเทียบผลการปรับปรุงภาพทั้ง 4 วิธีนั้น ใช้วิธีการหาอัตราส่วนของสัญญาณรบกวนสูงสุด (PSNR) สำหรับวัดคุณภาพของภาพ จากผลการเปรียบเทียบพบว่า วิธีการปรับแต่งภาพด้วยตัวกรองแบบเวียนเนอร์ ให้ผลดีที่สุดทั้งภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด และจากกล้องดิจิทัล โดยให้ค่า PNSR 12.848 และ 11.4426 ตามลำดับ

สาขานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2553

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

51312302 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEY WORDS : IMAGE RESTORATION/FILTER/CCTV IMAGE/DIGITAL CAMERA IMAGE

JIRAPORN MUNSIN : IMAGE RESTORATION TECHNIQUE AND ITS
APPLICATION TO FORENSIC SCIENCE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. POL.COL.
SANT SUKHVACHANA. 139 pp.

With the purpose of this research to improve de-blurr image from digital camera and CCTV ,to make its more clearly for Identify relevantly evidence as criminal face or licence number vehicles etc. Many problem built up de-blurr image such as camera or target movement, improper focusing , improper lens and any noise signal. Adjusting image in this research were base on the difference of lens in angle ,length and focus. The restoration applied for de-blurr image were 4 implements ; Regularity filter, Lucy-Richardson filter, Wiener filter and Blind Deconvolution filter. The comparison of result in 4 restoration filter used Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) method applied for measurement quality of image. Wiener filter was the best restoration filter both CCTV camera and digital camera with the PSNR value 12.848 and 11.4426 respectively.

Program of Forensic Science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2010
Student's signature
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่องการปรับปรุงภาพและการประยุกต์ใช้กับนิติวิทยาศาสตร์สำเร็จ
ลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดียิ่งจากผู้เขียนต้องขอกราบขอบพระคุณ
ต่อ รศ.พ.ต.อ.สันต์ สุขวัจน์ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ ข้อคิด และความ
ช่วยเหลือตลอดระยะเวลาของการศึกษา รวมทั้งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์
ฉบับนี้มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็น
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณต่ออาจารย์ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง ประธานกรรมการ
สอบวิทยานิพนธ์และพ้นตำรวจเอกสารกฤษฎณ์ แก้วผลิกรรมกรวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลา
อันมีค่ามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้และให้คำแนะนำทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ คุณสำราญ เจดิษฐ์ศ(มารดา) คุณรัชดา เมืองสุข
(มารดาบุญธรรม) คุณสมพร เจดิษฐ์ศ(น้ำสาว) คุณมนต์ชัย แซ่โง้วที่คอยอำนวยความสะดวกในทุก
เรื่อง เพื่อนๆ พี่ๆ ผู้ร่วมงานทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด
รวมทั้งผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทุกท่านที่มีได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สำหรับคุณประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครู
อาจารย์ผู้ถ่ายทอดวิชาความรู้ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้ที่ให้โอกาสและสิ่งที่ดีในชีวิต
จนทำให้ผู้วิจัยบรรลุผลสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
พื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล	7
การได้มาของรูปภาพ (Image Acquisition).....	13
ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV).....	17
การแสดงผลภาพ (Image Presentation)	59
พื้นฐานการปรับภาพแบบ (Image Restoration)	62
การปรับปรุงภาพเบลตด้วยการกรอง	73
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	75
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	80
โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์	80
โครงสร้างทางซอฟต์แวร์.....	81
การทดลอง.....	81

บทที่	หน้า
รายละเอียดของระบบที่ใช้ทดสอบ	82
ไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย	82
ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม	83
สถาปัตยกรรมของระบบ	89
โครงสร้างโปรแกรมเพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพของภาพ	89
แผนผังคลาสของโปรแกรม	90
วิธีและขั้นตอนที่ใช้ในการปรับปรุงภาพ	90
วิธีการประเมินผลคุณภาพของภาพ	104
วิธีและขั้นตอนการทดลอง	107
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	112
การปรับปรุงภาพพรมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม.....	113
การปรับปรุงภาพพรมัวเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสม	114
การปรับปรุงภาพพรมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม	115
การปรับปรุงภาพพรมัวเนื่องจากบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวน...	116
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	118
ผลการปรับปรุงภาพพรมัว: กล้องโทรทัศน์วงจรปิด.....	118
ผลการปรับปรุงภาพพรมัว: กล้องดิจิตอล	119
ข้อจำกัดการวิจัย.....	120
ข้อเสนอแนะ	120
ข้อเสนอแนะครั้งต่อไป.....	121
บรรณานุกรม	122
ภาคผนวก	125
ประวัติผู้วิจัย	139

สารบัญตาราง

ภาพที่	หน้า
1 รายละเอียด Light Levels under Daytime and Nighttime Condition	26
2 รายละเอียด 1/4-Inch Sensor FOV and Scene Sizes vs. FL and Camera-to-Scene Distance	38
3 รายละเอียด 1/3-Inch Sensor FOV and Scene Sizes vs. FL and Camera-to-Scene Distance	39
4 รายละเอียด 1/2-Inch Sensor FOV and Scene Sizes vs. FL and Camera-to-Scene Distance	40
5 รายละเอียด Coaxial Cable Run Capabilities	45
6 รายละเอียด Comparison of IEEE 802.11 Standards	49
7 Digital Storage Requirements and Images Per Second (IPS) for Five Different Image Resolutions on a 250 GByte hard drive	57
8 แสดงความละเอียดและระดับสีของระบบต่าง ๆ	60
9 ตัวอย่างของความละเอียดและขนาดของการถ่ายโอนข้อมูล	61
10 รายละเอียดของระบบที่ใช้ทดสอบ	82
11 แสดงรูปแบบไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2	82
12 แสดงรูปแบบข้อมูลภาพที่ใช้ในการทดสอบส่วนที่ 2	82
13 การปรับปรุงภาพพรางมั่วเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม โดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด	113
14 การปรับปรุงภาพพรางมั่วเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม โดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล	113
15 การปรับปรุงภาพพรางมั่วเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสมโดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์ วงจรปิด	114
16 การปรับปรุงภาพพรางมั่วเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสมโดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล	115
17 การปรับปรุงภาพพรางมั่วเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสมโดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์ วงจรปิด	116

ภาพที่	หน้า
18	การปรับปรุงภาพพรั้มัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสมโดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล 116
19	การปรับปรุงภาพพรั้มัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและ สัญญาณรบกวนโดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 117
20	การปรับปรุงภาพพรั้มัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและ สัญญาณรบกวนโดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล 117

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตัวอย่างภาพคนร้ายที่ถูกบันทึกจากโทรทัศน์วงจรปิด	2
2	ตัวอย่างภาพเบลอ บันทึกขณะปล้นร้านทอง.....	3
3	ตัวอย่างภาพเบลอ บันทึกขณะบุกยิงคู่อริที่พื้ชยา.....	3
4	แสดงระบบสี HSV	10
5	แสดงระบบสี HLS	11
6	แสดงการใช้กระบวนการจับภาพของวิดีโอและการแสดงผล.....	14
7	โครงสร้างของกล้องวิดีโอ	16
8	ภาพตัดของกล้องวิดีโอ.....	16
9	Single camera video system.....	20
10	Video camera, scene, and source illumination.....	22
11	Comparing the human eye to the video camera lens	23
12	แสดงความสว่างบน Scene (Scene illumination)	26
13	Representative artificial light sources	28
14	Object size vs. intelligence obtained.....	29
15	Representative FFL lenses and their fields of view(FOV)	31
16	Zoom video lens horizontal field of view (FOV)	31
17	DVR and NVR video disk storage equipment.....	35
18	Representative FFL lenses and their fields of view (FOV)	36
19	Lens FOV for magnification of 3, 1, and 1/3.....	37
20	Fix-focal-length lenses.....	37
21	Manual and motorized zoom lenses.....	41
22	RCA, BNC, F, SMC, UHF and Siamese Cable connectors	45
23	Two wire UTP video transmission system	46
24	Block diagram of LED fiber optic transmitter	46
25	Ethernet local area network (LAN).....	47

ภาพที่		หน้า
26	Block diagram for remote video Surveillance via the Internet	48
27	Worldwide video monitoring using Internet system.....	49
28	Wireless mesh transmitting network.....	50
29	Point to multi-point wireless network.....	50
30	Point to point wireless network.....	51
31	Multi-point to point wireless network.....	51
32	Analog CCTV with coaxial, UTP, or other cabling, b.Digital IP cameras and digital video server on wired LAN network.....	52
33	Video server block diagram, b.Typical equipment.....	53
34	Digital video record (DVR) basic block diagram	54
35	แสดงเทคโนโลยีที่ใช้ใน DVR.....	55
36	Digital video storage media	56
37	แสดงจอภาพแบบ Raster	58
38	การกรองข้อมูลโดยใช้มัลติฐาน	64
39	การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่าฐานนิยม.....	65
40	ผลของการเติมค่าศูนย์รอบภาพเริ่มต้นก่อนทำการคอนโวลูชัน	65
41	เทมเพลตสำหรับกรองความถี่ต่ำผ่าน.....	67
42	เทมเพลตสำหรับกรองความถี่ต่ำผ่าน.....	69
43	เทมเพลตสำหรับกรองความถี่สูงผ่าน	71
44	การกรองภาพด้วยเทมเพลต	74
45	วงจรสมมูลแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิในตัวต้านทาน	76
46	การวัดในโดเมนเวลาและการกระจายทางสถิติของสัญญาณรบกวนขาว	77
47	วงจรสมมูลแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนช็อคในไดโอด.....	77
48	ความหนาแน่นสเปกตรัมของ pink noise	78
49	การวัดในโดเมนเวลาและการกระจายทางสถิติของสัญญาณรบกวนขาว	77
50	ตัวอย่างภาพบุคคลที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิดCCTV.....	84

ภาพที่	หน้า
51 ตัวอย่างภาพบุคคลที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV.....	84
52 ตัวอย่างภาพสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV	85
53 ตัวอย่างภาพบุคคลและสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV.....	85
54 ตัวอย่างภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล	86
55 ตัวอย่างภาพรอยบาดแผลที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล	86
56 ตัวอย่างภาพปืนและกระสุนปืนที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล	87
57 ตัวอย่างภาพแคชเชียร์เช็คที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล	87
58 ตัวอย่างภาพลายนิ้วมือที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล	88
59 ตัวอย่างภาพสถานที่เกิดเหตุที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล	88
60 โครงสร้างของระบบโปรแกรม Image restoration	89
61 แผนผังคลาสของโปรแกรมปรับปรุงภาพเบลอ	90
62 แสดงป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้เป็นภาพอินพุต.....	91
63 แสดงภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ ทดสอบโดยสร้างสัญญาณรบกวนหรือฟังก์ชันการ กระจายของจุด	91
64 แสดงภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ ทดสอบโดยโปรแกรมสำหรับสร้างภาพเบลอจาก การเคลื่อนที่	93
65 แสดงภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ ทดสอบโดยโปรแกรมสำหรับสร้างภาพเบลอ จากสัญญาณรบกวน	93
66 แสดงภาพGUI ในการเลือกขบวนการปรับปรุงภาพ.....	94
67 แสดงภาพทะเบียนรถยนต์ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับปรับปรุงภาพโดยใช้ ตัวกรองปกติ (Regularity Filter)	96
68 แสดงภาพทะเบียนรถยนต์ ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับปรับปรุงภาพโดยใช้ ตัวกรองแบบลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)	99
69 แสดงภาพทะเบียนรถยนต์ ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับปรับปรุงภาพโดยใช้ ตัวกรองแบบเวียนเนอร์ (Wiener).....	102
70 แสดงภาพทะเบียนรถยนต์ ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับปรับปรุงภาพ โดยใช้ ตัวกรองแบบไบลด์ คีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution)	104

ภาพที่		หน้า
71	แผนผังแสดงการปรับภาพพรางมัว(Blur)จากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม...	108
72	แผนผังแสดงการปรับภาพพรางมัว (Blur)จากโฟกัสไม่เหมาะสม.....	109
73	แผนผังแสดงการปรับภาพพรางมัว(Blur)จากเลนส์ไม่เหมาะสม	110
74	แผนผังแสดงการปรับภาพพรางมัว (Blur) จากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม และสัญญาณรบกวน.....	111
75	แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพ ไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวนระหว่างกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและดิจิตอล	117
76	แผนผังแสดงการปรับภาพพรางมัว(Blur)จากเลนส์ไม่เหมาะสม	117
77	แผนผังแสดงการปรับภาพพรางมัว(Blur)จากโฟกัสไม่เหมาะสม	118
78	แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรางมัวจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด.....	119
79	แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรางมัวจากกล้องดิจิตอล	120

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาพถ่ายจากสถานที่เกิดเหตุในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ เป็นเสมือนการบอกเล่าเรื่องราวของเหตุการณ์ หรือรายละเอียดที่ใช้เป็นพยานหลักฐานในการพิจารณาของศาลทำให้ทั้งอัยการ ศาลและทนายความ มีความกระจำชัดในเหตุการณ์ ดังสุภาษิตจีนบทหนึ่งกล่าวว่า “ภาพเพียงภาพเดียวดีกว่าคำพูดพันคำ” (a picture says more than a thousand words) หรือในภาษิตของคนไทยที่ว่า “สิบปากว่า ไม่เท่าตาเห็น” หมายความว่า การสื่อความหมายทางสายตาชัดเจน เข้าใจได้แจ่มแจ้งมากกว่าการสื่อด้วยภาษา หนังสือและคำพูด ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าการที่มนุษย์สื่อสารกันด้วยภาษาหนังสือหรือคำพูดนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการแปลความหมายเป็นภาพจินตนาการเข้าไปในสมองเสียก่อนจึงจะทำความเข้าใจกับสิ่งเหล่านั้นได้ นอกจากนี้ภาษาหนังสือหรือคำพูดยังไม่สามารถสื่อความหมายในตัวเองได้และในการแปลความหมายก็ยังไม่แน่ว่าทุก ๆ คนจะเข้าใจถูกต้องตรงกันหรือไม่ ตัวอย่างเช่น การเล่าเหตุการณ์บางอย่างจากบุคคลที่พบเห็น 20 คน อาจจะมีเพียงไม่กี่คนที่จะสามารถสื่อเรื่องราวให้บุคคลอื่น ๆ รู้ได้ถูกต้องตามความเป็นจริงที่ต้องการ แต่สำหรับภาพถ่ายแล้ว ทุกคนที่ได้เห็นก็จะสามารถเข้าใจได้ ไม่ว่าจะเป็นชนชาติใดภาษาใด หรือแม้แต่คนที่อ่านหนังสือไม่ออก เพราะภาพถ่ายเป็นภาษาสากลที่สื่อความหมายให้เข้าใจได้โดยทางสายตา ผู้ดูสามารถเข้าใจเรื่องราวได้อย่างรวดเร็วและง่ายกว่าตัวอักษรมากมาย หลายเท่านี้

สำหรับวัตถุประสงค์ของการถ่ายภาพนั้นพอจะสรุปได้ในเบื้องต้นไว้ว่าเป็นการบันทึกเพื่อเล่าเหตุการณ์ให้แก่บุคคลอื่นที่ไม่ได้ประสบเหตุการณ์นั้นด้วยตนเอง เพราะการถ่ายภาพถือได้ว่าเป็นการบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ เก็บไว้เป็นหลักฐานแทนหรือร่วมกับตัวอักษร เนื่องจากการเก็บรักษาระบบข้อมูลภายในมนุษย์มีข้อจำกัด กล่าวคือ ถึงแม้ว่ามนุษย์สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่มนุษย์ไม่สามารถเก็บรักษาสิ่งที่มองเห็นได้ ไม่สามารถดูซ้ำได้ตามความต้องการได้อีก ภาพที่มองเห็นก็จะสูญสลายไปในที่สุด ยิ่งไปกว่านั้นความทรงจำยังเป็นของแต่ละบุคคล อยู่ในส่วนประสาทของแต่ละบุคคล ที่ผู้อื่นไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้น มนุษย์จึงค้นหา

ขีดจำกัดในเรื่องของความทรงจำการมองเห็นของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี ภาพถ่ายยังสามารถสร้างความรู้สึกนึกคิดการรับรู้ร่วมกันระหว่างมนุษย์อีกด้วย เรียกได้ว่าภาพถ่ายนั้นเป็นสื่อที่สามารถข้ามได้ทั้งพื้นที่และเวลาได้อย่างแท้จริง (Chris Rojek and John Urry 2000 : 52)

เทคโนโลยีการบันทึกภาพและระบบรักษาความปลอดภัยด้วยกล้องวงจรปิด ที่มีประสิทธิภาพสูงในปัจจุบัน ทำให้การบันทึกภาพถ่ายหรือภาพวิดีโอเป็นได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ภาพถ่ายหรือภาพวิดีโอจึงมักถูกนำมาเป็นพยานหลักฐาน ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการสนับสนุนงานสืบสวนและสอบสวนของสำนักงานตำรวจแห่งชาติและหน่วยงานอื่นๆ เช่น หน่วยงานข่าวกรอง, หน่วยงานความมั่นคงของทหารเป็นต้น เพราะสามารถให้ความยุติธรรมเบื้องต้นในการพิสูจน์ความผิดหรือความบริสุทธิ์ของบุคคลที่ต้องสงสัยหรือถูกกล่าวหาได้ เนื่องจากภาพที่บันทึกจากสถานที่เกิดเหตุนั้นสามารถพิจารณาบ่งชี้ รวมถึงคาดการณ์ความเป็นไปในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน เพื่อประกอบการพิจารณาในชั้นศาลเพื่อมัดตัวผู้กระทำผิดให้รับโทษตามกฎหมาย โดยให้การดำเนินการเป็นไปอย่างถูกต้องและยุติธรรม (อัจฉรา นาคไรรัง 2545: 65)

การได้มาซึ่งพยานหลักฐานที่เป็นภาพถ่ายหรือภาพวิดีโอ นั้น แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะการได้มาดังนี้

1. ได้จากการเก็บรวบรวมจากสถานที่เกิดเหตุ ซึ่งอาจถูกบันทึกด้วยโทรทัศน์วงจรปิดในบริเวณสถานที่เกิดเหตุ(ภาพที่1) หรือมีบุคคลที่อยู่ในเหตุการณ์บันทึกเก็บไว้



ภาพที่ 1 ตัวอย่างภาพคนร้ายที่ถูกบันทึกจากโทรทัศน์วงจรปิด

ที่มา: ร่วมด้วยช่วยกัน ภาพบันทึกผู้ต้องหาที่เชื่อว่าชิงทรัพย์และพยายามข่มขืนหญิงท้อง 9 เดือน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 มกราคม 2553. เข้าถึงได้จาก <http://www.manager.co.th>

2. ได้จากการบันทึกขณะที่เจ้าพนักงานปฏิบัติหน้าที่ ซึ่งมักถูกบันทึกโดยเจ้าพนักงานหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

บ่อยครั้งที่การบันทึกภาพถ่ายหรือภาพวิดีโอที่เป็นพยานหลักฐานนั้น ขาดความคมชัดเพียงพอที่จะบ่งชี้ถึงวัตถุหรือบุคคลเป้าหมายที่ต้องการได้ (ภาพที่ 2, 3) ทำให้การพิจารณาและการคาดการณ์ความเป็นไปในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนั้นเป็นไปได้อย่างยากลำบาก โดยภาพที่เป็นปัญหาเหล่านั้นส่วนใหญ่มักจะเกิดปัญหาในลักษณะที่เรียกว่าพร่ามัว (Blur) ซึ่งเกิดจากหลายลักษณะ เช่น โฟกัสที่ผิดพลาด หรือความเร็วในการบันทึกภาพที่ไม่เหมาะสม ซึ่งทั้ง 2 กรณีมักเกิดจากความเร่งด่วนหรือตำแหน่งในการบันทึกภาพ



ภาพที่2 ตัวอย่างภาพเบลอ บันทึกขณะปล้นร้านทอง

ที่มา :กรุงเทพมหานคร โจร-เอ็ม-16-ปล้นร้านทอง[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 4 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก<http://www.bangkokbiznews.com>



ภาพที่3 ตัวอย่างภาพเบลอ ขณะบุกยิงคู่อริที่พัทยา

ที่มา: พัทยาเดลินิวส์ บุกยิงคู่อริที่พัทยา[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 31 มกราคม 2553. เข้าถึงได้จาก <http://www.pattayadailynews.com>

ผู้วิจัยได้มองเห็นปัญหาดังกล่าว และเล็งเห็นความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มความคมชัดให้กับพยานหลักฐานภาพวงจรปิดในคดี ด้วยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ซึ่งมีใช้กันแพร่หลายในหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน จึงเป็นที่มาในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Software) เพื่อทำการปรับปรุงภาพถ่ายหรือภาพวิดีโอเหล่านั้นให้มีความคมชัดขึ้น โดยสามารถนำเอาทฤษฎีการฟื้นฟูภาพดิจิทัล (Image Restoration) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสาขาวิชาคอมพิวเตอร์

วิชั่น (Computer Vision) โดยรู้จักกันแพร่หลายในระบบประมวลผลรูปภาพดิจิทัล (Digital Image Processing System) มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของสื่อบันทึกดังกล่าว ให้คมชัดขึ้นเพียงพอที่จะสามารถบ่งชี้วัตถุหรือบุคคลเป้าหมายที่ต้องการได้ ทำให้การพิจารณาและการคาดการณ์ความเป็นไปในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนั้น เป็นไปได้อย่างถูกต้องมากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ของนักนิติวิทยาศาสตร์ (Forensic scientist) เพื่อช่วยเพิ่มคุณค่าของข้อมูลที่เป็นอยู่มากที่สุด ส่งผลให้กระบวนการยุติธรรมมีความเที่ยงตรงถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติสืบไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ประยุกต์ต้นแบบในการปรับปรุงคุณภาพของพยานหลักฐานที่เป็นสื่อบันทึกภาพถ่ายและภาพวิดีโอที่มีความพร่ามัวให้มีความคมชัดขึ้น

2.2 เพื่อเป็นประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ในการสืบสวนสอบสวนพยานหลักฐานที่เป็นสื่อบันทึก ภาพถ่ายและภาพวิดีโอที่เบลอให้มีความคมชัดขึ้น

2.3 เพื่อหาวิธีในการปรับปรุงคุณภาพของพยานหลักฐานที่เป็นสื่อบันทึกภาพถ่ายและภาพวิดีโอให้มีความคมชัดขึ้นและเหมาะสมกับลักษณะของภาพ

2.4 เพื่อศึกษาการใช้ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลัด ดีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

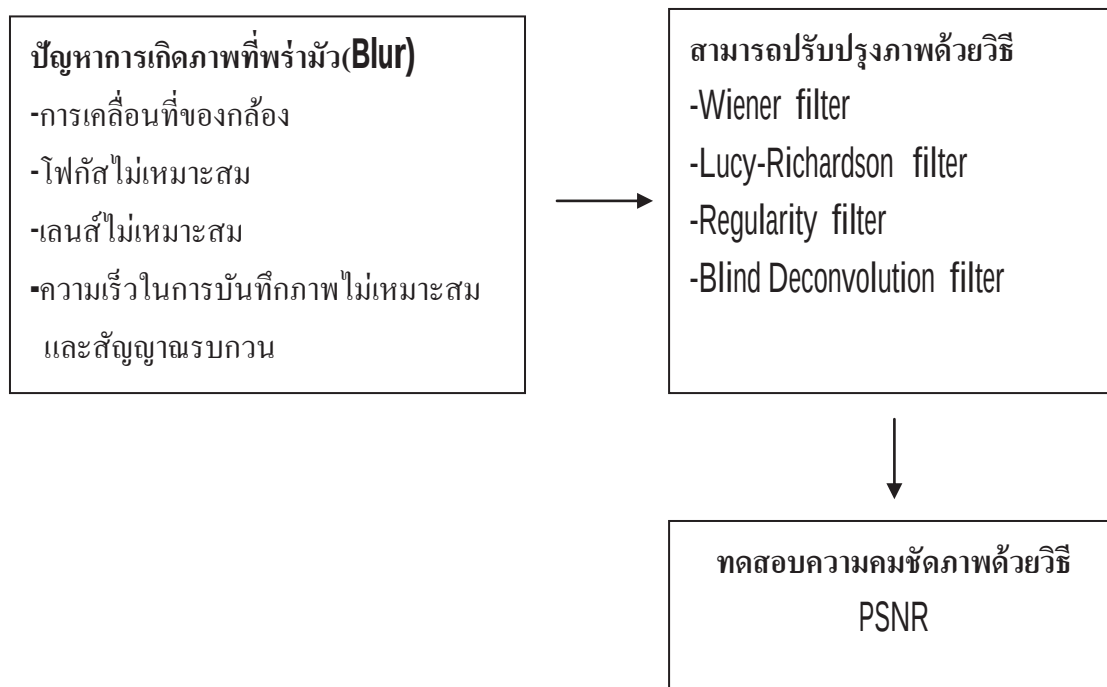
3. สมมุติฐานของการวิจัย

ในแต่ละปัญหาของภาพที่พร่ามัว (Blur) จะมีวิธีการปรับปรุงภาพแตกต่างกันออกไป ซึ่งวิธี Wiener filter สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเมื่อทราบคุณลักษณะของความถี่ของภาพและชนิดสัญญาณรบกวนที่ถูกเพิ่มเข้าไป วิธี The Blind Deconvolution สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเมื่อไม่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับภาพนั้น วิธี regularized filter สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเมื่อข้อมูลเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนถูกจำกัด วิธี Lucy-Richardson สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเมื่อทราบ PSF แต่ทราบเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนที่ถูกเพิ่ม

4. ขอบเขตการวิจัย

- 4.1 ใช้ภาพต้นแบบในการปรับปรุงขนาด 256×256 พิกเซล
- 4.2 ใช้ภาพที่บันทึก ไฟล์สกุลJPEG
- 4.3 ใช้ภาพสีRGB
- 4.4 ภาพที่นำมาใช้ในการทดลอง ใช้ทั้งหมด 50 ภาพ จากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)รุ่น FK-908DVD.H จำนวน 25 ภาพ จากกล้องดิจิตอล Sony Cyber-Shot T900 25 ภาพ
- 4.5 การทดลองใช้ 4 วิธีในการปรับปรุงตัวกรองภาพ คือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบเวียนอร์(Wiener) ตัวกรองแบบไบลด์คิคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)และนำมาหาคุณภาพของภาพด้วยวิธี PSNR
- 4.6 การทดสอบใช้การเปรียบเทียบคุณภาพของภาพก่อนและหลังการทดสอบ ด้วยโปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน 7.6.0 (R2008a)

5. กรอบแนวคิดในการวิจัย



6. นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

6.1 Image filter หมายถึง การกรองข้อมูลภาพโดยการนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมา ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากภาพเริ่มต้น วัตถุประสงค์หลักของการกรองข้อมูลภาพคือการเน้น (enhance) หรือลดทอน (attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพเพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ การกรองข้อมูลภาพคือการประมวลผลภาพอย่างหนึ่งที่จำเป็นมาก เนื่องจากในการใช้งานจริง ภาพที่ได้มามักมีสัญญาณรบกวน หรือสัญญาณไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปนอยู่ด้วย การกรองข้อมูลภาพสามารถปรับปรุงให้ภาพมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น เหมาะแก่การประมวลผลในขั้นต่อไป

6.2 Image restoration หมายถึง การปรับปรุงภาพที่มีความพร่ามัวให้ชัดเจนขึ้น

6.3 CCTV Image หมายถึง ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

6.4 Digital camera image หมายถึง ภาพจากกล้องดิจิทัล

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

7.1 เจ้าหน้าที่สืบสวนสามารถใช้ประโยชน์จากภาพโทรทัศน์วงจรปิดและภาพจากกล้องดิจิทัลมากขึ้น

7.2 ภาพที่ได้จากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและกล้องดิจิทัลเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดอาชญากรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.3 ได้วิธีในการปรับปรุงคุณภาพของพยานหลักฐานที่เป็นสื่อบันทึกภาพถ่ายและภาพโทรทัศน์วงจรปิดให้มีความคมชัดขึ้นและเหมาะสมกับลักษณะของภาพ

7.4 ได้แหล่งข้อมูลและแนวทางสำหรับงานวิจัยในอนาคต

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. พื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล

การมองเห็นของมนุษย์เป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นกลไกการรับภาพที่ซับซ้อนอย่างหนึ่ง ซึ่งจะให้ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับใช้ในางานง่าย ๆ (ตัวอย่างเช่น การจดจำวัตถุ) และสำหรับงานที่มีความซับซ้อน (ได้แก่การวางแผนการตัดสินใจ การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทางด้านการคิด) ดังคำสุภาษิตของจีนกล่าวไว้ว่า "รูปภาพสามารถแทนคำได้เป็นพันๆ คำ" รูปภาพมีบทบาทมากสำหรับองค์กรต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์โทรทัศน์ ภาพยนตร์ ซึ่งได้ใช้ภาพ (ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว) เป็นสื่อ นำเสนอข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ สิ่งที่น่าสนใจของข้อมูลเกี่ยวกับการมองเห็นหรือข้อมูลภาพนั้นก็คือกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้ดิจิทัลคอมพิวเตอร์

ความพยายามทางด้านการประมวลผลภาพได้เริ่มขึ้นในปี 1964 ณ ห้องทดลอง Jet Propulsion (Pasadena California) ซึ่งได้นำ การบวนการประมวลผลภาพมาใช้ในการพิจารณาภาพถ่ายดาวเทียมของดวงจันทร์ ต่อมาได้มีการตั้งสาขาทางวิทยาศาสตร์สาขาใหม่มีชื่อว่า Digital image processing หลังจากนั้นงานทางด้านการประมวลผลภาพก็พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ และใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับงานในหลายๆด้านตัวอย่างเช่น งานสื่อสารโทรคมนาคม การสื่อสารทางโทรทัศน์ ทางด้านการพิมพ์ ทางด้านกราฟิก การแพทย์ และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์(วรรณชวนศิริกิจ 2545 : 39)

Digital image processing จะเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (Digital format) ซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้จัดผ่านกระบวนการต่างๆ ด้วยดิจิทัลคอมพิวเตอร์ได้ ในระบบของดิจิทัล อินพุต และเอาพุต ของระบบจะอยู่ในรูปแบบดิจิทัลเท่านั้น

Digital image analysis จะเกี่ยวกับวิธีการอธิบายและการจดจำ ข้อมูลภาพดิจิทัล ซึ่งอินพุตของระบบจะเป็นข้อมูลภาพดิจิทัลและเอาพุตจะเป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิทัลเหล่านั้น ในการวิเคราะห์ภาพมีอยู่หลายวิธีด้วยกันที่ได้ นำมาจากการทำ งานของตามนุษย์ (human vision) นั่นก็คืองานทางด้าน Computer Vision เป็น ลักษณะเดียวกับ Digital image analysis นั่นเอง

การมองเห็นของมนุษย์นับว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งลักษณะเทคนิคโดยทั่วไปในกระบวนการ Digital image analysis และ Computer Vision จะค่อนข้างซับซ้อนเช่นกัน

1.1 รูปร่างของภาพ (Image Shape)

วัตถุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ทั้งที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตและไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ในศาสตร์ของการประมวลผลภาพนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม(Rectangular image model) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงผลภาพออกทางอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปได้โดยมีประสิทธิภาพ

การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรอะเรย์(Array) โดยค่าในแต่ละช่องของอะเรย์แสดงถึงคุณสมบัติของจุดภาพ(pixel) และตำแหน่งของช่องอะเรย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพ

จากการใช้หน่วยความจำ เพื่อการเก็บภาพในลักษณะที่กล่าวมา เนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก $M \times N \times g$ เมื่อ g เป็นจำนวนเต็มแทนจำนวนบิตของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ ตัวอย่างถ้า g มีค่าเท่ากับ 8 บิต สามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปได้สูงสุด 256 ระดับ ค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไปในระบบ VGA (Video Graphic Array) จะมีขนาด 640x480, 800x600 และ 1024x768 จุด เป็นต้น การกำหนดความละเอียดจะขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ในงานบางอย่างใช้ความละเอียดแค่ 30 x 50 จุด ก็พอแล้วแต่ในงานบางชนิด ใช้ความละเอียดถึง 1000 x 1000 จุด ก็ยังไม่พอ ปกติแล้วในการเก็บข้อมูลภาพโดยเครื่องมือต่าง ๆ จะเก็บตามมาตรฐานของโทรทัศน์ซึ่งมีอัตราส่วน X ต่อ Y เท่ากับ 4:3 สำหรับเครื่องมือเก็บข้อมูลภาพที่ไม่เป็นไปตามมีขนาดของด้านกว้างมีความยาวมากกว่าด้านสูง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรมอัตราส่วน 4:3 เมื่อนำ ภาพนี้ไปแสดงในจอภาพมาตรฐานจะทำให้ภาพที่แสดงนั้นมีขนาดของจุดภาพไม่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส เช่นในบางระบบอาจจะใช้ความละเอียดในการแสดงเท่ากับ 640 x 512 ซึ่งจะทำให้ขนาดของจุดภาพที่ได้ทางด้านกราฟิกและการจัดการข้อมูล (กาญจนา เรืองชนานุรักษ์ 2550: 29)

จำนวนสีสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของบิตต่อจุดมากขึ้นจะทำให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น

$$1 \text{ บิต} = 2^1 = 2 \text{ สี}$$

$$2 \text{ บิต} = 2^2 = 4 \text{ สี}$$

$$4 \text{ บิต} = 2^4 = 16 \text{ สี}$$

$$8 \text{ บิต} = 2^8 = 256 \text{ สี}$$

16 บิต = $2^{16}=65536$ สี เป็นต้น

สำหรับการแสดงข้อมูลภาพที่มีขนาด 1 บิตและ 8 บิตนั้นจะมีความทำงานที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากหน่วยประมวลผลจะไม่สามารถจัดการกับข้อมูลที่เป็นบิตเดี่ยวๆได้ ดังนั้นในการแสดงข้อมูลออกทางจอภาพตัวโปรเซสเซอร์จะทำการก๊อปปี้ข้อมูลทั้ง 8 บิต (1 Byte) ส่งให้กับจอภาพซึ่งในกรณีที่มี Pixel มีขนาด 1 บิต เมื่อโปรเซสเซอร์จะทำงานกับบิตแรกที่ต้องการแล้วก็จะทำการก๊อปปี้ข้อมูลชุดใหม่ทันทีโดยที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือส่วนในกรณี Pixel ที่มีขนาด 8 บิต โปรเซสเซอร์จะทำการก๊อปปี้ข้อมูลชุดใหม่ก็ต่อเมื่อโปรเซสเซอร์ทำงานกับทุกบิตแล้ว

ตัวอย่างสำหรับระบบที่มีความละเอียดเท่ากับ 800x600 และมีขนาด 16 บิตต่อ Pixel จะสามารถแสดงสีได้ทั้งหมด 65536 ระดับและต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บเท่ากับ 800x600x16 บิต

1.2 มาตรฐานของสี

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปก 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในสเปก ซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่นในระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แสงสีแดง แสงเขียว และแสงน้ำเงิน ในระบบ HLS จะมีแกนเป็นค่าสี (hue) ความสว่าง (lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (saturation) ตัวอย่างระบบสีที่นิยมใช้กัน ได้แก่ ระบบ RGB HSV (Hue Saturation Value) และ HLS (Hue Lightness Saturation)

1.2.1 ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง แสงเขียวและแสงน้ำเงินโดยมีการรวมกันแบบ Additive ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode ray tube) ในการใช้งานระบบสี RGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้งานได้แก่ RGB CIE และ RGB NTSC

ระบบสีแบบ RGB ของ CIE

เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นโดย CIE (Commission International I 'Eclairage) ซึ่งอ้างอิงสีด้วยแสงที่ 700 nm สีเขียวเท่ากับ 546.1 nm และสีน้ำเงิน 435.8 nm

ระบบสีแบบ RGB ของ NTSC

เป็นระบบที่พัฒนาโดย NTSC (National Television System Committee) เพื่อใช้สำหรับการแสดงภาพของจอภาพแบบ CRT เป็นมาตรฐานสำหรับผู้ผลิตแบบ CRT ให้มีลักษณะเดียวกัน

1.2.2 ระบบสี HSV เป็นระบบสี HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือ ค่าสีของสีหลัก (แดง เขียวและน้ำเงิน) ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดง และเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่ง

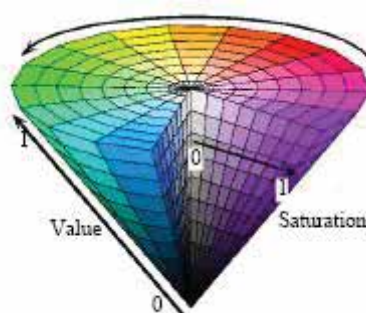
สามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา

Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

$$\text{red}_h = \text{red} - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})$$

$$\text{green}_h = \text{green} - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})$$

$$\text{blue}_h = \text{blue} - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) \quad (1.1)$$



ภาพที่ 4 แสดงระบบสี HSV

ที่มา: ระบบสี HSV [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 12 กรกฎาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/240-373/chapter8.pdf>.

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว Hue จะเป็นมุมของสี(ค่าสี) มีค่าเป็นไปตามสีที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือการให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0

$$\frac{(240 \times \text{blue}_h) + (120 \times \text{green}_h)}{\text{blue}_h + \text{green}_h} \quad (1.2)$$

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย (ขวัญใจ นาชัยภูมิ 2551 : 45)

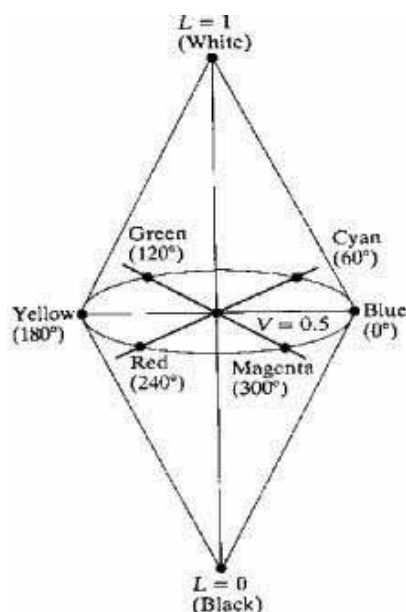
Saturation สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Saturation} = \frac{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) - \min(\text{red}, \text{green}, \text{blue})}{\max(\text{red}, \text{green}, \text{blue})} \quad (1.3)$$

Value คือความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{value} = \max(\text{red}, \text{green}, \text{blue}) \quad (1.4)$$

1.2.3 ระบบสีแบบ HLS เป็นระบบสีแบบ HLS (Hue lightness saturation) พัฒนาโดย Teletromix Incorporated จะมีลักษณะคล้ายกับHSV ดังนั้นชื่อของระบบจะขึ้นอยู่กับ Hue Lightness และ Saturation



ภาพที่5 แสดงระบบสี HLS

ที่มา: ระบบสี HLS [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 กรกฎาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://fivedots.com.psu.ac.th/~montri/teaching/240-373/chapter8.pdf>.

Hue คือค่าของสีหลักซึ่งมีสีน้ำเงินอยู่ที่ 0 องศา สีเขียวอยู่ที่ 120 องศา และสีแดงอยู่ที่ 240 องศา

Lightness คือค่าความสว่างซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามแนวแกน L โดยที่ L = 0 จะเป็นสีดำ L = 1 จะเป็นสีขาว สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$lightness = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{2} \quad (1.5)$$

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีสามารถหาได้ดังนี้คือ

$$saturation = \left\{ \begin{array}{l} \frac{\max(red, green, blue) + \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)} \text{ if } L \leq 0.5 \\ \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{2 - \max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)} \text{ if } L > 0.5 \end{array} \right\} \quad (1.6)$$

1.2.4 ระบบสีแบบ CMY (Cyan Magenta Yellow) เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับการพิมพ์ภาพสีโดยมีสีหลักคือสี Cyan Magenta และ Yellow ซึ่งเรียกว่า Subtractive primaries Color (สีแดง เขียวและน้ำเงิน เรียกว่า Additive primaries Color) ระบบสีแบบ CMY สามารถหาได้โดยการนำ เอาสีในระบบ RGB ลบกับสีขาวดังนี้คือ

$$\begin{aligned} C &= 1 - R \\ M &= 1 - G \\ Y &= 1 - B \end{aligned} \quad (1.7)$$

ระบบสี CMY จะนำไปใช้สำหรับการพิมพ์ภาพสีแต่ยังไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากยังไม่สามารถสร้างสีดำได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นจึงมีการใช้ระบบ **CMYK** แทนโดย

$$\begin{aligned} K &= \min(C, M, Y) & K \text{ เป็นสีที่ 4 แทนสีดำ} \\ C &= C - K \\ M &= M - K \\ Y &= Y - K \end{aligned} \quad (1.8)$$

1.2.5 ระบบสีแบบ YUV ใช้สำหรับโทรทัศน์แบบ PAL และ SECAM ซึ่งยังมีใช้ อยู่ในหลายๆ ประเทศโดย Y คือ ค่าความสว่างของภาพ ส่วนสัญญาณ U และ V เป็นสัญญาณที่เก็บ ค่าสีของภาพ ต่อมาได้มีระบบ YIQ มาใช้แทนเนื่องจากพบว่าสัญญาณ I และ Q สามารถลด Bandwidth ได้มากกว่าสัญญาณ U และ V ในขณะที่ได้ภาพที่มีคุณภาพเท่ากัน

1.2.6 ระบบสีแบบ YIQ เป็นระบบที่ใช้ใน TV Broadcasting สำหรับ NTSC ประโยชน์หลักก็เพื่อให้ใช้งานได้กับโทรทัศน์แบบขาวดำ โดยที่ y คือความสว่างของภาพ ส่วน I และ Q จะเป็นสัญญาณที่เข้ารหัสสีของภาพไว้ดังนั้นสำหรับโทรทัศน์ขาวดำนั้นสามารถใช้ค่า Y ค่า เดียวก็สามารถได้ภาพที่สมบูรณ์

1.2.7 ระบบสีแบบ XYZ เป็นระบบสีที่ CIE ได้กำหนดให้มีขึ้นเป็นมาตรฐาน เนื่องจากในระบบสี RGB ยังไม่สามารถสร้างสีที่เป็นไปได้ทั้งหมดดังนั้นจึงได้มีตั้งระบบสี XYZ ซึ่งเป็นระบบสีที่สมมุติขึ้น

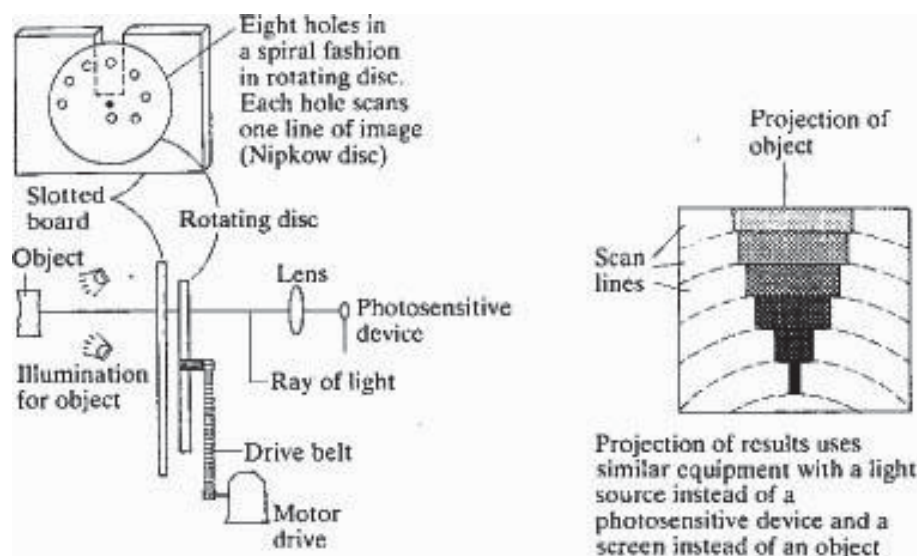
2. การได้มาของรูปภาพ (Image Acquisition)

มนุษย์มักคิดว่าภาพที่อยู่ในคอมพิวเตอร์จะเป็นภาพที่ได้มาจากกล้องวิดีโอแต่จริง เช่น รูปภาพที่เห็นอยู่ในโทรทัศน์ ซึ่งในความเป็นจริงนั้นรูปภาพที่ได้มานั้นมาจากอุปกรณ์หลายๆ อย่าง มีวิธีการจัดเก็บที่แตกต่างกัน ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการนำ รูปภาพเข้าสู่ คอมพิวเตอร์ และวิธีจัดเก็บของแต่ละอุปกรณ์(ยุทธนา ลิลา 2550: 35)

2.1 รูปภาพที่ได้มาจากความเข้มของแสง (Intensity Images)

ความเข้มของแสงสามารถที่จะเปลี่ยนมาให้เป็นรูปภาพได้โดยใช้อุปกรณ์ทางด้าน อิเลคทรอนิกส์ที่มีการรับรู้ทางด้านแสงเช่น Photosensitive cell ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวนี้สามารถนำ ไป เป็นชิ้นส่วนของกล้องถ่ายรูปเพื่อใช้ในการแยกสัญญาณของแสงออกมาเป็นแต่ละจุดของภาพ ซึ่งถ้า ต้องการรูปภาพทั้งหมดก็สามารถทำได้

ด้วยวิธีการเดียวกันโดยการแสกนจุดทุกจุดที่ต้องการที่กล่าวมานั้นเป็นหลักการที่ Baird ได้คิดค้นมาใช้ในระบบโทรทัศน์เป็นระบบแรก อุปกรณ์ที่ใช้ในการแสกนจะเป็นลักษณะแผ่น กลม ๆ มีช่องที่เจาะไว้ ซึ่งแต่ละช่องจะอนุญาตให้แสงจาก 1 จุดผ่านได้เท่านั้น เมื่อแผ่นดังกล่าว หมุนไปรอบ ๆ รูปภาพ ตัวที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจะได้รับสัญญาณที่ผ่านมาของแสงแต่ละช่อง ซึ่ง ในการแสกนนั่นจะทำการแสกนแบบทีละบรรทัด (ดูภาพที่ 6 ประกอบ)



ภาพที่6 แสดงการใช้กระบวนการจับภาพของวิดีโอและการแสดงผล

ที่มา: การใช้กระบวนการจับภาพของวิดีโอและการแสดงผล [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2551. เข้าถึงได้จาก : <http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/chap2.htm>.

หลักการดังกล่าวมานี้ยังคงใช้อุปกรณ์การสแกนทั่วไป ซึ่งในการสแกนแต่ละครั้งเพื่อความเชื่อถือได้ จะต้องใช้อย่างน้อย 500 บรรทัดต่อการสแกนหนึ่งครั้ง ในประเทศอังกฤษนำระบบดังกล่าวไปใช้ในระบบโทรทัศน์ซึ่งใช้ 625 บรรทัดต่อการสแกนหนึ่งครั้งจึงเรียกว่าระบบ 625 line system ซึ่งในระบบโทรทัศน์ภาพที่ได้จะเป็นบรรทัด โดยไม่จำเป็นต้องแยกออกมาเป็นแต่ละจุด แต่ในระบบคอมพิวเตอร์จะต้องใช้รูปภาพเป็นแต่ละจุดในแนวนอนและแนวตั้ง

2.2 การจับรูปภาพแบบต่อเนื่อง (Real-time Capture)

ถ้ารูปภาพถูกจับแบบต่อเนื่องจำเป็นจะต้องใช้รูปภาพอย่างน้อย 25 รูปต่อหนึ่งวินาที เพื่อที่จะไม่ให้เห็น รูปที่ไม่ต่อเนื่อง ถ้ารูปภาพที่ต้องการจัดเก็บเป็นโมโนมี 256 ระดับ จะต้องใช้คุณสมบัติดังนี้

2.2.1. การจัดเก็บใน 1 วินาทีจะต้องใช้เนื้อที่ 6.25 Mbytes

2.2.2. ในการถ่ายโอนข้อมูลจำนวน 6.25 Mbytes ต่อวินาทีไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมเช่น parallel interface หรือ serial interface โดยมีอัตราความเร็วอย่างน้อย 38 kbps

2.2.3. คอมพิวเตอร์จะจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในที่มีความเร็วพอ เช่น Hard-disk แต่ไม่ควรจะจัดเก็บไว้ใน floppy-disk เนื่องจากมีความเร็วในการถ่ายโอนต่ำ

2.2.4.การนำข้อมูลลงสู่ Hard-disk จะทำการถ่ายโอน 1 นาทีต่อครั้ง

2.3 รูปภาพแบบสี (Color Images)

การนำภาพแบบมีสีเข้าสู่คอมพิวเตอร์จะเปรียบเสมือนการนำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ 3 รูปในเวลาเดียวกันซึ่งรายละเอียดขึ้นอยู่กับระบบชนิดของสีในระบบ RGB จะใช้ความเข้มเป็นสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ในกล้องถ่ายรูปจะทำการแยกแถบสีดังกล่าวออกจากกันจึงทำให้ได้รูปภาพ 3 รูป เป็นของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินตามลำดับ

2.4 รูปภาพแบบเป็นช่วง ๆ (Range Images)

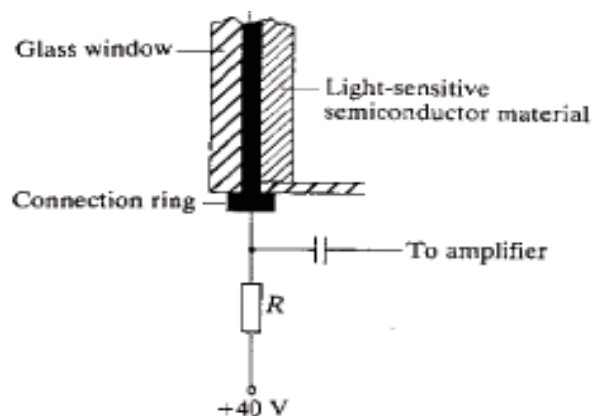
ตัวอย่างของรูปภาพแบบเป็นช่วง ๆ เช่น จากการรับสัญญาณของเรดาร์ การรับภาพชนิดนี้ไม่ได้ใช้ความเข้มของแสงแต่ใช้ระยะห่างของวัตถุแทน ซึ่งระบบนี้จะใช้ในการขึ้นการขับเคลื่อนของยานพาหนะต่างๆในการเคลื่อนของพาหนะจำ เป็นจะต้องรู้ระยะห่างของวัตถุต่างๆ เพื่อที่จะให้การเดินทางเป็นไปด้วยความปลอดภัย ระบบความเข้มของแสงจะไม่สามารถนำมาใช้บอกระยะห่างของวัตถุได้

2.5 ระบบกล้องวิดีโอ

ระบบกล้องวิดีโอได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยมีทั้งกล้องวิดีโอแบบโมนี กล้องวิดีโอแบบสี นอกจากนี้ยังได้พัฒนาในเรื่องของขนาด ความสว่าง และความคมชัดของรูปภาพ

2.5.1 กล้องวิดีโอแบบขาวดำ อุปกรณ์หลักๆ ของระบบนี้ประกอบด้วยหลอดแก้วที่มีตัวรับรู้เกี่ยวกับแสงหุ้มอยู่และมีฟิล์มที่ ประกอบด้วยออกไซด์ของดินุบบาง ๆ หุ้มอยู่อีกชั้นหนึ่ง ตัวรับรู้เกี่ยวกับแสงทำมาจากวัสดุที่เป็นกึ่งตัวนำความต้านทานจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับความเข้มของแสงสว่างเพิ่ม กลุ่มของเลนส์จะหันไปสู่วัตถุที่ต้องการแสกน การแสกนจะเริ่มจากหลอดแคโทดที่อยู่ตอนท้ายของหลอดแก้วปล่อยลำแสงของอิเล็กตรอนออกมา ลักษณะของการแสกนนี้จะเป็นแบบ Raster (แสกนตามแนวตั้งทีละบรรทัด) พื้นที่ของประจุอิเล็กตรอนจะขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่ได้รับกลับมาจากวัตถุ(Ng Kuang, Nathanel Poo and Aun Neow 2001: 2795)

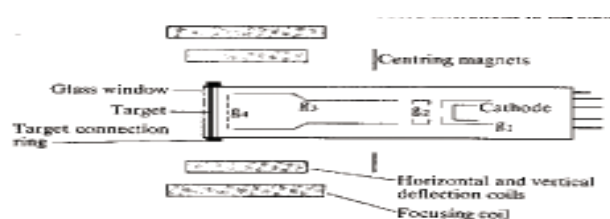
2.5.2 กล้องวิดีโอแบบสี



ภาพที่ 7 โครงสร้างของกล้องวิดีโอ

ที่มา: โครงสร้างของกล้องวิดีโอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 21 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก www.sony.co.th/support/faq/360996.

กล้องวิดีโอแบบสีอย่างง่ายจะเป็นส่วนขยายของกล้องวิดีโอแบบขาวดำ การกรองสีจะถูกนำมาใช้ โดยอยู่ระหว่างเลนส์และวัตถุอุปกรณ์ที่ใช้ในการกรองที่รู้จักกันดีได้แก่ FIC(Filter Integrated Color) ซึ่งประกอบด้วยหลอดแก้วที่มีตัวกรองอย่างดี แต่ละบริเวณที่แตกต่างกันของวัตถุจะใช้สีแดง น้ำเงิน หรือ สีขาวเป็นตัวแยกค่าที่ได้จากการวัดของแต่ละจุดจะแตกต่างกันออกไปตามค่าของความเข้มของแสงแต่ละจุด(Wilson 1995: 3440)



ภาพที่ 8 ภาพตัดของกล้องวิดีโอ

ที่มา: ภาพตัดของกล้องวิดีโอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 21 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก www.sony.co.th/support/faq/360996.

2.6 การจับภาพ (Capture)

ผลลัพธ์ที่ได้จากกล้องวิดีโอส่วนมากจะเป็นสัญญาณในระบบ RGB ซึ่งถ้าอุปกรณ์ดังกล่าวมาต่อกับคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมในการแปลงภาพดังกล่าวเข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยที่อุปกรณ์นั้นจะทำหน้าที่รับภาพเป็นเฟรมๆ โดยอาจจะใช้หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล หรือ อาจมีหน่วยความจำเป็นของตนเอง ซึ่งหน่วยความจำ ดังกล่าวเรียกว่า Frame Buffer(วิโรจน์ องอาจ 2549: 52)

2.6.1 การแปลงสัญญาณจากอนาลอกไปยังสัญญาณดิจิทัล

ในส่วนของหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่ใช้นั้น จะต้องมียุติกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงความต่างศักย์ของโวลต์ซึ่งเป็นอนาลอก ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลที่เป็นแบบบิตๆ เพื่อที่จะให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้งานได้ความเร็ว ในการแปลงนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของ A/D แต่ละตัว ในระบบการเก็บภาพแบบต่อเนื่องจำเป็นต้องใช้การแปลงอย่างน้อย 6 ล้านครั้งต่อวินาที

2.7 แสแกนเนอร์ (Scanners)

กระบวนการที่ใช้กับอุปกรณ์แสกนมีจำนวนมาก เพื่อที่จะให้ได้ภาพที่คมชัด เวลาที่ใช้ในการแสกนเร็วอุปกรณ์แสกนมีทั้งแบบที่เคลื่อนที่และแบบที่อยู่กับที่ โดยที่ความละเอียดอย่างต่ำ 10 dpi (จุดต่อนิ้ว) จนถึง 1000 dpi บางชนิด จะมีตัวแสกนแบบเป็นแถวเพียงแถวเดียว เวลาจะแสกน จะทำการเคลื่อนแถวนั้นๆ ไปตามบริเวณของรูปภาพ โดยปกติรูปภาพขนาด 2000X3000 จะใช้เวลา น้อยกว่า 20 วินาที

ปัญหาหลักของอุปกรณ์แสกนประกอบด้วย

- สามารถแสกนได้ที่ละรูปเท่านั้น
- บางกระบวนการแสกนยังเชื่อถือไม่ได้
- อุปกรณ์แสกนที่ใช้มือเป็นตัวแสกน การแสกนจะขึ้นอยู่กับความดันและตำแหน่งของแสกนที่เคลื่อนที่

3. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Television (CCTV)) คือ ระบบการบันทึกภาพเคลื่อนไหวที่ถูกจับภาพโดยกล้องวงจรปิด(CCTV Camera) ซึ่งเป็นระบบสำหรับการใช้เพื่อการรักษาความปลอดภัย หรือใช้เพื่อการสอดส่องดูแลเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่นอกเหนือจากการรักษาความปลอดภัย(ณัฐการ์ หัตถคำ 2549: 40)

องค์ประกอบที่สำคัญ คือ

1. กล้องและเลนส์ (CCTV Camera and Lens)
2. สายเคเบิลสำหรับการส่งสัญญาณภาพและบีเอ็นซีคอนเนคเตอร์ (Signal Cable and BNC Connector)
3. เครื่องบันทึกภาพและจอแสดงผล (CCTV Recorder and Monitor)

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่ใช้งานในปัจจุบันนี้มี 2 ลักษณะ คือ

1. ติดตั้งตายตัว(Fixed Camera) หรือกล้องติดอยู่กับที่ตัวกล้องจะติดตั้งอยู่บนขากล้องหรืออื่นๆ ซึ่งไม่สามารถจะขยับหรือหมุนเปลี่ยนทิศทางในการดูได้ ถ้าต้องการหมุนหรือเปลี่ยนทิศทาง ก็จะต้องถอดตัวกล้องแยกออกจากขากล้อง จึงจะเปลี่ยนตำแหน่งได้
2. สามารถหมุนปรับทิศทางได้ (Moving Camera) เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน ระบบโทรทัศน์วงจรปิด จึงได้มีการเพิ่มอุปกรณ์ประกอบเข้าไป คือ ฐานกล้องหมุนปรับทิศได้ สามารถที่จะปรับให้หมุนซ้าย / ขวา ก้ม-เงยได้ (Pan and Tilt unit) และอาจจะมีอุปกรณ์อื่นเพิ่มอีก เช่น เลนส์ปรับขนาดภาพได้ (Zoom Lens) และเครื่องหุ้มกล้อง (Camera Housing) เป็นต้น (Jerian, Carrato and Paolino 2005:49)

บทบาทสำคัญของ Video ที่มีต่อการวางแผนการรักษาความปลอดภัย

บทบาทของวิดีโอ

1. เมื่อต้องการเฝ้าดูเหตุการณ์ หรือความเคลื่อนไหวจากระยะไกล
2. พื้นที่ซึ่งต้องการเฝ้าดูเป็นพื้นที่เสี่ยงอันตราย
3. ต้องการเฝ้าดูพฤติกรรม แบบหลบซ่อน (Covert)
4. มีความเคลื่อนไหวเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลยในบริเวณที่เฝ้าดู
5. มีพื้นที่หลายแห่ง ที่ต้องการเฝ้าดู
6. Tracing บุคคล หรือยานพาหนะ จากทางเข้าไปสู่เป้าหมายสุดท้าย
7. ใช้เสริมการทบทวนมาตรการ การรักษาความปลอดภัย
8. พยานหลักฐาน

การประยุกต์ใช้ในงานรักษาความปลอดภัย

1. Indoor/Outdoor
2. Indoor: ภายในอาคาร ส่วนใหญ่จะมีแสงและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่คงที่
3. Outdoor: ภายนอกอาคาร
 - มีการเปลี่ยนแปลงของแสง อยู่โดยตลอด
 - สภาพแวดล้อมที่แปรปรวน (อุณหภูมิ, ทัศนวิสัย)
 - ควบคุมได้ยาก
4. Fix/Rapid deployment

The Bottom Line

1. SensorเตือนการบุกรุกหรือVMD
2. พื้นที่แจ้งเตือน
3. ส่งข้อมูลเตือนภัย
4. ปลุกข้อมูล

3.1 ภาพรวมของระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)

3.1.1 Primary function ของการใช้ภาพโทรทัศน์วงจรปิดในงานรักษาความปลอดภัยคือ ออกคำสั่งทางไกลสำหรับการรักษาความปลอดภัยที่ควบคุมกลางคอนโซลหรือรีโมทเว็บไซต์

3.1.2 องค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้ได้มาซึ่งภาพวิดีโอ

1. แหล่งกำเนิดแสง (illumination source)
2. เหตุการณ์หรือสถานที่ ซึ่งต้องการดู (Scene)
3. Camera lens
4. Camera
5. เส้นทางการขนถ่ายภาพวิดีโอ ไปยังจุดที่เฝ้าดู (Monitoring) หรือบันทึก

(Recording)

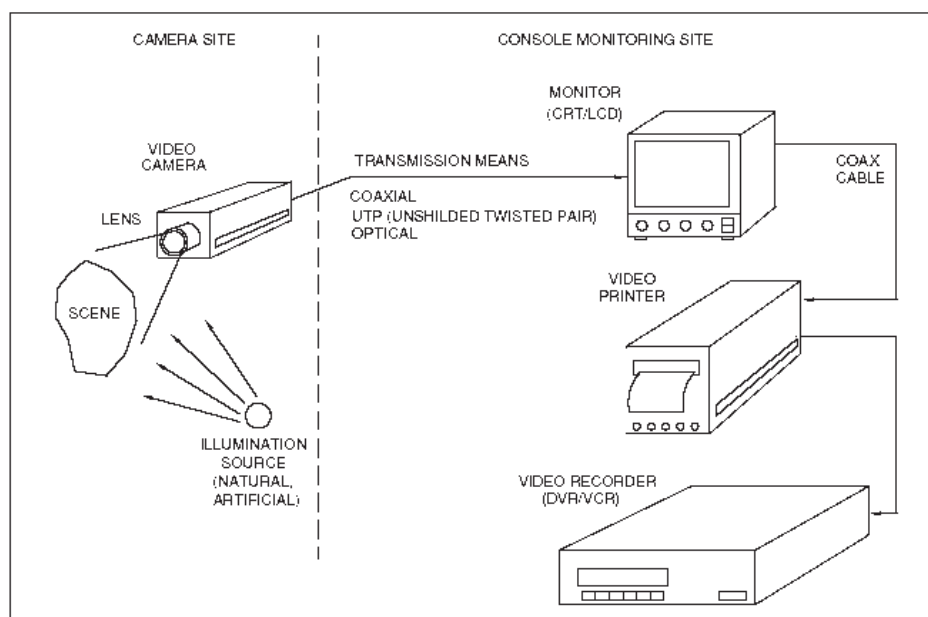
3.1.3 ใช้เทคโนโลยีกล้องโทรทัศน์วงจรปิดเพื่อ

- ให้ได้มา (Capture) ซึ่งภาพที่สามารถมองเห็นได้ (Visual image)
- ปรับเปลี่ยน (Convert) ไปเป็นสัญญาณวิดีโอ
- ขนถ่ายสัญญาณ (Transmission) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

(หรือหลายๆ จุดก็ได้)

- แสดงภาพ
- พิมพ์ภาพออกมา หรือเก็บบันทึกไว้ได้

3.1.4 เป็นการขยายขอบเขตการมองเห็นและช่วยให้มองเห็นได้ แม้อยู่คนละสถานที่



ภาพที่ 9 Single camera video system

ที่มา : [Single camera video system \[Online\]](http://www.newscientist.com/.../mg20727684.000-animated-3d-models-extracted-from-singlecamera-video.html), accessed 12 September 2009. Available from <http://www.newscientist.com/.../mg20727684.000-animated-3d-models-extracted-from-singlecamera-video.html>.

3.1.5 ส่วนประกอบทาง Hardware พื้นฐาน

3.1.5.1 เลนส์ (Lens)

- แสงจากแหล่งกำเนิดแสงมาตกกระทบ Scene แล้วสะท้อน (Reflect) มาเข้าตาเราจึงเป็นเหตุให้เรารับรู้ Scene นั้นได้

- เลนส์ทำหน้าที่รวมแสงจาก Scene มาทำให้เกิดเป็นภาพของ Scene บนตัวรับภาพ (Image sensor or Camera sensor)

3.1.5.2 กล้อง (Camera)

- อุปกรณ์ที่มี Image sensor อยู่

- และ Image sensor นี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลง Visible scene ให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Electrical signal) เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่ขนถ่ายไปยัง Remote monitor, Recorder ได้ (G.Ramponi 1996: 630)

3.1.5.3 Transmission Link

- สื่อ (Media) นำสัญญาณไฟฟ้า (Video) ที่สามารถขนถ่ายจากกล้องไปยัง Remote monitor, Recorder ได้หรืออาจหมายถึง โครงข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้ขนถ่าย ก็ได้

- Media: Coaxial, two-wire unshielded twisted-pair (UTP), fiber-optic cable, Wireless (Radio frequency, Microwave, Optical infrared)

- Network: LAN, WAN, Intranet, Internet

3.1.5.4 ส่วนแสดงภาพหรือจอภาพ (Monitor)

- ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้า (วิดีโอ) กลับมาเป็นภาพที่สามารถมองเห็นได้แล้วนำมาแสดงบนหน้าจอของ Monitor

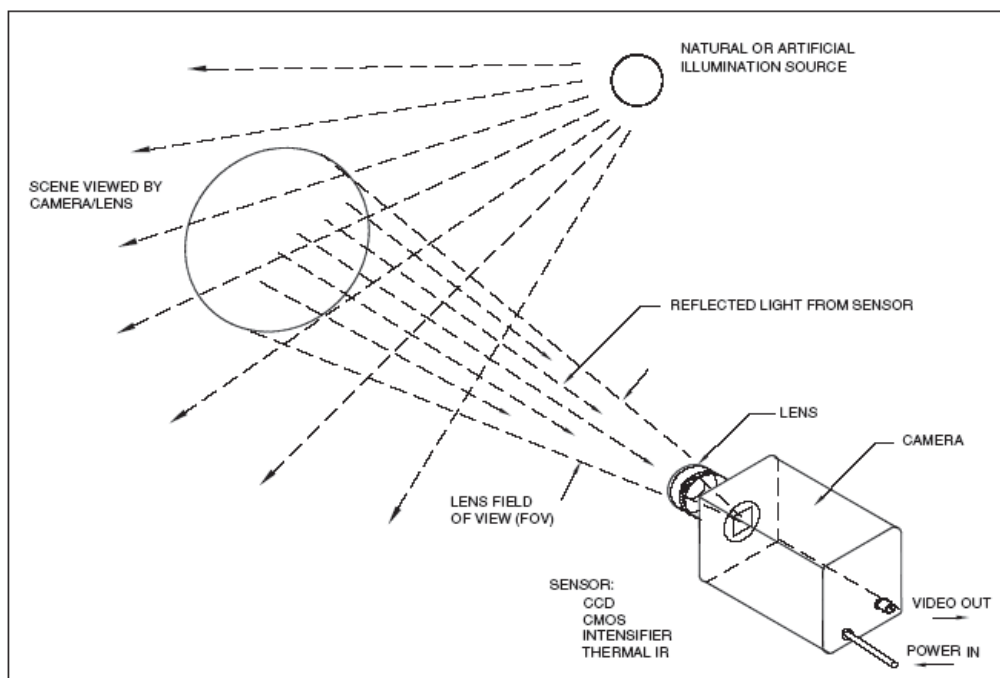
- Video monitor or Computer screen

- CRT, LCD, Plasma

3.1.5.5 อุปกรณ์บันทึก (Recorder)

- บันทึกโดยเวลาจริงหรือเมื่อเวลาผ่านไป (TL)

- VCR ซึ่งบันทึกลงบน Magnetic tape cassette หรือ DVR



ภาพที่ 10 Video camera, scene, and source illumination

ที่มา: [Video camera, scene, and source illumination \[Online\]](http://www.mpi-inf.mpg.de/resources/hdr/vem), accessed 4 March 2008. Available from <http://www.mpi-inf.mpg.de/resources/hdr/vem>.

3.2 แหล่งที่มาของภาพวิดีโอ

3.2.1 บทบาทของแสงและการสะท้อน

- Scene หรือ พื้นที่เป้าหมายซึ่งมองเห็นได้ เกิดจากการส่องสว่างของ Natural or artificial light sources แล้ว Camera lens ได้รับแสงที่สะท้อนจาก Scene นั้น
- Camera lens จะรวมแสงไปยัง Image Sensor อีกครั้งหนึ่ง
- ใน Normal Scene ใบไม้, รถ, บุคคล และถนน อยู่ในช่อง 25-65 แต่ Scene ที่ปกคลุมไปด้วยหิมะ อาจสะท้อนถึง 90%
- ดังนั้นปริมาณแสงที่ได้รับจากเลนส์ จะขึ้นอยู่กับ ความสว่างของ แหล่งกำเนิดแสง, การสะท้อนจาก Scene และสภาพบรรยากาศในขณะนั้น (อาจทำให้เกิดการลดทอนปริมาณแสงที่สะท้อนมา)
- อากาศร้อนและชื้น ทำให้เกิดการลดทอนหรือผิดเพี้ยน (Distortion) ของ Scene ที่เรามองเห็นได้

- กล้องส่วนใหญ่จะทำงานได้กับแสงในย่านความยาวของคลื่นช่วงเดียวกันกับที่มนุษย์มองเห็นได้

3.2.2 การทำงานของเลนส์

- Camera lens เปรียบเทียบได้กับเลนส์ตาของมนุษย์ โดยทำหน้าที่รวบรวมแสงที่สะท้อนจาก Scene ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

- รวมแสง (Focus) ไปยัง CCTV Camera Sensor

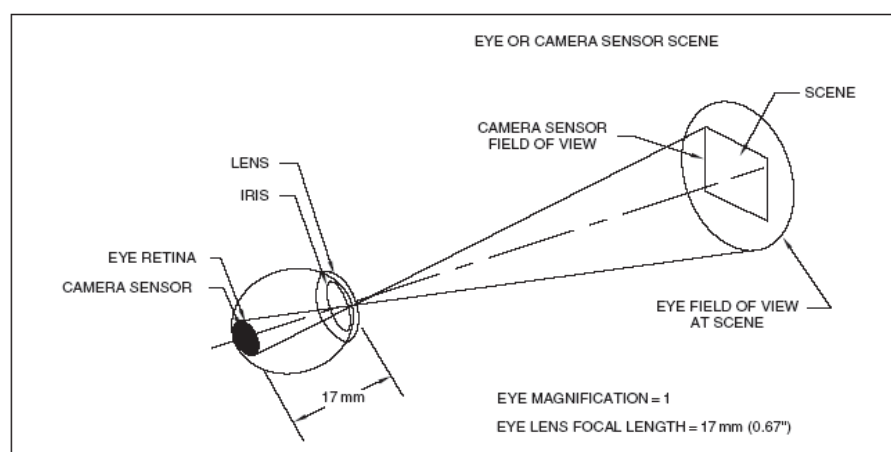
- เลนส์ที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) มากจะสามารถรวบรวมแสงได้มากด้วย (บน Sensor จะปรากฏภาพที่สว่างกว่า และภาพสุดท้ายบนจอแสดงผล ย่อมดีกว่าด้วย)

- การใช้งานที่เกี่ยวข้องกับภาพวิดีโอส่วนใหญ่ จะใช้ Fixed-focal-length (FFL) ซึ่งเหมือนกับตาของมนุษย์ ที่มีพื้นที่ในการมองเห็น (Field of View: FOV) ที่คงที่

- ดังนั้น เลนส์แบบ FFL จะทำให้ได้ภาพของ Scene ที่มีขนาดที่คงที่ (Fixed Magnification) ด้วยเช่นกัน

- FLs (Focal Length) ที่แตกต่างกัน จะทำให้ได้ FOV และ Magnification ที่ต่างกันด้วย

- เลนส์ส่วนใหญ่ จะมีม่านรูรับแสง (Iris Diaphragm) ซึ่งช่วยปรับให้เลนส์รับแสงได้มากขึ้นตามความเหมาะสม Automatic-Iris CCTV Lens เหมือนกับเลนส์ตามนุษย์ ซึ่งมีม่านตาคอยปรับแสง โดยอัตโนมัติ



ภาพที่ 11 Comparing the human eye to the video cameralens

ที่มา: Comparing the human eye to the video cameralens [Online], accessed 20 March 2010.

Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Frame_rate.

3.3 การทำงานของกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

3.3.1 Video camera sensor และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในกล้อง จะเปลี่ยนภาพให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ที่เหมาะสมกับการขนถ่ายไปยัง Remote monitor, recorder

3.3.2 Camera sensor

- Solid-state CCD และ CMOS มีการใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน
- ใน Scene ที่มีแสงน้อย (Low illumination) มักใช้ Sensitive CCD Camera กับ

Infrared (IR) Illuminator

- ใน Scene ที่มีแสงน้อยมากๆ และไม่มีแสง (No Active illumination) มักใช้ Low-light-level (LLL) intensified CCD

3.3.3 การขนถ่ายข้อมูล (Transmission)

3.3.4 สัญญาณไฟฟ้า (Video) ถูกขนถ่ายไปยัง Remote security monitoring site โดยผ่านทาง

- Coaxial cable
- Two-wire twisted-pair
- LAN, WAN, Internet, Intranet, Fiber optic or Wireless
- การเลือก Media หรือ Network ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ระยะทาง,

สภาพแวดล้อม และโครงสร้างระบบสารสนเทศ (G.Ramponi, S. Marsi, S.Carrato:2001, 54)

3.4 แนวทางการเลือกใช้

- ระยะสั้น (3-150 เมตร): Coaxial cable, UTP, Fiber optic or Wireless
- ระยะยาว (เกินกว่า 150 ถึง 2 กม. หรือในสถานะที่มีการรบกวนสูง): UTP, Fiber optic

- ระยะยาวมากๆ หรือ ระหว่างตึกที่ไฟฟ้าไม่สามารถลง Ground ได้ หรือ ในสภาพแวดล้อมที่รุนแรง เช่น มีพายุฟ้าคะนองบ่อยๆ : Fiber optic

- หลายๆ กิโลเมตร หรือระหว่างเมือง: Internet

3.5 การทำงานของจอแสดงผลภาพ

3.5.1 แปลงสัญญาณไฟฟ้า กลับมาเป็นภาพที่มองเห็นได้ บนจอภาพ

3.5.2 Final Scene (ภาพที่มองเห็น) เกิดจาก

- ลำแสงอิเล็กทรอนิกส์กวาดไปมา (Scanning) อยู่บนจอภาพ (CRT) หรือ
- การแสดงภาพแบบจุดต่อจุด (Point by Point) บนจอภาพ (LCD or Plasma screen)

3.6 การทำงานของอุปกรณ์บันทึก

เป็นเวลากว่า 10 ปี VCR ถูกนำมาใช้ในการบันทึกภาพวิดีโอ ทั้งในแบบ Real-time และ TL เนื่องจากมีความเชื่อถือได้ และมีประสิทธิภาพในการบันทึกภาพเหตุการณ์หรือสถานที่ ในงานการรักษาความปลอดภัย

ต่อมา DVR เข้ามาแทนที่ เนื่องจากมีความเชื่อถือได้สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง Disk กับ Cassette tape DVR ยังสามารถทำการค้นหาภาพได้รวดเร็วกว่า และนอกจากนี้ เมื่อทำสำเนาภาพวิดีโอ หลายๆ Copies จะพบว่า Cassette tape จะให้คุณภาพของภาพวิดีโอ ลดต่ำลง (Junghoon Jung, Shichang Joung 2003: 30)

3.7 ความสว่างบน Scene (Scene illumination)

3.7.1 Scene มีความสว่างได้ เนื่องจาก ถูกส่องสว่างโดยแหล่งกำเนิดแสง

3.7.2 Monochrome camera สามารถทำงานกับแสงจากแหล่งกำเนิดใดๆ

3.7.3 Color camera ต้องการแสง ซึ่งต้องมีทุกสีที่อยู่ในย่านความถี่ที่มนุษย์มองเห็นได้ และแต่ละสีต้องมีความสมดุลกันด้วย (Balance) จึงจะเกิดเป็นภาพสีที่ยอมรับได้

3.7.4 แสงจากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Light) แสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง ก่อให้เกิด Highest-contrast (ความแตกต่างระหว่างความมืดกับความสว่าง สูงที่สุด) บน Scene และทำให้สามารถระบุตัวตนของวัตถุได้มากที่สุดด้วยเมื่อมีเมฆปกคลุม แสงที่ได้รับน้อยลง และ Contrast ก็จะน้อยลงไปด้วย

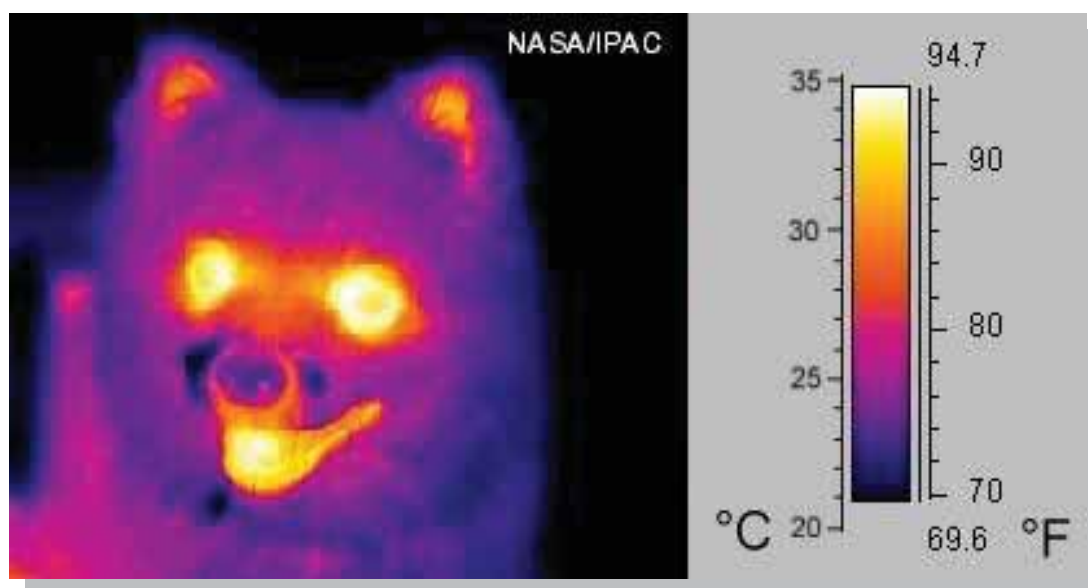
3.7.5 กล้องจะใช้ Automatic-iris ในการปรับแสงให้เหมาะสม

3.7.6 ความสว่างบน Scene มีหน่วยวัดเป็น Foot candles (Fc) โดยมีค่าที่หลากหลายตั้งแต่ 10,000 ถึง 1 หรือน้อยกว่านั้น

3.7.7 แสงจากดวงจันทร์บน Scene สามารถรับได้โดยกล้อง Monochrome ที่มี ความไวแสงมาก (Sensitive)

3.7.8 ในสถานที่ซึ่งแสงแย่มากๆ:

- Low-light-level intensified camera ซึ่งใช้ ICCD เป็น Image Sensor ที่มี ความไวแสงสูงกว่า CCD ที่ดีที่สุด 100-1000 เท่า (ราคาก็สูงกว่า 10-20 เท่าด้วย)
- Monochrome camera with IR LED illumination
- Thermal IR camera
- หน่วยวัดระดับแสง (lux): 1 Fc = 9.3 lux (โดยประมาณ)



ภาพที่ 12 แสดงความสว่างบน Scene (Scene illumination)

ที่มา: แสดงความสว่างบน Scene (Scene illumination) [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2552.
เข้าถึงได้จาก [http:// www.how2studio.net/main/index.php?topic=322.new](http://www.how2studio.net/main/index.php?topic=322.new).

ตารางที่ 1 Light Levels under Daytime and Nighttime Condition

CONDITION	ILLUMINATION		COMMENTS
	(FtCd)	(lux)	
DIRECT SUNLIGHT	10,000	107,500	DAYLIGHT RANGE
FULL DAYLIGHT	1,000	10,750	
OVERCAST DAY	100	1,075	
VERY DARK DAY	10	107.5	
TWILIGHT	1	10.75	
DEEP TWILIGHT	.1	1.075	
FULL MOON	.01	.1075	LOW
QUARTER MOON	.001	.01075	LIGHT
STARLIGHT	.0001	.001075	LEVEL
OVERCAST NIGHT	.00001	.0001075	RANGE

NOTE: 1 lux = .093FtCd

3.8 แสงที่เกิดจากการสร้างขึ้นของมนุษย์ (Artificial Light)

การส่องสว่างที่มนุษย์สร้างขึ้น มักนำไปใช้เพิ่มความสว่างให้กับ พื้นที่ภายนอกอาคาร (Outdoor) เพื่อให้สามารถรับภาพวิดีโอได้ ในเวลากลางคืน เช่น Tungsten, Tungsten-halogen, Metal-arc, Mercury, Sodium, Xenon, IR lamps, Light emitting diode (LED) IR array

3.8.1 Tungsten and tungsten halogen lamps จะให้สีที่มีความสมดุล ดังนั้นจึงดีที่สุดสำหรับ Color camera

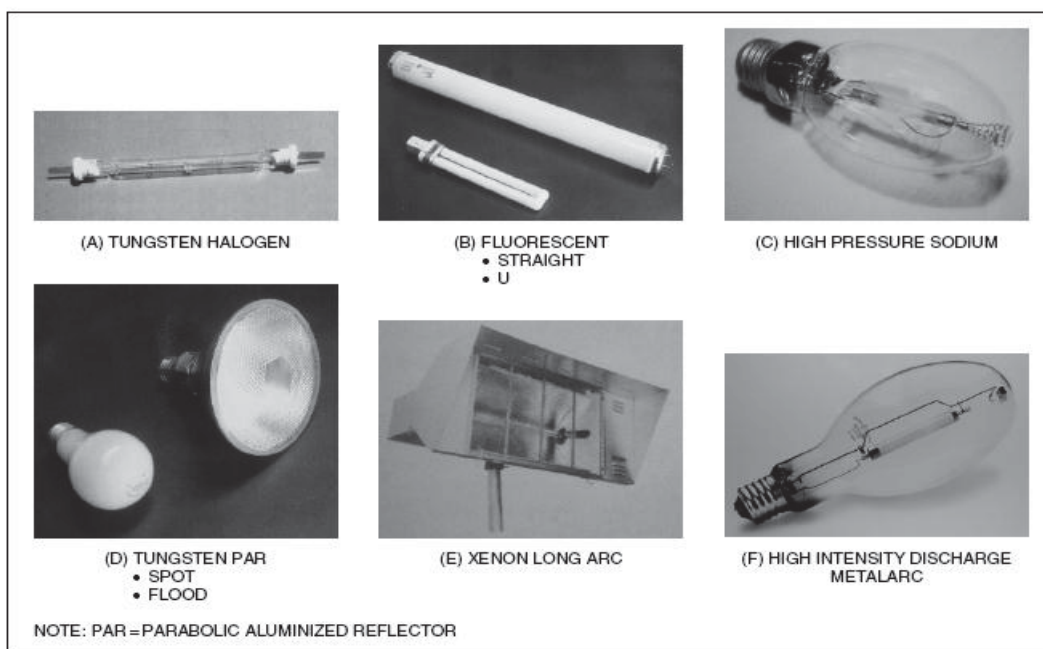
3.8.2 Low- and High-pressure sodium-vapor lamps จะทำให้มนุษย์สามารถรับรู้สิ่งต่างๆ ได้ดีที่สุดในบางย่านความถี่หายไป (สีน้ำเงินและเขียว) ทำให้ไม่เหมาะกับ Color camera

3.8.3 Metal-arc lamps มีความเหมาะสมมากที่สุดกับงานด้านการรักษาความปลอดภัย แต่ย่านความถี่ในสีแดงหายไป จึงไม่เหมาะกับงานที่ต้องการคุณภาพของสี

3.8.4 Long-arc xenon lamps ให้คุณภาพของสีที่ดีเยี่ยมที่สุด และได้รับการนำไปใช้มาก บริเวณสนามกีฬานอกอาคาร, บริเวณลานจอดรถขนาดใหญ่

3.8.5 LED IR arrays มักติดอยู่กับ Monochrome camera เพื่อใช้ส่องสว่างไปยังพื้นที่ซึ่งแสงไม่เพียงพอ (Choi. and Galatsanos :2001, 377)

- ในระยะสั้นๆ (3-7 เมตร) ใช้ร่วมกับเลนส์มุมกว้าง (Wide angle lens)
- ในระยะปานกลาง (8-60 เมตร) ใช้ร่วมกับเลนส์มุมปานกลางถึงแคบ (Medium to narrow lens)
- ในการสร้างแสงส่องสว่างภายในอาคาร (Indoor) ก็เช่นเดียวกับภายนอกอาคาร เช่น ใช้หลอด Fluorescent ฯลฯ
- เนื่องจากแสงภายในอาคารค่อนข้างคงที่ จึงอาจไม่จำเป็นต้องใช้เลนส์ที่มีความสามารถ Automatic-iris ยกเว้นบริเวณที่ใกล้หน้าต่าง/ประตูหรืออื่นๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสงบ่อย



ภาพที่ 13 Representative artificial light sources

ที่มา: Representative artificial light sources [Online], accessed 25 March 2010. Available from <http://www.freepatentsonline.com/5648656.html>.

3.9 ลักษณะของ Scene

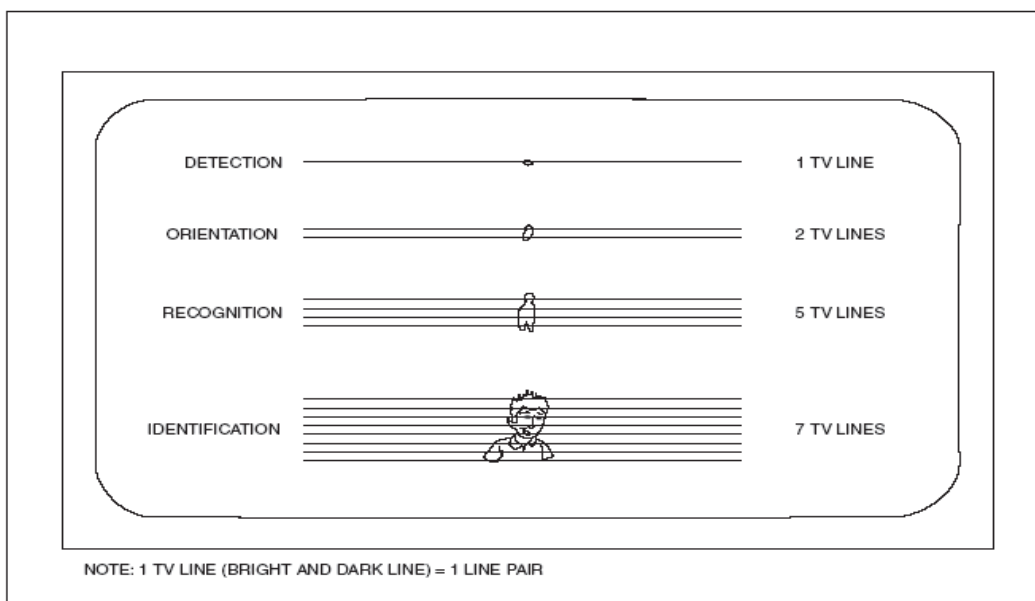
คุณภาพของภาพวิดีโอที่ได้รับ ขึ้นอยู่กับลักษณะของ Scene ที่มีความหลากหลายแตกต่างกันไปด้วย

- ระดับแสง
- ความคมชัด และความแตกต่างระหว่างความมืด/สว่างของวัตถุ
- วัตถุอยู่บนฉากหลังที่มีความซับซ้อนหรือยุ่งเหยิงหรือไม่
- วัตถุหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนไหว

3.9.1 วัตถุเป้าหมาย (Target)

- ระดับแสง, ความแตกต่างของวัตถุ กับฉากหลัง และขนาดของวัตถุ ที่มองเห็น
จากกล้อง มีผลกระทบต่อความสามารถในการตรวจพบ (Detect) ของมนุษย์

- ตัวอย่างเช่น ผู้ตัดสินฟุตบอลสวมเสื้อลายขวาง ยืนอยู่ท่ามกลางกลุ่มม้าลาย
- จำนวนของ TV Lines มีความสัมพันธ์กับระดับการแยกแยะวัตถุเป้าหมาย



ภาพที่ 14 Object size vs. intelligence obtained

ที่มา: Object size vs. intelligence obtained [Online], accessed 25 October 2009. Available from <http://www.freepatentsonline.com/5648656.html>.

3.9.2 การสะท้อน (Reflectivity)

- การสะท้อนของวัตถุจะแตกต่างกันไปตามส่วนประกอบและพื้นผิว (Texture) ของวัตถุ

- วัตถุที่มีความสามารถในการสะท้อนแสงดี จะทำให้เกิดภาพที่มีความสว่างด้วย
- มีกล่องสีแดงตั้งวางอยู่หน้ากำแพงสีเขียว หากสมมติว่าทั้งกล่องและกำแพงมี

Texture เดียวกัน เมื่อมองจาก Monochrome camera จะมองไม่เห็นกล่อง เนื่องจาก มันสะท้อนแสงได้ใกล้เคียงกัน แต่หากมองจาก Color camera จะมองเห็นกล่อง

- ดังนั้น Color camera จะช่วยให้สามารถแยกแยะวัตถุได้มากกว่า (Bascle, B.Blake and Zisserman 2001: 580)

3.9.3 ผลกระทบจากเคลื่อนไหว (Motion)

- เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ ทำให้ง่ายต่อการ Detect แต่ทำให้ recognition ได้ยากขึ้น
- ในงานที่ Scene มีการเคลื่อนที่ของ Target อย่างรวดเร็ว ควรเลือกใช้กล้องที่มี

อัตราการ Scan สูง

3.9.4 อุณหภูมิของ Scene

- อุณหภูมิของ Scene ไม่มีผลกระทบต่อ CCD, CMOS, ICCD Sensor

- Sensor ของ Thermal camera จะมีความไวต่ออุณหภูมิของ Scene สูง แม้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพียงเล็กน้อย ก็สามารถรับรู้ได้

3.10 เลนส์ (Lens)

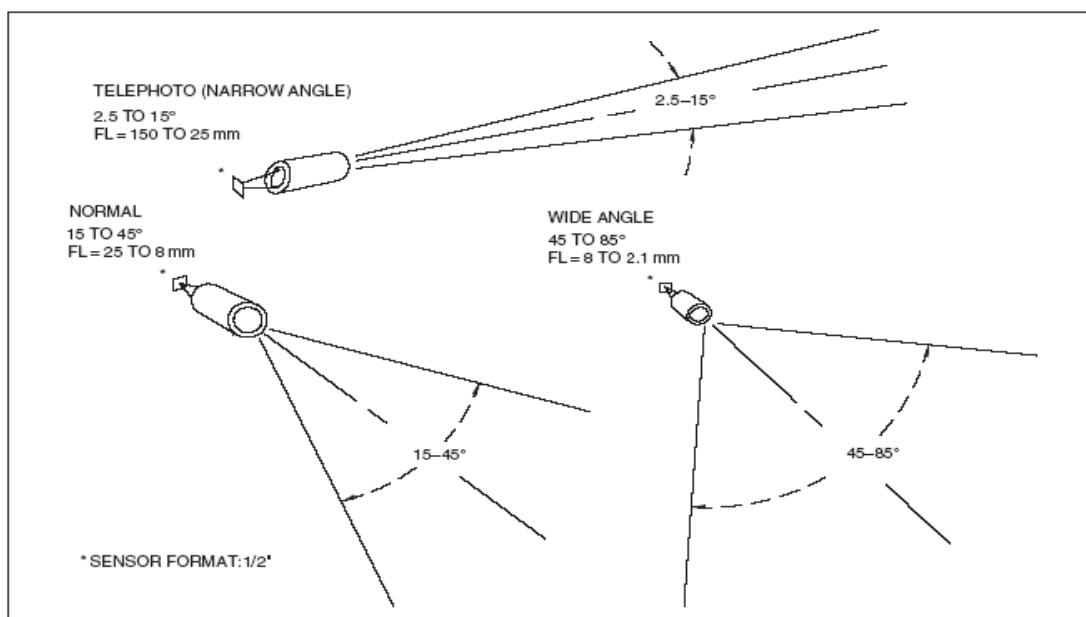
- ทำหน้าที่รวบรวมแสงที่สะท้อนจาก Scene แล้วรวม (Focus) ลงบน Camera image sensor
- นัยน์ตาของมนุษย์ต่างจาก Lens ของ CCTV ที่นัยน์ตาของมนุษย์สามารถปรับภาพให้ชัดขึ้น ได้เฉพาะตรงกลาง 10% ของ FOV (160 องศา)
- ซึ่งเท่ากับ Medium FL lens: 16-25 mm.
- เลนส์ที่ใช้กับ CCTV มีหลากหลายแบบ ตั้งแต่ FFL manual-iris lens, Variable-focal-length (Vari-focal) ที่มีความซับซ้อนมากกว่า จนถึง Zoom lens ที่ใช้ Automatic-iris ซึ่ง Automatic-iris นี้สามารถนำไปใช้กับ Lens ได้ทุกแบบ

3.10.1 Fixed-Focal-Length Lens เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Fixed FOV lens โดยมี 3 แบบ คือ

- Narrow (Telephoto) FOV: High magnification, High resolution, High identification capabilities
- Medium FOV
- Wide FOV: Low magnification, Low resolution, Low identification capabilities โดยใช้ 1/3-inch format camera sensor

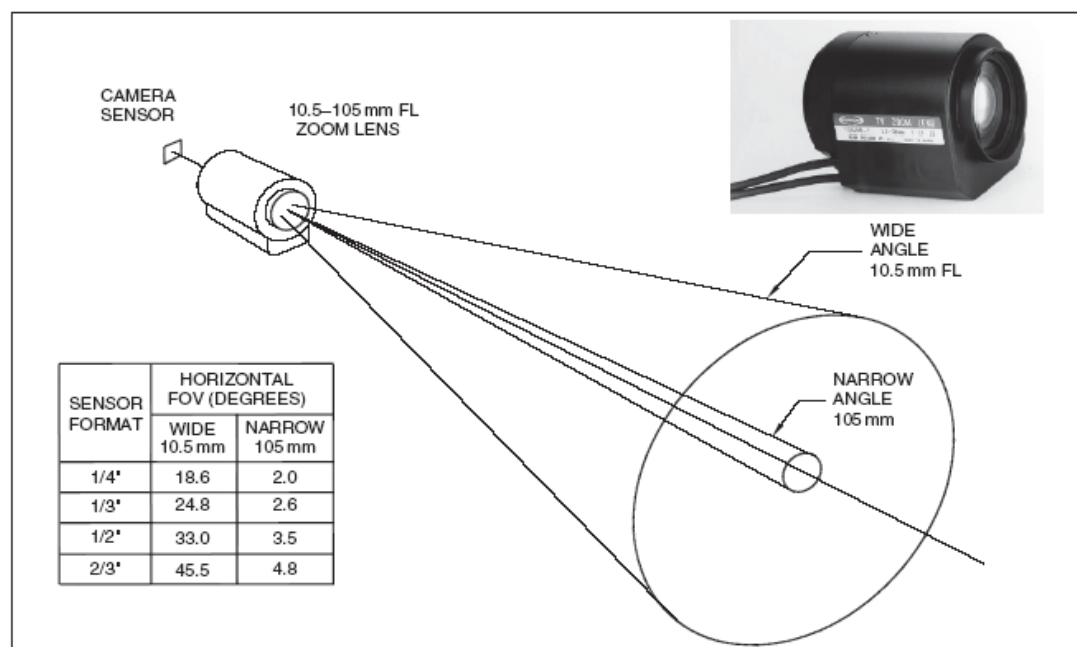
3.10.2 Zoom Lens

สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่า แต่มีความซับซ้อนมากกว่า FFL lens, FL จะปรับเปลี่ยนได้หลากหลาย ตั้งแต่ Wide-angle ถึง Narrow-angle FOV ดังนั้นก็จะได้ FOV ที่หลากหลายด้วยเช่นกัน Zoom lens มักนิยมนำมาใช้ร่วมกับ Pan/Tilt เพื่อทำให้ได้ FOV ที่มากขึ้นอีก



ภาพที่ 15 Representative FFL lenses and their fields of view (FOV)

ที่มา: Representative FFL lenses and their fields of view (FOV) [Online], accessed 26 October 2009. Available from <http://www.cloudynights.com>.



ภาพที่ 16 Zoom video lens horizontal field of view (FOV)

ที่มา: Zoom video lens horizontal field of view (FOV) [Online], accessed 25 October 2009. Available from <http://www.cloudynights.com>.

3.10.3 Vari-Focal Lens

สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์หรือความต้องการเดียวกันกับ FFL เช่นเดียวกับ Zoom lens, Vari-focal lens ได้รับการนำมาใช้ ก็เพราะ FL (Focal length) สามารถปรับเปลี่ยนได้ทั้งในแบบ Manual และ Automatic, ราคาถูก และมีขนาดเล็กกว่า Zoom lens แต่ต้อง Refocus ทุกครั้งที่ FL เปลี่ยน

3.10.4 Panoramic-360 degree Lens

ใช้สำหรับสถานการณ์หรือความต้องการที่จะเห็นภาพในแบบ “all around” (รอบทิศทาง) โดยกล้องที่ใช้งานเลนส์ประเภทนี้ จะมีวงจรรีเลย์ทรอนิกส์และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ช่วยปรับภาพให้แสดงผลบนจอภาพได้ ดังนั้นภาพที่ได้จะอยู่ในลักษณะ “Squeezed” เพื่อให้แสดงบนหน้าจอที่จำกัดได้ แต่สามารถทำ Digitally pan/tilt/zoom ไปยังพื้นที่ซึ่งสนใจได้

3.11 การทำงานโดยทั่วไปของกล้อง CCTV

Camera Lens รวมแสงไปทำให้เกิดภาพบน Image Sensor แบบ Point by Point จากนั้นวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ จะทำการเปลี่ยนแปลงภาพ ให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งออกไปจากสื่อนำสัญญาณ (Media) ต่อไป กล้อง CCTV ในปัจจุบันใช้ CCD แบบ Color และ/หรือ Monochrome

ประเภทของกล้อง CCTV มีหลากหลายตั้งแต่ราคาถูก เช่น Single printed circuit board (PCB) camera ที่ให้มาพร้อมเลนส์และมีทั้งแบบมี Housing และไม่มี Housing มาให้ไปจนถึง กล้องที่มีราคาแพงซึ่งตัวกล้องมักจะมี C หรือ CS Mechanical Mount สำหรับใช้ยึดเลนส์แบบต่างๆ เข้ากับตัวกล้องหรือพวกที่มีความสามารถพิเศษ เช่น กล้องที่มาพร้อมกับ LED IR illumination arrays ซึ่งทำให้มองเห็นในที่ที่ไม่มีแสงได้

3.12 กล้อง CCTV: Scanning Process

มี 2 กระบวนการที่ใช้ใน Camera และ Monitor สำหรับการ Scan:

- Raster Scanning
- Progressive Scanning

ในอดีต Analog video system ทั้งหมด ใช้ Raster Scanning แต่ถ้าเป็น Digital video system ในปัจจุบัน ใช้ Progressive Scanning สัญญาณที่ถูกขนถ่ายไปในสื่อนำสัญญาณแบบต่างนั้น จะอยู่ในรูปแบบที่เรียกว่า Frame ของภาพวิดีโอ (Joung and Paik 2004: 474)

3.12.1 Raster Scanning (Interlace mode)

- แต่ละ Frame ประกอบไปด้วย 2 Field
- ถ้าแต่ละ Field ถูกขนถ่ายโดยใช้ 1/60 วินาที ดังนั้น แต่ละ Frame ใช้เวลา 1/30

วินาที หรือพูดได้ว่า ใน 1 วินาที สามารถขนถ่าย Frame ของภาพวิดีโอได้ทั้งหมด 30 Frame

- NTSC: 30 Frame/second, PAL: 50 Frame/second

3.12.2 Progressive Scan (Progressive mode)

- การ Scan เป็นแบบ Linear sequence
- ช่วยให้ Image sensor และ Monitor Display ถูกผลิตให้มีความหลากหลายระดับความละเอียดมากขึ้น
- เหมาะสมกับงานที่ต้องการระดับการแสดงผลที่มีความละเอียด เช่น การแสดงผลโดยใช้จอ LCD/Plasma

3.13 กล้อง CCTV: Solid-State Camera

สมัยก่อน กล้อง CCTV ใช้ Image sensor แบบ Tube ซึ่งขาดเสถียรภาพในการทำงาน (ร้อนง่าย, ไม่ทนต่อสภาพแวดล้อม) และไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ (มีขนาดใหญ่, กินไฟฟ้าเยอะกว่า) Solid-state camera เป็นการกล่าวถึง Image sensor ของกล้องที่ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า Solid-state Solid-state แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ CCD และ CMOS มีหลายขนาด เรียกตามเส้นทแยงมุม (Diagonal) ของ Image Sensor:

- 1/2 inch format: ให้ความละเอียด (Resolution) สูง และมีความไวแสง (Sensitivity) สูง ด้วย พร้อมกันมีราคาสูงด้วย
- 1/3 inch format, 1/4 inch format: ให้ Excellent Resolution และ Excellent light sensitivity ใช้ได้กับเลนส์ที่มีขนาดเล็กกว่า ซึ่งเลนส์มีราคาถูกกว่าด้วย

ปัจจุบัน กล้อง CCTV ที่ใช้เทคโนโลยี Solid state จำแนกออกเป็น 3 ประเภท

1. Analog: Straight-forward, ปัจจุบันยังคงมีการใช้งานอยู่ในหลายๆ แห่ง
2. Digital: มีการใช้ DSP

- ช่วยปรับระดับแสงให้โดยอัตโนมัติ เมื่อมีแสงเข้าสู่กล้องในปริมาณมาก
- ทำให้กล้องสามารถประมวลผลด้านการตรวจจับความเคลื่อนไหว

(VMD)

- เปลี่ยนจากในโหมดสี เป็นโหมดขาวดำ (Monochrome) ที่มีความไวแสงมากกว่า โดยอัตโนมัติ (Shannon CE 2005: 380)

3. Internet/Network

- เชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย เพื่อขนถ่ายข้อมูลไปยังที่ต่างๆ ผ่านทางระบบเครือข่าย
- ระบบเครือข่าย (Internet, Intranet, LAN, WAN, etc.)

3.14 การขนถ่ายสัญญาณ (Transmission)

สามารถขนถ่ายสัญญาณ ผ่านสื่อสัญญาณ (Media) หรือโครงข่ายการสื่อสาร (Communication Network) ได้หลากหลายแบบตามแต่จะจินตนาการด้วยเหตุนี้จึงเป็นข้อพึงระวังในเรื่องการเข้าถึง (Access) และการเลือกสื่อที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

สื่อสัญญาณ (Media) มี 3 แบบ

- Hard-Wired
- Wireless
- Fiber Optics

Transmission: Hard-Wired

Coaxial cable เป็นสื่อแรกที้นำมาใช้ ตั้งแต่แรกเริ่มที่มีการนำ CCTV มาใช้งาน และเหตุผลที่ยังคงใช้จนถึงทุกวันนี้:

- ไม่แพง
- ติดต่อ และเชื่อมต่อกับกล้อง, เครื่องบันทึก, จอภาพ ได้ง่าย
- การขนถ่ายมีความน่าเชื่อถือ: ไม่มีความผิดเพี้ยน หรือสูญหาย
- Up to 1,000 feet

Unshielded twisted pair

- ใช้กับระยะทางที่ไกลกว่า Coaxial cable
- ไม่แพง
- หลายๆ แห่งมีสายประเภทนี้อยู่แล้ว
- มีความต้านทานต่อสัญญาณรบกวน ได้มากกว่า Coaxial cable
- Up to 3,000 feet

Transmission: Wireless

ใน Legacy Analog Video Surveillance ใช้แบบ RF (Radio frequency) แต่ต่อมาเมื่อเป็น Digital Video ใช้แบบ Wifi (Wireless Network) และ Point-to-Multi Point แต่สัญญาณอาจถูกดักจับไปได้ หากไม่มีการป้องกันที่ดีพอ การใช้งานที่เหมาะสม (บริเวณที่การวางสายยุ่งยาก) การขนถ่ายระหว่างอาคาร ข้ามถนนสาธารณะ เสากลางลานจอดรถ ไปยังอาคารและในงานที่ต้องการความปลอดภัยสูง สามารถเลือกใช้ Infrared Link เนื่องจากยากต่อการดักจับแสง (Schultz and Stevenson 2004 : 235)

Transmission: Fiber Optics

มีข้อดีมากกว่า Hard-wired ดังนี้

- ใช้ขนถ่ายสัญญาณในระยะทางไกล (กิโลเมตร) โดยไม่มีการลดทอนของสัญญาณ
- มีความต้านทานต่อสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นจาก ธรรมชาติ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ
- มีความกว้างของช่องสัญญาณ (Bandwidth) สูง สามารถขนถ่ายทั้งสัญญาณภาพและเสียงไปพร้อมๆ กันในสายเพียงเส้นเดียวได้
- ยกต่อการ tap สาย ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยในการส่งสูง

3.15 อุปกรณ์บันทึก (Recorder)

หากไม่บันทึกภาพจากจอภาพ จะไม่สามารถเรียกดูภาพได้

3.15.1 เทคนิคการบันทึก:

- Real-time: บันทึกโดยตลอด โดยไม่มีการหน่วงเวลาในการบันทึก
- Time lapsed: บันทึกเฉพาะช่วงที่กำหนด

3.15.2 ประเภทอุปกรณ์

a) Video Cassette Recorder (VCR)

- มาตรฐานในการบันทึก VHS, 8mm และ Super VHS, Hi-8 ซึ่งจะให้

Resolution ที่ดีกว่า

- ใช้เทคนิคการบันทึกได้ทั้ง Real-time และ/หรือ Time lapsed

b) Digital Video Recorder (DVR)

- สามารถเรียกดูภาพวิดีโอ จากเวลาใดเวลาหนึ่งที่ต้องการได้ (กำหนดได้ถึงระดับวินาที)
- การทำสำเนา ไม่ก่อให้เกิดการลดทอนคุณภาพของภาพวิดีโอ



ภาพที่ 17 DVR and NVR video disk storage equipment

ที่มา: DVR and NVR [Online], accessed 20 October 2009. Available from <http://www.debugthai.com/>.

3.16 Lens and Optics (ธรรมชาติของแสงและความเหมาะสมของเลนส์)

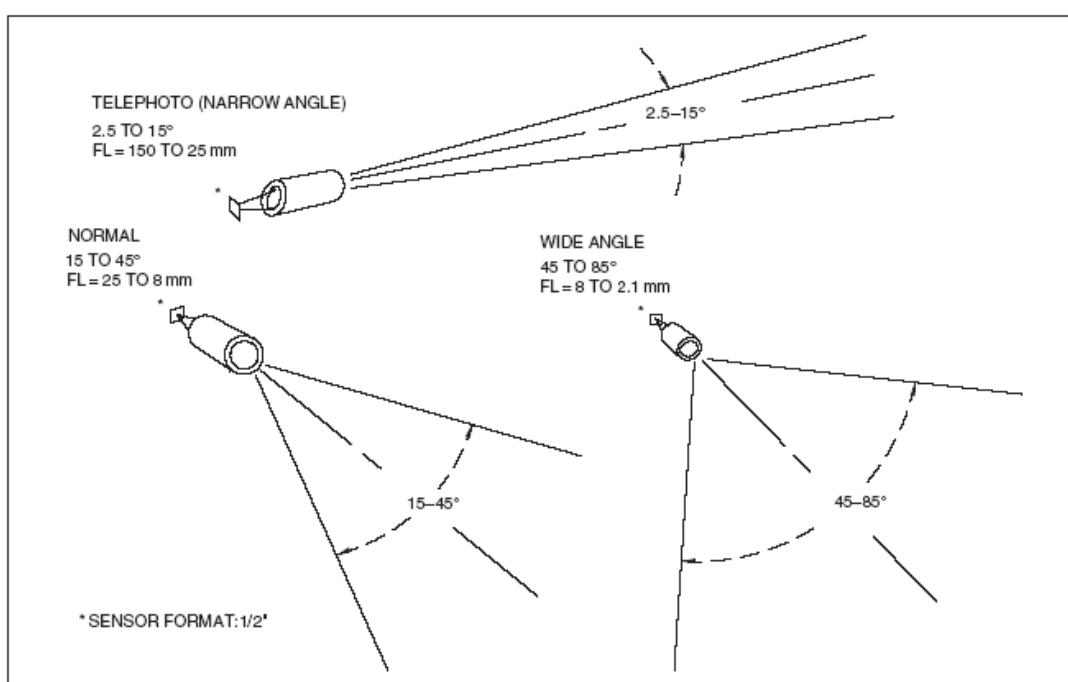
3.16.1 ความยาวโฟกัส และขอบเขตมุมมอง

- ความยาวโฟกัส (Focal Length) และขอบเขตมุมมอง (Field of View: FOV)
 - โดยใช้กล้องส่องทางไกล (Telescope) เพื่อขยายวัตถุซึ่งมองเห็นว่ามีขนาดเล็ก ให้ดูแล้วมีขนาดใหญ่ขึ้น (Magnification) แต่นั่นหมายถึง ขอบเขตมุมมองผ่านกล้อง (FOV) จะแคบกว่าปกติ

- FOV ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Horizontal and Vertical มีหน่วยเป็นองศา (Degree)

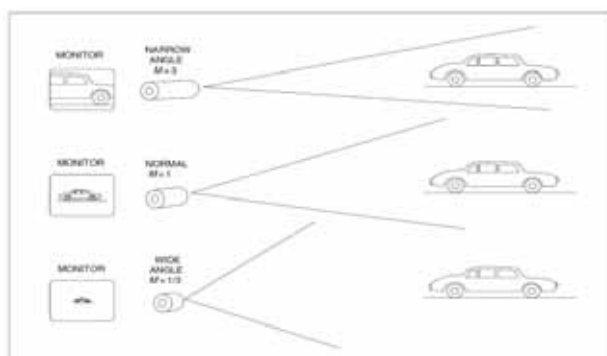
- ความยาวโฟกัส (Focal Length) คือ ระยะทางข้างหลังเลนส์ ไปจนถึงจุดที่ภาพปรากฏ

- ความสัมพันธ์ระหว่าง Focal length กับ FOV



ภาพที่ 18 Representative FFL lenses and their fields of view (FOV)

ที่มา: Representative FFL lenses and their fields of view (FOV) [Online], accessed 25 March 2009. Available from <http://www.cloudynights.com>.



ภาพที่ 19 Lens FOV for magnification of 3, 1, and 1/3

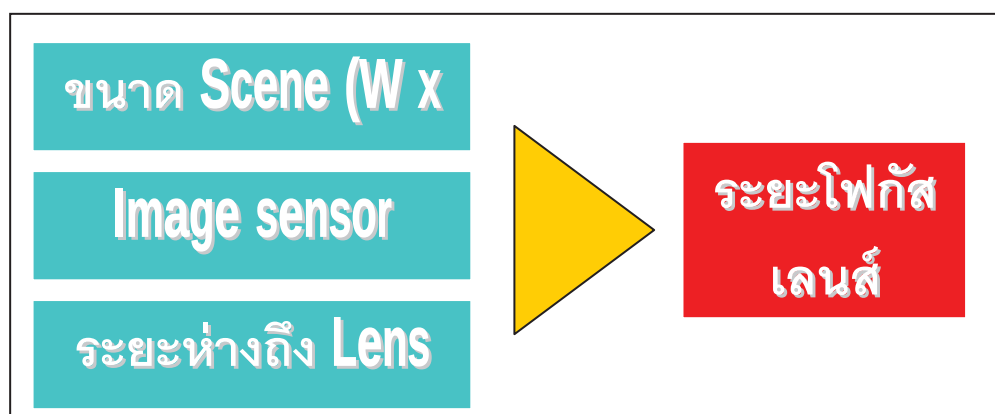
ที่มา: [Lens FOV for magnification of 3, 1, and 1/3](http://www.cloudynights.com) [Online], accessed 25 March 2009. Available from <http://www.cloudynights.com>.

3.2 การคำนวณหาเลนส์ที่เหมาะสม

เมื่อ Scene ที่ต้องการมีขนาดกว้าง (W) และสูง (H) เราสามารถเลือกความยาวโฟกัส (Focal Length: FL) ของเลนส์ ได้อย่างเหมาะสม โดยพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ (L.Bar, B.Berkels and M.Rumpf 2007 : 287)

- ขนาดของ Scene (H, W)
- ขนาดของ Image sensor (1/4, 1/3, 1/2 inch format)
- ระยะทางระหว่าง Scene กับ Camera lens

การคำนวณ (ดูจากตารางถัดไป)



ภาพที่ 20 Fix-focal-length lenses

ที่มา: [Safari](http://www.safari.com) [Online], accessed 29 December 2008. Available from <http://www.safari.com>

Fix-focal-length lenses จะต้องใช้ Image sensor ที่มีขนาด Format ที่เท่าเทียมกันหรือเล็กกว่า (Darkening at the edges)

ตารางที่ 2 1/4-Inch Sensor FOV and Scene Sizes vs. FL and Camera-to-Scene Distance

LENS FOCAL LENGTH (mm)	ANGULAR FIELD OF VIEW HxV (DEC.)	1/4-INCH SENSOR FORMAT LENS GUIDE							
		CAMERA TO SCENE DISTANCE (D) IN FEET							
		WIDTH AND HEIGHT OF AREA (H x H) IN FEET							
		5	10	20	30	40	50	75	100
		WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH
2.1	81.2X60.9	8.6X6.4	17X12.9	34X26	51X39	69X51	86X64	129X96	171X129
2.2	78.6X59.0	8.2X6.1	164X122	33X25	49X37	65X49	82X63	123X92	164X123
2.3	76.1X57.1	7.8X5.9	15.6X11.8	31X23	47X35	62X47	78X59	117X86	157X117
2.6	69.4X52	6.9X5.2	13.9X10.4	28X21	42X31	55X42	69X52	104X78	138X104
3.0	61.9X46.4	6.0X4.5	12X9	24X18	36X27	48X36	60X45	90X68	120X90
3.6	53.1X39.8	5.0X3.8	10X7.5	20X15	30X23	40X30	50X38	75X57	100X76
3.8	50.7X38.0	4.7X3.6	9.5X7.1	19X14	28X21	38X28	47X36	71X54	94X72
4.0	48.5X36.4	4.5X3.4	9X6.8	18X14	27X20	36X27	45X34	68X51	90X68
4.3	45.4X34.1	4.2X3.1	8.4X6.3	16.7X12.5	25X19	33X25	42X31	63X47	84X62
6.0	33.4X25.0	3X2.3	6X4.5	12X9	18X13.5	24X18	30X23	45X35	60X46
8.0	25.4X19.0	2.3X1.7	4.5X3.4	9X6.8	13.5X10.1	18X13.5	23X17	35X26	46X34
12.0	17.1X12.8	1.5X1.1	3X2.2	6X4.4	9.0X6.8	12X9	15X11	23X17	30X23
16.0	12.8X9.6	1.1X.8	2.3X1.7	4.5X3.4	6.8X5.1	9X6.8	11.2X8.4	17X13	22X17
25.0	8.2X6.2	0.72X.54	1.4X1.1	2.9X2.1	4.3X3.2	5.8X4.3	7.2X5.4	10.8X8.1	14.4X10.8

NOTE: 1/4-INCH LENSES ARE DESIGNED FOR 1/4-INCH SENSOR FORMATS ONLY

AND WILL NOT WORK ON 1/3-INCH OR 1/2-INCH SENSORS. LENS FOCAL LENGTHS ARE NOMINAL PER MANUFACTURERS' LITERATURE.

ANGULAR FOV AND W x H ARE DERIVED FROM EQUATIONS 4-1 TO 4-4 AND VERTICAL FOV FROM STANDARD 4:3 MONITOR RATIO:R=0.75H.

ตารางที่ 3 1/3-Inch Sensor FOV and Scene Sizes vs. FL and Camera-to-Scene Distance

LENS FOCAL LENGTH (mm)	ANGULAR FIELD OF VIEW:HxV (DEC.)	1/3-INCH SENSOR FORMAT LENS GUIDE							
		CAMERA TO SCENE DISTANCE (D) IN FEET WIDTH AND HEIGHT OF AREA (H x H) IN FEET							
		5	10	20	30	40	50	75	100
		WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH
2.3	92.4X69.3	10.4X7.8	20.8X15.6	41.6X31.5	63X47	83X62	104X78	156X117	208X156
2.6	85.4X64.1	9.5X6.9	18.5X13.8	36.8X27.6	55X41	77X58	92X69	138X104	184X138
2.8	81.2X60.9	8.6X6.5	17.2X13	34.4X26	51X39	69X52	86X65	129X98	172X130
3.6	67.4X50.5	6.7X5.0	13.3X10	26.7X20	40X30	53X40	67X50	101X75	134X100
3.8	64.6X48.4	6.3X4.7	12.6X9.5	25X18.9	37.9X28.4	50.5X37.9	63X47	95X71	123X92
4.0	61.9X46.4	6.0X4.5	12X9	24X18	36X27	48X36	60X45	90X68	120X90
4.5	56.1X42.1	5.3X4.0	10.6X8	21.2X15.9	31.8X23.9	42.4X31.8	53X40	80X60	106X80
6.0	43.6X32.7	4.0X3.0	8.0X6	16X12	24X18	32X24	40X30	60X46	80X60
8.0	33.4X25.0	3.0X2.3	6X4.5	12X9	18X13.5	24X18	30X22.5	45X34	60X45
12.0	26.6X20.0	2.0X1.5	4.0X3.0	8.0X6.0	12.0X9.0	16X12	20X15	30X23	40X30
16.0	17.1X12.8	1.5X1.2	3.0X2.3	6.0X4.5	9.0X6.8	12.0X9.0	15.0X11.3	23X17	30X22.5
25.0	11.0X8.2	.96X.72	1.9X1.4	3.8X2.9	5.8X4.4	7.7X5.8	9.6X7.2	14.4X10.8	19.2X14.4
50.0	5.5X4.1	.48X.36	.96X.72	1.9X1.4	2.9X2.2	3.8X2.8	4.8X3.6	7.2X5.4	9.6X7.5
75.0	3.7X2.8	.32X.24	.64X.50	1.3X.96	1.9X1.4	2.6X1.9	3.2X2.4	4.8X3.6	6.4X4.8

NOTE: MOST 1/3-INCH LENSES WILL NOT WORK ON 12-INCH SENSORS BUT
 ALL WILL WORK ON ALL 1/4-INCH SENSORS. LENS FOCAL LENGTHS ARE
 NOMINAL PER MANUFACTURERS' LITERATURE.
 ANGULAR TO AND WxH ARE DERIVED FROM EQUATIONS $\theta = \arctan \frac{H}{D}$ TO $\theta = \arctan \frac{H}{D}$ AND
 VERTICAL FOV FROM STANDARD 4:3 MONITOR RATIO: $V = 0.75 H$.

ตารางที่ 4 1/2-Inch Sensor FOV and Scene Sizes vs. FL and Camera-to-Scene Distance

1/2 INCH SENSOR FORMAT LENS GUIDE									
LENS FOCAL LENGTH (mm)	ANGULAR FIELD OF VIEW:HxV (DEC.)	CAMERA TO SCENE DISTANCE (D) IN FEET WIDTH AND HEIGHT OF AREA (W x H) IN FEET							
		5	10	20	30	40	50	75	100
		WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH	WxH
1.4	133X100	23X17	46X34	91X69	137X103	183X137	228 X171	342X257	457X348
2.6	101.8X76.4	12.3X9.2	24.6 X18	49X37	74X55	98X74	123X92	185X138	246X184
3.5	84.9X63.7	9 1X6.9	182X13.8	37X28	55X41	73X55	91X69	137X 104	182X138
3.6	83.3X62.5	8.9X6.7	17.8X13.4	36X27	53X40	71X53	89X67	134X101	178X134
3.7	81.7X61.3	8.6X6.5	17.2X13.0	35X26	52X39	69X52	86X66	129X98	172X130
4.0	77.3 X 58.0	8.0X6.0	16.0X12.0	32X24	48X36	64X24	80X60	120X90	160 X120
4.2	74.6X 56.0	7.6X5.7	15.2X11.4	30X23	48X34	61X46	76X57	114X86	156X114
4.5	70.8X 53.1	7.1X5.3	14.2X10.6	28X21	43X32	57X43	71X53	107X80	142X107
4.8	67.4 X 50.5	6.7X5.0	13.4X10.0	27X20	40X30	53X40	67X50	101X75	134X100
6.0	56.1X42.1	5.3X4.0	10.6X8.0	21X16	32X24	43X32	53X40	80X60	106X80
7.5	46.2X 34.7	4.3X3.2	8.6X6.4	17.1X12.8	26X19	34X26	43X32	65X48	86X64
8.0	45.6X 32 7	4.0X3.0	80X6.0	16X12	24X18	32X24	40X30	60X45	80X60
2.0	29.9X 22 4	2.7X2.0	5.3X4.0	10.7X8	16X12	21.3X16	27X20	41X30	53X40
160	22.6 X 17.0	2.0X1.5	4.0X1.5	8X6	12X9	16X12	20X15	30X23	40X30
25.0	14.6X10.9	1.3X1.0	26X2.0	5.1X3.8	7.7X5.8	10.2X7.7	128X9.6	19X14	25.6 X192
500	7.3X5.5	64X 48	1.3X1.0	2.6X19	38X29	5.1X3.8	6.4X4.8	6.5X4.8	12.8X9.6
75.0	4.9X3.7	.43 X 32	.85X.64	1.7X1.3	26X19	3.4X2.6	43X33	3.2X2.4	8.6X6.4
150.0	2.4X1.8	.21X16	.43x.32	85x.64	1.3x.96	1.7 X1.3	2.1X1.6	9.6X7.2	4.3X3.2

NOTE: ALL 1/2-INCH FORMAT LENSES WILL WORK ON 1/3-AND 1/4-INCH SENSORS. LENS FOCAL LENGTHS ARE NOMINAL PER MANUFACTURERS' LITERATURE ANGULAR FOV AND WxH ARE DERIVED FROM EQUATIONS 4-1 TO 4-4.

ยกตัวอย่างคือ ถ้าต้องการตึกสูง 15 ฟุต หน้ากว้าง 20 ฟุต จากระยะ 40 ฟุต ด้วยกล้องที่มี Image sensor แบบ 1/2 inch format จะต้องใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสเท่าใด ?

ตารางที่ 5 ยกตัวอย่าง 1/2-Inch Sensor FOV and Scene Sizes vs. FL and Camera-to-Scene Distance

1/2-INCH SENSOR FORMAT LENS GUIDE									
LENS FOCAL LENGTH (mm)	ANGULAR FIELD OF VIEW: HxV (DEC.)	CAMERA TO SCENE DISTANCE (D) IN FEET WIDTH AND HEIGHT OF AREA (Wx H) IN FEET							
		5	10	20	30	40	50	75	100
		Wx H	WxH	Wx H	Wx H	Wx H	Wx H	WxH	Wx H
1.4	138X100	23 X 17	46X34	91X69	137X103	188X187	228X171	342 X 2 57	457X348
2.6	101.8X76.4	12.3X9.2	24.6 X 18	49X37	74X55	98X74	123X92	185X 138	246X 184
3.5	84.9X63.7	9.1 X 6.9	18.2X13.8	37 X 28	55X41	73X55	91X69	137 X 104	182X138
3.6	83.3X62.5	8.9X6.7	17.8 X 13.4	36X27	53X40	71X53	89X67	134X101	178X 134
3.7	81.7X61.3	8.6 X 6.5	17.2 X 13.0	35X26	52X39	69X52	86 X 65	129X98	172X130
4.0	77.3X58.0	8.0 X 6.0	16.0 X 12.0	32X24	48X36	64X24	80 X 60	120X90	160X120
4.2	74.6X 56.0	7.6X5.7	15.2X11.4	30X23	48 X 34	61X46	76 X 57	114X86	156X114
4.3	70.8X53.1	7.1 X5.3	14.2X 10.6	28X21	43X32	57X43	71 X 53	107X80	142X 107
4.8	67.4 X 50.5	6.7 X 5.0	13.4X 10.0	27X20	40X30	53 X 40	67 X 50	101 X 75	134.X 100
6.0	50.1 X 42.1	5.3X4.0	10.6X8.0	21 X 16	32X24	43X32	53X40	80X60	106X80
7.5	46.2X34.7	4.3X3.2	9.6X6.4	17.1 X 12.8	26X19	34 X 26	43X32	65 X 48	86X64
8.0	43.6X32.7	4.0X3.0	8.0 X 6.0	16X12	24X18	32X24	40 X 30	60X45	80 X 60
12.0	29.9X22.4	2.7X2.0	5.3X4.0	10.7X8	16X12	21X16	27X20	41X30	53X40
16.0	22.6X 17.0	2.0 X 1.5	4.0X1.5	8X6	12X9	16 X 12	20 X 15	30X23	40X30
25.0	14.6X 10.9	1.3X1.0	2.6X2.0	5.1 X 3.8	7.7X5.8	10.2X7.7	128X9.6	19X14	25.6X 19.2
50.0	7.3 X 5.5	.64X48	1.3X1.0	2.6 X1.9	3.8X2.9	5.1X3.8	6.4X4.8	6.5X4.8	12.8X9.6
75.0	4.9X3.7	.43 X .32	.85 X .64	1.7 X 1.3	2.6 X 1.9	3.4X2.6	4.3X3.2	3.2X2.4	8.6X6.4
150.0	2.4X1.8	.21X.16	.43X.32	.85 X .64	1 3X .96	1.7X1.3	2.1X1.6	9.6X 7.2	4.3X3.2

NOTE: ALL 1/2 INCH FORMAT LENSES WILL WORK ON 1/3-AND 1/4-INCH SENSORS.

LENS FOCAL LENGTHS ARE NOMINAL PER MANUFACTURERS' LITERATURE.

ANGULAR FOV AND WX H ARE DERIVED FROM EQUATIONS 4-1 TO 4-4.

3.3 ม่านรับแสง (Iris)

หมายถึง ม่านรับแสงสำหรับเลนส์ ซึ่งมี 2 แบบ

3.3.1 ปรับด้วยมือ (Manually):

- ด้วยการปรับวงแหวนบนเลนส์ เพื่อกำหนดปริมาณแสงที่จะผ่านเข้าไปตก

กระทบเลนส์ (มาก/น้อย)

- มักใช้งานร่วมกับ Electronic shuttering: กลไกที่ใช้ปรับความไวแสงของ

Image sensor

3.3.2 ปรับโดยอัตโนมัติ (Automatically)

- ใช้ Electro-optical mechanism เพื่อกำหนดปริมาณแสงที่จะผ่านเข้าไปตกกระทบเลนส์
- Electro-optical mechanism จะใช้สัญญาณไฟฟ้า (วิดีโอ) และความไวแสงของกล้อง เป็นเกณฑ์ในการปรับม่านรับแสง
- มี 2 ประเภท: Direct drive, Video drive
- Direct drive: ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ไปขับ DC motor ให้ม่านปรับม่านรับแสง
- Video drive: ใช้สัญญาณไฟฟ้า (วิดีโอ) ไปสั่งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แล้วให้วงจรไปขับ DC motor ให้ม่านปรับม่านรับแสงลักษณะเด่น (Feature) ของ Automatically-iris lens คือ Average-peak โดย Average-peak คือ Scene ที่ประกอบด้วยวัตถุซึ่ง High-contrast เช่น ความสว่างของหลอดไฟหน้ารถ: Average-peak ปรับค่าการทำงานของ Automatically-iris ด้วยการกำหนดค่า “peak” เพื่อให้เลนส์ ไม่ไปชดเชยแสง (Compensation) ตรงจุดที่สว่างจ้าอยู่แล้ว (หลอดไฟหน้ารถ) แต่ให้ทำการชดเชยแสงในส่วนอื่นๆ ที่ยังมีอยู่ต่อไป Scene ที่ Low-contrast
- ปรับค่าการทำงานของ Automatically-iris ด้วยการกำหนดค่า “Average” เพื่อให้เลนส์ ทำการชดเชยแสงทั่วทั้ง Scene แบบเฉลี่ยอย่างเท่าเทียมกัน

3.4 Zoom lens

Motorized/Manual มักใช้ร่วมกับชุดอุปกรณ์ หมุนสาย (pan) และก้มเงย (tilt) เพื่อให้ได้ FOV ที่หลากหลายมากขึ้น



ภาพที่ 20 Manual and motorized zoom lenses

ที่มา: กิตติมา พิศาลคุณากิจ, “การสร้างบทเรียนโปรแกรมสื่อประสมในการใช้และบำรุงรักษาเครื่องฉายภาพยนตร์” (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, 2550), 29.

3.5 Video Camera (กล้องวิดีโอสำหรับ CCTV)

ประเภทกล้อง

- Analog Camera, Digital Camera, Internet Camera
- Digital camera

สัญญาณออกจากกล้องยังคงเป็น Analog signal เพราะว่า โดยปกติสัญญาณแบบ Analog ส่งได้ไกลกว่า Digital ยกเว้นการส่งผ่านโครงข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN, WAN, Internet, Intranet) ใช้ DSP เพื่อ Video Enhancement หรือเพิ่มความสามารถพิเศษให้กับกล้อง (Feature) เช่น Iris control, shuttering, back-light compensation

3.6 คุณสมบัติพิเศษของกล้อง (Camera Feature)

การตรวจจับความเคลื่อนไหว หรือ Video Motion Detection (VMD)

- มีเฉพาะ Digital camera โดยใช้ความสามารถของ DSP
- ช่วงแรกๆ ของการพัฒนาเกิดการ False Alarm บ่อยๆ (lighting, shadows, noise)
- ต่อมาใช้การวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงในระดับ Pixel ซึ่งช่วยลด False Alarm

ได้

- จะ Alarm หรือไม่ขึ้นอยู่กับ อัตราความเร็วของวัตถุ ที่เคลื่อนที่ผ่าน FOV

การปรับความไวแสงอัตโนมัติ (Electronic Shuttering)

มีเฉพาะกล้อง Digital โดยใช้ความสามารถของ DSP คือ ลักษณะที่กล้องสามารถปรับความไวแสงของ Image sensor ได้อัตโนมัติ ตามแสงที่มาจาก Scene การปรับความไวแสงนี้ ทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับแสงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่หมายถึงการใช้งานภายในอาคาร (Indoor) เช่น ภายในห้องที่มีหน้าต่าง แต่ไม่เหมาะกับการใช้งานแบบภายนอกอาคาร (Outdoor) ซึ่งเลนส์เป็นแบบ Automatically-iris อยู่แล้ว และสามารถนำมาใช้งานร่วมกับ เลนส์ที่เป็นแบบ Manually-iris ได้ (ราคาถูกกว่า)

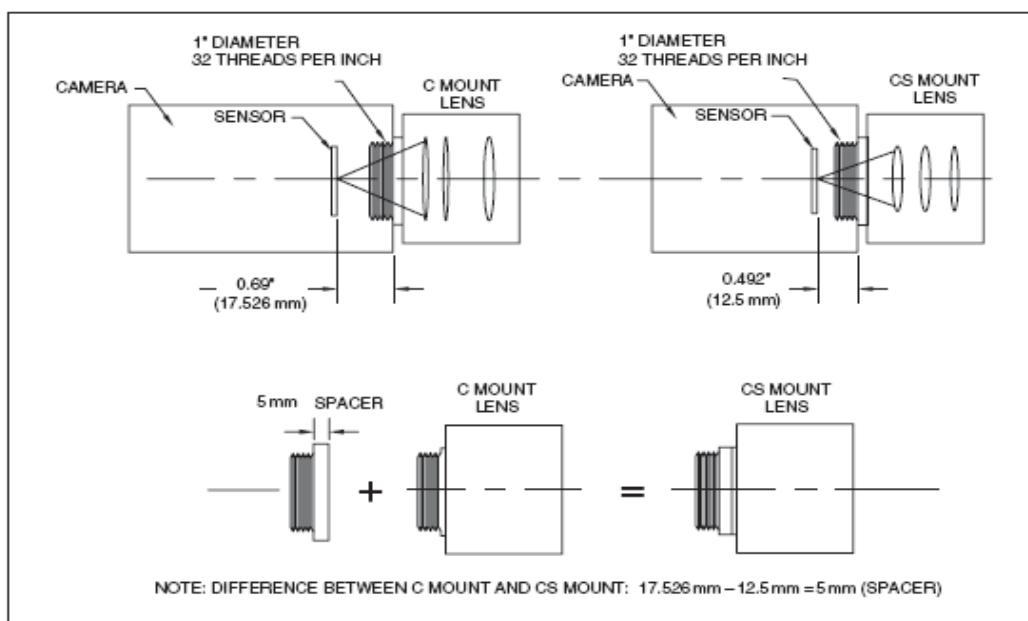
White Balance

มีทั้ง Analog และ Digital camera โดยสร้างความสมดุลระหว่างสีขาว กับสีอื่นๆ ของภาพและมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ white balance โดยเฉพาะช่วงที่เปิดการทำงานของกล้องใหม่ๆ

Video Bright Light Compensation (BLC)

มีเฉพาะ Digital camera โดยใช้ความสามารถของ DSP โดยทั่วไปจะใช้คำว่า Back light compensation (BLC) พร้อมช่วยแก้ไขภาพ จากการถ่ายย้อนแสง ซึ่งจะเกิดความไม่สมดุลระหว่างความสว่างกับความมืด ให้ได้สมดุลมากขึ้น

3.7 การจับยึดระหว่างตัวกล้องกับเลนส์



ภาพที่ 21 Mechanical details of the C mount and CS mount

ที่มา: กิดานันท์ มลิทอง, เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์, 2540), 50.

ไม่สามารถนำ Lens แบบ CS mount มาใช้กับกล้องแบบ C mount ได้

3.8 Signal Transmission (การขนถ่ายสัญญาณวิดีโอ)

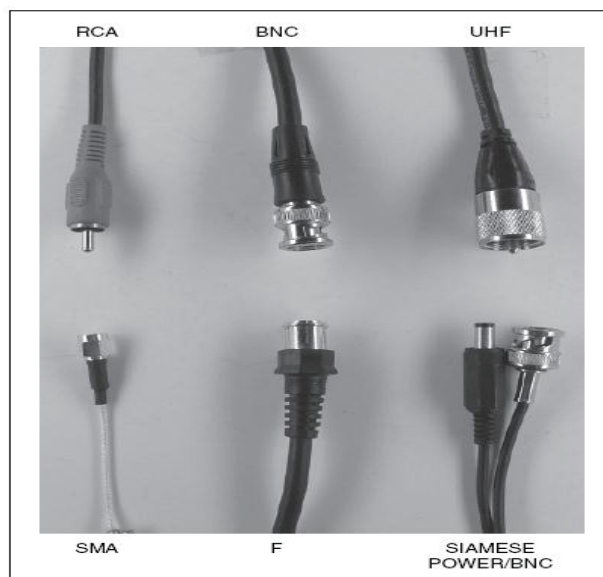
สัญญาณแบบ Analog

ตารางที่ 6 Coaxil Cable Run Capabilities

COAXIAL TYPE	MAXIMUM RECOMMENDED CABLE LENGTH (<i>D</i>)				CONDUCTOR (GAUGE)	NOMINAL DC RESISTANCE (ohms/1000 ft)
	CABLE ONLY		CABLE WITH AMPLIFIER			
	FEETS	METER	FEETS	METER		
RG59/U	750	230	3,400	1,035	22 SOLID COPPER	10.5
RG59 MINI	200	61	800	250	20 SOLID COPPER	41.0
RG6/U	1,500	455	4,800	1,465	18 SOLID COPPER	6.5
RG11/U	1,800	550	6,500	1,980	14 SOLID COPPER	1.24

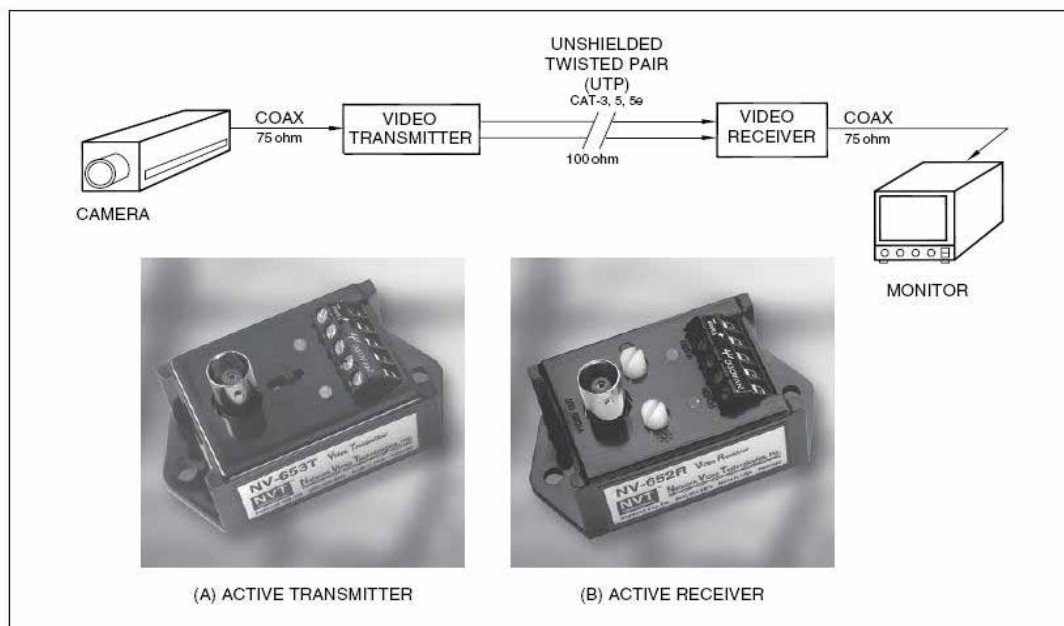
Diagram illustrating the signal transmission setup: A CAMERA is connected to a MONITOR via a cable of length *D*.

NOTE: IMPEDANCE FOR ALL CABLES = 75 ohms



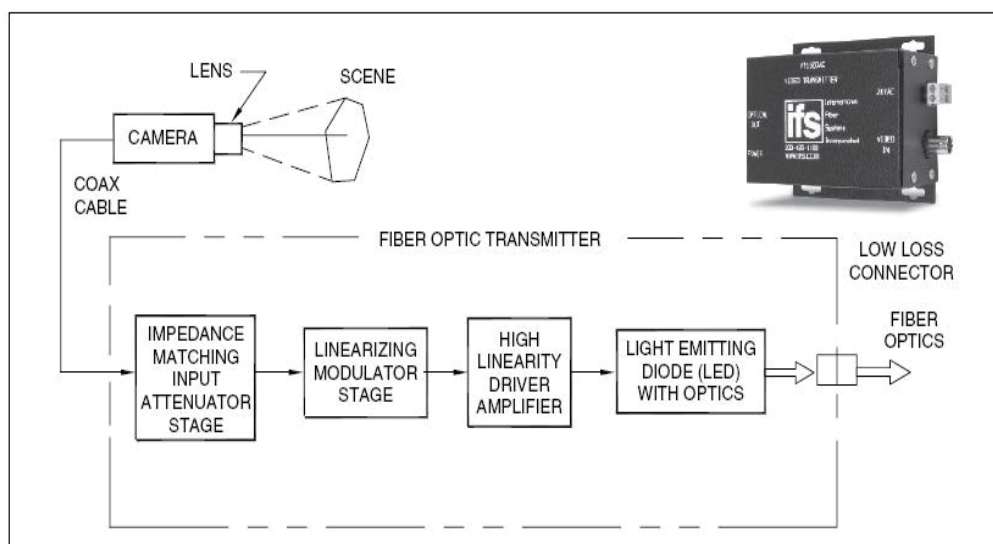
ภาพที่ 22 RCA, BNC, F, SMC, UHF and Siamese Cable connectors

ที่มา: วิกีพีเดียสารานุกรมเสรี, คอมพิวเตอร์ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2553. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/คอมพิวเตอร์>



ภาพที่ 23 Two wire UTP video transmission system

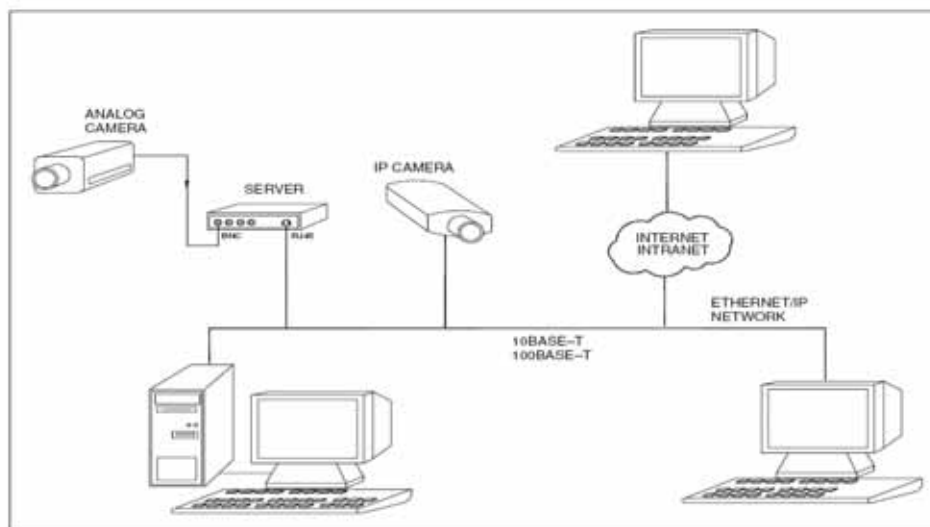
ที่มา: วิกีพีเดียสารานุกรมเสรี, คอมพิวเตอร์ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2553. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/คอมพิวเตอร์>



ภาพที่ 24 Block diagram of LED fiber optic transmitter

ที่มา: ศรีสะเกษวิทยาลัย, คอมพิวเตอร์ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://teacher.skw.ac.th/salunyar/40102/unit_03/p_304..htm.

5.2 สัญญาณแบบดิจิทัล



ภาพที่ 25 Ethernet local area network (LAN)

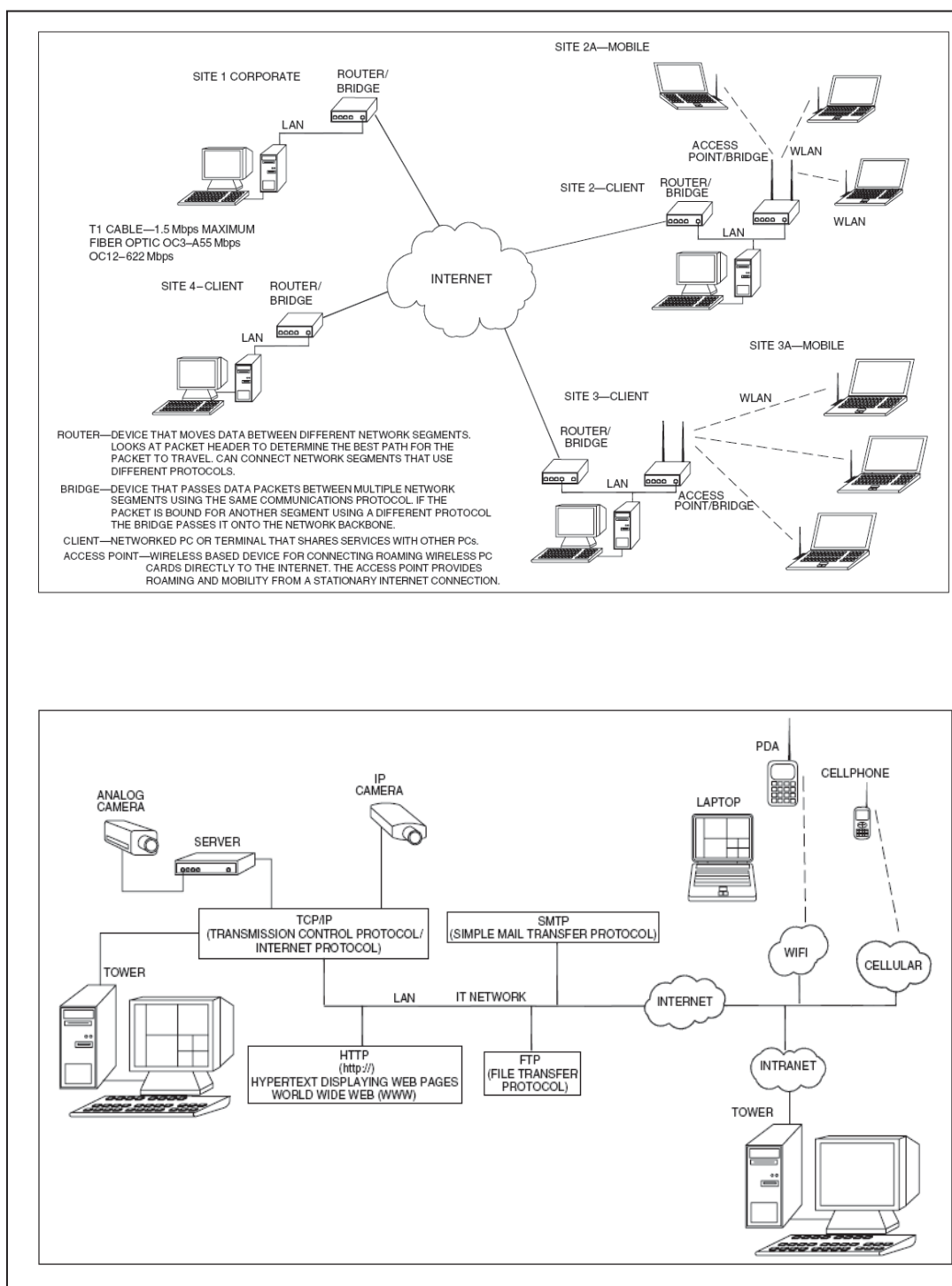
ที่มา: จัสท์เทค, ไมโครคอมพิวเตอร์ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://202.142.213.106/just/product/network.php>

ตารางที่ 6 Category (CAT) CCable Specifications

CAT CABLE TYPE	BANDWIDTH (MHz)	IMPEDANCE (ohms)	CROSS TALK *NEXT (dB)	APPLICATION
CAT-3	16	100	29	10 BaseT LAN STANDARD ETHERNET
CAT-4	20	100	30	10/100BaseT LAN FAST ETHERNET
CAT-5	100	100	32.3	10/100BaseT FAST ETHERNET
CAT-5e	100	100	35.3	1 Mb/s GIGABIT ETHERNET
CAT-6	250	100	44.3	1Mb/s GIGABIT ETHERNET
CAT-7	600	100	62.1	1 Mb/s GIGABIT ETHERNET

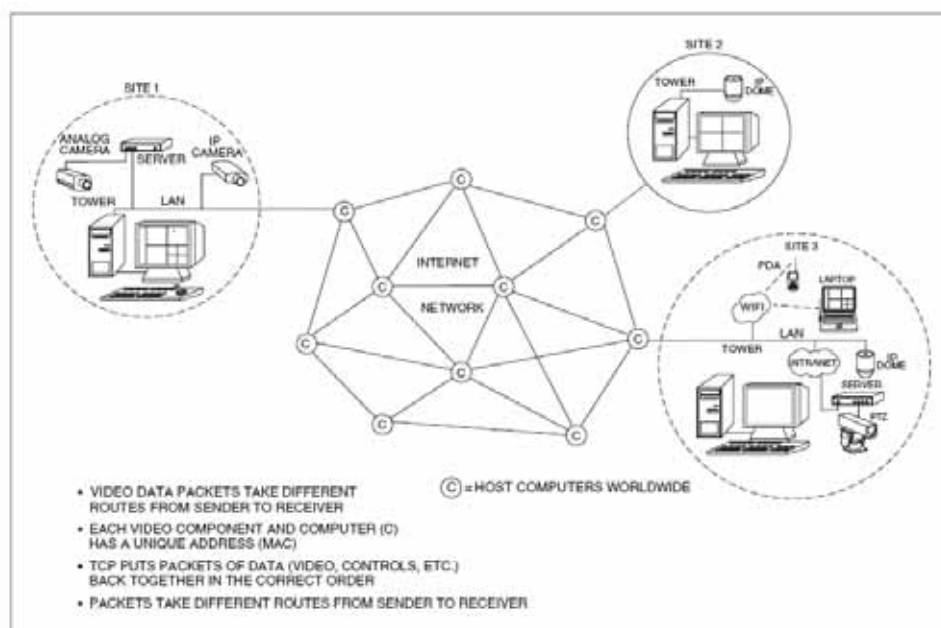
* NEAR END CROSS TALK

NOTE CABLE SPECIFICATIONS TYPICAL FOR UNSHIELDED TWISTED PAIR (UTP)
AWG (AMERICAN WIRE GUAGE) 22 AND 24
CAT-5, CAT-5e MOST COMMON FOR VIDEO



ภาพที่ 26 Block diagram for remote video Surveillance via the Internet

ที่มา: อัสชูส, อีอีพีซี [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก <http://www.asus.co.th/eee/>



ภาพที่ 27 Worldwide video monitoring using Internet system

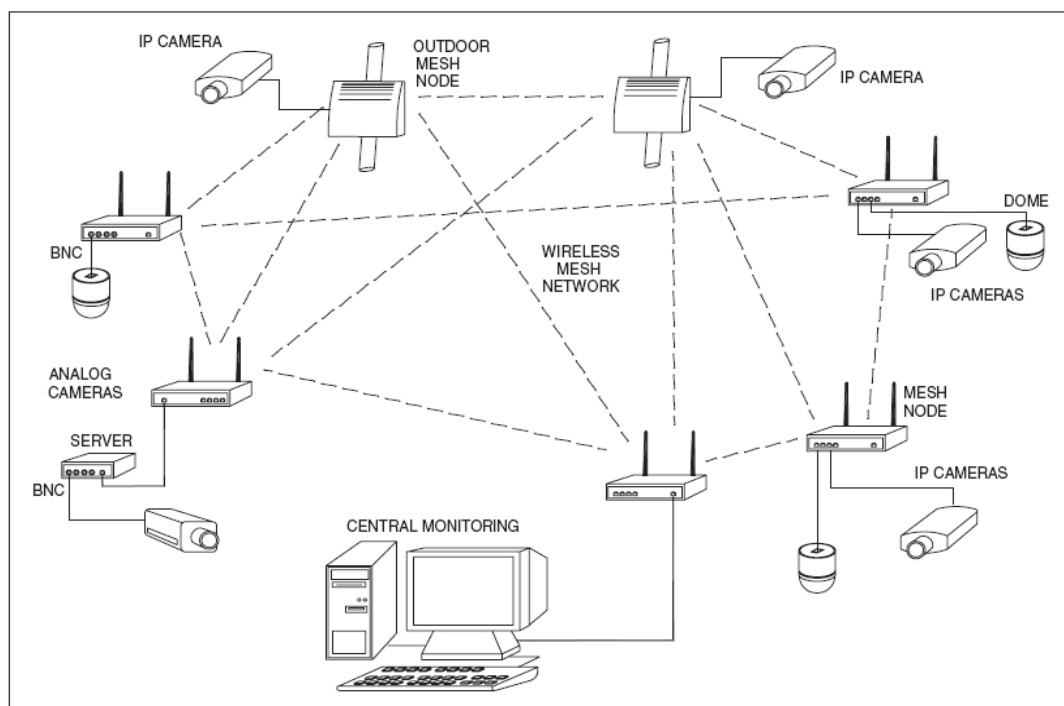
ที่มา: ฟุจิทซึ, Umpc[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก <http://www.fujitsu.com/th/th/services/>

ตารางที่ 6 Comparison of IEEE 802.11 Standards

IEEE STANDARD	OPERATING FREQUENCY BAND (GHz)	DATA* RATES (Mbps)	OPERATING FREQUENCY BANDS (GHz)	MODULATION METHOD	MAX POWER OUTPUT (EIRP)	APPLICATIONS/ COMMENTS
802.11* (LEGACY)	2.4 IR	1,2	2.4-2.8	DSSS FHSS IR	-	ORIGINAL 802.11 STANDARD FOR WIRELESS LAN
802.11a**	5.2,5.8	6,12,24 9,18,36,48 54 MAXIMUM	300 MHz in 3 BANDS of 100 MHz each: 5,150 to 5,250 (UNIT LOWER BAND)	COFDM	40 mW 200mW 800mW	INDOOR INDOOR OUTDOOR
802.11b	2.4	1,2,5.5,11 11 MAXIMUM	83.5 MHz FORM 2.40GHz to 2.4835GHz (ISM BAND)	DSSS COFDM	1 WATT TYPICAL: 30 mW	USES FDMA,DSSS
802.11g	2.4	1,2,5.5,11 6,9,12,18, 24,36,48,54	2.4-2.4835	DSSS COFDM		DUAL BAND 2.4 GHz
802.11i	-	-	-	-	-	ADDS HIGH LEVEL AES ENCRYPTION
802.11n	-	108	20-40 MHz	-	-	VERY HIGH DATA RATE

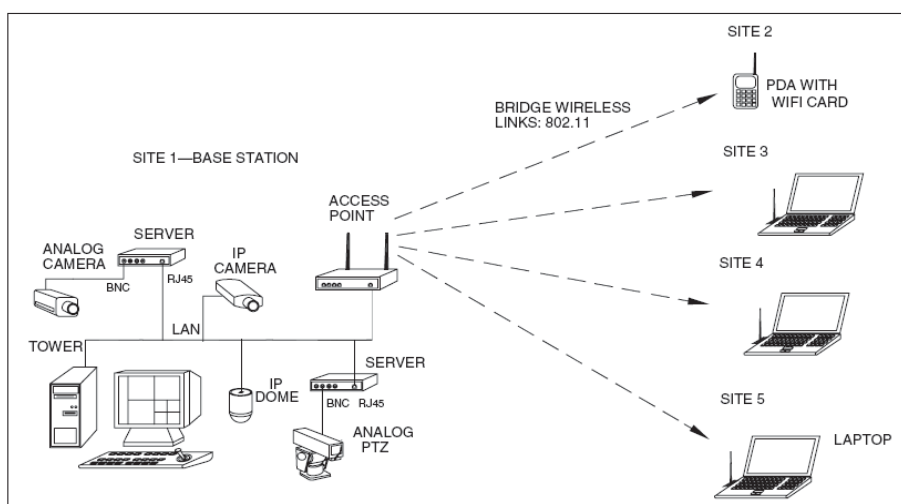
* IEEE ESTABLISHED STANDARD IN 1997 TO DEFINE MAC (MEDIA ACCESS CONTROL) AND PHY (PHYSICAL) LAYER REQUIREMENTS FOR WIRELESS LAN.

** IEEE ESTABLISHED 802.11a IN 1999
THEORETICAL



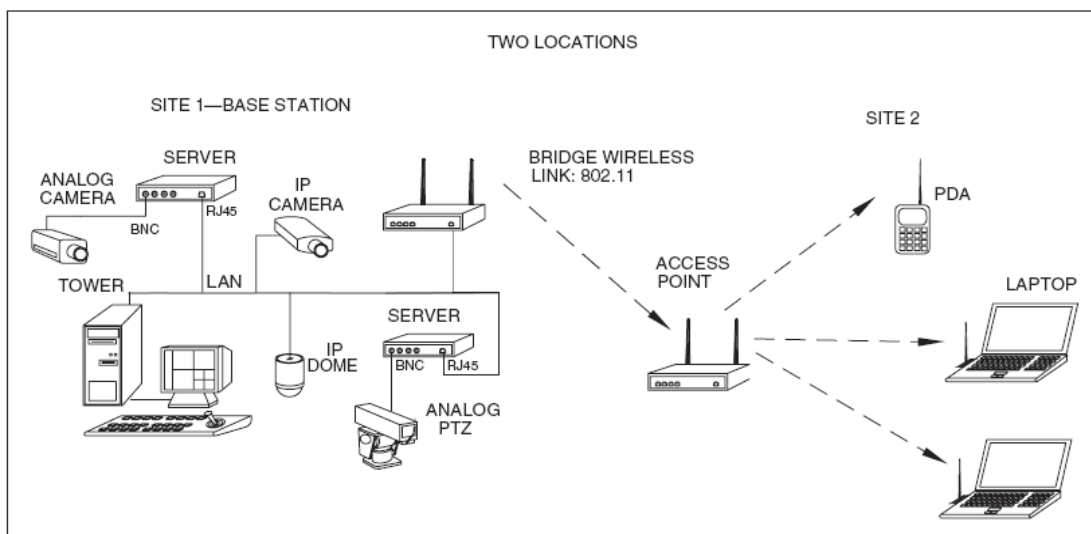
ภาพที่28 Wireless mesh transmitting network

ที่มา: ไอแกดเจ็ตตี้, คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.igadgety.com/article.php?id=4414>



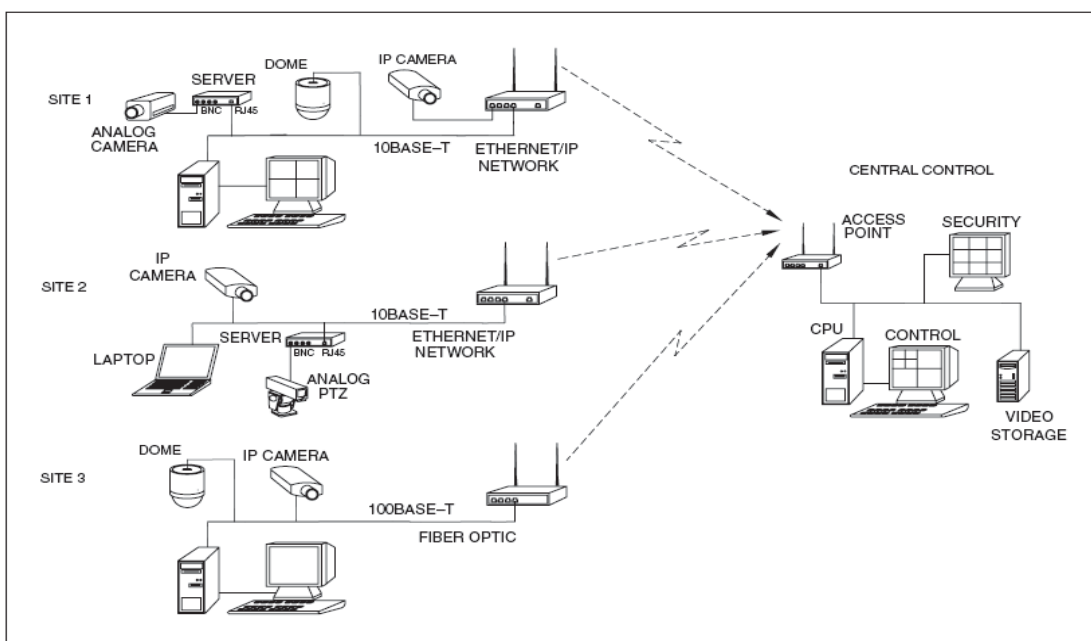
ภาพที่29 Point to multi-point wireless network

ที่มา: ไอแกดเจ็ตตี้, คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.igadgety.com/article.php?id=4414>



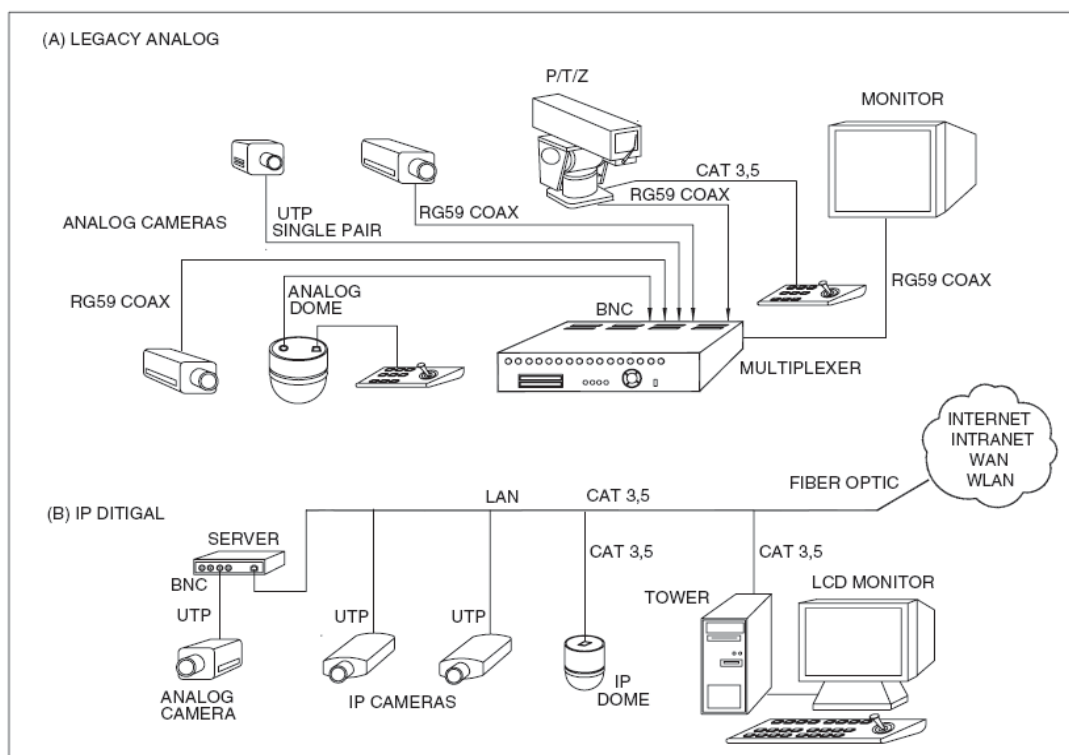
ภาพที่ 30 Point to point wireless network

ที่มา: ไอแกดเจ็ตดี, คอมพิวเตอร์ นิตยสาร [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.igadgety.com/article.php?id=4414>



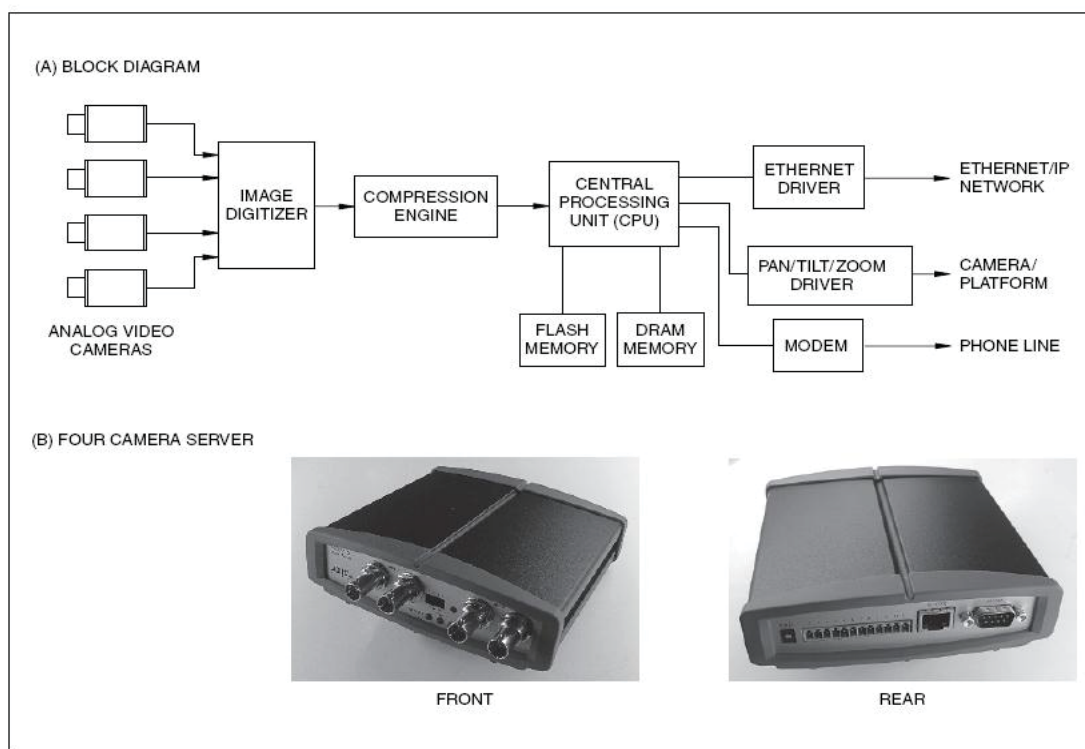
ภาพที่ 31 Multi-point to point wireless network

ที่มา: พัชรี สารงาม, ซอฟต์แวร์ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/phayao/patcharee_s/computer_ml/sec02p02.htm.



ภาพที่ 32 a. Analog CCTV with coaxial, UTP, or other cabling, b. Digital IP cameras and digital video server on wired LAN network

ที่มา: พัชรี สารงาม, ซอฟต์แวร์ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/phayao/patcharee_s/computer_ml/sec02p02.htm.



ภาพที่ 33 a. Video server block diagram, b. Typical equipment

ที่มา: ฟุจิทซี, Umpc [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก <http://www.fujitsu.com/tj/th/services/>

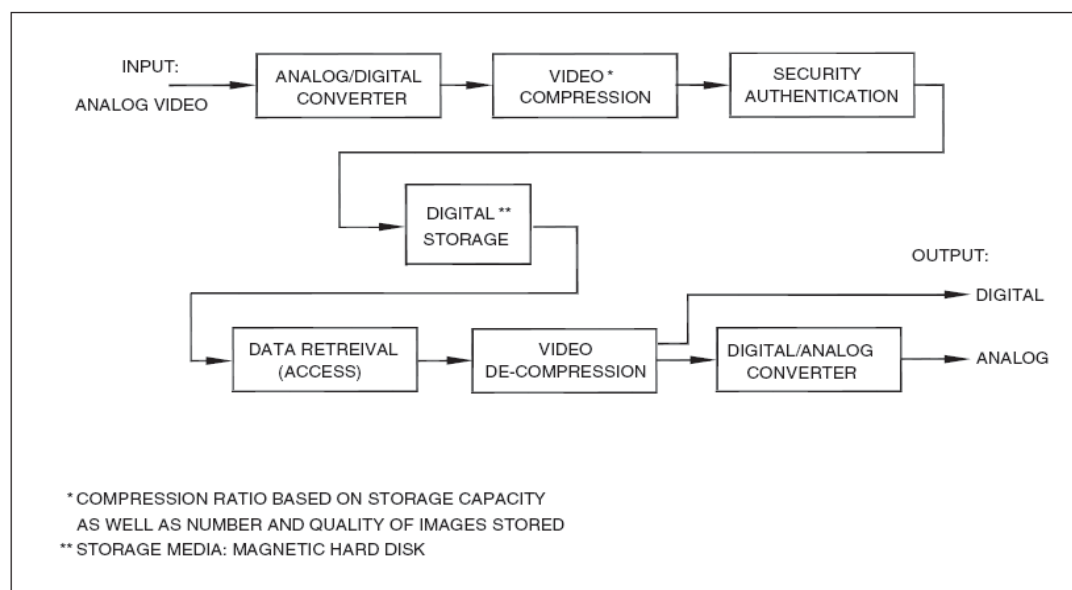
3.9 Digital Video Recorder (อุปกรณ์บันทึกสัญญาณวิดีโอแบบดิจิทัล)

ความแตกต่างที่สำคัญระหว่าง DVR กับ VCR

- คุณภาพของวิดีโอ (Video Image Quality)
- ความเร็วของการสืบค้นหรือค้นคืนภาพ
- ความเร็วในการแจกจ่ายภาพวิดีโอ
- ความสามารถในการดูภาพจากระยะไกล

ป้องกันการโต้ตอบสถานการณ์ที่ผิดๆ กรณีเกิดการ False alarm: หากไม่แน่ใจสามารถเรียกดูภาพสถานการณ์จากระยะไกลก่อนได้

ความคุ้นเคย: โดยพื้นฐานเทคโนโลยีในการบันทึกภาพ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กับ Personal computer โดยทั่วไป



ภาพที่ 34 Digital video record (DVR) basic block diagram

ที่มา: ฟุจิทซี, Umpc [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก <http://www.fujitsu.com/tj/th/services/>

3.10 เทคโนโลยีที่ใช้ใน DVR

แม้จะมีความแตกต่างกันระหว่าง DVR และ VCR แต่สิ่งเหมือนกันคือการบันทึกลงบนสื่อบันทึกข้อมูล (Medium) แบบแม่เหล็กเหมือนกัน (Magnetic)

ขั้นตอนการบันทึก:

1. Analog video signal จากกล้อง ถูกเปลี่ยนแปลงเป็น Digital video signal โดย analog-to-digital converter (A/D)
2. A/D นำ Digital video signal มาบีบอัด (Digital compression) ด้วยการประมวลผลในทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีมาตรฐานต่างๆ กัน คือ
 - JPEG (Joint Photographic Engineers Group)
 - MPEG (Motion Picture Engineers Group)
3. A/D ทำต่อไปในเรื่อง การฝัง Security code ในแต่ละภาพ จากนั้น Digital video signal พร้อมทั้งจะจัดเก็บลงในสื่อบันทึกข้อมูล เช่น ฮาร์ดดิสก์ แล้ว
 - ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk)
 - Revolutions per minute (RPM)
 - ขนาดความจุ

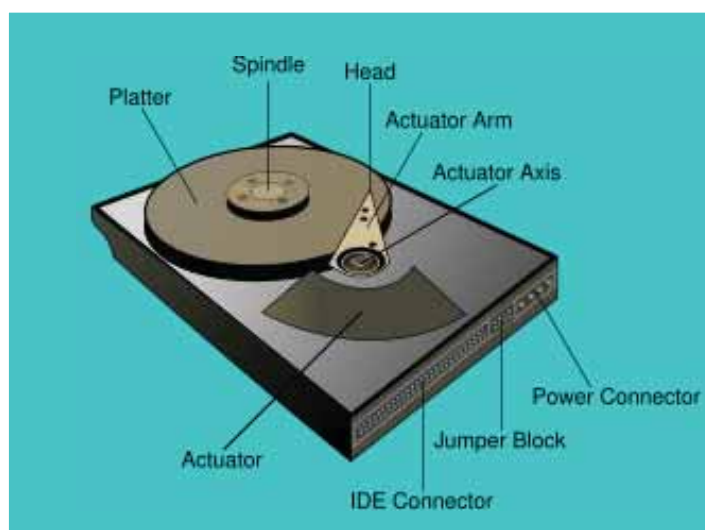
- Gigabyte (1,024 Megabyte)
- Terabyte (1,024 Gigabyte)

การเชื่อมต่อ (Interface)

- ATA (IDE)
- SATA

การทำสำเนาข้อมูล (Replicate)

- RAID 1: Mirrored Disk, Fault-Tolerant
- RAID 5: Striping, Excellent performance (จัดเก็บได้มากกว่า RAID 1 แต่ช้ากว่า)

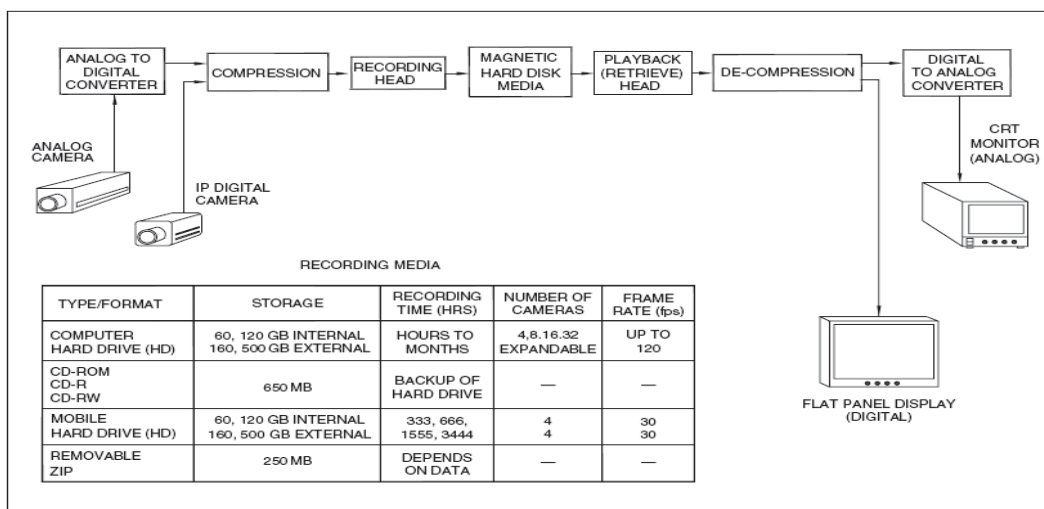


ภาพที่ 35 แสดงเทคโนโลยีที่ใช้ใน DVR

ที่มา : โซนี่, Umpc [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sony.co.th/productcategory/it-pc-vaio-cs>

Video Motion Detection

- กำหนดขอบเขตพื้นที่ และระดับ Sensitivity
- ช่องทางในการแจ้งเตือน และการสนองตอบต่อเหตุการณ์
 - เพิ่ม Frame rate ในการบันทึก
 - Pre-alarm and Post-alarm recording (ถ้าไม่มีภาพก่อนเกิดเหตุ อาจเป็นเสียงที่รับฟังไม่ได้)
 - ส่ง Trigger ไปกระตุ้นการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เปิดไฟ เป็นต้น



ภาพที่ 36 Digital video storage media

ที่มา : สยามโฟน, ไอโฟน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://3g.siamphone.com/news/2007/html/01/09/iphone.htm>.

3.11 การบีบอัดภาพวิดีโอดิจิทัล

JPEG: หากความสว่างเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย มนุษย์สามารถรับรู้ได้ดีกว่าสีที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ลดสีลงเล็กน้อยเพื่อลดขนาดของข้อมูลสูงถึง 27:1

MPEG-X : จะบีบอัดและจัดเก็บเฉพาะส่วนที่เปลี่ยนแปลงบนภาพ (เมื่อเปรียบเทียบกับภาพจาก Frame ก่อนหน้านี้)

- Compression ratio:

- MPEG-1 = 25 to 100:1
- MPEG-2 = 30 to 100:1
- MPEG-4 = 50 to 100:1

3.12 การคำนวณเวลาที่สามารถบันทึกได้

Image retention time: ระยะเวลาที่นานเท่าใด ก่อนที่ DVR จะบันทึกทับภาพเดิม (ถ้ากำหนดไว้ให้บันทึกทับ) เช่น 7 วัน

$$\text{DVR storage capacity} = \frac{\text{HD drive storage capacity}}{\text{image size} \times \text{pictures per day}} \\ = \text{storage time in days or hours}$$

Example: Calculate the storage capacity of a 250 GByte DVR to record an image frame rate of 15 images per second with a picture quality set to standard = 18 KByte:

$$\text{DVR storage capacity} = \frac{250 \text{ GByte}}{18 \text{ KByte} \times 15 \text{ ips} \times 86,400 \text{ sec}} \\ = 10.7 \text{ days} \\ = 10 \text{ days and seventeen hours}$$

- 8 bpp, $2^8 = 256$ colors
- 16 bpp, $2^{16} = 65,536$ colors; known as **Highcolor** or Thousands
- 24 bpp, $2^{24} = 16,777,216$ colors; known as **Truecolor** or Millions
- 48 bpp; for all practical purposes a continuous colorspace; used in many flatbed scanners and for professional work

ตารางที่ 7 Digital Storage Requirements and Images Per Second (IPS) for Five Different Image Resolutions on a 250 GByte hard drive
Image size (Byte) = [Resolution x (bit/Pixel)]/8 (No compression)

PICTURE* QUALITY	DVR RECORDING SPEED (IMAGES/SEC) (250 GByte HARD DRIVE)							
	60	30	15	10	7.5	5	3	1
HIGHEST	1D/3H [†]	2D/6H	4D/9H	6D/14H	8D/9H	13D/4H	22D/0H	66D/2H
HIGH	1D/17H	3D/3H	6D/14H	9D/21H	13D/4D	19D/19H	33D/0H	99D/4H
STANDARD	2D/16H	5D/1H	10D/17H	15D/9H	20D/12H	30D/19H	51D/9H	154D/7H
BASIC	4D/0H	7D/16H	15D/9H	24D/0H	30D/19H	46D/4H	77D/2H	231D/9H
LOW	8D/0H	15D/10H	30D/19H	46D/4H	61D/16H	92D/12H	154D/7H	462D/20H

*IMAGE SIZES—HIGHEST = 42 KByte

HIGH = 28 KByte
STANDARD = 18 KByte
BASIC = 12 KByte
LOW = 6 KByte

IMAGES/DAY = 60 pps—5.184 MBytes

30 ips—2.6 MBytes
15 ips MODE—1.296 MBytes
7.5 ips MODE—648 KBytes
5.0 ips MODE—259.2 KBytes
3.0 ips MODE—86.4 KBytes
1.0 ips MODE—86.4 KBytes

**ALL RECORDING TIMES BASED ON 250 GByte HARD DRIVE

[†]RECORDING TIME: 1D/3H = 1 DAY AND 3 HOURS

FORMULA FOR CALCULATING NUMBER OF IMAGES STORED ON 250 GByte HARD DISK MEMORY

$$\text{RECORDING TIME} = \frac{\text{HARD DISK STORAGE}}{\text{IMAGE SIZE} \times \text{PICTURES/DAY}} = \text{STORAGE TIME IN DAYS AND HOURS}$$

EXAMPLE: HARD DISK STORAGE = 250 GByte

IMAGE SIZE = 12 KByte
IMAGES/SEC = 10 ips
SECONDS IN A DAY = 86,400 Sec
PICTURES/DAY = 10 ips × 86,400 Sec

$$\text{RECORDING TIME} = \frac{250 \text{ GByte}}{12 \text{ KByte} \times 10 \text{ ips} \times 86,400 \text{ Sec}} = 24.1 \text{ DAYS}$$

3.13 การขนถ่ายข้อมูลออกจาก DVR

การขนถ่ายข้อมูลออกจาก DVR หมายถึง การขนถ่ายข้อมูลออกจาก DVR กรณีที่มีการเรียกดูวิดีโอจากระยะไกลผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลที่ออกจาก DVR จะถูกดำเนินการตามมาตรฐานการขนถ่ายข้อมูลของระบบเครือข่ายนั้นๆ (ความเร็ว, ความคับคั่ง, กลไกในการควบคุม-รับประกันคุณภาพ, ฯลฯ)

ผลกระทบ:

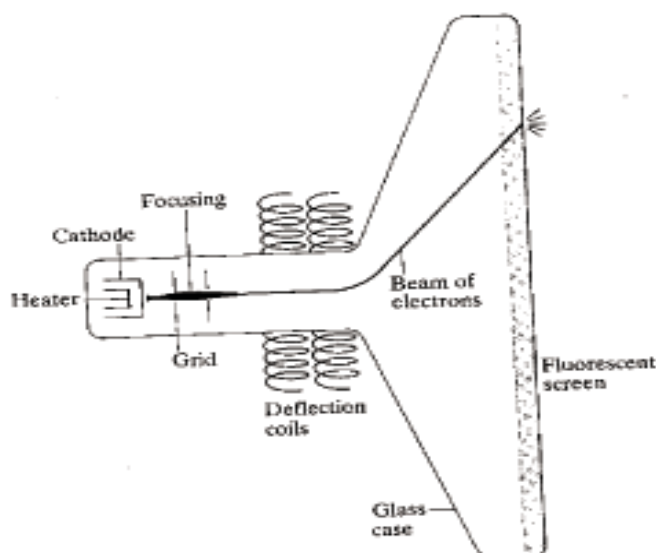
- ความต่อเนื่องของภาพ
- คุณภาพของภาพ (ความละเอียด, สี, ฯลฯ)
- ความพร้อมใช้

4. การแสดงผลภาพ (Image Presentation)

การแสดงผลของภาพมีหลายวิธีที่ไม่เหมือนกัน เช่นการแสดงผลที่จอภาพ การพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ ซึ่งทำให้กระบวนการแสดงผลแตกต่างกัน เพื่อให้จะได้คุณภาพของภาพออกมาดีที่สุด

4.1 จอภาพแบบ Raster

จอภาพแบบRaster เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการแสดงภาพ จะประกอบด้วยหลอดภาพ แคโทดลำยิงอิเล็กตรอน ตัวบังคับทิศทางอิเล็กตรอน จอที่หน้ารับภาพ (ดูภาพที่ 37 ประกอบ)



ภาพที่ 37 แสดงจอภาพแบบ Raster

ที่มา: สยามโฟน, ไอโฟน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://3g.siamphone.com/news/2007/html/01/09/iphone.htm>.

4.1.1 Interlacing

เป็นกระบวนการแสดงผลโดยทำการแสดงผลบรรทัดที่เป็นเลขคี่ก่อนในครั้งแรกของหน้าจอ เมื่อเสร็จแล้วจะทำการแสดงผลบรรทัดที่เป็นเลขคู่ของการแสดงผลครั้งถัดไป ทำให้การแสดงผลต่อครั้งเป็นครึ่งหนึ่งของการแสดงจริง เช่น ในระบบการแสดงผลแบบ 1/50 ครั้งวินาที จำเป็นจะต้องใช้ 25 เฟรมต่อวินาทีของเฟรมเลขคี่ และ 25 เฟรมต่อวินาทีของเฟรมเลขคู่

4.1.2 อัตราส่วนของการแสดงผล

ในจอแสดงผลที่เป็นมาตรฐานจะไม่ใช่สี่เหลี่ยมจัตุรัส อัตราส่วนทางด้านความกว้างต่อความยาวโดยทั่วไปจะเป็น 4:3 แต่ละพิกเซลที่จะนำมาแสดงผลจะต้องเป็นไปตามอัตราส่วนนี้เสมอ เช่นในระบบที่มีความสูง 480 พิกเซล จะต้องมีความกว้าง $(4/3) \times 480 = 640$ พิกเซลต่อบรรทัด บางระบบใช้อัตราส่วนสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1024 X 1024 เช่นระบบของ APOLLO

4.1.3 ขนาดของหน้าจอ

ขนาดของหน้าจอไม่สามารถกำหนดได้ขึ้นอยู่กับผู้ใช้แต่ละท่าน โดยการเลือกจะต้องเลือกให้สามารถมองเห็นแต่ละพิกเซลได้ชัดเจน จอที่มีขนาดเล็กจะทำให้แต่ละพิกเซลติดกัน ส่วนจอที่มีขนาดใหญ่จะทำให้เห็นแต่ละพิกเซลแยกออกจากกันมากขึ้น

4.1.4 ความละเอียด

เมื่อมีการใช้แสดงผลแบบ Raster ที่ใช้ความถี่ 50 Hz หมายความว่าจะต้องมีหน่วยความจำ ที่สามารถอ่านได้ทุก 1/50 ครั้งต่อวินาที และวงจรที่สามารถเปลี่ยนข้อมูล ในหน่วยความจำ เป็น ลำแสงอิเล็กตรอนได้ ระบบที่ใช้ความละเอียดต่ำสามารถใช้หน่วยความจำ ของชิพที่อยู่ในวงจรแสดงผลได้ ซึ่งตารางที่ 8 แสดงแต่ระบบใช้ความละเอียดและความถี่ที่ต้องใช้

ตารางที่ 8 แสดงความละเอียดและระดับสีของระบบต่าง ๆ

System	Horizontal	Vertical	Grey Level	Palette	Refresh rates
IBM PC CGA	640	200	2		
	320	200	4		
Hercules	720	348	2		50 Hz
IBM PC EGA	640	350	2		
	320	200	16	64	
IBM PC VGA	640	480	16	262 144	60 Hz
	320	200	256	262 144	70 Hz
VESA	800	600	16	262 144	
APOLLO display	1024	1024	16 or 256	16 million	
PC AT	1024	1024	256 or more		

4.1.5 Planes

Planesเป็นหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่เป็นอาร์เรย์ ทำหน้าที่เก็บการแสดงผลทั้งหมดของภาพไว้ โดยปกติplaneจะอธิบายโดยใช้ความละเอียดทางด้านแกนตั้งและแนวนอนโดยมีจำนวนบิตแต่ละพิกเซลเป็นตัวบอก เช่น planeที่มี 8 บิต จะทำให้มี 256 สีที่แตกต่างกันต่อพิกเซล ซึ่งอาจเป็น 256 สี หรือ 256 ระดับของสีเทา

4.1.6 Video Lookup Table

ในการที่จะลดหน่วยความจำ ของคอมพิวเตอร์ในการเก็บภาพ ทำให้มีการนำเอาตารางLookup มาใช้การใช้กระบวนการนี้ แต่ละหน่วยความจำย่อยของแต่ละพิกเซลจะอ้างอิงไปยังตาราง lookup แทนที่จะเก็บจำนวนทั้งหมดของค่าสีหรือค่าของระดับสีเทา (ดูตารางที่ 9ประกอบ)

ตารางที่ 9 ตัวอย่างของความละเอียดและขนาดของการถ่ายโอนข้อมูล

Horizontal Resolution	Vertical resolution	System	Grey level Or color	Bits/pixel	Memory	Transfer rate at 50 Hz
320	256	Mono	2	1	10K	500 Kbps
320	256	Mono	256	8	80K	4 Mbps
320	256	Color	16 million	24	240K	12 Mbps
640	512	Color	256	8	320K	16 Mbps
1024	1024	Color	256	8	1M	50 Mbps

4.1.7 อุปกรณ์แสดงผลภาพแบบสี

หลอดภาพที่ใช้แสงผลภาพแบบสีประกอบด้วยปริมียังลำแสง 3 อัน แต่ละอันสำหรับสีแดง สีเขียว และสีเหลือง จอแสดงผลจะทำด้วยฟอสเฟอร์ซึ่งการกระตุ้นของอิเล็กตรอนของปริมแต่ละอันทำให้จอแสดงผลแสดงไม่เหมือนกัน โดยจะรวมทำให้เห็นเป็นสีผสม

4.1.8 Calibration

Calibration เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ปรับความสว่าง ความเข้มและการบิดของภาพ

4.2 Photography

การใช้วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดโดยการใช้กล้องถ่ายรูปถ่ายภาพที่ปรากฏที่จอภาพ จะต้องใช้รูปขนาด 4.5 x 3.5 นิ้ว ถ้าทำ การถ่ายที่ความละเอียด 640x480 จะได้ความละเอียดที่ 150 dpi ซึ่งกล้องจะต้องสามารถรับการเคลื่อนไหวของอัตราการเคลื่อนไหวของคอมพิวเตอร์ได้ โดยจะต้องใช้ความเร็วอย่างน้อย 1/30 ต่อวินาที

5. พื้นฐานการปรับภาพ แบบ Image Restoration

การปรับภาพ (Image Restoration) คือ การปรับภาพโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายใน ซึ่งแตกต่างกับการปรับปรุงภาพแบบ Image Enhancement เพราะมีการเปลี่ยนแปลงในหรือข้อมูลภาพเปรียบเทียบกับเวลาหรือความถี่ ซึ่งรู้จักกันแพร่หลายว่า F-Domain แต่การปรับปรุงภาพด้วยวิธีที่เรียกว่า Image Restoration นี้จะเป็นการปรับภาพทางพิกเซลเท่านั้น ซึ่งมักใช้ตัวกรองแบบต่าง ๆ มากกรองข้อมูลที่เราต้องการ(ตำรวจ เวียงสมุทร และ สิริภัทร เชื้อชาญวัฒนา 2548 : 67)

5.1 การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering)

การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering) คือการนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมา ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากภาพเริ่มต้น วัตถุประสงค์หลักของการกรองข้อมูลภาพคือการเน้น (enhance) หรือลดทอน (attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพเพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

การกรองข้อมูลภาพคือการประมวลผลภาพอย่างหนึ่งที่จำเป็นมาก เนื่องจากในการใช้งานจริง ภาพที่ได้มามักมีสัญญาณรบกวนหรือสัญญาณไม่พึงประสงค์อื่นๆปะปนอยู่ด้วย การกรองข้อมูลภาพสามารถปรับปรุงให้ภาพมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น เหมาะแก่การประมวลผลในขั้นต่อไป

องค์ประกอบสำคัญของการกรองข้อมูลภาพคือตัวกรอง หากเปรียบเทียบภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีความถี่ต่างๆ ผสมกันอยู่ ตัวกรองก็คือวงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เลือกหรือกรองให้สัญญาณไฟฟ้าที่มีความถี่ในช่วงที่ต้องการผ่านออกไปได้ คุณสมบัติของตัวกรองคือตัวกำหนดคุณสมบัติของภาพผลลัพธ์

อาจมองข้อมูลของภาพๆ หนึ่งให้เป็นสัญญาณๆ หนึ่งได้ ด้วยการกำหนดให้ระดับความเข้มแสงของแต่ละจุดคือขนาด (amplitude) ของสัญญาณ ณ ตำแหน่งนั้นๆ ข้อแตกต่างระหว่างสัญญาณไฟฟ้ากับภาพ คือ ขนาดของสัญญาณไฟฟ้าคือค่าแรงดันหรือกระแส แต่ขนาดของข้อมูลภาพคือระดับความเข้มแสงของจุดภาพ การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลา ความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าถูกกำหนดโดยอัตราการเปลี่ยนแปลงของขนาดของสัญญาณในหนึ่งช่วงเวลา แต่การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงเทียบกับตำแหน่งของจุดภาพ ความถี่ของการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนระดับความเข้มแสงของจุดที่อยู่ติดกันไป (ราตรี จันทะทรัพย์ และ นิดาพรรณ สิริรัตนันท์ 2548 : 37) สัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณมิติเดียว (amplitude vs. time) แต่ภาพเป็นสัญญาณ 2 มิติ (intensity vs. X & Y)

ตัวกรองคือระบบๆ หนึ่งซึ่งรับสัญญาณเข้า (input) ประมวลผลสัญญาณ และส่งสัญญาณออก (output) โดยทั่วไปตัวกรองจะถูกสร้างให้เป็นระบบเชิงเส้น (linear system) เนื่องจากออกแบบได้ง่าย และมีประสิทธิภาพดี ปัจจุบันมีทฤษฎี และเทคนิคมากมายเกี่ยวกับการออกแบบตัวกรองสัญญาณแบบเชิงเส้น

ในการกรองข้อมูลภาพเรามักพิจารณาว่าภาพคือสัญญาณ 2 มิติที่ประกอบขึ้นจากสัญญาณ ความถี่ต่างๆ ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ต่างกัน การออกแบบตัวกรองจึงเป็นการกำหนดว่าเราต้องการกำจัดสัญญาณความถี่ใดออกไป (หรือต้องการเลือกสัญญาณความถี่ใดบ้าง)

5.2 ประเภทของตัวกรอง

ตัวกรองแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทตามลักษณะการเลือกความถี่คือ

5.2.1 ตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low-pass Filter)

5.2.2 ตัวกรองความถี่สูงผ่าน (High-pass Filter)

5.2.3 ตัวกรองแถบความถี่ผ่าน (Band-pass Filter)

5.2.4 ตัวกรองหยุดแถบความถี่ (Band-stop Filter)

ค่าพารามิเตอร์หลักในการกำหนดคุณสมบัติของตัวกรองคือ ค่าความถี่คัตออฟ(cut off frequency)ความถี่คัตออฟคือความถี่ที่ระบุจุดตัดของสัญญาณว่าจะให้ผ่านหรือไม่ผ่าน ตัวอย่างเช่น ตัวกรองความถี่ต่ำผ่านที่มีค่าความถี่คัตออฟเท่ากับ 1,000 เฮิรตซ์จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ต่ำกว่า 1,000 เฮิรตซ์ผ่านไปได้ แต่จะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีความถี่สูงกว่า 1,000 เฮิรตซ์ผ่าน

สำหรับตัวกรองความถี่สูงผ่านจะทำงานตรงข้ามกับตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน คือไม่ยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ต่ำกว่าความถี่คัตออฟผ่านไปได้ แต่จะยอมให้ความถี่ที่สูงกว่าความถี่คัตออฟผ่านได้ วงจรกรองแถบความถี่ผ่านยอมให้สัญญาณในช่วงความถี่หนึ่งผ่านไปได้ หากสัญญาณมีความถี่อยู่นอกช่วงจะถูกลดทอนหรือไม่ยอมให้ผ่านไปได้ สำหรับวงจรหยุดแถบความถี่จะมีลักษณะการทำงานที่ตรงข้ามกันคือจะลดทอนสัญญาณที่มีความถี่ในช่วงที่กำหนดลง และจะผ่านความถี่ที่อยู่นอกช่วง(ภาทิพ ศรีสุทธิ 2551 : 39)

ในการกรองสัญญาณใดๆเราจะต้องทราบความถี่หรือช่วงความถี่ของสัญญาณที่เราต้องการและสัญญาณที่เราไม่ต้องการจากนั้นเราจะเลือกตัวกรองที่เหมาะสมมาใช้เพื่อกำจัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออก และ/หรือนำสัญญาณที่ต้องการให้เด่นชัดยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่นสัญญาณรบกวน

5.3 การกรองโดยการเฉลี่ยจากหลายภาพ

หากเรามีชุดของภาพคุณภาพต่ำหลาย ๆ ภาพซึ่งถ่ายจากมุมมองเดียวกันเราสามารถสร้างภาพใหม่ที่มีคุณภาพสูงกว่าจากชุดภาพนั้นได้ หากสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นแบบสุ่ม ภาพที่เก็บแต่ละครั้งย่อมมีลักษณะแตกต่างกัน หากความเข้มแสงของจุดในภาพหนึ่งถูกรบกวน เราสามารถนำข้อมูลความเข้มแสงของจุด จากภาพอื่น ณ ตำแหน่งเดียวกันมาแทน แต่จุดในภาพผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดจากการเฉลี่ย (หรือเลือก) จากจุดที่ตรงกันของภาพต่าง ๆ ในชุดภาพ

5.3.1 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ (mean filtering)

วิธีการนี้จะใช้ค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ของจุดทั้งหมด หากมีภาพขนาด $N \times M$ ทั้งหมด K ภาพ เราสามารถคำนวณหาภาพใหม่ได้ดังนี้

$$\hat{I}(x, y) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K I_j(x, y)$$

$\hat{I}(x, y)$ คือความเข้มแสงของจุด ณ ตำแหน่ง (x, y) ในภาพผลลัพธ์

$I_j(x, y)$ คือความเข้มแสงของจุด ณ ตำแหน่ง (x, y) ในภาพที่ j

วิธีนี้เป็นการลดทอนสัญญาณรบกวน ภาพที่ได้จะมีสัญญาณรบกวนลดลง

5.3.2 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่ามัธยฐาน (median filtering)

วิธีการนี้จะนำเอาความเข้มแสงของจุดที่ตรงกันในภาพต่างๆ มาเรียงลำดับ(sort) จากนั้นไปหามาก จากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางไปใช้ หากจำนวนภาพทั้งหมดเป็นจำนวนคู่ ค่าทั้งสองที่อยู่ตรงกลางจะนำมาหาค่าเฉลี่ย วิธีการนี้จะต้องใช้การเรียงลำดับซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการคำนวณสูง แต่ข้อดีคือไม่สูญเสียความคมชัด(ณัฐนันท์ ทัดพิทักษ์กุล 2550: 67)

ตัวอย่าง

ภาพที่ 1	ภาพที่ 2	ภาพที่ 3	ผลลัพธ์
1 2 1 3	2 3 4 3	3 2 1 4	2 2 1 3
4 2 2 1	5 3 4 1	2 1 4 0	4 2 4 1
0 1 1 3	3 2 4 2	1 4 2 0	1 2 2 2
2 2 1 1	1 3 1 2	2 4 0 2	2 3 1 2

ภาพที่ 36 การกรองข้อมูลโดยใช้มัธยฐาน

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.Th:3000/authorities>.

5.3.3 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่าฐานนิยม (modal filtering)

วิธีการนี้คล้ายกับวิธีใช้ค่ามัธยฐานแต่ไม่ใช้การเรียงลำดับข้อมูล ระดับความเข้มแสงที่ใช้บ่อยที่สุดจะถูกเลือกไปใช้ วิธีนี้เสมือนการโหวตลงคะแนนเสียงผู้ที่ได้คะแนนเสียงสูงที่สุดคือผู้ชนะ วิธีนี้เหมาะสำหรับการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นไม่บ่อย

ตัวอย่าง

ภาพที่ 1	ภาพที่ 2	ภาพที่ 3	ผลลัพธ์
1 2 1 3	2 3 4 3	3 2 1 4	2 2 1 3
4 2 2 1	5 3 4 1	2 1 4 0	4 2 4 1
0 1 1 3	3 2 4 2	1 4 2 0	1 2 2 2
2 2 1 1	1 3 1 2	2 4 0 2	2 3 1 2

ภาพที่ 37 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่าฐานนิยม

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.th:3000/basics>.

5.4 การกรองโดยใช้หน้าต่าง

การกรองข้อมูลภาพวิธีนี้จะใช้หน้าต่างในการกำหนดขอบเขตของการพิจารณาเพื่อหา ระดับความเข้มแสงของจุดต่างๆ ในภาพผลลัพธ์ ความเข้มแสงของจุดที่อยู่รอบๆ จุดกึ่งกลางของ หน้าต่างจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้คือค่าความเข้มแสงของจุดในภาพผลลัพธ์ หน้าต่างจะ ถูกเลื่อนไปยังตำแหน่งต่างๆ ในภาพจนครบทุกจุด (ยุพา ชิตทอง 2548 : 55)

ตัวอย่าง

ภาพเริ่มต้น	ภาพผลลัพธ์																																										
<table><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>9</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	2	3	9	1	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	<table><tr><td>Ⓐ</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr><tr><td>E</td><td>F</td><td>G</td><td>H</td></tr><tr><td>I</td><td>J</td><td>K</td><td>L</td></tr></table>	Ⓐ	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
0	0	0	0	0	0																																						
0	1	2	1	2	0																																						
0	2	3	9	1	0																																						
0	1	3	2	1	0																																						
0	0	0	0	0	0																																						
Ⓐ	B	C	D																																								
E	F	G	H																																								
I	J	K	L																																								

ภาพที่ 38 การกรองโดยใช้หน้าต่าง

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.th:3000/assets/new>.

จากภาพที่ 38 จะเห็นว่ามีหน้าต่างขนาด 3×3 ครอบอยู่ที่มุมบนด้านซ้ายของภาพเริ่มต้น ความเข้มแสง ณ จุดกึ่งกลางของหน้าต่างมีค่าเท่ากับ 1 ความเข้มแสงของจุดภาพในภาพผลลัพธ์ ณ ตำแหน่งที่ตรงกับกึ่งกลางของหน้าต่างที่ครอบอยู่บนภาพเริ่มต้น (จุด A) สามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของทุกจุดในหน้าต่าง การหาค่าเฉลี่ยสามารถทำได้ 3 แบบคือ การหาค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ การหาค่าเฉลี่ยแบบมัธยฐาน และการหาค่าเฉลี่ยแบบฐานนิยม

การหาค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ทำได้โดยการหาผลรวมของค่าความเข้มแสงของจุดทุกจุดในหน้าต่าง แล้วหารด้วยจำนวนจุดทั้งหมดในหน้าต่าง จากตัวอย่างในภาพที่ 38 ความเข้มแสงที่จุด A มีค่าเท่ากับ $(0+0+0+0+1+2+0+2+3) / 9 = 8/9$ ค่าความเข้มแสงที่จุดอื่นๆ สามารถคำนวณได้โดยการเลื่อนหน้าต่างให้จุดกึ่งกลางตรงกับจุดที่ต้องการหาค่า

การหาค่าเฉลี่ยแบบมัธยฐานทำได้โดยการนำค่าทั้งหมดในตารางมาเรียงลำดับ (sort) จากนั้นไปหามาก (หรือจากมากไปหาน้อยก็ได้) จากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางของลำดับเป็นค่าความเข้มแสงของจุดในภาพผลลัพธ์ หากจำนวนจุดในหน้าต่างเป็นจำนวนคู่ ผลลัพธ์จะคำนวณได้จากการเฉลี่ยค่าระหว่างจุดกึ่งกลางทั้งสอง จากตัวอย่างในภาพที่ 38 เมื่อเรียงลำดับความเข้มแสงจะได้ลำดับดังนี้ (0 0 0 0 1 2 2 3) ค่าที่อยู่ตรงกลางคือ 0 ดังนั้นความเข้มแสงที่จุด A มีค่าเท่ากับ 0

การหาค่าเฉลี่ยแบบฐานนิยมทำได้โดยการเลือกระดับความเข้มแสงที่ใช้บ่อยที่สุดในหน้าต่างมาเป็นคำตอบ ปัญหาที่อาจเกิดจากการใช้วิธีนี้คือ มีระดับความเข้มแสงที่ใช้บ่อยที่สุดมากกว่า (มีหลายคำตอบ) วิธีการแก้ไขคือการหาค่าเฉลี่ย หรือเปลี่ยนไปใช้การหาค่าเฉลี่ยแบบมัธยฐาน จากตัวอย่างในภาพที่ 38 ค่าความเข้มแสงที่ใช้บ่อยที่สุดคือ 0 ดังนั้นความเข้มแสงที่จุด A มีค่าเท่ากับ 0 (ดวงเพ็ญ เจตน์พิพัฒน์พงษ์ 2549 : 79)

นอกจากการหาค่าผลลัพธ์โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีวิธีการหาผลลัพธ์อีกวิธีหนึ่งคือการหาค่าเฉลี่ยจากจุด K จุดที่มีค่าความเข้มใกล้เคียงกับค่าความเข้มแสงของจุดกึ่งกลางของหน้าต่าง วิธีนี้เรียกว่า k-closest averaging การคำนวณหาผลลัพธ์เริ่มจากการนำค่าความเข้มแสงของทุกจุดในหน้าต่างมาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก จากนั้นค่าที่อยู่รอบๆ ค่าของจุดกึ่งกลางหน้าต่างจำนวน k ค่าจะถูกเลือกมาเพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยนี้คือความเข้มแสงของจุดในภาพผลลัพธ์ ในการหาค่าเฉลี่ย อาจนำค่าของความเข้มสีที่จุดกึ่งกลางมาคิดด้วยก็ได้ จากตัวอย่างในรูปที่ 5.5 เมื่อเรียงลำดับความเข้มแสงจะได้ลำดับดังนี้ (0 0 0 0 1 2 2 3) หากกำหนดให้ $k = 4$ และไม่นำค่าที่จุดกึ่งกลาง (1) มาคิด ค่าความเข้มแสงที่จุด A มีค่าเท่ากับ $(0+0+2+2)/4 = 1$ หากนำค่าที่จุดกึ่งกลางมาคิด ค่าความเข้มแสงที่จุด A จะมีค่าเท่ากับ $(0+0+1+2+2)/5 = 1$

1 2 2 1	0 1 1 0	0 0 0 0	1 2 1 3
1 2 2 2	1 2 2 1	0 2 2 1	2 2 3 1
1 2 2 1	0 2 1 0	0 0 0 0	1 4 2 1
(ก)	(ข)	(ค)	(ง)

ภาพที่ 39 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้หน้าต่าง (ก) ใช้การเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ (แสดงผลลัพธ์หลังการปิดเศษ) (ข) ใช้มัธยฐาน (ค) ใช้ฐานนิยม (ใช้มัธยฐานแทนสำหรับจุดที่มีปัญหา) (ง) ใช้ k-closest averaging (แสดงผลลัพธ์หลังการปิดเศษ)

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก [http://www.sdc.su.ac.th : 3000/assets/new](http://www.sdc.su.ac.th:3000/assets/new).

5.5 การกรองโดยวิธีคอนโวลูชัน

วิธีการกรองข้อมูลภาพที่กล่าวมาส่วนใหญ่อาศัยหลักของการหาค่าเฉลี่ย โดยอาจเป็นการหาค่าเฉลี่ยของจุดเดียวกันจากภาพหลายๆภาพ หรืออาจเป็นการหาค่าเฉลี่ยจากจุดต่างๆ ที่อยู่รอบๆ จุดที่เราสนใจ เนื่องจากการหาค่าเฉลี่ยเป็นการลดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล วิธีการที่ผ่านมามักใช้ได้ดีกับการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เป็นสัญญาณความถี่สูง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการกรองสัญญาณมีวัตถุประสงค์เพื่อนำคุณสมบัติบางอย่างที่ต้องการในภาพให้เด่นชัดขึ้น ในขณะที่ลดทอนคุณสมบัติที่ไม่ต้องการลง หากเราต้องการเน้นการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มของจุดต่างๆ ภายในภาพให้เด่นชัดขึ้น ในที่นี้จะเสมือนกับการกรองสัญญาณความถี่สูงผ่าน เราจะไม่สามารถใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ วิธีที่สามารถนำมาใช้ได้คือการคอนโวลูชัน (convolution) (วรวิทย์ เปรมรัตน์ชัย 2548 : 40)

5.5.1 การคอนโวลูชัน

ในการประมวลผลภาพ การคอนโวลูชันคือการกระทำกันระหว่างเทมเพลต (template) กับภาพ (image) เทมเพลต คือเมตริกซ์ขนาด $n \times m$ ของชุดตัวเลขที่จะนำไปซ้อนทับภาพที่ตำแหน่งต่างๆ เพื่อหาผลลัพธ์ของการคอนโวลูชัน ถ้ากำหนดให้เทมเพลต $T(x,y)$ เป็นเทมเพลตขนาด $n \times m$ และภาพ $I(X,Y)$ มีขนาด $N \times M$ การคอนโวลูชันระหว่างเทมเพลตกับภาพสามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้ (สิทธา ไชยเชตน์ 2548 : 40)

$$I'(X,Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(i,j) \cdot I(X-i,Y-j) \quad (5.1)$$

โดย $I'(X,Y)$ คือภาพผลลัพธ์จากการคอนโวลูชัน

จากสมการที่ 5.1 จะเห็นว่าระดับความเข้มแสง ณ จุด (X,Y) ในภาพผลลัพธ์ได้จากการหาผลรวมของผลคูณของระหว่างค่าในเทมเพลตกับค่าระดับความเข้มแสงของภาพในบริเวณที่เทมเพลตซ้อนทับอยู่ จากสมการ ตัวชี้ตำแหน่งจุดในภาพ $(X-i,Y-j)$ แสดงให้เห็นว่ามีการพลิกเทมเพลตทางแกนนอน และแกนตั้ง สมการที่ 5.2 แสดงการคอนโวลูชันที่ไม่ต้องมีการพลิกเทมเพลต ซึ่งวิธีการนี้มีชื่อที่แท้จริงว่า cross-correlation และเป็นที่นิยมใช้ในการประมวลผลภาพ

$$I'(X,Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(i,j) \cdot I(X+i,Y+j) \quad (5.2)$$

ขั้นตอนของการคอนโวลูชันประกอบด้วย การเลื่อน บวก และคูณ สามารถใช้การคอนโวลูชันในการประมวลผลภาพได้ในหลายลักษณะ เช่น กรองสัญญาณภาพ การหาขอบภาพ (edge detection) หรือการหารูปร่างของวัตถุในภาพ เป็นต้น

โดยทั่วไปในการคอนโวลูชัน จะไม่ให้มีการเลื่อนเทมเพลตออกนอกขอบเขตของภาพ ดังนั้นถ้าเทมเพลตมีขนาดใหญ่กว่า 1×1 ภาพผลลัพธ์จะมีขนาดเล็กกว่าภาพเริ่มต้นเสมอ ตัวอย่างเช่น การคอนโวลูชันระหว่างภาพขนาด 4×5 กับ เทมเพลตขนาด 2×2 ต่อไปนี้

เทมเพลต	ภาพเริ่มต้น	ภาพผลลัพธ์
	1 1 3 3 4	2 5 7 6 *
1 0	1 1 4 4 3	2 4 7 7 *
0 1 *	2 1 3 3 3	3 2 7 7 *
	1 1 1 4 4	* * * * *

ภาพที่ 40 การกรองโดยใช้หน้าต่าง

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.th:3000/assets/new>.

จะให้ภาพผลลัพธ์ที่มีขนาด 3×4 จากตัวอย่างข้างต้น ค่าความเข้มสี 3 ในภาพผลลัพธ์ได้จากการหาผลรวมของผลคูณระหว่างเทมเพลตกับภาพในบริเวณที่แรเงา ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(1 \times 2) + (0 \times 1) + (0 \times 1) + (1 \times 1) = 3$

จากตัวอย่างพบว่าจุดมุมบนซ้ายของเทมเพลตคือจุดอ้างอิงในการกำหนดจุดในภาพผลลัพธ์ ในความเป็นจริงแล้ว เราสามารถเลือกจุดใดๆ ในเทมเพลตให้เป็นจุดอ้างอิงก็ได้ การเลือกเอาจุดกึ่งกลางของเทมเพลตที่มีความกว้างและสูงเป็นจำนวนคี่ (เช่นเทมเพลตขนาด 3x3 3x5 5x5 และ 7x7 เป็นต้น) เป็นจุดอ้างอิงนับว่ามีความเหมาะสมยิ่ง อย่างไรก็ตามในแง่ของการเขียนโปรแกรมแล้ว การใช้จุดมุมเป็นจุดอ้างอิงจะลดความซับซ้อนในการเขียนโปรแกรมลงเนื่องจากไม่มีปัญหาสำหรับการคอนโวลูชันโดยใช้เทมเพลตที่มีขนาดไม่คงที่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้จุดมุมบนซ้ายเป็นจุดอ้างอิงในการทำคอนโวลูชันทุกครั้ง เว้นแต่มีการกำหนดให้เป็นอย่างอื่น

การคอนโวลูชันที่ไม่ยอมให้เทมเพลตเลื่อนออกนอกบริเวณขอบภาพเรียกว่าการคอนโวลูชันแบบไม่เป็นรายคาบ (aperiodic convolution) วิธีการนี้จะได้ภาพที่มีขนาดเล็กลง หากต้องการคงขนาดภาพไว้ จะต้องใช้การคอนโวลูชันแบบเป็นรายคาบ (periodic convolution) การคอนโวลูชันแบบนี้เปรียบเสมือนการม้วนภาพให้ขอบซ้ายมาชนกับขอบขวา และม้วนให้ขอบบนมาชนกับขอบล่าง เมื่อเทมเพลตเลื่อนตกขอบข้างใดข้างหนึ่งๆ ส่วนของเทมเพลตที่เลยขอบก็จะไปทับกับขอบภาพอีกด้านหนึ่ง(สิทธา ไชยเชตต์ 2548: 80)

วิธีการอย่างง่ายที่ทำให้ภาพผลลัพธ์มีขนาดเท่ากับภาพเริ่มต้นคือการเติมค่าศูนย์บริเวณรอบๆ ภาพเริ่มต้น เพื่อให้ภาพเริ่มต้นมีขนาดใหญ่ขึ้น หลังจากการคอนโวลูชันจะได้ภาพผลลัพธ์ที่มีขนาดเท่ากับภาพเริ่มต้นก่อนมีการชดเชย ภาพที่40แสดงการคอนโวลูชันที่มีการเติมค่าศูนย์ให้กับภาพเริ่มต้น

ภาพเริ่มต้น	ภาพเริ่มต้นหลังจากเติมศูนย์	เทมเพลต	ภาพผลลัพธ์
	0 0 0 0 0		
1 2 3	0 1 2 3 0	1 0 0	6 8 3
4 5 6	0 4 5 6 0	0 1 0	12 15 8
7 8 9	0 7 8 9 0	0 0 1	7 12 14
	0 0 0 0 0		

ภาพที่41 ผลของการเติมค่าศูนย์รอบภาพเริ่มต้นก่อนทำการคอนโวลูชัน

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.th:3000/assets/new>.

แม้เป็นกระบวนการประมวลผลภาพที่ง่าย แต่การคอนโวลูชันต้องใช้เวลาในการคำนวณสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการคอนโวลูชันระหว่างภาพและเทมเพลตที่มีขนาดใหญ่ หากภาพมี

ขนาด $M \times M$ และเทมเพลตมีขนาด $n \times n$ จะต้องมีการคูณถึง M^2n^2 ครั้ง ถ้า $M=512$ และ $n=16$ จะต้องมีการคูณประมาณ 32 ล้านครั้ง การคำนวณที่มากขนาดนี้ทำให้ไม่สามารถประมวลผลภาพเคลื่อนไหวในเวลาจริง (real-time) ได้ เว้นแต่จะมีฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบมาเฉพาะ สำหรับภาพและเทมเพลตที่มีขนาดใหญ่ ($M \geq 512$ และ $N \geq 32$) การแปลงภาพและเทมเพลตให้อยู่ในรูปของข้อมูลในโดเมนความถี่ (frequency domain) จะช่วยลดการคำนวณลงได้อย่างมาก จากตัวอย่างข้างต้น การคอนโวลูชันในโดเมนความถี่จะลดจำนวนครั้งของการคูณลงเหลือเพียง 256,000 ครั้งเท่านั้น การคอนโวลูชันในโดเมนความถี่จะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป (กรรทิพย์ กิตติรัตนพุกษ์ 2549 : 56)

5.5.2 เทมเพลตสำหรับกรองความถี่ต่ำผ่าน

เทมเพลตขนาด 3×3 ต่อไปนี้สามารถใช้เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของค่าความเข้มแสงในภาพ

1	1	1
1	1	1
1	1	1

ภาพที่ 41 เทมเพลตสำหรับกรองความถี่ต่ำผ่าน

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.th:3000/assets/new>.

ผลของการคอนโวลูชันกับเทมเพลตนี้จะเหมือนกับการหาผลรวมของจุดภาพทั้ง 9 จุดที่เทมเพลตซ้อนทับอยู่ การเปลี่ยนแปลงใดๆ ในบริเวณดังกล่าวจะถูกเฉลี่ยให้มีความราบเรียบ ผลที่ได้คือสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลง (เช่นสัญญาณรบกวนความถี่สูง) จะถูกลดทอน ภาพที่ได้จะมีความคมลดลง คุณสมบัตินี้เปรียบได้กับการกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน (สมเกียรติ วัฒนาประสพสุข 2549 : 78)

เทมเพลตการกรองความถี่ต่ำผ่านที่นิยมใช้อีกแบบหนึ่งคือ

1	3	1
3	16	3
1	3	1

ภาพที่ 42 เทมเพลตการกรองความถี่ต่ำผ่าน

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.th:3000/assets/new>.

เทมเพลตนี้จะเน้นความสำคัญของจุดที่อยู่ตรงกลางเทมเพลตเป็นพิเศษ โดยจะให้จุดกลางมีน้ำหนัก 50% ของทั้งหมด และให้น้ำหนักรวมของจุดทั้ง 4 ที่อยู่ด้านบน ด้านล่าง ด้านซ้าย และด้านขวาของจุดกลางมีค่าเท่ากับ 40% ส่วนจุดมุมทั้ง 4 มีน้ำหนักเพียง 10% โดยจุดที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางจะมีน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ห่างออกไป

5.5.3 เทมเพลตสำหรับกรองความถี่สูงผ่าน

สัญญาณความถี่สูงคือสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าไปมาอย่างรวดเร็ว ต่างกับสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งมีการเปลี่ยนค่าอย่างช้าๆ หรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย การกรองความถี่สูงผ่าน (High pass filter) ก็คือการกรองสัญญาณที่เพิ่มความแรงของสัญญาณที่มีความถี่สูงและลดความแรงของสัญญาณที่มีความถี่ต่ำ เทมเพลตต่อไปนี้ใช้สำหรับการกรองความถี่สูงผ่าน

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

ภาพที่ 43 เทมเพลตสำหรับกรองความถี่สูงผ่าน

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.th:3000/assets/new>.

จะเห็นว่าผลรวมของทุกค่าในเทมเพลตมีค่าเท่ากับศูนย์ซึ่งหมายความว่า ถ้าวางเทมเพลตนี้ลงบนบริเวณของภาพที่มีค่าความเข้มแสงคงที่ ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าเป็นศูนย์ อย่างไรก็ตาม ถ้าค่าที่บริเวณตรงกลางแตกต่างกับค่ารอบๆ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงค่าความแตกต่างยิ่งขึ้น(วรวิทย์ เปรมรัตนชัย 2550 : 40)

ภาพ	หลังจากการกรองความถี่สูงผ่าน	หลังจากการกรองความถี่ต่ำผ่าน
00000		
01110	2 1 2	4 6 4
01110	1 0 1	6 9 6
01110	1 0 1	6 9 6
01110	1 -5 1	11 14 11
01610	-4 20 -4	11 14 11
01110	2 -4 2	9 11 9
00000		

ภาพที่ 44 การกรองภาพด้วยเทมเพลต

ที่มา: ซีเอสไอ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 พฤษภาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.sdc.su.ac.th:3000/assets/new>.

จากภาพที่ 44 จะเห็นว่าหลังการกรองความถี่สูงผ่านขอบภาพจะเด่นชัด ส่วนที่เป็นค่าคงที่จะกลายเป็นศูนย์ และส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงจาก 1 เป็น 6 ถูกขยายเป็นจาก 4 ไป 20 สำหรับการกรองความถี่ต่ำผ่าน การเปลี่ยนถูกลดทอนลง ภาพผลลัพธ์มีความราบเรียบขึ้น

5.6 การปรับปรุงภาพเบลอด้วยการกรอง

การปรับปรุงภาพเบลอด้วยการกรอง คือการนำตัวกรองที่เหมาะสมมาประมวลผลด้วยการกรองภาพแบบเทมเพลตโดยเทมเพลตที่เรานำมาใช้นั้นหาได้จากกระบวนการทางประมวลผลภาพจาก อัลกอริทึมต่างๆ แล้วแต่กรณีที่เกิดภาพเบลอเนื่องจากภาพเบลอนั้นเกิดขึ้นจากหลายประเภท เช่น

1. เบลอจากการความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม
2. เบลอจากโฟกัสไม่เหมาะสม
3. เบลอจากการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์บันทึกภาพรวมถึงทิศทางและลักษณะในการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์บันทึกภาพด้วย

โดยการหาตัวกรองเทมเพลตที่เราจะนำมาใช้เพื่อปรับปรุงภาพเบลอนั้น จะหาได้จาก การกระทำทุกพิกเซลของภาพตามอัลกอริทึมแต่ละชนิดเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวกรองเทมเพลตที่เหมาะสมหรือที่มักเรียกว่าน็อยซ์(noise) แล้วทำการกรองแบบเทมเพลตที่ได้กล่าวมาแล้วอีกครั้งหนึ่งต่อไป (Castelman 2008 : 58)

$$R(x, y; v, k) = \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma_v^2}\right) \cdot \cos \frac{\pi}{\sigma_v} (x \cos \varphi_k + y \sin \varphi_k)$$

ที่

$$\sigma_v = (\sqrt{2})^{v+1}$$

$$\varphi_k = \frac{\pi}{4} k$$

อัลกอริทึม 1 ตัวกรองแบบปกติ (Regularity)

$$G(u, v) = \frac{H^*(u, v)}{|H(u, v)|^2 + K}$$

$$K = \frac{I_f^2}{I_x^2}$$

$$errorEnergy = E(\hat{X}(u, v) - X(u, v))^2$$

อัลกอริทึม 2 ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener)

$$z = h * u + \eta$$

$$\frac{1}{2} \|h * u - z\|_{L^2(\Omega)}^2 + \alpha \int_{\Omega} |\nabla u| \, dx dy + \alpha \int_{\Omega} |\nabla h| \, dx dy$$

อัลกอริทึม 3 ตัวกรองแบบ ไบลด์ คอนโวลูชัน (Blind Deconvolution)

$$p(y_i | \bar{x}) = \frac{(\sum_j h_{ij} x_j)^{y_i} e^{(-\sum_j h_{ij} x_j)}}{y_i!}$$

$$p(\bar{y}/\bar{x}) = \prod_i \left(\frac{(\sum_j h_{ij} x_j)^{y_i} e^{(-\sum_j h_{ij} x_j)}}{y_i!} \right)$$

อัลกอริทึม 4 การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

ภาพที่เคลื่อนไหวแบบที่วัตถุมีการเคลื่อนที่โดยมีความเร่ง (Nonlinear image) จะมีการใช้ตัวกรองที่ชื่อว่า Lucy-Richardson Filter ในการแก้ปัญหา มีพื้นฐานของสมการเป็นดังนี้

$$f_{k+1}^{\wedge}(x, y) = f_k^{\wedge}(x, y) \left[h(-x, -y) * \frac{g(x, y)}{h(x, y) * f_k^{\wedge}(x, y)} \right]$$

เมื่อ $f^{\wedge}(x, y)$ คือภาพที่มีการประมาณเป็นตัวตั้งต้นของการเริ่มทำซ้ำ (Massimo Piccadi 2000 : 50)

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การกรองสัญญาณด้วยตัวกรองวีเนอร์

ตัวกรองวีเนอร์โดยทั่วไปเรียกว่าตัวกรองที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการลดสัญญาณรบกวนแบบสุ่ม จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการนำตัวกรองดังกล่าวไปใช้อย่างแพร่หลาย อาทิ เช่น Musznicki and others (2006) ได้นำเสนอวิธีการใช้ตัวกรองวีเนอร์ในการประมาณค่าการแทรกสอดทางแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic interference) ที่เกิดจากตัวแปลงผันอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ซึ่งตัวกรองวีเนอร์ให้การประมาณที่มีความแม่นยำสูง งานวิจัยของ Nikolaev and others (2000) ได้ประยุกต์ใช้เวฟเลต (wavelet) เข้ากับตัวกรองวีเนอร์ในการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากเครื่องตรวจวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าของหัวใจ (ECG signals) และงานวิจัยของ Chen and others (2006) ได้นำเสนอวิธีการใช้ตัวกรองวีเนอร์ในการลดสัญญาณรบกวนของเสียงพูดจากเครื่องขยายเสียง โดยการเปรียบเทียบค่า SNR ก่อนและหลังการกรอง ซึ่งค่า SNR ภายหลังจากการกรองจะมีค่าสูงกว่า จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนั้น โดยทั่วไปแล้วการออกแบบตัวกรองวีเนอร์ ต้องทราบความสัมพันธ์ของฟังก์ชันสหสัมพันธ์อัตโนมัติ (autocorrelation) และสหสัมพันธ์ไขว้ (cross-correlation) ซึ่งยากต่อการคำนวณ จึงได้มีผู้พัฒนาตัวกรองแบบปรับตัวได้ (adaptive filter) ที่มีสูตรการคำนวณที่ง่ายและไม่ซับซ้อนขึ้น โดยงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการปรับพารามิเตอร์ของตัวกรองวีเนอร์ที่อาศัยวิธีค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (least mean square algorithm : LMS) ซึ่งจากการปรับพารามิเตอร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีงานวิจัยที่ใช้ตัวกรองแบบปรับตัวได้ ดังปรากฏ

ใน Akhaee and others (2005) ได้ประยุกต์ใช้เวฟเล็ทเข้ากับตัวกรองวีเนอร์ ที่อาศัยวิธี LMS ในการปรับตัวสำหรับการลดสัญญาณรบกวนในเสียงพูด จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวให้ผลการกรองที่น่าพอใจ งานวิจัยของ Wang and Milstien (1996) ได้ประยุกต์ใช้วิธี LMS ในการกำจัดสัญญาณรบกวนแถบความถี่แคบ (narrowband) ในตำแหน่งของการร่วมใช้ช่องสัญญาณแบบเข้ารหัส (code-division multiple-access : CDMA) ที่มีการซ้อนทับ จากการทดสอบที่ได้พบว่าวิธีการดังกล่าวมีสมรรถนะในการกรองสัญญาณรบกวนดีกว่า ตัวกรองวีเนอร์แบบดั้งเดิม งานวิจัยของ Christiansen and others (1985) ได้ประยุกต์ใช้วิธี LMS ในการกำจัดสัญญาณรบกวนในเสียงพูด ซึ่งการกรองสัญญาณรบกวนจะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมที่เหมาะสม และงานวิจัยของ Sun and Shu (2006) ได้ใช้วิธี LMS ในการควบคุมการสั่นสะเทือนของยานพาหนะที่มีแบบจำลองแบบ 2 ระดับขั้นความเสรี (two-degree-of-freedom) จากการจำลองผลพบว่าการควบคุมด้วยวิธี LMS มีประสิทธิภาพ และง่ายต่อการควบคุม

สัญญาณรบกวน

สัญญาณรบกวน (noise) เป็นสัญญาณไม่พึงประสงค์ ที่ผสมมากับสัญญาณข้อมูล และเป็นปรากฏการณ์แบบสุ่ม (random) ทำให้เราไม่สามารถบอกขนาดของสัญญาณรบกวน ณ เวลาใดเวลาหนึ่งได้แน่นอน แต่สามารถบอกกำลังงานเฉลี่ยของสัญญาณรบกวนได้โดยวิธีการทางสถิติ

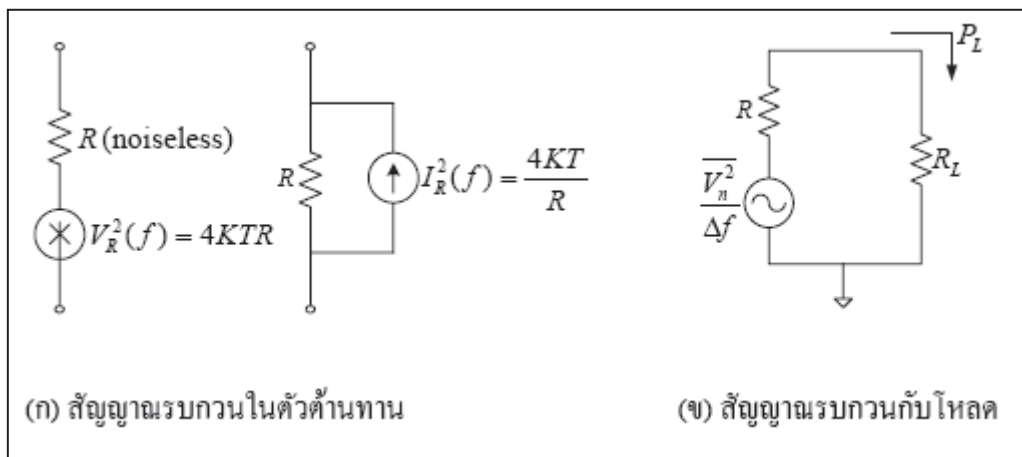
สัญญาณรบกวนเป็นสาเหตุที่ทำให้สัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องรับ มีค่าแตกต่างไปจากที่ควรจะเป็นและเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงยากที่สุด เนื่องจากเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน

รูปแบบของสัญญาณรบกวน

สัญญาณรบกวนเกิดขึ้นได้หลายสาเหตุ เช่น สภาพแวดล้อม ส่งผลให้เกิดสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าหรืออุณหภูมิ โดยแบ่งแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนได้เป็น 3 ประเภทหลัก คือ สัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิ สัญญาณรบกวนข้อผิดพลาด และสัญญาณรบกวนฟลิคเกอร์

1. สัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิ (thermal noise) เกิดจากการเคลื่อนที่แบบสุ่มตามอุณหภูมิของอิเล็กตรอนที่วิ่งผ่านตัวนำ ที่มีความต้านทานภายในวงจรดังภาพที่ 46 โดยความหนาแน่นสเปกตรัม (power spectrum density : PSD) ของสัญญาณรบกวนนี้มีลักษณะที่ราบเรียบหรือกล่าวได้ว่าทุกๆ ฮาร์โมนิกของสัญญาณรบกวนจะมีค่าพลังงานเท่ากันอย่างต่อเนื่องตลอดย่านสเปกตรัม บางครั้งเรียกสัญญาณรบกวนประเภทนี้เรียกว่าสัญญาณรบกวนขาว (white noise) ซึ่งเป็นสัญญาณรบกวนที่เราเกี่ยวข้องมากที่สุด เนื่องจากสัญญาณรบกวนประเภทอื่น ๆ จะมีค่า PSD ลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น แต่สัญญาณรบกวนขาว จะมีค่า PSD คงที่ตลอดทุกช่วงความถี่ โดยสัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุณหภูมิมี่ความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (probability density function : PDF) กระจายอย่างปกติ (normal distribution) หรือกระจายแบบเกาส์เซียน (Gaussian distribution) ที่มี

ค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ดังแสดงในภาพที่ 45 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณรบกวน (mean square value) หาได้จากสมการที่ (1) และมีกำลังเฉลี่ยของสัญญาณรบกวนที่เกิดกับโหลด ดังแสดงในรูปที่ (จ) เมื่อความต้านทานที่โหลด ($L R$) มีค่าเท่ากับความต้านทาน (R) ในระบบ สัญญาณรบกวนที่โหลดจะมีกำลังงานสูงสุด ดังสมการที่ (2)



ภาพที่ 45 วงจรสมมูลแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิในตัวต้านทาน
ที่มา: ไซเทค PDA [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก http://hitech.sanook.com/pda/news_05885.php.

$$\overline{v_n^2} = 4KTR \cdot \Delta f \quad (1)$$

$$P_n = \frac{1}{4R} \cdot \overline{v_n^2} \cdot B_n = KTB_n \quad (2)$$

$\overline{v_n^2}$ คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของสัญญาณรบกวน มีหน่วยเป็น (โวลต์)

P_n คือ ค่ากำลังเฉลี่ยของสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิ (วัตต์)

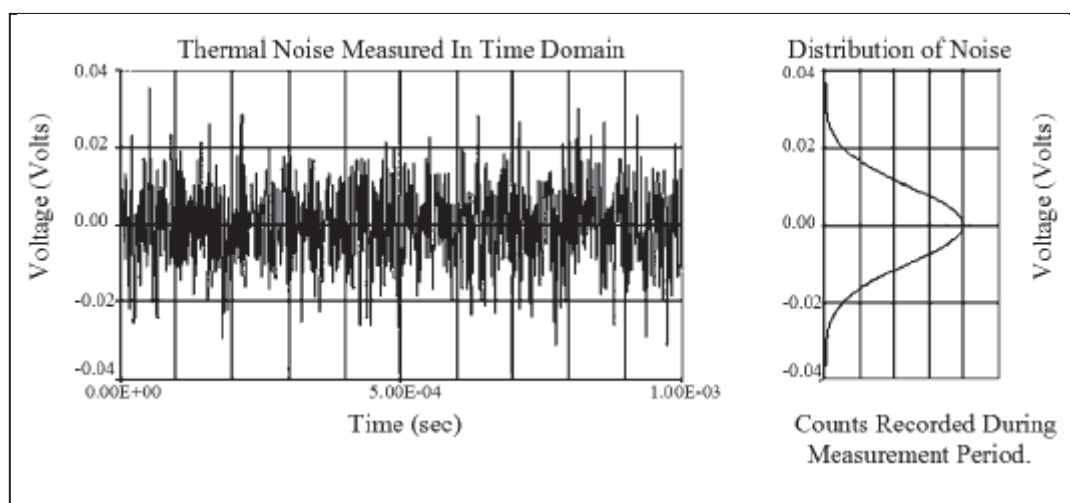
K คือ ค่าคงที่โบลทซ์แมน $= 1.38 \times 10^{-23}$ จูลต่อเคลวิน

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ (เคลวิน)

R คือ ค่าความต้านทาน (โอห์ม)

Δf คือ ช่วงความถี่ที่สนใจ (เฮิรตซ์)

B_n คือ ค่าแบนด์วิดท์สัญญาณรบกวน



ภาพที่ 46 การวัดในโดเมนเวลาและการกระจายทางสถิติของสัญญาณรบกวนขาว

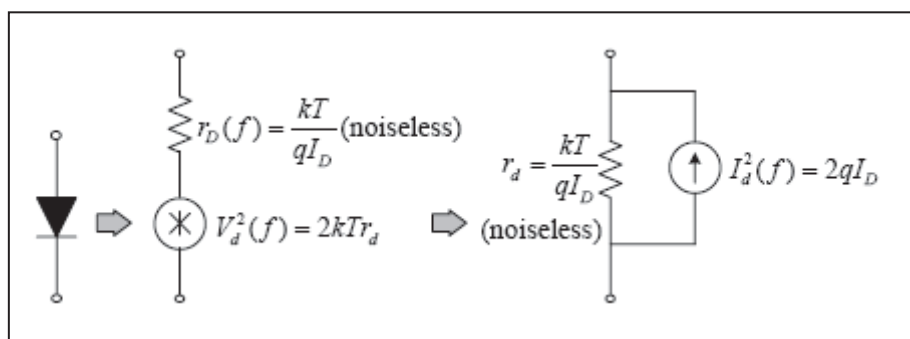
ที่มา: ไฮเทค PDA [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก http://hitech.sanook.com/pda/news_05885.php.

2. สัญญาณรบกวนช็อต (shot noise) เกิดจากการเคลื่อนที่แบบสุ่มของพาหะไฟฟ้าข้ามรอยต่อ p-n เมื่อมีกระแสไฟฟ้าตรงไหลในไดโอดและทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นสัญญาณรบกวนขาวเช่นเดียวกับสัญญาณรบกวนที่เกิดเนื่องจากอุณหภูมิ ดังแสดงวงจรสมมูลในภาพที่ 47 ซึ่งมีความหนาแน่นสเปกตรัม ดังสมการที่ (3)

$$\overline{i^2} = 2qI_D \quad (3)$$

โดยที่ q คือ ประจุอิเล็กตรอน = 1.6×10^{-19} คูลอมป์

I_D คือ กระแสไฟฟ้าตรงที่ไหลผ่านไดโอด (แอมแปร์)



ภาพที่ 47 วงจรสมมูลแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนช็อตในไดโอด

ที่มา: Apple Inc iPhone [Online], accessed 29 December 2008. Available from <http://www.apple.com>.

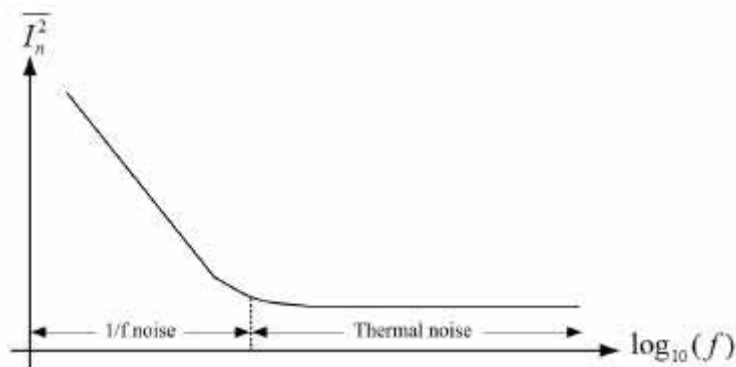
Com/iphone/

3. สัญญาณรบกวนฟลิคเกอร์ (flicker noise) หรือสัญญาณรบกวน $1/f$ ($1/f$ noise)

เกิดจากการติดกับ (Traps) ของพาหะนำไฟฟ้า จากความไม่บริสุทธิ์ (contamination) และความไม่สมบูรณ์ (defects) ในสารกึ่งตัวนำ และ PSD ของสัญญาณรบกวนจะเป็นเส้นกราฟที่มีความชัน $1/f$ ซึ่งจะมีค่าลดลงเรื่อย ๆ เมื่อความถี่เพิ่มมากขึ้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า pink noise โดย PSD ของสัญญาณรบกวนนี้จะขึ้นอยู่กับคุณภาพในกระบวนการผลิตสารกึ่งตัวนำต่าง ๆ แสดงได้ดังสมการที่ (4) และกราฟภาพที่ 48

$$\frac{\overline{i^2}}{\Delta f} = K_1 \frac{I^a}{f^b} \quad (4)$$

เมื่อ a ประมาณ 0.5-2 และ b ประมาณ 1 และ K_1 คือ ค่าคงที่ในแต่ละอุปกรณ์ (ได้จากการทดลอง)



ภาพที่ 48 ความหนาแน่นสเปกตรัมของ pink noise

ที่มา: Apple Inc iPhone [Online], accessed 29 December 2008. Available from <http://www.apple.com/iphone/>

4. สัญญาณรบกวนในเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน เป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนมาก การใช้งานมีความจำเป็นต้องควบคุมลำอิเล็กตรอนให้มีวงโคจรที่เหมาะสมในแบบของการควบคุมป้อนกลับ ซึ่งต้องมีการตรวจวัดและแสดงผลพารามิเตอร์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ระบบการตรวจวัดและแสดงผลของ SPS จะประสบกับการรบกวนค่อนข้างมากเป็นปกติ สัญญาณรบกวนต่าง ๆ มีทั้งย่านความถี่ต่ำ ย่านความถี่สูง ตลอดจนสัญญาณรบกวนจากแหล่งจ่ายไฟและอุปกรณ์แปลงสัญญาณ (ADC/DAC) การรบกวนเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการสั่นไหวของลำอิเล็กตรอน การแสดงผลบางส่วนอาจผิดพลาด และไม่ชัดเจน ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนที่เกิดจากตัวเฝ้าสังเกตตำแหน่งลำอิเล็กตรอน (beam position monitor : BPM) จากการปรัทศน์

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการรบกวนในเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน หรือเครื่องเร่งอนุภาคในรูปแบบคล้ายกัน ดังปรากฏใน Johnston and others (1967) ได้ศึกษาเรื่องการวัดตำแหน่งวงโคจรของลำอิเล็กตรอนที่มีความถี่ต่ำ มีการตั้งสมมติฐานว่าสัญญาณรบกวนที่เคลื่อนที่แบบสุ่ม (random noise) ซึ่งวัดได้จาก BPM ทั้งสัญญาณรบกวนจากวงจรขยาย และสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิ ต่างก็เป็นสัญญาณรบกวนขาว

งานวิจัยของ Spear (2005) ได้กล่าวถึงความสำคัญของสัญญาณรบกวนช็อต ที่เกิดจากรอยต่อ p-n ของไดโอดสำหรับการวัดค่ารังสีเอ็กซ์ โดยที่สัญญาณรบกวนช็อต เป็นสัญญาณรบกวนที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งก็คือสัญญาณรบกวนขาวที่มีความหนาแน่นของสเปกตรัมกำลังคงที่ งานวิจัยของ Spear and Russo (1996) ได้กล่าวไว้ว่าสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิ เป็นสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าที่มีต้นกำเนิดมาจากความต้านทาน (fR) ในวงจรออปแอมป์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ส่วนหนึ่งของเครื่องตรวจวัดการเบนของลำอิเล็กตรอน งานวิจัยของ Ellison Newberger and Shih (1991) ได้ศึกษาผลกระทบจากสัญญาณรบกวน RF phase ของลำอิเล็กตรอน ซึ่งมีสัญญาณรบกวน 3 ชนิดคือ สัญญาณรบกวนขาว สัญญาณรบกวนความถี่ต่ำผ่าน (low pass noise) และรอยบากในสัญญาณ (notched noise) พบว่ามีสัญญาณรบกวนเกิดจากสัญญาณรบกวนขาวมากกว่าสัญญาณรบกวนอีก 2 ชนิด และ Schopper (1993) ได้กล่าวถึง Schottky noise หรือสัญญาณรบกวนช็อตที่เกิดจากการสั่นของลำอิเล็กตรอน ซึ่งทั้งหมดได้รายงานตรงกันว่าสัญญาณรบกวนส่วนใหญ่คือสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิ และมีบางส่วนมาจากสัญญาณรบกวนช็อต ซึ่งทั้งสองประเภทจัดเป็นสัญญาณรบกวนขาว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการปรับปรุงคุณภาพของพยานหลักฐานที่เป็นสื่อบันทึกภาพถ่ายและภาพโทรทัศน์วงจรปิดจากภาพที่เบลอมีความพรางมัวให้ชัดเจนขึ้นในบทนี้ได้กล่าวถึงโครงสร้างระบบการปรับปรุงคุณภาพของพยานหลักฐานที่เป็นสื่อบันทึกภาพถ่ายและภาพวิดีโอให้มีความคมชัดขึ้น ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์และโครงสร้างทางซอฟต์แวร์

1. โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์สำหรับระบบการปรับปรุงคุณภาพของพยานหลักฐานที่เป็นสื่อบันทึกภาพถ่ายและภาพวิดีโอให้มีความคมชัดขึ้นจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ใน การทดสอบดังต่อไปนี้

1. ใช้ภาพที่บันทึกไฟล์สกุลJPEG

เป็นภาพที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลจำนวน 50 ภาพ ภาพหนึ่งจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดจำนวน 25 ภาพ และโดยภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล 25 ภาพ

- CPU ของ Intel Centrino Duo
- 1.6 GHz ความเร็ว 1.67 GHz
- RAM 1.5 MB
- การ์ดจอ On-board

2. การ์ดหน่วยความจำ

ใช้สำหรับเป็นหน่วยความจำเพิ่มเติมในการเก็บภาพ

3. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และมอโนเตอร์

ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมวิเคราะห์การปรับปรุงคุณภาพของพยานหลักฐาน ที่เป็นสื่อบันทึกภาพถ่ายและภาพวิดีโอให้มีความคมชัดขึ้นและแสดงผลการทดสอบ

2. โครงสร้างทางซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ประกอบด้วย

- 1.ระบบปฏิบัติการ Microsoft WindowsXP ProfessionalVersion 2008(SP2)
- 2.โปรแกรม Matlab version 7.0.6 (Release 13)

3. การทดลอง

การทดสอบในวิทยานิพนธ์นี้แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 ส่วนคือ

1. การปรับปรุงภาพพรมัวเนื่องจากความเร็ว ในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม ภาพทดสอบที่ซึ่งถูกใช้ในการทดลองการปรับภาพเบลออกจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพ ในการหาคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR
2. การปรับปรุงภาพพรมัวเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสม ภาพทดสอบที่ซึ่งถูกใช้ในการทดลองการปรับภาพเบลออกจากโฟกัสไม่เหมาะสม ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพ ในการหาคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR
3. การปรับปรุงภาพพรมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม ภาพทดสอบที่ซึ่งถูกใช้ในการทดลองการปรับภาพเบลออกจากโฟกัสไม่เหมาะสม ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพ ในการหาคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR
4. การปรับปรุงภาพพรมัวเนื่องจากความเร็ว ในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม และสัญญาณรบกวน ภาพทดสอบที่ซึ่งถูกใช้ในการทดลองการปรับภาพเบลจากการความเร็ว ในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและเกิดสัญญาณรบกวน ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพ ในการหาคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR

3.1 รายละเอียดของระบบที่ใช้ทดสอบ

ในการทดสอบได้แบ่งรายละเอียดของการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนคือ รายละเอียด ทางฮาร์ดแวร์และ รายละเอียดทางซอฟต์แวร์ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 รายละเอียดของระบบที่ใช้ทดสอบ

Hardware	Micro-Computer	Processor	Intel Centrino Duo 1.6 GHz
		Memory	2.2 GB of RAM
	Database Input	Image	50 ภาพ
Software	Operating System	Windows	Version 2008
	Program Simulation	Matlab	Version 7.0.6

3.2 ไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ภาพทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้นำมาจาก 50 ภาพทั้งหมดอยู่ในรูปแบบไฟล์ .JPG

ตารางที่ 11 แสดงรูปแบบไฟล์ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2

ประเภทภาพ	ขนาดของ ภาพ	ชนิดของ ภาพ	ข้อมูลที่ใช้ในการ ทดสอบระบบ (ไฟล์)
1. ภาพร่ำมัวจากโทรทัศน์วงจรปิด	256×256	.JPG	25
2. ภาพร่ำมัวจากกล้องดิจิตอล	256×256	.JPG	25

ข้อมูลภาพทดสอบแสดง 2 ประเภทของภาพ รวมทั้งสิ้น 50 ภาพ (50ไฟล์)

ตารางที่ 12 แสดงรูปแบบข้อมูลภาพที่ใช้ในการทดสอบส่วนที่ 2

Items	Configuration
Image memory	- Size 256×256 pixels - Color image
CPU	- Intel core 2 duo 2.2 GHz - 2 RAM MB
Software	- Mathlab v.7.0.6
Training data	- ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 10 ภาพ - ภาพจากกล้องดิจิตอล



ภาพที่ 48 ตัวอย่างภาพรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV รุ่น FK-908DVD.H



ภาพที่ 49 ตัวอย่างภาพบุคคลที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV รุ่น FK-908DVD.H



ภาพที่ 50 ตัวอย่างภาพบุคคลที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV รุ่น FK-908DVD.H



ภาพที่ 51 ตัวอย่างภาพบุคคลที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV รุ่น FK-908DVD.H



ภาพที่ 52 ตัวอย่างภาพสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV รุ่น FK-908DVD.H



ภาพที่ 53 ตัวอย่างภาพบุคคลและสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องวงจรปิด CCTV รุ่น FK-908DVD.H



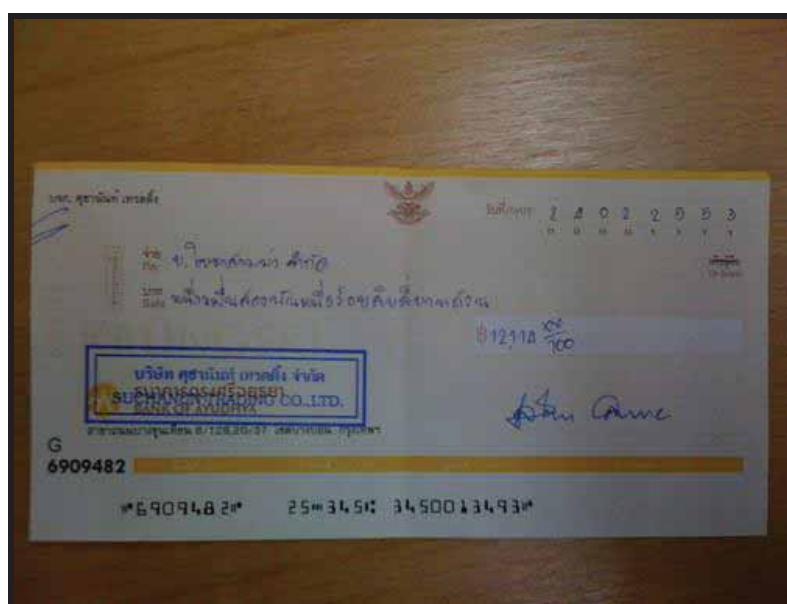
ภาพที่ 54 ตัวอย่างภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล Sony Cyber-Short T900



ภาพที่ 55 ตัวอย่างภาพรอยบาดแผลที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล Sony Cyber-Short T900



ภาพที่ 56 ตัวอย่างภาพปืนและกระสุนปืนที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล Sony Cyber-Short T900



ภาพที่ 57 ตัวอย่างภาพแคชเชียร์เช็คที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล Sony Cyber-Short T900



ภาพที่ 58 ตัวอย่างภาพลายนิ้วมือที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล Sony Cyber-Short T900



ภาพที่ 59 ตัวอย่างภาพสถานที่เกิดเหตุที่ใช้ในการทดสอบ จากกล้องดิจิทัล Sony Cyber-Short T900

4. สถาปัตยกรรมของระบบ

4.1 โครงสร้างของระบบ

การทำงานของโปรแกรมเป็นลักษณะของ Application จะทำงานแบบ Stand alone ที่สามารถเปิดไฟล์รูปภาพประเภท JPEG, GIF, TIFF, BMP ได้จากแฟ้มข้อมูลหลังจากนั้นทำการใส่ฟังก์ชันที่ทำให้ภาพพร่ามัว(Blur) แล้วปรับปรุงภาพเบลอซึ่งสามารถบันทึกผลที่ได้ลงไปแฟ้มข้อมูลได้ดังภาพที่ 60



ภาพที่ 60 โครงสร้างของระบบโปรแกรม Image restoration

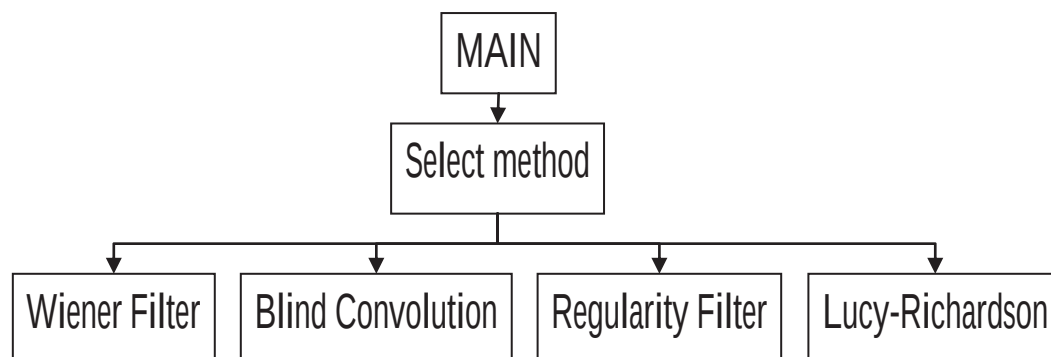
4.1.1 โครงสร้างโปรแกรมเพื่อใช้ในการฟื้นฟูปรับปรุงคุณภาพของภาพ

1. Menu Bar สำหรับเลือกภาพอินพุต
2. Menu Bar สำหรับเก็บเลือกวิธีการปรับปรุงภาพเบลอ
3. Menu Bar สำหรับเก็บเลือกลักษณะของสัญญาณรบกวนหรือฟังก์ชันการกระจายของจุด (Point Spread Function)
4. Output Area สำหรับเก็บคำสั่งที่ใช้ในการแสดงรูปภาพ

4.2 องค์ประกอบ และ ความต้องการของระบบ

องค์ประกอบที่ใช้ประมวลผลโปรแกรมการปรับปรุงภาพเบลอนี้จะใช้องค์ประกอบใด ๆ ก็ได้เนื่องจากโปรแกรมนี้นี้ถูกพัฒนาจากโปรแกรม Matlab

4.3 แผนผังคลาสของโปรแกรม



ภาพที่ 61 แผนผังคลาสของโปรแกรมปรับปรุงภาพเบลอ

5. วิธีและขั้นตอนที่ใช้ในการปรับปรุงภาพ

สำหรับวิธีและขั้นตอนในการฟื้นฟูปรับปรุงภาพพรมัว(Blur)ให้ชัดเจนขึ้นได้เลือกใช้ 4 เทคนิคคือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลัด ดีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

5.1.1.รับภาพอินพุตจากกล้องดิจิทัล



ภาพที่ 62 แสดงป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้เป็นภาพอินพุต

โปรแกรมสำหรับรับภาพอินพุต

```
I = imread('D:/IMAGE/a3.jpg');  
I = imresize(I,[256 256])
```

5.1.2 สร้างสัญญาณรบกวนหรือฟังก์ชันการกระจายของจุด (Point spread function)



ภาพที่ 63 แสดงภาพป้ายทะเบียนรถยนต์ ทดสอบโดยสร้างสัญญาณรบกวนหรือฟังก์ชันการกระจายของจุด

โปรแกรมสำหรับสร้างฟังก์ชันการกระจายของจุด

Create a PSF

```
%PSF = fspecial('motion',LEN,THETA);
```

```
PSF = fspecial('motion',LEN,THETA)
```

โปรแกรมสำหรับสร้างภาพเบลจากการเคลื่อนที่

```
Blurred = imfilter(I,PSF,'circular','conv');
```



ภาพที่ 64 แสดงภาพท้ายทะเบียนรถยนต์ ทดสอบโดยโปรแกรมสำหรับสร้างภาพเบลจากการเคลื่อนที่

โปรแกรมสำหรับสร้างภาพเบลจากสัญญาณรบกวน

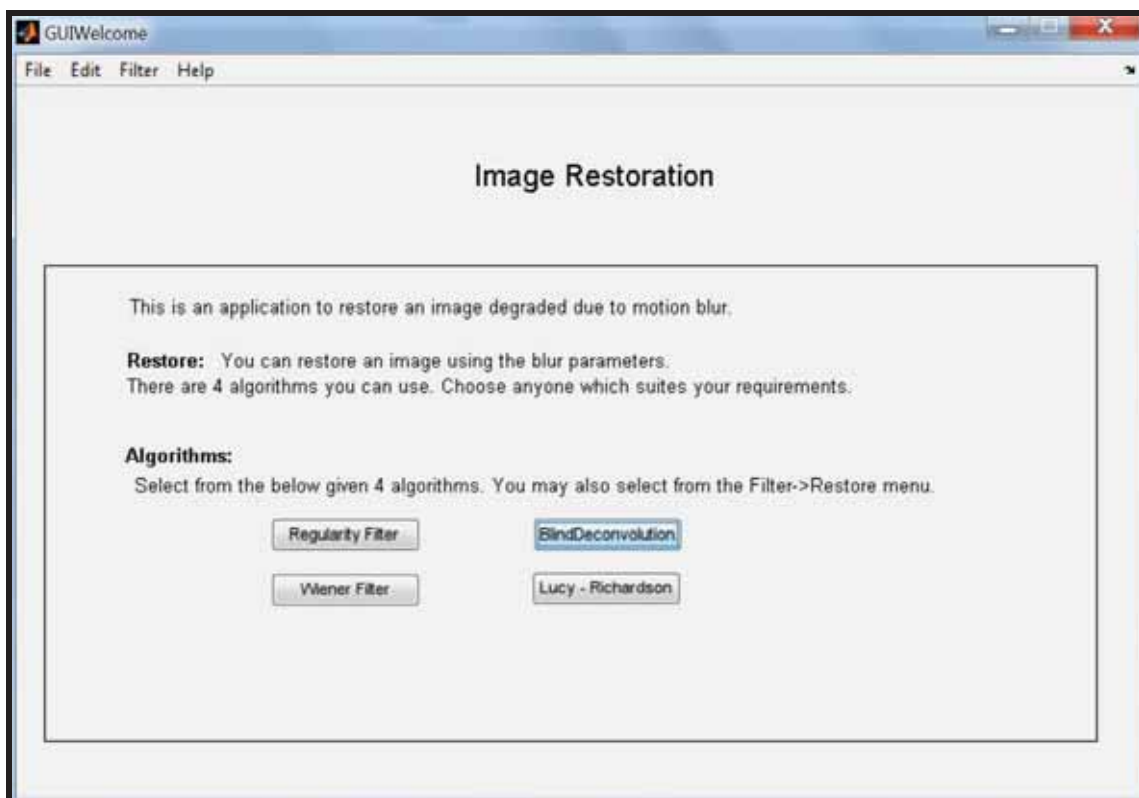
```
noise = 0.1*randn(size(I));
```

```
BlurredNoisy = imadd(Blurred,imzuint8(noise));
```



ภาพที่ 65 แสดงภาพท้ายทะเบียนรถยนต์ ทดสอบโดยโปรแกรมสำหรับสร้างภาพเบลจากสัญญาณรบกวน

5.1.3 เลือกวิธีใดวิธีหนึ่งระหว่าง ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลด์ คีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson) แล้วปรับปรุงภาพเบลอ



ภาพที่ 66 แสดงภาพGUI ในการเลือกขบวนการปรับปรุงภาพ

โปรแกรมสำหรับปรับปรุงโดยใช้ตัวกรองปกติ (**Regularity Filter**)

```
function resim = Regularity(ifbl, LEN, THETA, handle)
```

```
%Function to restore the image using Regularity Filter
```

```
%Inputs: ifbl, LEN, THETA.
```

```
%Returns: resim.
```

```
%
```

```
%ifbl: It is the input image.
```

```
%THETA: It is the blur angle. The angle at which the image is blurred.
```

```
%LEN: It is the blur length. The length is the number
```

```

%    of pixels by which the image is blurred.
%handle: It is the handle to the waitbar(progress bar).
%resim: It is the restored image.
%
%Example:
%    resim = Regularity(image, LEN, THETA);
%    This call takes image, blur length & blur angle as input
%    and returns the restored image.

%No of steps in the algorithm
steps = 6;

%Converting to frequency domain
fbl = fft2(fbl);
waitbar(1/steps, handle);

%Create PSF of degradation
PSF = fspecial('motion',LEN,THETA);
waitbar(2/steps, handle);

%Convert psf to otf of desired size
%OTF is Optical Transfer Function
OTF = psf2otf(PSF, size(fbl));
waitbar(3/steps, handle);

%To avoid divide by zero error
for i = 1:size(OTF, 1)
    for j = 1:size(OTF, 2)
        if OTF(i, j) == 0
            OTF(i, j) = 0.000001;

```

```
end  
end  
end  
waitbar(4/steps, handle);  
  
%Restoring the image using Inverse Filter  
fdebl = fbl./OTF;  
waitbar(5/steps, handle);  
  
%Converting back to spatial domain using IFFT  
resim = ifft2(fdebl);  
waitbar(6/steps, handle);
```



ภาพที่ 67 แสดงภาพทะเบียนรถยนต์ ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับปรับปรุงภาพโดยใช้ตัวกรองปกติ (Regularity Filter)

โปรแกรมสำหรับปรับปรุงโดยใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

```
function resim = Lucy(ifbl, LEN, THETA, iterations, handle)
%Function to restore the image using Lucy-Richardson
%Inputs: ifbl, LEN, THETA, iterations.
%Returns: resim
%
%ifbl: It is the input image.
%THETA: It is the blur angle. The angle at which the image is blurred.
%LEN: It is the blur length. The length is the number
%      of pixels by which the image is blurred.
%iterations: It is the number of iterations.
%handle: It is the handle to the waitbar(progress bar).
%resim: It is the restored image.
%
%Example:
%      resim = Lucy(image, LEN, THETA, iterations);
%      This call takes image, blur length, blur angle & no. of iterations
%      as input and returns the restored image

%Preprocessing
%Performing Median Filter before restoring the blurred image
ifbl = medfilt2(abs(ifbl));

%Initialising the initial estimate to the blurred image
est = ifbl;

%Create PSF of degradation
PSF = fspecial('motion',LEN,THETA);

%Convert psf to otf of desired size
```

```

%OTF is Optical Transfer Function
OTF = psf2otf(PSF,size(ifbl));

i = 1;
while i<=iterations
    %Converting the estimate to frequency domain
    fest = fft2(est);

    %Multiplying OTF with the estimate in frequency domain
    fblest = OTF.*fest;

    %Converting the blurred image estimate to spatial domain
    ifblest = ifft2(fblest);

    %Calculating ratio of blurred image and estimate of the deblurred image
    iratio = ifbl./ifblest;
    %Converting the ratio to frequency domain
    firatio = fft2(iratio);
    %Calculating the correction vector
    corrvec = OTF .* firatio;

    %Converting the correction vector to spatial domain
    icorrvec = ifft2(corrvec);

    %Multiplying correction vector & estimate of deblurred image to find next estimate
    aftercorr = icorrvec.*est;
    est = aftercorr;

    %Setting the waitbar indicating how much is completed
    waitbar(i/iterations, handle);

```

```

    i = i+1;
end

%Restored image
resim = abs(est);

```



ภาพที่ 68 แสดงภาพทะเบียนรถยนต์ ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับปรับปรุงภาพโดยใช้ตัวกรองแบบลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

โปรแกรมสำหรับปรับปรุงโดยใช้ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener)

```

function resim = Wiener(ifbl, LEN, THETA, SNR, handle)
%Function to restore the image using Wiener Filter
%Inputs: ifbl, LEN, THETA, SNR.
%Returns: resim.
%
%ifbl: It is the input image.
%THETA: It is the blur angle. The angle at which the image is blurred.
%LEN: It is the blur length. The length is the number
% of pixels by which the image is blurred.

```

```

%SNR: It is the signal to noise ratio of the image.
%handle: It is the handle to the waitbar(progress bar).
%resim: It is the restored image.
%
%Example:
%    resim = Wiener(image, LEN, THETA, SNR);
%    This call takes image, blur length, blur angle & SNR as input
%    and returns the restored image.

%No of steps in the algorithm
steps = 8;

%Preprocessing
%Performing Median Filter before restoring the blurred image
ifbl = medfilt2(abs(ifbl));
waitbar(1/steps, handle);

%Converting to frequency domain
fbl = fft2(ifbl);
waitbar(2/steps, handle);

%Create PSF of degradation
PSF = fspecial('motion',LEN,THETA);
waitbar(3/steps, handle);

%Convert psf to otf of desired size
%OTF is Optical Transfer Function
%fbl is blurred image in frequency domain
OTF = psf2otf(PSF,size(fbl));
waitbar(4/steps, handle);

```

```
%Conjugate for modulus aquisition
OTFC = conj(OTF);
modOTF = OTF.*OTFC;
waitbar(5/steps, handle);

%To avoid divide by zero error
for i = 1:size(OTF, 1)
    for j = 1:size(OTF, 2)
        if OTF(i, j) == 0
            OTF(i, j) = 0.000001;
        end
    end
end
waitbar(6/steps, handle);

%Deblurring image using WEINER FILTER formula
debl = ((modOTF./(modOTF+SNR))./(OTF)).*fbl;
lbed = ifft2(debl);
waitbar(7/steps, handle);

%Restored image
resim = lbed;
waitbar(8/steps, handle);
```



ภาพที่ 69 แสดงภาพทะเบียนรถยนต์ ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับปรับปรุงภาพโดยใช้ตัวกรองแบบเวียนเนอร์ (Wiener)

โปรแกรมสำหรับปรับปรุงโดยใช้ตัวกรองแบบ บลัด ดีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution)

```
function resim = BlindDeconvolution (ifbl, LEN, THETA, handle)
%Function to restore the image using BlindDeconvolution Filter
%Inputs: ifbl, LEN, THETA.
%Returns: resim.
%
%ifbl: It is the input image.
%THETA: It is the blur angle. The angle at which the image is blurred.
%LEN: It is the blur length. The length is the number
%      of pixels by which the image is blurred.
%handle: It is the handle to the waitbar(progress bar).
%resim: It is the restored image.
%
%Example:
%      resim = BlindDeconvolution (image, LEN, THETA);
%      This call takes image, blur length & blur angle as input
%      and returns the restored image.
```

```

%No of steps in the algorithm
steps = 6;
%Converting to frequency domain
fbl = fft2(fbl);
waitbar(1/steps, handle);

%Create PSF of degradation
PSF = fspecial('motion',LEN,THETA);
waitbar(2/steps, handle);

%Convert psf to otf of desired size
%OTF is Optical Transfer Function
OTF = psf2otf(PSF, size(fbl));
waitbar(3/steps, handle);
%To avoid divide by zero error
for i = 1:size(OTF, 1)
    for j = 1:size(OTF, 2)
        if OTF(i, j) == 0
            OTF(i, j) = 0.000001;
        end
    end
end
waitbar(4/steps, handle);

%Restoring the image using Inverse Filter
fdebl = fbl./OTF;
waitbar(5/steps, handle);
%Converting back to spatial domain using IFFT
resim = ifft2(fdebl);
waitbar(6/steps, handle);

```



ภาพที่ 70 แสดงภาพทะเบียนรถยนต์ ที่ได้จากโปรแกรมสำหรับปรับปรุงภาพ โดยการใช้ตัวกรองแบบไบลต์ คิคอน โวลูชัน (Blind Deconvolution)

วิธีการประเมินผลคุณภาพของภาพ

ในส่วนของการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของวิธีการที่ได้นำเสนอ กระทำโดยการหาอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่บ่งบอกถึงคุณภาพที่เปลี่ยนระหว่างรูปภาพสองภาพมาใช้ในการเปรียบเทียบที่สถานะต่าง ๆ กัน ซึ่งกำหนดโดย

$$\text{PSNR} = 10 \log_{10} (b/\text{RMSE})$$

เมื่อ b คือ ค่าสูงสุด ในการทดลองนี้ใช้ภาพต้นฉบับเป็นภาพสี RGB ดังนั้น b จึงมีค่าเท่ากับ 256 ส่วนค่า RMSE คือค่า Root Mean Square Error ซึ่งกำหนดโดย

$$\text{RMSE}^2 = \text{MSE}$$

$$\text{โดยที่ } \text{MSE} = (1/MN) \left[\sum_m \sum_n |I(m,n) - I_w(m,n)|^2 \right]$$

เมื่อ $M \times N$ คือ จำนวนพิกเซลทั้งหมดของภาพ

$I(m,n)$ คือ ค่าพิกเซล (m,n) ของภาพต้นฉบับ

$I_w(m,n)$ คือ ค่าพิกเซล (m,n) ของภาพที่ปรับปรุงแล้ว

โปรแกรมสำหรับประเมินผลคุณภาพของภาพ Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

```
function [absdiff, snr, psnr, imfid, mse] = compare(originalimg, restoredimg)
%Average absolute difference
%{
md = originalimg - restoredimg;
mdsize = size(md);
summation = 0;
for i = 1:mdsize(1);
    for j = 1:mdsize(2);
        summation = summation + abs(md(i,j));
    end
end

absdiff = summation/(mdsize(1)*mdsize(2));
%}
%Signal to Noise Ratio (SNR)
%{
md = (originalimg - restoredimg).^2;
mdsize = size(md);
summation = 0;
sumsq=0;
for i = 1:mdsize(1);
    for j = 1:mdsize(2);
        summation = summation + abs(md(i,j));
        sumsq = sumsq + (originalimg(i,j)^2);
    end
end
snr = sumsq/summation;
snr = 10 * log10(snr);
%}
```

```

%Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)
%{
md = (originalimg - restoredimg).^2;
mdsize = size(md);
summation = 0;
sumsq=0;
for i = 1:mdsize(1);
    for j = 1:mdsize(2);
        summation = summation + abs(md(i,j));
    end
end

psnr = size(originalimg, 1) * size(originalimg, 2) *
max(max(originalimg.^2))/summation;
psnr = 10 * log10(psnr);
%}

%Image Fidelity
md = (originalimg - restoredimg).^2;
mdsize = size(md);
summation = 0;
sumsq = 0;
for i = 1:mdsize(1);
    for j = 1:mdsize(2);
        summation = summation + abs(md(i,j));
        sumsq = sumsq + (originalimg(i,j)^2);
    end
end

imfid = (1-summation)/sumsq;
%}

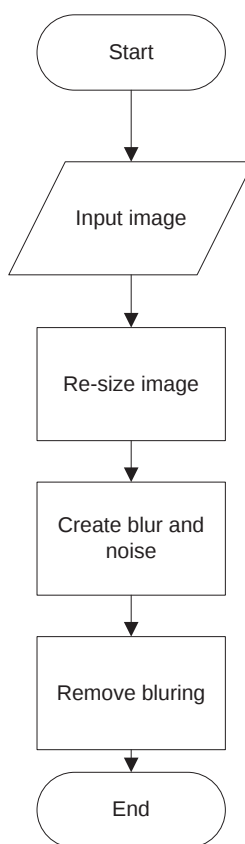
```

```
%Mean Square Error
%{
diff = originalimg - restoredimg;
diff1 = diff.^2;
mse = mean(mean(diff1));
%}
```

6. วิธีและขั้นตอนการทดลอง

การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม

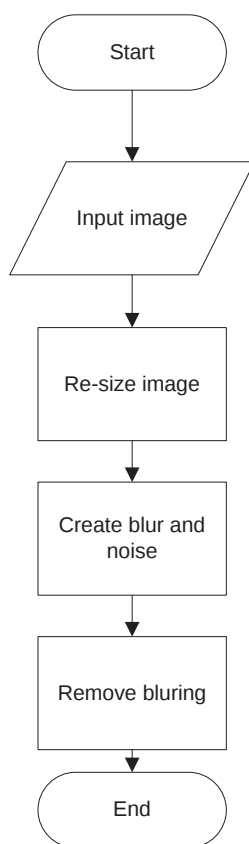
ในการทดสอบนี้เราปรับค่า LEN พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-45 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละห้า และปรับค่า THETA พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-13 ทั้งสองพารามิเตอร์ สร้างโดยการใช้ฟังก์ชัน `fspecial` ในโปรแกรม Matlab ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง สำหรับข้อมูลในการทดสอบ ใช้ภาพทดสอบ 50 ภาพ โดยแบ่งเป็นภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 25 ภาพ และจากกล้องดิจิทัล 25 ภาพ ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ ได้ใช้วิธี PSNR สำหรับเปรียบเทียบ 4 วิธีในการปรับภาพพรางมัว (Blur) คือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลัด ดีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)



ภาพที่ 71 แผนผังแสดงการปรับภาพร่ามัว(Blur)จากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม

การปรับปรุงภาพร่ามัวเนื่องจากจากโฟกัสไม่เหมาะสม

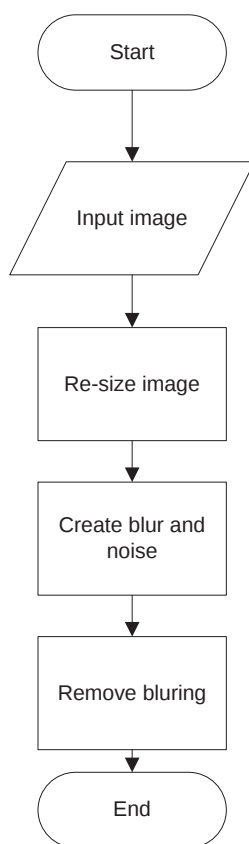
ในการทดสอบนี้ปรับค่า LEN พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-45 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละห้า โดยที่คูณ 2 ให้กับช่วงที่ช่วงบน LEN พารามิเตอร์ และ ปรับค่า THETA พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-13 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง ทั้งสองพารามิเตอร์สร้างโดยการใช้ฟังก์ชัน fspecial ในโปรแกรม Matlab สำหรับข้อมูลในการทดสอบได้ใช้ภาพทดสอบ 50 ภาพ โดยแบ่งเป็นภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 25 ภาพ และ จากกล้องดิจิทัล 25 ภาพ ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ ใช้วิธี PSNR สำหรับเปรียบเทียบ 4 วิธีในการปรับภาพร่ามัว(Blur)คือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบเวียนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบส์ คีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)



ภาพที่ 72 แผนผังแสดงการปรับภาพพรางมัว (Blur) จากโฟกัสไม่เหมาะสม

การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม

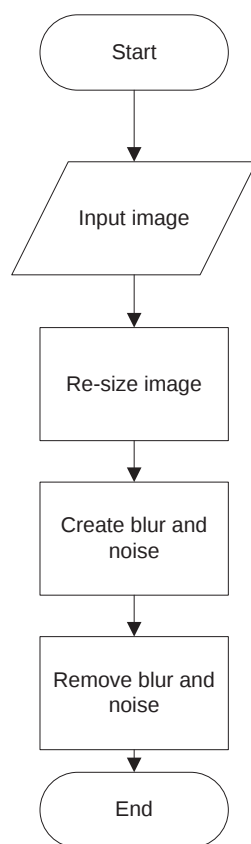
ในการทดสอบนี้ปรับค่า LEN พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-45 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละห้า และปรับค่า THETA พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-13 โดยที่คูณ 2 ให้กับช่วงที่ช่วงบน THETA พารามิเตอร์ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง ทั้งสองพารามิเตอร์สร้างโดยใช้ฟังก์ชัน fspecial ในโปรแกรม Matlab สำหรับข้อมูลในการทดสอบใช้ภาพทดสอบ 50 ภาพ โดยเป็นภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 25 ภาพ และ จากกล้องดิจิทัล 25 ภาพ ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ ได้ใช้วิธี PSNR สำหรับเปรียบเทียบ 4 วิธีในการปรับภาพพรางมัว(Blur)คือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบเวียนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลด์ คีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)



ภาพที่ 73 แผนผังแสดงการปรับภาพพรางมัว(Bur)จากเลนส์ไม่เหมาะสม

การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวน

ในการทดสอบนี้ปรับค่า LEN พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-45 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละห้า และปรับค่า THETA พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-13 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง ทั้งสองพารามิเตอร์สร้างโดยใช้ฟังก์ชัน fspecial ในโปรแกรม Matlab ซึ่งในแต่ละการทดสอบเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปด้วยโดยใช้ฟังก์ชัน imadd ในโปรแกรม Matlab ในการสร้าง สำหรับข้อมูลในการทดสอบใช้ภาพทดสอบ 50 ภาพ โดยเป็นภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 25 ภาพ และ จากกล้องดิจิตอล 25 ภาพ ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR สำหรับเปรียบเทียบ 4 วิธีในการปรับภาพเบลอคือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลัด ดีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)



ภาพที่ 74 แผนผังแสดงการปรับภาพพร่ามัว (Blur) จากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลของการวิจัย

การทดลองในการวิจัยนี้ แบ่งการทดลองเป็น 4 ส่วนคือ

1. การปรับปรุงภาพพรวด็วเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม ภาพทดสอบที่ซึ่งถูกใช้ในการทดลองการปรับภาพเบลออกจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพ ในการหาคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR
2. การปรับปรุงภาพพรวด็วเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสม ภาพทดสอบที่ซึ่งถูกใช้ในการทดลองการปรับภาพเบลออกจากโฟกัสไม่เหมาะสม ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพ ในการหาคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR
3. การปรับปรุงภาพพรวด็วเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม ภาพทดสอบที่ซึ่งถูกใช้ในการทดลองการปรับภาพเบลออกจากโฟกัสไม่เหมาะสม ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพ ในการหาคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR
4. การปรับปรุงภาพพรวด็วเนื่องจากความเร็ว ในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม และสัญญาณรบกวน ภาพทดสอบที่ซึ่งถูกใช้ในการทดลองการปรับภาพเบลจากการความเร็ว ในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและเกิดสัญญาณรบกวน ประกอบด้วยภาพ 50 ภาพ ในการหาคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR

1. การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม

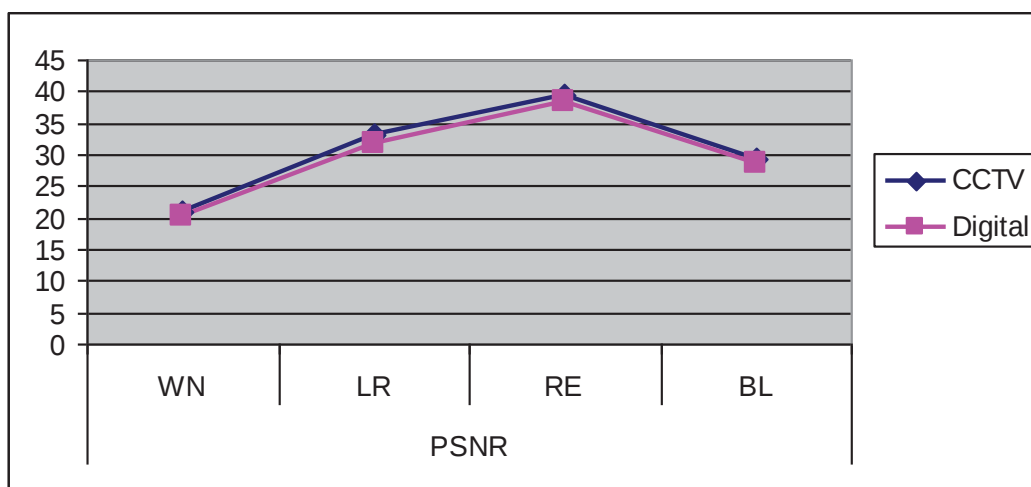
ในการทดสอบนี้ปรับค่า LEN พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-45 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละห้า และปรับค่า THETA พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-13 ทั้งสองพารามิเตอร์สร้างโดยการใช้ฟังก์ชัน f-special ในโปรแกรม Matlab ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง สำหรับข้อมูลในการทดสอบใช้ภาพทดสอบ 25 ภาพ โดยแบ่งเป็นภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 25 ภาพ และ จากกล้องดิจิทัล 25 ภาพ ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR และ 4 วิธีในการปรับภาพพรางมัวให้ชัดเจนขึ้น คือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลด์ คีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

ตารางที่ 13 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม โดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

	PSNR			
	WN	LR	RE	BL
CCTV	21.0696	32.9697	39.3933	29.1294

ตารางที่ 14 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม โดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล

	PSNR			
	WN	LR	RE	BL
Digital	20.0668	31.7097	38.3320	28.5222



ภาพที่ 72 แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรางมั่วเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมระหว่างกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและดิจิทัล

2. การปรับปรุงภาพพรางมั่วเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสม

ในการทดสอบนี้ปรับค่า LEN พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-45 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละห้า โดยที่คูณ 2 ให้กับช่วงที่ช่วงบน LEN พารามิเตอร์ และ ปรับค่า THETA พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-13 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง ทั้งสองพารามิเตอร์สร้างโดยการใช้ฟังก์ชัน fspecial ในโปรแกรม Matlab สำหรับข้อมูลในการทดสอบใช้ภาพทดสอบ 50 ภาพ โดยแบ่งเป็นภาพจากกล้อง CCTV 25 ภาพ และ จากกล้องดิจิทัล 25 ภาพ ในการเปรียบเทียบใช้วิธี PSNR สำหรับเปรียบเทียบ 4 วิธีในการปรับภาพพรางมั่วคือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลด์ ดีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

ตารางที่15 การปรับปรุงภาพพรางมั่วเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสมโดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

	PSNR			
	WN	LR	RE	BL
CCTV	16.6477	13.3261	20.9145	22.3263

ตารางที่ 16 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสมโดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล

	PSNR			
	WN	LR	RE	BL
Digital	16.5921	13.1173	19.8074	21.9803



ภาพที่ 73 แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสมระหว่างกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและกล้องดิจิทัล

3. การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม

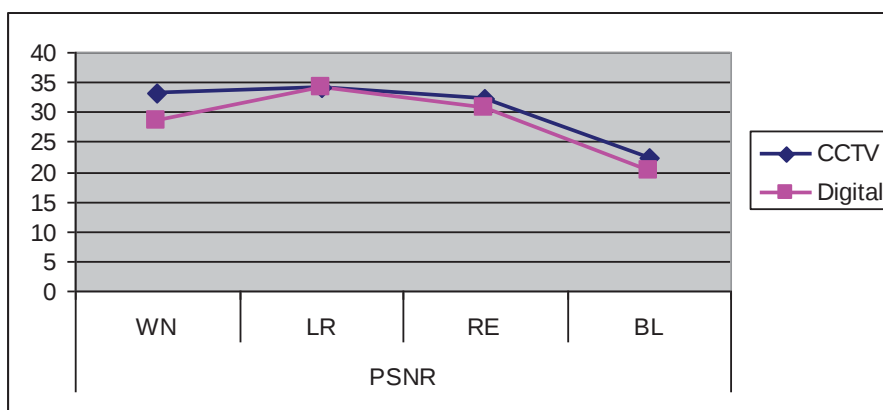
ในการทดสอบนี้ปรับค่า LEN พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-45 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละห้า และปรับค่า THETA พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-13 โดยที่คูณ 2 ให้กับช่วงที่ช่วงบน THETA พารามิเตอร์ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง ทั้งสองพารามิเตอร์สร้างโดยการใช้ฟังก์ชัน fspecial ในโปรแกรม Matlab สำหรับข้อมูลในการทดสอบใช้ภาพทดสอบ 50 ภาพ โดยแบ่งเป็นภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 25 ภาพ และภาพจากกล้องดิจิทัล 25 ภาพ ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพใช้วิธี PSNR สำหรับเปรียบเทียบ 4 วิธีในการปรับภาพพรางมัวคือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบเวียนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลด์ คิคอนวอลูชัน (Blind Deconvolution) และ การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

ตารางที่ 17 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสมโดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

	PSNR			
	WN	LR	RE	BL
CCTV	33.3193	34.1222	32.1606	22.3299

ตารางที่ 18 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสมโดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล

	PSNR			
	WN	LR	RE	BL
Digital	28.5556	33.9822	30.6090	20.0121



ภาพที่ 74 แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสมระหว่างภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและกล้องดิจิทัล

4. การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวน

ในการทดสอบนี้ปรับค่า LEN พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-45 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละห้า และปรับค่า THETA พารามิเตอร์อยู่ในช่วง 5-13 ที่ซึ่งเพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง ทั้งสองพารามิเตอร์สร้างโดยใช้ฟังก์ชัน fspecial ในโปรแกรม Matlab ซึ่งในแต่ละการทดสอบเพิ่มสัญญาณรบกวนเข้าไปด้วยโดยใช้ฟังก์ชัน imadd ในโปรแกรม Matlab ในการสร้าง สำหรับข้อมูลในการทดสอบใช้ภาพทดสอบ 50 ภาพ โดยแบ่งเป็นภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 25 ภาพ และ จากกล้องดิจิทัล 25 ภาพ ในการเปรียบเทียบเราใช้วิธี PSNR สำหรับเปรียบเทียบ 4 วิธีในการปรับภาพพรางมัวคือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลัด คิคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ การใช้ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

ตารางที่ 19 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวนโดยใช้ภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

	PSNR			
	WN	LR	RE	BL
CCTV	12.8481	20.1034	13.6589	22.3354

ตารางที่ 20 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวนโดยใช้ภาพจากกล้องดิจิทัล

	PSNR			
	WN	LR	RE	BL
Digital	11.4426	20.0826	13.6249	22.6649



ภาพที่ 75 แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวนระหว่างกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและดิจิทัล

บทที่ 5

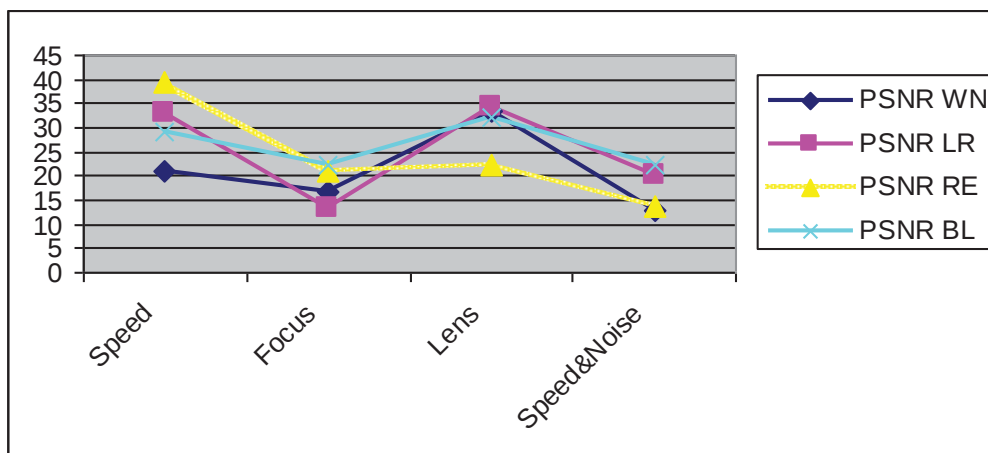
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการปรับปรุงภาพที่ได้จากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและกล้องดิจิทัลโดยทำภาพให้เกิดการพรางมัวจาก 4 กรณี คือภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม, ภาพพรางมัวเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสม, ภาพพรางมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม, ภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวน ด้วยวิธี image degrade แล้วปรับปรุงภาพที่พรางมัวให้คมชัดด้วยตัวกรอง 4 ตัวกรองคือ Wiener filter, The Blind Deconvolution filter, regularized filter, Lucy-Richardson filter จากนั้นนำมาทดสอบคมชัดด้วยวิธี Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่บ่งบอกถึงคุณภาพที่เปลี่ยนระหว่างรูปภาพสองภาพ

1. ผลการปรับปรุงภาพพรางมัว ปรากฏดังนี้

1.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด

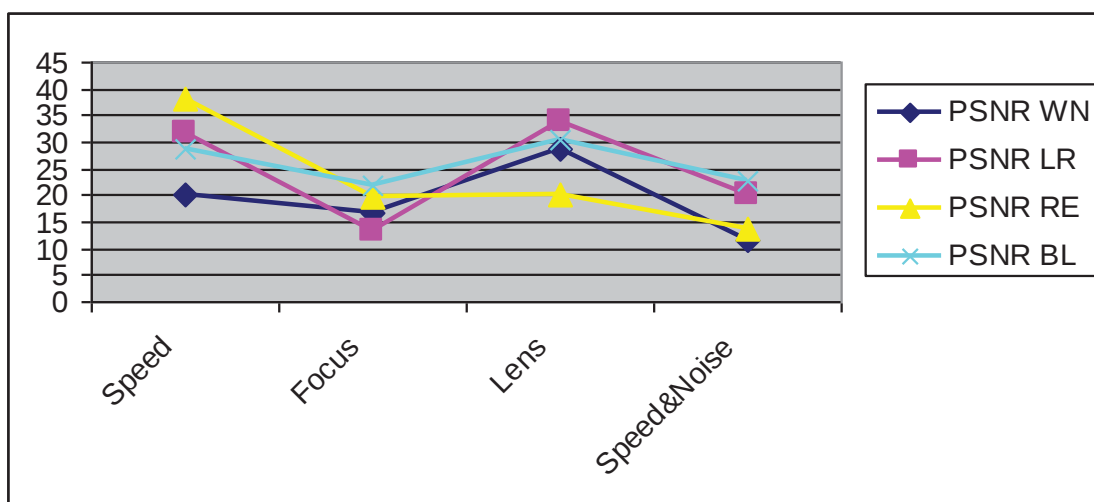
ผลการทดลองภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พบว่าในการทดสอบที่ 1 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม วิธีตัวกรองแบบเวียนเนอร์ (Wiener) ให้ผล PSNR ดีที่สุด $PSNR = 21.0696$ ในการทดสอบที่ 2 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสม วิธีตัวกรองแบบลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson) ให้ผล PSNR ดีที่สุด $PSNR = 13.3261$ ในการทดสอบที่ 3 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม วิธีตัวกรองแบบไบลด์ คีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) จะให้ผล PSNR ดีที่สุด $PSNR = 23.3299$ ในการทดสอบที่ 4 การปรับปรุงภาพพรางมัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวน วิธี ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) จะให้ผล PSNR ดีที่สุด $PSNR = 12.8481$



ภาพที่ 78 แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรางม้าจากกล้องโทรทรรศน์วงจรปิด

1.2 กล้องดิจิทัล

ผลการทดลองภาพจากกล้องดิจิทัล พบว่าในการทดสอบที่ 1 การปรับปรุงภาพพรางม้าเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม วิธีตัวกรองแบบเวียเนอร์(Wiener)ให้ผล PSNR ดีที่สุด $PSNR = 20.0668$ ในการทดสอบที่ 2 การปรับปรุงภาพพรางม้าเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสม วิธีตัวกรองแบบลูซี่ ริชาร์ดสัน(Lucy-Richardson) ให้ผล PSNR ดีที่สุด $PSNR = 13.1173$ ในการทดสอบที่ 3 การปรับปรุงภาพพรางม้าเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม วิธีตัวกรองแบบไบลด์ ดีคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) จะให้ผล PSNR ดีที่สุด $PSNR = 20.0121$ ในการทดสอบที่ 4 การปรับปรุงภาพพรางม้าเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวน วิธีตัวกรองแบบ เวียเนอร์ (Wiener) จะให้ผล PSNR ดีที่สุด $PSNR = 11.4426$



ภาพที่ 79 แสดงการเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพพรั้มัวจากกล้องดิจิทัล

2. ข้อจำกัดการวิจัย

ปัญหาของภาพที่เกิดขึ้น คือภาพที่ได้จากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและกล้องดิจิทัล โดยการทดลองได้ทำภาพให้เกิดการพรั้มัวจาก 4 กรณี คือภาพพรั้มัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสม, ภาพพรั้มัวเนื่องจากโฟกัสไม่เหมาะสม, ภาพพรั้มัวเนื่องจากเลนส์ไม่เหมาะสม, ภาพพรั้มัวเนื่องจากความเร็วในการบันทึกภาพไม่เหมาะสมและสัญญาณรบกวน โดยจากสถานการณ์จริงมักมีมากกว่า 4 กรณีที่ได้ทำการทดลอง

ภาพต้นฉบับที่จะนำมาปรับปรุงต้องมีรายละเอียดเพียงพอที่จะนำมาแก้ไข

3. ข้อเสนอแนะ

ในแต่ละปัญหาของภาพพรั้มัว จะมีวิธีการปรับปรุงภาพแตกต่างกันออกไป จากการทดลอง ภาพจากกล้องดิจิทัลจะเป็นภาพที่มีปัญหาจากการเคลื่อนที่ การสั่นไหวของตัวกล้อง ส่วนภาพที่ได้จากโทรทัศน์วงจรปิดจะเป็นภาพที่มีปัญหาจากเลนส์และจากโฟกัสของเลนส์ ซึ่งวิธี Wiener filter สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเมื่อทราบคุณลักษณะของความถี่ของภาพ และสัญญาณรบกวนที่ถูกเพิ่มเข้าไป เฉพาะภาพที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของตัวกล้องหรือภาพที่ได้จากกล้องดิจิทัล วิธี The Blind Deconvolution สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเมื่อไม่ทราบการสูญเสียข้อมูลในภาพ เหมาะกับการใช้เมื่อภาพมีปัญหาเนื่องจากเลนส์กล้อง Regularized filter สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเมื่อข้อมูลเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนถูกกำจัด วิธี Lucy-Richardson

สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเมื่อทราบPSF แต่ทราบเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนที่ถูกเพิ่ม เหมาะกับการใช้ในภาพที่หลุดจากโฟกัส

4. ข้อเสนอแนะครั้งต่อไป

จากผลการทดสอบในงานวิจัยนี้ยังให้ผลที่ยังมีความผิดพลาดอยู่ ซึ่งเสนอแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาได้ดังนี้คือ

1. ใช้เครื่องมือปรับปรุงคุณภาพภาพให้เหมาะสมกับแต่ละปัญหา
2. พัฒนาการปรับปรุงคุณภาพของภาพ เพื่อทดสอบกับระบบการกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไล่ดำ ดิคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กมลทิพย์ กิตยารักษ์. “ยุทธศาสตร์ปฏิรูปกระบวนการยุติธรรมทางอาญากับการแก้ปัญหาอาชญากรรม.”

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับที่ ๓ สาขาวิชาคณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล, 2541.

กองพิสูจน์หลักฐาน. ภารกิจ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก [http:// Science.
police.go.th/da3.html](http://Science.police.go.th/da3.html).

กูรูGoogle. โน้ตบุ๊ก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก [http://grur.google.co.
th/gru/threadNtid=4da1c18a3af5cb12](http://grur.google.co.th/gru/threadNtid=4da1c18a3af5cb12).

ชนันต์ชัย คนตรง. “การศึกษารูปแบบ Equipment Module ที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งบนยานพาหนะ
ตรวจสถานที่เกิดเหตุของเจ้าหน้าที่ตำรวจ ศึกษาเฉพาะกรณี หน่วยงานกองพิสูจน์
หลักฐานสำนักงานตำรวจแห่งชาติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับที่ ๓ สาขานิติศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545.

โซนี่.Umpc [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก [http://www.sony.co.th/productca-
tegory/it-pc-vaio-cs](http://www.sony.co.th/productcategory/it-pc-vaio-cs).

ซีเอสไอ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก [http://www.sdc.su.ac.th : 3000/
basics](http://www.sdc.su.ac.th : 3000/basics).

ซีเอสไอ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก [http://www.sdc.su.ac.th : 3000/
authorities](http://www.sdc.su.ac.th : 3000/authorities).

ซีเอสไอ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก [http://www.sdc.su.ac.th : 3000/
authorities#_1_](http://www.sdc.su.ac.th : 3000/authorities#_1_)

จิตติวัชร เจริญสมถวิล. “การพัฒนาระบบการบริการลูกค้าสัมพันธ์บนพ็อกเก็ตพีซี กรณีศึกษา สินค้า
มือถือ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับที่ ๓ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย
ศิลปากร, 2549.

ดนัย ดังชนกานนท์. “ความสำคัญของงานทะเบียนประวัติอาชญากร.” เอกสารการสอนวิชาการ
ทะเบียนประวัติอาชญากร ภาควิชาวิทยาการตำรวจ ส่วนวิชาการสืบสวนและ
สอบสวนกองบังคับการวิชาการ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ, 2543. (อัคราณา)

ทิววรรณ ชุ่มอภัย. “การระบบปฏิทินอิเล็กทรอนิกส์ผ่านเว็บเซอร์วิสบนโทรศัพท์เคลื่อนที่” วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร, 2549.

พัชร สารงาม. ซอฟต์แวร์ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://www.thai-goodview.com/library/teachershow/phayao/patcharee_s/computer_m1/sec2p02.htm.

ฟูจิซี. Umpc [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://fujitsu.com/th/th/services/>

ลิสเตอร์ริง. AFIS [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2550. เข้าถึงได้จาก <http://listering.exteen.com>.

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. ซาฟารี [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki>

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. ระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2550. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki>

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. ระบบคอมพิวเตอร์ประกอบภาพใบหน้าคนร้าย [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2550. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki>

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. นิติวิทยาศาสตร์ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki>

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. คอมพิวเตอร์ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki>

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. ไอโฟน [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://th.wikipedia.org/wiki>

ศรีสะเกษวิทยาลัย. คอมพิวเตอร์ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก http://teacher.skww.ac.th/salunya/40102/unit_03/p_304.htm

สรวงมนัส เทียมเมือง. “การพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบสำหรับบันทึกการตรวจสถานที่เกิดเหตุบนไอโฟน.” วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย ศิลปากร, 2551.

สถาบันนิติวิทยาศาสตร์. ภารกิจ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.cifs.moj.go.th/main/>

สยามโฟน. ไอโฟน [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.siamphone.Com/catalog/apple/main.htm>

สุณีย์ เตชะวัฒนสมบูรณ์. ผ่าเว็บไซต์ไซเบอร์ สโตร์ครีเอทีฟ. นนทบุรี : บริษัทอินโฟเพรส จำกัด, 2546.

สฤษฎี สืบพงษ์ศิริ. “การจดบันทึก การค้นหา การเก็บรักษาวัตถุพยาน.” เอกสารประกอบการสอน
ฉบับนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร,
2550. (อัคราเนนา)

อนันต์ มนต์สันเทียะ. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบสถานการณ์จำลองเรื่อง
อุบัติเหตุ วิชาการจร สำหรับนักเรียนพบตำรวจ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร
สาขาเทคโนโลยีและการศึกษา สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, 2546.

อนุชิต กาทองทุ่ง. “การพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบสำหรับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการบันทึกการ
ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร สาขาวิชานิติ
วิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2551.

อัสชูส. อีอีพีซี [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก <http://www.asus.co.th/eee/>
ไอแกดเจ็ตดี. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก [http://](http://www.asus.co.th/eee/)
www.asus.co.th/eee/

ไฮเทค. PDA [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 ธันวาคม 2550. เข้าถึงได้จาก [http://www.sanook.com](http://www.sanook.com/pda/news_05885.php)
[/pda/news_05885.php](http://www.sanook.com/pda/news_05885.php)

ภาษาอังกฤษ

Apple Inc. iPhone [Online]. Accessed 29 December 2008. Avialable from [http://www.apple.com](http://www.apple.com/iphone/)
[/iphone/](http://www.apple.com/iphone/)

iPhone Simulator [Online]. Accessed 29 December 2008. Avialable from [http://www.apple.com](http://www.apple.com/support/iphone/simulator/)
[/support/iphone/simulator/](http://www.apple.com/support/iphone/simulator/)

Platinumpda. PDA [Online]. Accessed 29 December 2008. Avialable from [http://www.platinum-](http://www.platinum-Pda.com/product.detail_25565_th_1926735)
[Pda.com/product.detail_25565_th_1926735](http://www.platinum-Pda.com/product.detail_25565_th_1926735)

Ruby On Rails [Online]. Accessed 29 December 2008. Avialable from [http://www.rubyonrails.](http://www.rubyonrails.com)
[com](http://www.rubyonrails.com)

Safari [Online]. Accessed 29 December 2008. Avialable from <http://www.safari.com>

Widebase.Handheld PC [Online]. Accessed 29 December 2008. Avialable from [http://www.](http://www.Widebase.net/knowledge/itterm/it_term_desc.php?term_id=handheld)
[Widebase.net/knowledge/itterm/it_term_desc.php?term_id=handheld](http://www.Widebase.net/knowledge/itterm/it_term_desc.php?term_id=handheld)

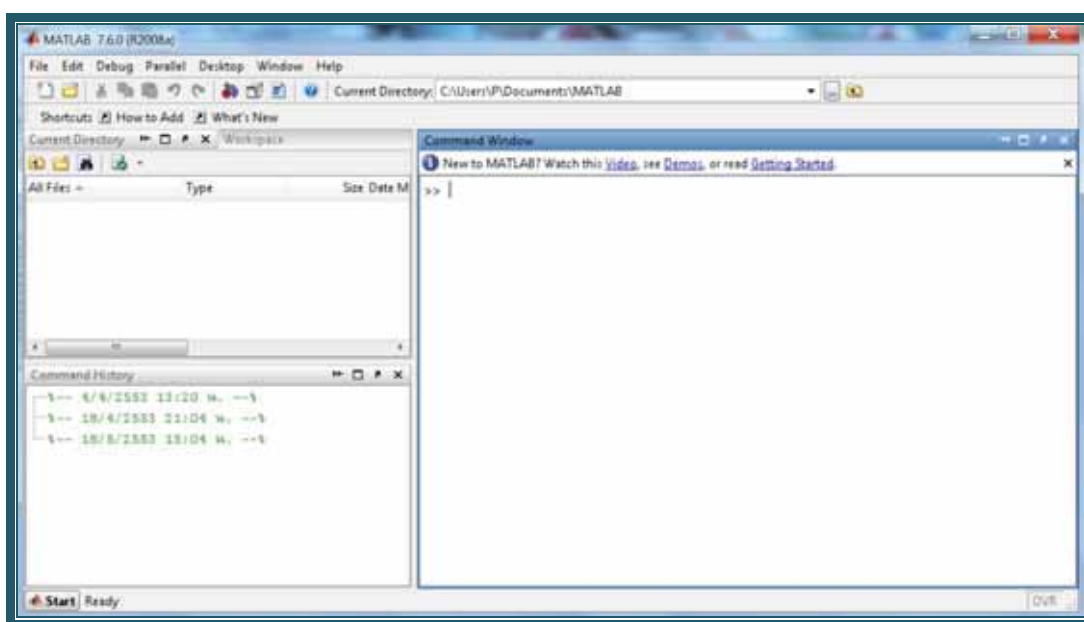
คู่มือการใช้งานโปรแกรม Image Restoration เบื้องต้น

โปรแกรม Image Restoration คือโปรแกรมปรับปรุงคุณภาพของภาพ ในลักษณะการถูกลดทอนคุณภาพที่เรียกว่า ภาพพร่ามัว(Blur)

พารามิเตอร์ในการเกิดภาพเบลอนั้นมีหลากหลาย เช่น องศาของการเบลอ Noise ที่เกิดขึ้น หรือ ความเร็วในการบันทึกภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งในแต่ละครั้งไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ผู้จัดทำจึงทำการออกแบบให้ผู้ใช้สามารถปรับแต่งค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นได้เอง

การใช้งานโปรแกรม

1. เมื่อทำการเปิดโปรแกรมจะเกิดหน้าจอแรกดังนี้



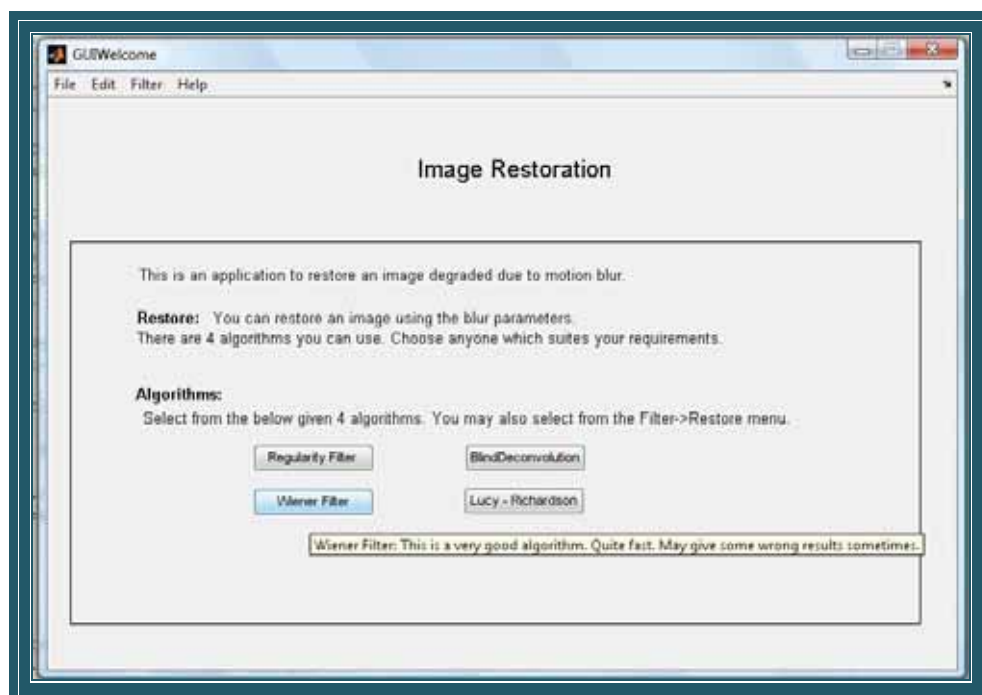
ภาพที่ 80 หน้าแรกของโปรแกรม



3. คลิก Debug แล้วคลิก Run GUIWelcome.m หรือกดปุ่ม F5

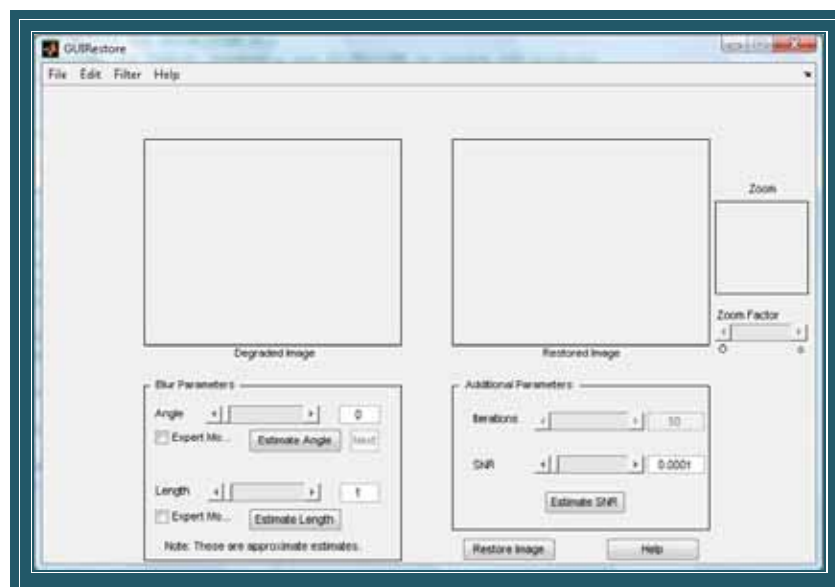


4. หลังจากนั้นหน้าต่างโปรแกรมหลักจะแสดงตามรูปข้างล่าง แล้วเลือกวิธีสำหรับการปรับปรุงภาพเบลอ ที่ซึ่งมี 4 วิธีคือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลด์ คิคอนโวลูชัน (Blind Deconvolution) และ ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson) ในเอกสารนี้สมมุติเลือกตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener)



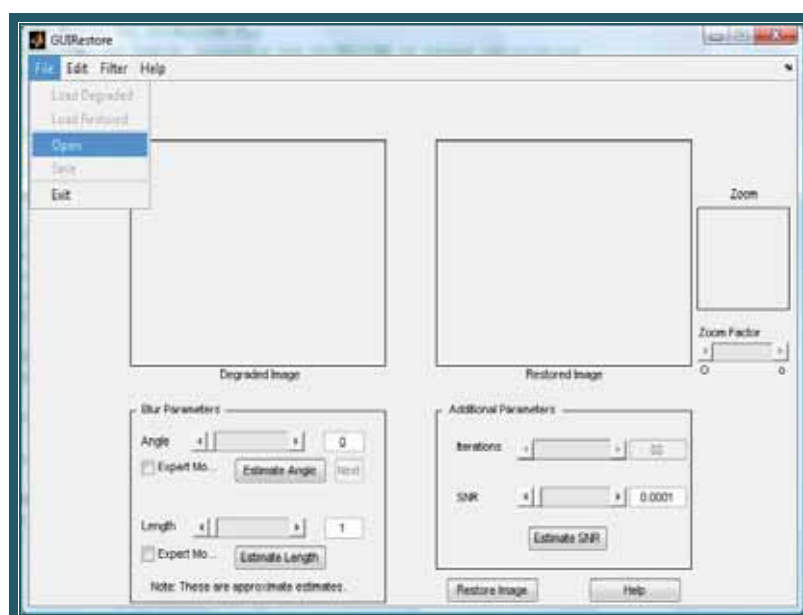
ภาพที่ 83 แสดงการเลือกหน้าที่การทำงานของโปรแกรม

5. หลังจากนั้นหน้าต่างโปรแกรมตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) จะแสดงตามรูปข้างล่าง



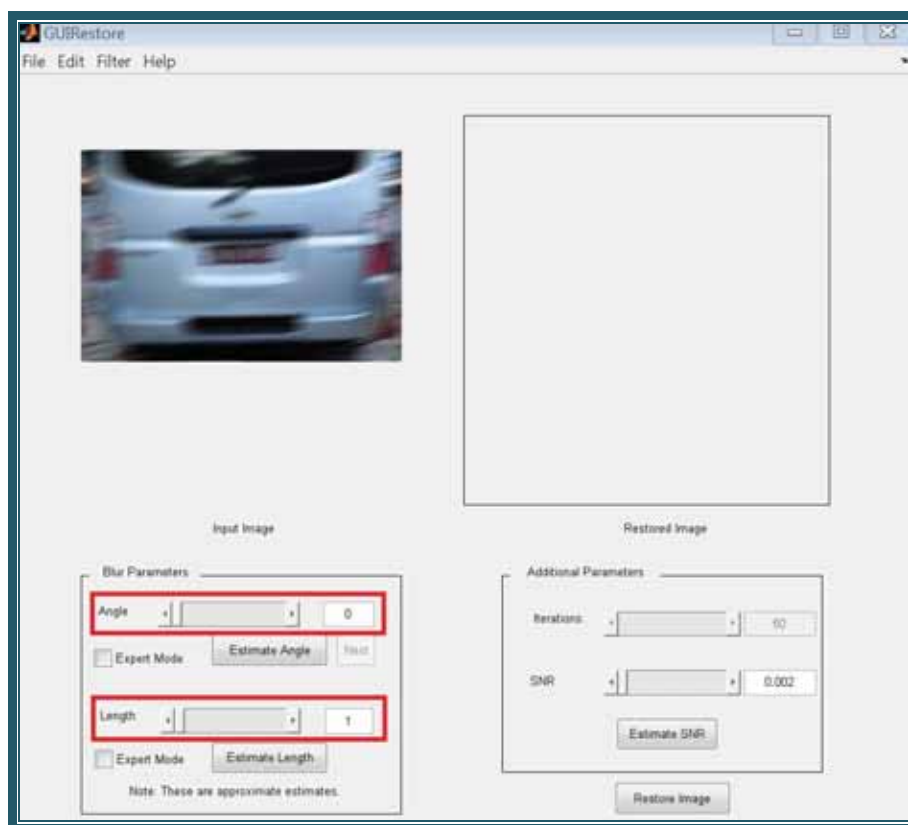
ภาพที่ 84 แสดงหน้าต่างโปรแกรมตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener)

6. คลิกไฟล์และ Open แล้วเลือกภาพอินพุต



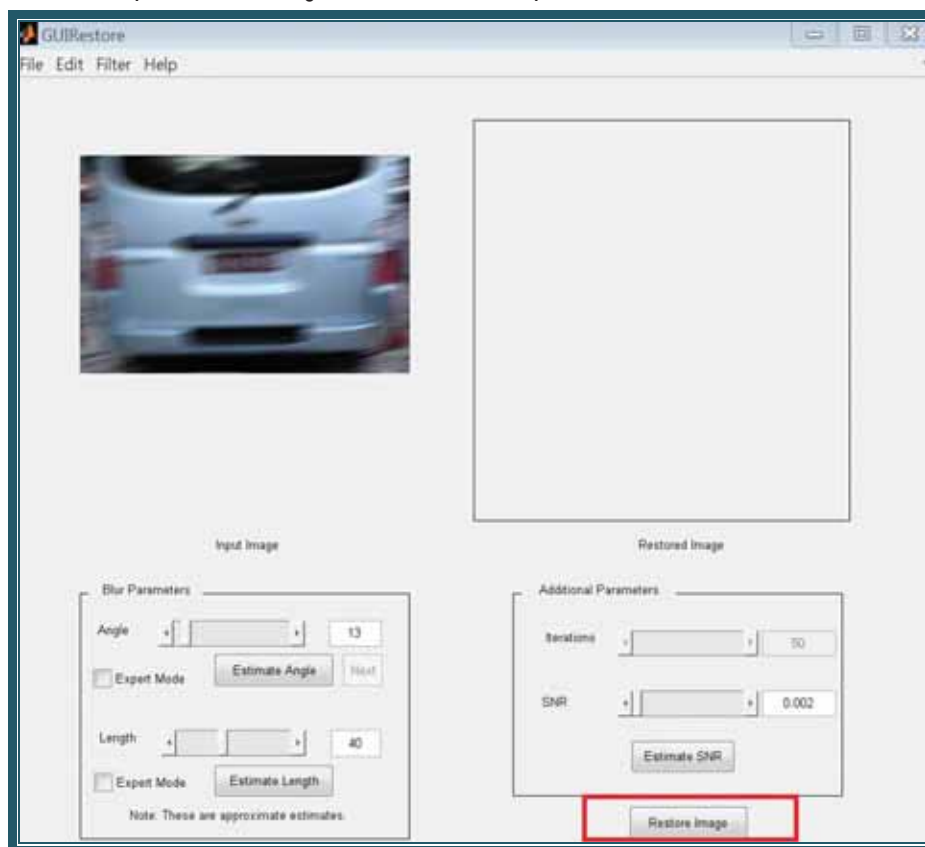
ภาพที่ 85 แสดงคลิกไฟล์และ Open แล้วเลือกภาพอินพุต

7. กำหนดสัญญาณการปรับภาพ เช่น มุม (Angle) และ Length (ความยาวเลนส์)



ภาพที่ 86 แสดงการกำหนดสัญญาณการปรับภาพ เช่น มุม (Angle) และ Length (ความยาวเลนส์)

8. กดปุ่ม Restore Image เพื่อทำการปรับปรุงภาพเบลอ



ภาพที่ 87 แสดงการกดปุ่ม Restore Image เพื่อทำการปรับปรุงภาพ

9. แสดงภาพที่ได้หลังจากการปรับปรุงภาพด้วยโปรแกรม Restoration



ภาพที่ 88 แสดงภาพที่ได้หลังจากการปรับปรุงภาพด้วยโปรแกรม Restoration

ตัวอย่างภาพที่ได้จากการทดสอบ

การทดสอบได้กระทำ 4 วิธีคือ ตัวกรองแบบปกติ (Regularity) ตัวกรองแบบ เวียนเนอร์ (Wiener) ตัวกรองแบบ ไบลด์ คิคอน โวลูชัน (Blind Deconvolution) และ ตัวกรองแบบ ลูซี่ ริชาร์ดสัน (Lucy-Richardson)



ภาพที่ 89 แสดงภาพที่ได้สัญญาณรบกวน



ภาพที่ 90 แสดงภาพหลังจากผ่านตัวกรองแบบเวียนเนอร์(Wiener)



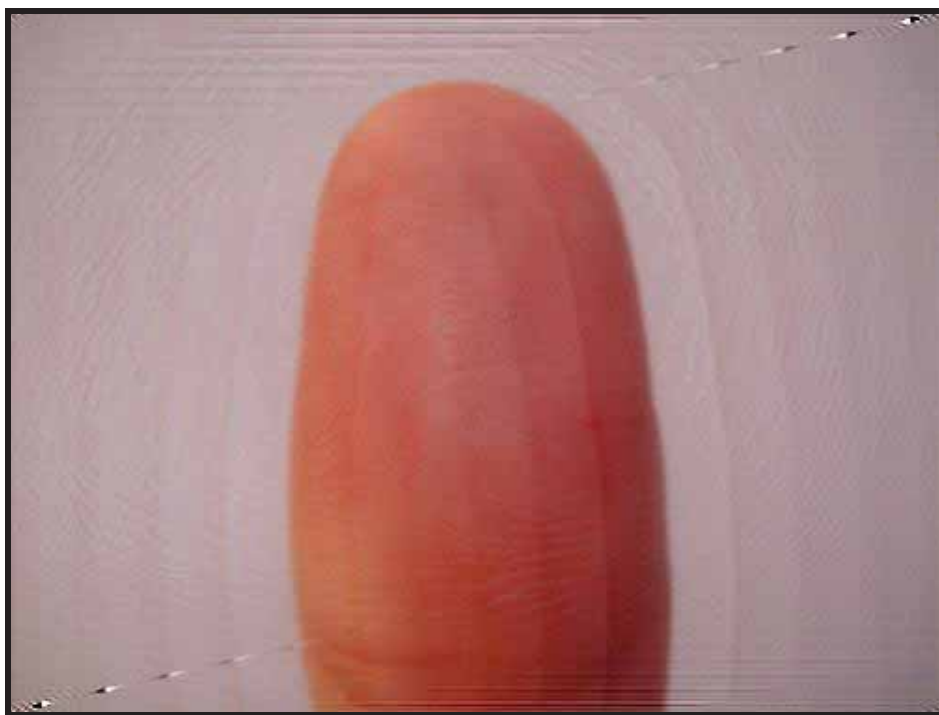
ภาพที่ 91 แสดงจากโทรทัศน์วงจรปิดที่ได้สัญญาณรบกวน



ภาพที่ 92 แสดงภาพหลังจากผ่านตัวกรองแบบเวียนเนอร์(Wiener)



ภาพที่ 93 แสดงภาพที่ใส่สัญญาณรบกวน



ภาพที่ 94 แสดงภาพหลังจากผ่านตัวกรองแบบเวียเนอร์(Wiener)



ภาพที่ 95 แสดงภาพที่ได้สัญญาณรบกวน



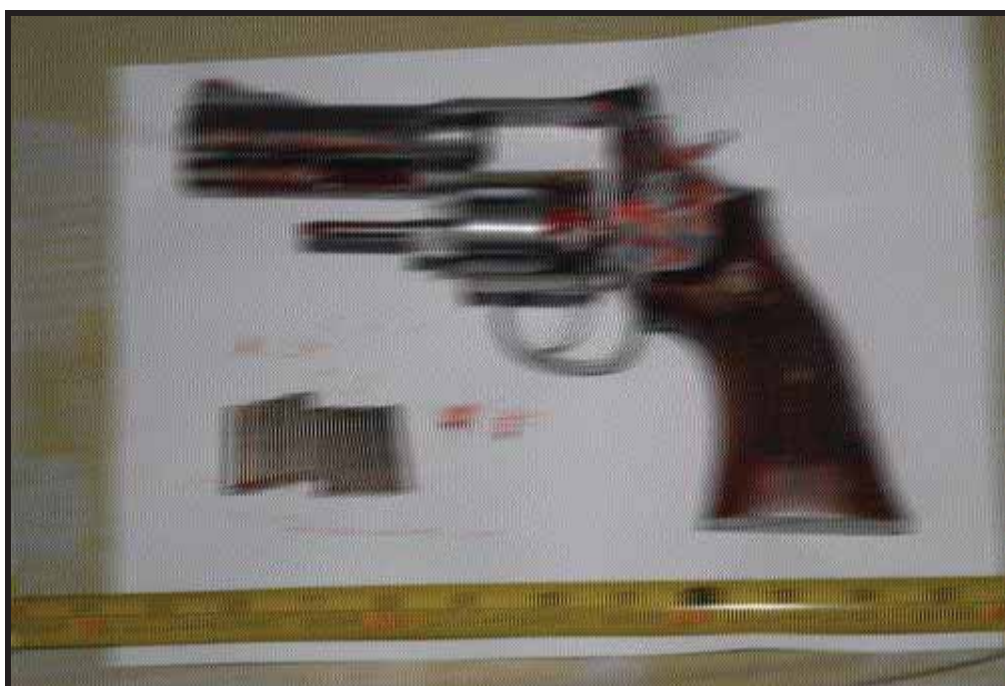
ภาพที่ 96 แสดงภาพหลังจากผ่านตัวกรองแบบเวียนเนอร์(Wiener)



ภาพที่ 97 แสดงภาพที่ได้สัญญาณรบกวน



ภาพที่ 98 แสดงภาพหลังจากผ่านตัวกรองแบบเวียนเนอร์(Wiener)



ภาพที่ 99 แสดงภาพที่ได้สัญญาณรบกวน



ภาพที่ 100 แสดงภาพหลังจากผ่านตัวกรองแบบเวียนเนอร์(Wiener)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวจิราภรณ์ มั่นศิลป์
ที่อยู่	100/103 รัชดาซิตี้คอนโด RD ซอยประชาราษฎร์บำเพ็ญ 7 แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310
สถานที่ทำงาน	500/1 ซอยโชคชัยจรงจำเริญ ถนนพระราม3 แขวงบางโพงพาง เขตยานนาวา กรุงเทพฯ 10120
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2548	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ.2551	ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ.2548-2549	พยาบาลห้องผ่าตัด โรงพยาบาลเมโย
พ.ศ.2549-2551	พยาบาลห้องผ่าตัดและพยาบาลห้องคลอด โรงพยาบาลจุฬารัตน์9
พ.ศ.2553-ปัจจุบัน	Product Specialist บริษัทสคิปา เมด จำกัด