ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบโทรทัศน์วงจรปิด

Introduction to Closed Circuit Television

อรรถรัตน์ นาวิกาวตาร

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

19/1 ถนนเพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กทม. 10160

E-mail:auttarat@hotmail.com

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันมีสถานการณ์ที่ก่อความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเกิดขึ้นมาก การเฝ้าระวังและตรวจสอบเหตุร้ายด้วยระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ด้านความปลอดภัยอย่างแพร่หลาย ในการติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิดควรจะมีความเข้าใจในอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เพื่อเลือกใช้งานให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง และคุ้มค่ากับงบประมาณ ในระบบ CCTV มีส่วนประกอบหลัก คือ กล้องโทรทัศน์วงจรปิดทำหน้าที่รับภาพ, สายส่งสัญญาณ,เครื่องบันทึกภาพ และเครื่องแสดงภาพ (Monitor) ในยุกต์ IT ระบบโทรทัศน์วงจรปิดสามารถดูภาพผ่านระบบ LAN, WAN, PSTN, ADSL ทำให้สามารถเข้าสู่ระบบได้ในขณะที่อยู่ห่างไกล

2. กล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV Camera)

มาตรฐานที่ใช้ในระบบโทรทัศน์วงจรปิดในแต่ละประเทศใช้แตกต่างกันดังนี้

-มาตรฐาน CCIR เป็นมาตรฐานของระบบโทรทัศน์ขาว-ดำ ในยุโรปและเป็นระบบที่ใช้ในประเทศไทย ส่วนสัญญาณภาพสีเรียกระบบ PAL (Phase Alternating Line) ระบบ CCIR และ PAL ภาพจะเคลื่อนไหวต่อเนื่องที่ 25 เฟรม/วินาที 625 เส้น

-มาตรฐาน EIA เป็นมาตรฐานของระบบโทรทัศน์ขาว-ดำ ในอเมริกากับญี่ปุ่น และสัญญาณภาพสีเรียกว่า NTSC (National Television Systems Committee) ระบบ EIA และ NTSE ภาพจะเคลื่อนไหวต่อเนื่องที่ 30 เฟรม/วินาที 525 เส้น

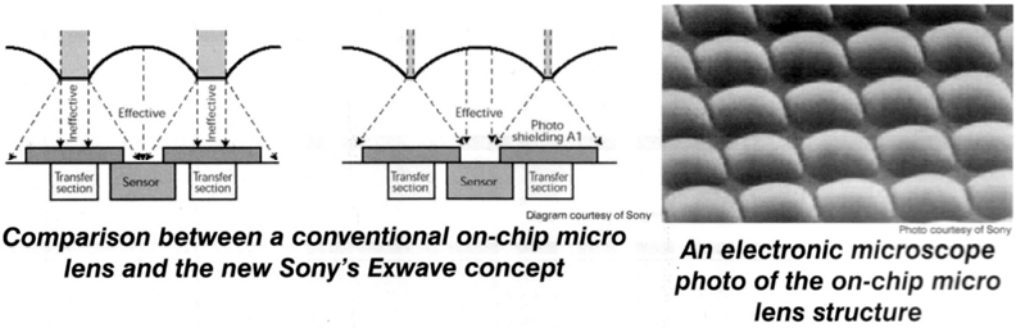
กล้องโทรทัศน์วงจรปิด สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

2.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดอนาล็อก (Analog Camera) กล้องแบบนี้จะให้สัญญาณที่เป็นอนาล็อกออกมา ซึ่งจะอยู่ในรูปของแรงดัน สามารถนำไปใช้กับเครื่องบันทึกภาพแบบอนาล็อก (Analog Video Recorder) ที่บันทึกภาพลงเนื้อเทป หรือเรียกว่า VCR (Video Cassette Recorder) และยังบันทึกลงเครื่องบันทึกแบบดิจิตอล ซึ่งเครื่องบันทึกชนิดนี้จะทำการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วบันทึกลงฮาร์ดดิสค์

2.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดดิจิตอล (IP Camera) หรือเรียกว่า Network Camera ตัวกล้องจะให้สัญญาณภาพที่เป็นดิจิตอลออกมา ในการติดตั้งระบบใกล้เคียงกับระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายต้องตั้งค่า IP Address ให้กับกล้อง แล้วใช้เทคโนโลยีแบบ Computer Based System โดยมีคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันเป็นเครื่องบันทึกภาพลงในฮาร์ดดิสก์โดยใช้ซอฟแวร์ในการบริหารจัดการ

2.3 เซนเซอร์ (Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่วางไว้หลังเลนส์ ในกล้องโทรทัศน์วงจรปิด เซนเซอร์ ซึ่งถือเป็นสิ่งที่สำคัญต่อความละเอียดของภาพ ในปัจจุบันเซนเซอร์มีอยู่สองชนิด คือ CCD และ CMOS ทั้งสองชนิดทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอน แต่มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ในระบบ CCTV จะใช้เซนเซอร์ขนาด 2/3”, 1/2”,1/3”และ 1/4” ขนาดของเซนเซอร์มีผลกับขนาดภาพ ใช้ในการคำนวณเพื่อเลือกใช้เลนส์

เซนเซอร์ชนิด CCD (Charge Coupled Device) ภาพจะเกิดจากการตกกระทบของแสงซึ่งในแผง CCD จะประกอบด้วยเซลล์รับแสงขนาดเล็กจำนวนมาก เมื่อรับแสง (Protons) ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นอิเล็กตรอน และจากอิเล็กตรอนจะเปลี่ยนเป็นแรงดัน (Voltage) ทำให้ได้



Comparison between a conventional on-chip micro lens and the new Sony's Exwave concept

An electronic microscope photo of the on-chip micro lens structure

รูปที่ 1 แสดงภาพขยายของเซนเซอร์

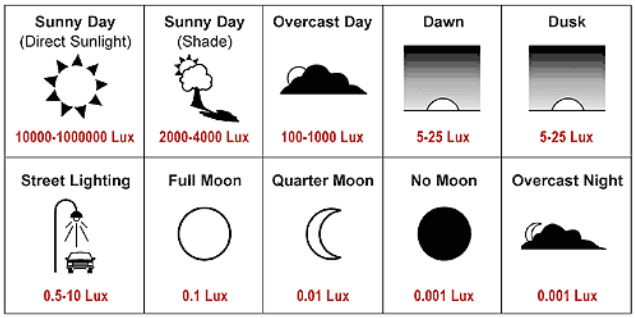
สัญญาณภาพที่เป็นอนาล็อก คุณลักษณะของ CCD คือ ใช้แสงในการเพื่อทำให้เกิดภาพน้อยมาก ประมาณ 0.1 Lux ใช้พลังงานน้อย ขนาดเล็ก สัญญาณรบกวนน้อย ปัจจุบันมีได้พัฒนาเซนเซอร์ Super HAD CCD ขึ้นมา โดยใช้ไมโครเลนส์ ในแต่ละพิกเซลล์ เพื่อรวมแสงแล้วส่องไปยังตัวรับภาพ ทำให้สีของภาพดีขึ้น

เซนเซอร์ชนิด CMOS (Complentary Metal Oxide Semiconductor) จะมีกระบวนการรับแสงจนเปลี่ยนไปเป็นอิเล็กตรอนและจากอิเล็กตรอนเป็นแรงดันอยู่ในเซลล์เดียวกัน ต้องใช้แสงมากเนื่องจากแผง CMOS มีพื้นที่ในการรับแสงน้อย เพราะในแต่ละเซลล์จะมีวงจรอื่น ๆ ติดอยู่ด้วยกันทำให้เสียพื้นที่ในการรับแสง

2.4 ความละเอียดภาพ (RESOLUTION) คือ ความละเอียดของภาพหรือจำนวนจุด(Pixel) ที่ประกอบขึ้นมาเป็นภาพในแนวตั้ง (Vertical Resolution) และแนวนอน (Horizontal Resolution) กล้องที่มีค่า Resolution สูงก็จะมีความคมชัดของภาพสูงใน Specification ของกล้องจะอยู่ในหัวข้อ Picture Elements แล้วระบุค่า เช่น (H) 500 x (V) 582

2.5 TV LINE คือค่าที่บอกความละเอียดของภาพตามแนวนอนที่แสดงบนจอโทรทัศน์ กล้องที่มี TV Line สูง ควรจะให้จอโทรทัศน์ที่มี TV Line สูง ที่ออกแบบเพื่อใช้กับระบบโทรทัศน์วงจรปิดโดยเฉพาะ (CCTV Monitor) เพราะโทรทัศน์ทั่ว ๆ ไปจะมีความละเอียดประมาณ 380 TV Line ในขณะที่กล้องโทรทัศน์วงจรปิดในปัจจุบันมี TV Line ที่สูงว่า

2.6 ความสว่าง(ILLUMINATION) ปริมาณของแสงมีหน่วยเป็น LUX ในกล้องโทรทัศน์วงจรปิดจะระบุค่าของแสงที่กล้องต้องการ ในการเกิดภาพ เช่น 0.1 Lux, 1 Lux ถ้าระบุค่าน้อยก็แสดงว่ากล้องใช้แสงในการมองเห็นน้อย

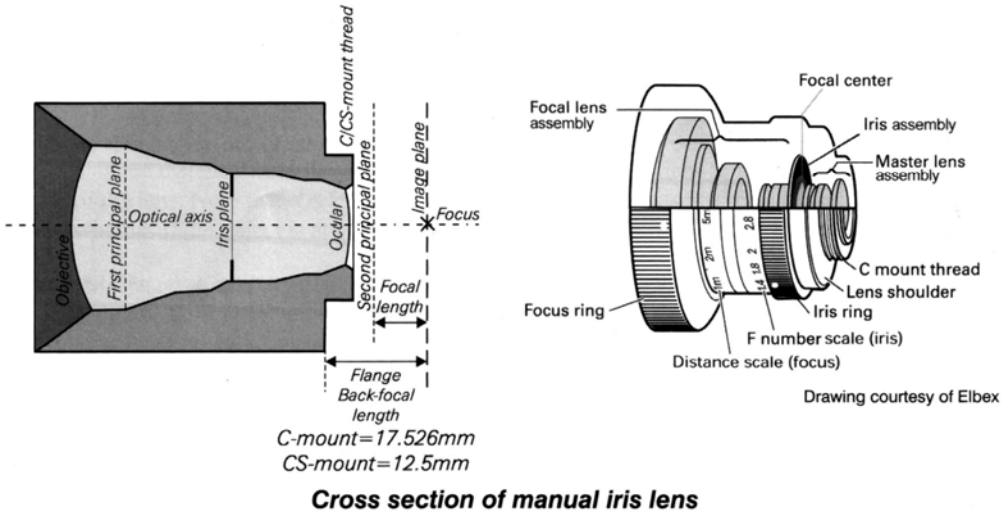


รูปที่ 2 ระดับของความสว่าง

ปัจจุบันมีกล้องชนิด Day & Night ที่ใช้แสงน้อยมาก โดยที่กล้องที่มีวงจรเปลี่ยนระบบภาพสีเป็นภาพขาว-ดำ ในขณะที่แสงน้อยเนื่องจากภาพขาว-ดำ ใช้แสงน้อยกว่าภาพสี แต่ถ้าต้องมองภาพในที่มืดจะต้องใช้กล้อง Day & Night IR หรือกล้อง อินฟราเรด โดยใช้ LED เป็นตัวส่งคลื่นแสงกระทบวัตถุทำให้สามารถมองเห็นได้ในที่มืดสนิทตามระยะที่คลื่นที่มีความเข้มระดับหนึ่งจะไปถึง

3. เลนส์ (LENS)

สำหรับกล้องโทรทัศน์วงจรปิดเป็นเลนส์นูน การเลือกขนาดเลนส์ขึ้นอยู่กับความต้องการการมองภาพว่าต้องการมุมกว้างแค่ไหนและต้องคำนึงถึงระยะห่างระหว่าง



รูปที่ 3 แสดงภาพตัดของเลนส์ เปิด-ปิดม่านแสงด้วยมือ

กล้องกับวัตถุที่ต้องการจะมอง เนื่องจากเลนส์มีหลายขนาด ขนาดของเลนส์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (mm) เช่น 4 mm., 6 mm ข้อต่อของเลนส์ที่ใช้ในระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดมีอยู่ 2 แบบ คือ C-Mount และ CS-Mount ข้อต่อแบบ C-Mount จะมีความยาวช่วงท้ายเลนส์ถึงเซนเซอร์รับภาพ 17.5 mm. ส่วนข้อต่อแบบ CS-Mount จะมีความยาว 12.5 mm. ดังนั้นการเลือกใช้เลนส์จะต้องพิจารณากล้องว่ามีข้อต่อของเลนส์แบบไหน แต่เลนส์ที่มีข้อต่อแบบ C-Mount สามารถใช้กับกล้องที่มีข้อต่อแบบ CS-Mount ได้โดยใช้แหวนข้อต่อที่มีความยาวขนาด 5 mm. (Adapter-ring) มาต่อระหว่างเลนส์กับกล้อง

รูรับแสงและการปิดเปิดม่านรับแสงรูรับ แสง คือ จุดที่จะให้แสงผ่านเข้าไปในเลนส์ ขนาดของรูรับแสงจะเปลี่ยนแปลงไปด้วยการเปิด-ปิดม่านรับแสง (Iris) ซึ่งการเปิด-ปิดม่านรับแสงสามารถแยกได้ 2 ลักษณะ คือ

3.1 การเปิด-ปิดด้วยมือ (Manual-Iris) เป็นการปรับม่านแสงด้วยการใช้มือหมุนแหวนปรับขนาดม่านแสง ซึ่งจะมีค่าบ่งชี้ค่าขนาดของรูรับแสงคือ F-Stop ถ้ามีค่าสูง เช่น 16 ขนาดรูจะเล็กแสงจะผ่านได้น้อยแต่ถ้าค่าน้อยเช่น 1.2 ขนาดของรูจะใหญ่แสงจะผ่านได้มาก

3.2 การเปิดปิดอัตโนมัติ (Auto-Iris) ขนาดของม่านปรับแสงจะทำงานร่วมกับวงจรในกล้องพร้อมทั้งจ่ายไฟให้กับเลนส์ซึ่งมี 2 ระบบคือ Video Type และ DC Type ในระบบ Video Type กล้องจะจ่ายไฟให้กับเลนส์ในลักษณะของสัญญาณภาพโดยกล้องที่จะใช้ในระบบนี้จะต้องมีวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) ในเลนส์จะมีอุปกรณ์วัดแสง แล้วทำการปรับขนาดม่านแสงตามความเปลี่ยนแปลงของแสง ส่วนในระบบ DC Type จะใช้ไฟ DC จากกล้องจ่ายให้เลนส์โดยตรงโดยไม่ต้องมีวงจรขยายสัญญาณ การเปลี่ยนแปลงของม่านแสงเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของไฟฟ้าซึ่งปรับเปลี่ยนตามความเปลี่ยนแปลงของแสง เลนส์ชนิดนี้ส่วนมากจะมีหัวต่อตัวผู้ที่มี 4 ขา เพื่อต่อเข้ากับตัวกล้อง

3.3 ความยาวโฟกัส (Focal Length) และมุมมองภาพ สามารถแยกได้ 2 ชนิด คือ

3.3.1 ความยาวโฟกัสคงที่ (Fix Focal Length) การเลือกใช้เลนส์ที่มีความยาวโฟกัสคงที่ (Lix Lans) จะต้องพิจารณาจาก ขนาดของเซนเซอร์ของกล้องแล้วทำการคำนวณ ขนาดภาพที่ต้องการโดยใช้สมการ

$$W = (X/f) \times L$$

$$H = (Y/f) \times L$$

เมื่อ W = ขนาดความกว้างของภาพ (m)

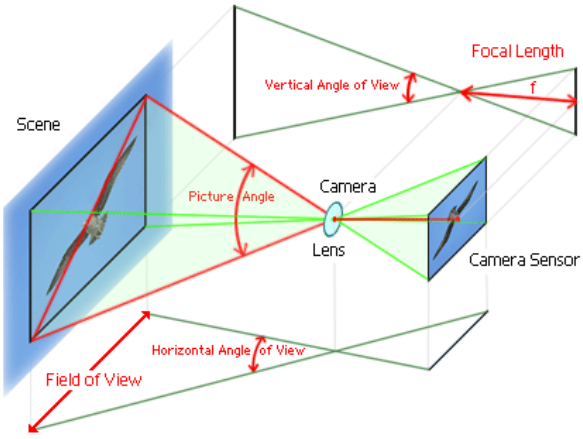
H = ขนาดความสูงของภาพ (m)

f = ความยาวโฟกัสของเลนส์ที่ใช้ (mm)

L = ระยะห่างระหว่างวัตถุกับกล้อง (m)

ตารางที่ 1 ตัวคูณจำเพาะของเซนเซอร์

CCD Size	1/2”	1/3”	1/4"
X	6.4	4.8	3.6
Y	4.8	3.6	2.7



รูปที่ 4 แสดงมุมต่างๆ ของภาพ

สามารถหามุมในแนวนอนได้จากสมการ

มุมในแนวนอน = $2\tan^{-1}$ (Wobject/2d)

เมื่อ Wobject = ความกว้างของวัตถุ (m)

d = ระยะห่างระหว่างวัตถุ (m)

3.3.2 ความยาวโฟกัสปรับได้ (Variable Focal Length)

ปรับขนาดภาพด้วยมือ (Manual Zoom) สามารถแบ่งเป็นหลายชนิดเช่น ปรับขนาดภาพและแสงด้วยมือ (Manual Zoom and Manual Iris) และปรับขนาดภาพด้วยมือแต่เปิด-ปิดม่านแสงอัตโนมัติ (Manual Zoom Auto Iris) เลนส์แบบนี้ปรับขนาดภาพได้ไม่มากนัก ประมาณ 2-3 เท่า

ปรับขนาดภาพด้วยมอเตอร์ (Motorized Zoom) เลนส์ชนิดนี้จะมีมอเตอร์ขนาดเล็กอยู่ด้านใน ทำหน้าที่หมุนวงแหวน เพื่อเปลี่ยนค่าความยาวโฟกัส ในส่วนของการปรับแสงยังแยกได้เป็น 2 ชนิด คือ Manual Iris และ Auto Iris

ตารางที่ 2 ขนาดมุมตามแนวนอน

ความยาวโฟกัส	มุมตามแแนวนอนใน CCD chip		
	1/2.”	1/3”	1/4””
2 mm	-	-	82
2.8 mm	-	86	57
4 mm	77	67	47
4.8 mm	67	57	40
6 mm	56	48	32
8 mm	44	36	25
12 mm	30	25	17

4. เครื่องบันทึกภาพ

4.1 เครื่องบันทึกภาพแบบอนาล็อก (Analog Video Recorder) เครื่องบันทึกภาพแบบนี้อาจเรียกว่า VCR (Video Cassette Recorder) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กลไกไฟฟ้าสำหรับการบันทึกภาพและเสียงลงในตลับเทปที่บรรจุเทปแม่เหล็ก ในปัจจุบัน VCR มีใช้กัน 2 ประเภทหลัก คือ VHS (Video home Systems) และ Betamax ทั้ง 2 ประเภทถูกผลิตมาจากประเทศญี่ปุ่นโดย JVC และ SONY ตามลำดับ เครื่อง VCR ทั่วไปบันทึกภาพได้ตามขนาดความยาวของเนื้อเทปในระบบ Standard Play (SP) และเป็นความยาว 2 เท่า ในระบบ Long Play (LP) เช่น เทปขนาด E120 สามารถบันทึกในระบบ SP ได้ 120 นาที แต่บันทึกในระบบ LP ได้ 240 นาที

เครื่องบันทึกภาพที่ใช้ในระบบ CCTV จะเป็นชนิด Time-Lapse VCR สามารถบันทึกได้นานถึง 960 ชม. ในเทป E180 ระบบ PAL โดยการบันทึกให้ได้ยาวนานภาพที่ได้จะไม่ต่อเนื่อง ซึ่งขึ้นอยู่กับการตั้งค่าในการบันทึก เครื่องบันทึกชนิดนี้หากต้องการต่อเข้ากับกล้องวงจรปิดหลาย ตัวจะต้องผ่านเครื่องแบ่งภาพเสียก่อน เครื่องบันทึกแบบนี้มีขีดจำกัดในเรื่องของเวลาในการบันทึกภาพและคุณภาพในการบันทึก

4.2 เครื่องบันทึกภาพแบบดิจิตอล (Digital Video Recorder) ทำการรวมเครื่องแบ่งภาพเข้าไปในเครื่องแบ่งภาพเช่น 4,8,9 และ16ช่อง การดูภาพสดให้ต่อเนื่อง DVR จะต้องมีคุณสมบัติ เฟรมต่อวินาที(f/s) ที่สามารถแสดงผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น 400f/s ใน DVR 16 ช่อง เครื่องบันทึกภาพแบบดิจิตอล จะทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลและบันทึกข้อมูลในรูปแบบดิจิตอล โดยใช้เทคโนโลยีบีบอัดข้อมูลภาพให้มีจำนวนบิตน้อยที่สุด บันทึกลงในฮาร์ดดิสก์ให้ได้นานที่สุดในขณะที่ยังคงรักษาคุณภาพของภาพให้ยังคงดี MPEG คือมาตรฐานในการบีบอัดวีดีโอ ในปัจจุบันมาตรฐานใหม่ล่าสุด คือ MPEG-4 Advance Video Coding (AVC) เครื่องบันทึกภาพ DVR สามารถทำการบันทึกภาพและดูภาพย้อนหลังได้ในเวลาเดียวกัน สามารถจัดเก็บข้อมูลลง คอมพิวเตอร์,แผ่น CD/DVD และ Flash Disk ได้ทำให้สะดวกในการถ่ายโอนข้อมูล บันทึกได้นานตามขนาดของฮาร์ดดิสก์ มีสามารถในการบันทึกหลากหลาย เช่น บันทึกแบบ

-Motion Detector บันทึกเฉพาะภาพที่มีการเคลื่อนไหวบนจอภาพยังสามารถเลือกตรวจจับเฉพาะบางส่วนของพื้นที่บนจอและปรับความไวในการตรวจจับ การบันทึกแบบนี้จะทำให้ฮาร์ดดิสก์บันทึกภาพได้นานขึ้น

-Timer บันทึกเป็นบางช่วงเวลาตามตารางเวลาที่กำหนด

-Continuous บันทึกต่อเนื่องตลอดเวลา

-Alarm บันทึกจากสัญญาณอินพุทชนิด NO/NC จากสวิทช์แม่เหล็กที่ติดตั้งที่ประตู หน้าต่าง หรืออุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว(PIR)

ปัจจุบันเครื่องบันทึกยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย เช่น LAN,WAN,PSTN,Internet ทำให้ผู้ที่อยู่ห่างไกลออกไปสามารถทำการ Remote เข้าสู่ระบบ ได้อีกด้วย เครื่องบันทึกภาพ DVR ยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

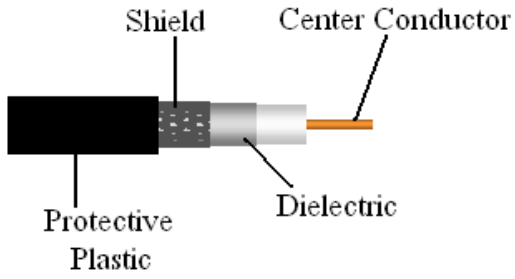
4.2.1 PC – BASE เป็นอุปกรณ์บันทึกภาพที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในการทำงาน โดยใช้ DVR Card วางในช่อง PCI ของเมนบอร์ด ข้อมูลภาพจะถูกบันทึกลงใน ฮาร์ดดิสก์ ของ คอมพิวเตอร์ เสถียรภาพของระบบ PC-BASE ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ ทั้ง Hard Ware และ Soft Ware ที่จำเป็นจะต้องรองรับ กับตัว DVR Card คุณสมบัติที่สูงเพื่อให้ได้เสถียรภาพของระบบสูงด้วย

4.2.2 Stand Alone เป็นอุปกรณ์บันทึกภาพที่ทำการบันทึกลงใน ฮาร์ดดิสก์ เช่นเดียวกับระบบ PC-BASE สามารถทำงานได้โดยลำพังโดยไม่ต้องใช้ Hard Ware และ Soft Ware ของคอมพิวเตอร์ ระบบที่เป็นแบบ Stand Alone นี้จะมีเสถียรภาพสูง เพราะใช้ระบบปฏิบัติการแบบที่สร้างขึ้นมาโดยเฉพาะซึ่ง มีขนาดเล็ก มีความเร็วในการเรียกใช้งานสูงเก็บไว้ในหน่วยความจำชนิดพิเศษ

5. การส่งสัญญาณภาพและข้อมูล

ในระบบ CCTV สามารถรับ-ส่งสัญญาณได้หลายวิธีเช่นใช้ Coaxial Cable, Twisted Pair Cable, Fiber Optics Cable, Microwave link, Telephone line, RF Open-air transmission, Infrared link ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการที่ใช้สายนำสัญญาณเท่านั้น

5.1 สายโคแอ็กซ์ (Coaxial) การส่ง-รับสัญญาณแบบ Unbalanced video transmission ซึ่งจะต้องมีสายดิน มีโครงสร้างประกอบด้วยทองแดงเป็นแกนกลางหุ้มด้วยฉนวนจากนั้นหุ้มด้วยใยโลหะถัก (Shield) อาจใช้ทองแดง



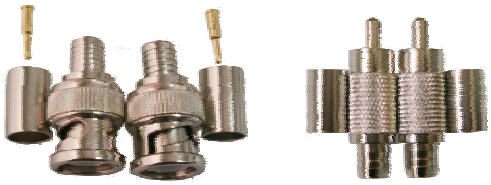
รูปที่ 5 แสดงลักษณะของสายโคแอ็กซ์

หรืออลูมิเนียมและหุ้มด้วยฉนวนพลาสติกเพื่อป้องกันสายสัญญาณ แกนกลางเป็นส่วนที่นำสัญญาณ ส่วนที่เป็นใยโลหะถักเป็นส่วนที่ป้องกันสัญญาณรบกวนและเป็นสายดินในตัวควรใช้โลหะถัก 95% ขึ้นไป สายโคแอ็กซ์ที่ใช้ในระบบ CCTV เป็นชนิด RG59/U, RG11/U และ RG6/U ซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม แต่ละชนิดมีขีดความสามารถในการส่งสัญญาณในระยะที่แตกต่างกัน ถ้าเป็นภาพขาวดำ จะสามารถส่งสัญญาณภาพได้ไกลกว่าภาพสี หากพิจารณาสายที่มีค่าอิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม แกนทองแดงและหุ้มด้วยโลหะถัก 95% ในระบบภาพสี (PAL) จะได้ระยะที่เหมาะสมต่อการใช้งานโดยประมาณดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระยะที่เหมาะสมต่อการใช้งานสายโคแอ็กซ์

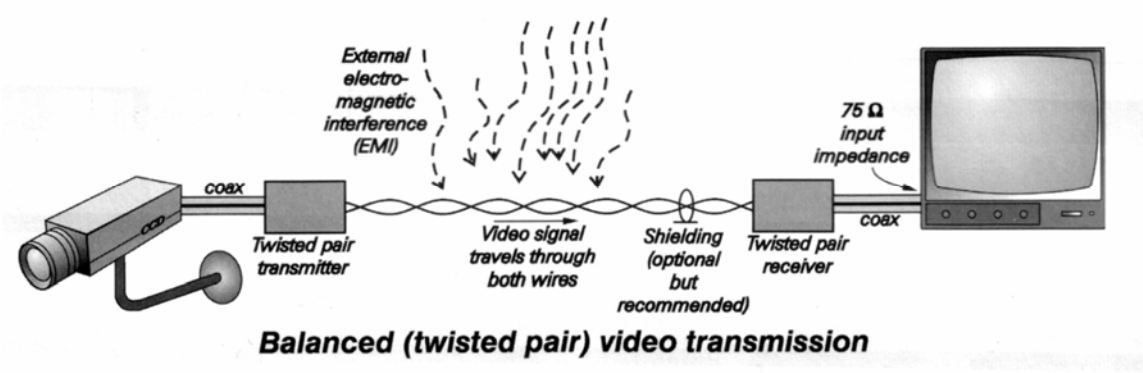
ชนิดของสาย	ระยะสูงสุด	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
RG59/U	225 m	6.15 mm.
RG6/U	300 m	6 mm.
RG11/U	450 m	10 mm

หัวต่อที่ใช้กับสายโคแอ็กซ์ เรียกว่าหัว BNC (Bayonet-Neil-Concelman) และหัว RCA



รูปที่ 6 แสดงหัวต่อ BNC และ RCA Male Crimp Jack

5.2 สายคู่บิดเกลียว (Twined Pairs)สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ สายคู่บิดเกลียวหุ้มฉนวนแบบไม่มีส่วนป้องกันสัญญาณรบกวน UTP (Unshielded Twisted Pairs) และ สายคู่บิดเกลียวหุ้มฉนวนแบบมีส่วนป้องกันสัญญาณรบกวน STP (shielded Twisted Pairs) สายคู่บิดเกลียวมีค่าอิมพีแดนซ์ 100 โอห์ม ในระบบ CCTV ใช้สายประเภทนี้ได้สำหรับกล้อง IP และยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบอนาล็อกได้เพื่อประหยัดสายหรือเพิ่มระยะในการส่งสัญญาณ โดยที่มีอุปกรณ์รับและส่งสัญญาณ โดยใช้เครื่องส่ง-รับสัญญาณในแปลงระหว่างสายโคแอ็กซ์ที่เป็นการส่ง-รับสัญญาณแบบ Unbalanced video transmission ที่มีสายดินมีค่าอิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม กับสายคู่บิดเกลียว balanced video transmission ซึ่งไม่มีสายดิน เป็นมีค่าอิมพีแดนซ์ 100 โอห์ม สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ PASSIVE และ ACTIVE เครื่องส่งสัญญาณเรียกว่า Transmitter เครื่องรับสัญญาณเรียกว่า Receiver ส่วนเครื่องที่สามารถทำได้ทั้งส่งและรับสัญญาณ เรียกว่า Transceiver โดยเครื่องส่ง-รับสัญญาณชนิด PASSIVE และ ACTIVE จะแตกต่างกันคือ ชนิด PASSIVE ไม่ต้องจ่ายไฟให้กับตัวอุปกรณ์ ส่งสัญญาณได้ระยะใกล้ ๆ ประมาณ 300 เมตร ส่วนชนิด ACTIVE ต้องจ่ายไฟให้กับตัวอุปกรณ์ ส่งสัญญาณได้ไกลประมาณ 1,200 เมตร ตัวอย่าง ในกรณีที่มีกล้องหลายตัวอยู่ในบริเวณเดียวกันสามารถใช้สาย UTP แทนสายโคแอ็กซ์เพื่อประหยัดสายได้ เช่น มีกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 4 ตัว อยู่ในบริเวณเดียวกันต้องเดินสายไปหาเครื่องบันทึกภาพระยะ 200 เมตร ถ้าใช้สายโคแอ็กซ์จะต้องใช้ถึง



รูปที่ 7 แสดงการ ใช้สายคู่บิดเกลียวในระบบ CCTV

800 เมตร แต่ถ้าใช้สาย UTP ตีเกลียว 4 คู่จะใช้แค่ 200 เมตร ทำให้ลดต้นทุนในการติดตั้งได้

5.3 สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optics) ถูกนำมาใช้ในระบบ CCTV ในกรณีที่จำเป็นจะต้องเดินสายระยะไกล เป็นตัวกลางของสัญญาณแสงชนิดหนึ่ง ที่ทำมาจากแก้วซึ่งมีความบริสุทธิ์สูงมาก เส้นใยแก้วนำแสงมีลักษณะเป็นเส้นยาวขนาดเล็ก มีขนาดประมาณเส้นผมของมนุษย์เรา เส้นใยแก้วนำแสงที่ดีต้องสามารถนำสัญญาณแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ โดยมีการสูญเสียของสัญญาณแสงน้อยมาก เส้นใยแก้วนำแสงสามารถแบ่งตามความสามารถในการนำแสงออกได้เป็น 2 ชนิด คือ เส้นใยแก้วนำแสงชนิดโหมดเดี่ยว (Single mode Optical Fibers, SM)โดยทั่วไปมีขนาด 9/125 และ 8.3/125 และชนิดหลายโหมด (Multimode Optical Fibers, MM) มีขนาด 62.5/125 หรือ 50/125 สายใยแก้วนำแสงสามารถนำไปใช้ได้ทั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิดอนาล็อก และกล้องโทรทัศน์วงจรปิดดิจิตอล โดยใช้อุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณจากสายทองแดงเป็นสายใยแก้วนำแสง (Media Converter) ในกรณีที่ใช้กับกล้องโทรทัศน์วงจรปิดอนาล็อก จะต้องแปลงจากสายโคแอ็กเป็นสายใยแก้วนำแสง ถ้าเป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดดิจิตอลจะต้องแปลงจากสาย UTPเป็นสายใยแก้วนำแสง

6. จอภาพ (Monitor)

จอภาพที่ใช้ในระบบโทรทัศน์วงจรปิดควรเป็นจอภาพที่ความละเอียดสูงเพื่อการมองเห็นอย่างคมชัด จอภาพที่ถูกออกแบบมาให้ใช้กับระบบโทรทัศน์วงจรปิดโดยเฉพาะจะระบุความละเอียดเป็น TV Line ในการเลือกใช้จอภาพ TV Line ของจอภาพควรสูงกว่า TV Line ของกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ขนาดที่เลือกใช้จะต้องพิจารณาจากระยะห่างจากจอภาพถึงตำแหน่งผู้ดูที่เหมาะสม จอภาพที่ใช้ในระบบโทรทัศน์วงจรปิดมีดังนี้

6.1 จอภาพแบบ CRT (Cathode Ray Tube) ราคาไม่แพงและมีการแสดงผลชัดเจน แต่ความแตกต่างที่สำคัญที่สุดระหว่างจอภาพโทรทัศน์กับจอภาพสำหรับโทรทัศน์วงจรปิด ก็คือคุณภาพและความละเอียดของภาพที่ปรากฏบนหน้าจอ ซึ่งจอภาพสำหรับโทรทัศน์วงจรปิด มีคุณภาพดี เช่นจะต้องมี TV Line สูง เพราะเจ้าหน้าที่ที่เฝ้าระวังจะต้องดูจอภาพอย่างใกล้ชิด ถ้าภาพบนจอไม่ชัดเจนหรือมีการสั่นก็อาจจะทำให้เราเกิดอาการปวดตาหรือปวดหัวได้ คุณภาพขอหลอดภาพสามารถดูได้จากคุณลักษณะต่าง ๆของจอภาพ เช่น ความถี่ในการสแกนในแนวตั้งและแนวนอน (Vertical and Horizontal refresh rate) และช่วงความถี่ที่รับข้อมูลหรือแบนด์วิธ (bandwidth) จอ CRT สร้างภาพโดยการยิงลำของอิเล็กตรอน ไปยังผิวจอซึ่งฉาบด้วยสาร phosphor (สารเคมีที่จะเรื่องแสงเมื่อมีอิเล็กตรอนกระทบ) ซึ่งการปิดและเปิดอิเล็กตรอนอย่างรวดเร็วจะสามารถสร้างจุดสว่างและจุดมืดบนจอได้ตาม

แนวของอิเล็กตรอนที่กวาดไป สำหรับจอสี (color monitor) ลำของอิเล็กตรอนที่ยิงออกมาก่อนจะถึง phospher จะต้องผ่านส่วนที่เรียกว่า “หน้ากาก” (shadow mask) ซึ่งเป็นแผ่นโลหะมีรูตามจุดของ phospher เพื่อทำหน้าที่ช่วยให้ลำแสงอิเล็กตรอนมีความแม่นยำสูง (ลักษณะการจัด mask แบบนี้เรียกว่า Invar Mask) ระยะห่างระหว่างแต่ละรูบน shadow mask ก็คือระยะระหว่างแต่ละจุดที่ปรากฏบนจอด้วย คือที่เราเรียกว่า dot pitch จอภาพที่มีระยะ dot pitch ต่ำกว่าจะมีความคมชัดสูงกว่า แต่ถ้ามีระยะห่างน้อยเกินไปสีอาจจะเพี้ยนได้ เนื่องจาก phospher ของจุดนั้นอาจจะถูกยิงด้วยละอิเล็กตรอนที่เป็นของสีที่อยู่ข้างเคียงแทน แต่ละจุดบนจอภาพ (สี) จะประกอบด้วย phospher 3 จุด คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน อย่างละหนึ่งจุด ส่วนมากมักจะจัดให้จุดทั้งสามเรียงเป็นรูปสามเหลี่ยม ซึ่งเรียกว่า tried แต่ก็มีจอบางรุ่นที่จัดให้จุดทั้งสามเรียงเป็นแนวเดียวกัน เช่น จอที่ใช้หลอดภาพแบบTrinitron เป็นต้น การยิงอิเล็กตรอนจะเริ่มจากมุมซ้ายบน และไล่ไปตามแนวนอน เมื่อสุดจอแล้วจะไปเริ่มต้นที่แถวถัดไป การย้ายแนวอิเล็กตรอนจากท้ายแถวหนึ่งไปยังจุดเริ่มต้นของแถวถัดไปนี้เรียกว่า raster scanning การยิงอิเล็กตรอนจะกวาดไปเรื่อยๆ ทีละแถวลงไปจนสุดความยาวของจอ หลังจากนั้นจะกลับไปเริ่มต้นที่ซ้ายบนใหม่ ในจอภาพจะมีส่วนที่เรียกว่า magnetic deflection yoke เป็นลวดที่ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กเพื่อเปลี่ยนมุมการยิงอิเล็กตรอนให้เบี่ยงเบนไปยังตำแหน่งต่างๆ บนจอภาพตามที่ต้องการ สำหรับจอสีจะมีปืนยิงอิเล็กตรอนอยู่สามชุดสำหรับแม่สีทั้งสาม (ของแสง) คือ สีแดง เขียว และน้ำเงิน

6.2 จอภาพแบบ LCD (Liquid Crystal Display) มอนิเตอร์แบบนี้เป็นแบบผลึกเหลว ผลึกเหลวนี้เป็นสสารที่แทบจะเรียกได้ว่าโปร่งใส และมีคุณสมบัติก้ำกึ่งระหว่างของแข็ง และของเหลวถึงได้เรียกว่า ผลึกเหลว คือ เมื่อตอนอยู่ในสภาวะปกติ ผลึกเหลวจะอยู่ในสถานะ ของเหลว แต่เมื่อมีแสงผ่านมา ก็จะเกิด การจัดเรียงโมเลกุลใหม่ แล้วผลึกเหลวก็จะมีคุณสมบัติ เป็นของแข็งแทน ส่วนที่แสงผ่านไปเรียบร้อยแล้ว ก็จะกลับมามีคุณสมบัติเป็นของเหลวเหมือนเดิม สำหรับปัจจุบันนี้มอนิเตอร์ LCD นั้นใช้กันอย่างแพร่หลายในฐานะที่เป็นมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ แบบพกพาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น โน้ตบุ๊ก และ PDA รวมไปถึงก้าวมามีบทบาทแทนที่มอนิเตอร์แบบ CRT ของเครื่องตั้งโต๊ะแล้ว ในปัจจุบันแบ่งออกได้เป็นสองแบบใหญ่ๆ ก็คือDual-Scan Twisted Nematic (DSTN) กับ Thin Flim Transistor (TFT) มอนิเตอร์แบบ LCD นั้นจะทำงานโดยการให้แสงขาว (White light) ผ่านตัวแอ็คทีฟ ฟิลเตอร์ (Active Filter) ซึ่งก็หมายความว่า แม่สีแสง (สีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงิน) นั้นได้มาจากการกลั่นกรองแสงขาวนั่นเอง โดยส่วนใหญ่แล้วผลึกเหลวนั้นจะเป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเป็นลักษณะคล้ายๆ กับแท่งไม้ยาวๆ ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วจะมีการจัดเรียงประมาณว่าขนานกันไปเรื่อยๆ มันเป็นไปได้ที่จะทำการควบคุมการจัดเรียง ของโมเลกุลเหล่านี้ด้วยการปล่อยให้ผลึกเหลว นั้นไหลไปตามพื้นผิวที่เป็นร่องๆ ซึ่งถ้าพื้นผิวที่เป็นร่องๆ นี้แต่ละร่อง ขนานกันอยู่ เจ้าโมเลกุลก็จะมีการจัดเรียงแบบขนานกันไปด้วย

6.3 จอภาพแบบ Plasma เป็นจอภาพที่มีลักษณะแผ่นเรียบบาง พลาสมาเกิดขึ้นจากแก๊สที่แตกตัวกลายเป็นอิออนกับอิเล็กตรอน(ประจุลบ)ในสภาวะปกติอะตอมของแก๊ส เป็นกลางทางไฟฟ้ามีจำนวนโปรตอน (ประจุบวก) เท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนทำให้ประจุไฟฟ้าสุทธิ ของอะตอมเป็นศูนย์ และถ้าผ่านกระแสไฟฟ้า หรืออิเล็กตรอนอิสระเข้าไปในแก๊ส มันจะวิ่งเข้าชนอะตอมของแก๊ส ทำให้อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียส ของแก๊สหลุดออก อะตอมขาดความสมดุล มีประจุบวกมากกว่าประจุลบ อยู่ในสภาวะอิออน อิเล็กตรอนอิสระจาก กระแสไฟฟ้าวิ่งเข้าแทนที่อิเล็กตรอนที่หลุดออกไป เข้าสู่วงโคจรด้านนอก และลดระดับเข้าสู่วงโคจรด้านใน ปลดปล่อยพลังงานออกมาเป็นรูปของโฟตอน (พลังงานแสง) จอพลาสมาประกอบขึ้นจากเซลขนาดเล็กนับล้านเซล ภายในเซลแต่ละเซลบรรจุแก๊สซีนอนหรือนีออน เซลทั้งหมดถูกแผ่นแก้วทั้งสองประกบอยู่ มีเส้น

อิเล็กโตรด เดินอยู่บนแผ่นแก้ว ข้างล่างแผ่นแก้ว เป็นที่อยู่ของขั้วไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าทั้งสองฝั่งของแผ่นแก้วจะมีลักษณะตัดกัน(Cross) ด้านบนเดินเป็นแนวนอน ส่วนด้านล่างเดินอยู่ในแนวตั้งฉาก เมื่อจุดตัดของอิเล็กโตรดทั้งสองมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะเกิดแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดบน และจุดล่าง กระแส ไฟฟ้าสามารถไหลผ่านเซลนั้นได้ อะตอมของแก๊สในเซล จะปลดปล่อยแสงอัลตร้าไวโอเล็ต ซึ่งเป็นแสงที่ตามองไม่เห็น ดังนั้นภายในเซลจึงต้องฉาบฟอสฟอรัส 1 เซลต่อหนึ่งสี 1 จุดแสง มี 3 เซล ประกอบ ด้วย 3 สี เมื่อแสงอัลตร้าไวโอเลตกระทบเข้ากับอะตอมของฟอสฟอรัส มันจะกระตุ้นให้อะตอมของฟอสฟอร์ ปลดปล่อยแสงที่ตามองเห็นออกมา การปรับเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าของเซลแต่ละเซลสามารถเปลี่ยนความเข้มของสีแสงได้ ข้อเด่นของจอแบบพลาสมาคือคุณสามารถสร้างจอให้มีขนาดใหญ่เท่าไรก็ได้ เพราะจุดแสงแต่ละจุดไม่ขึ้นต่อกัน ภาพที่ได้ออกมามีความสว่างและคมชัดมาก มองจากมุมใดก็ได้ความสว่างไม่ลดลง และยังทำให้จอมีขนาดบางเหมือนกับนำรูปภาพไปแขวนไว้

7 . สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์หลักที่ใช้ระบบโทรทัศน์วงจรปิด การทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆของระบบโทรทัศน์วงจรปิดจะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากระบบนี้ได้อย่างแท้จริงและคุ้มค่าในการลงทุน ในปัจจุบันระบบโทรทัศน์วงจรปิดมีแนวโน้มที่จะถูกนำไปใช้ในระบบเครือข่ายมากขึ้น เพราะฉะนั้น การออกแบบระบบโทรทัศน์วงจรปิดควรคำนึงถึงความสามารถในการรองรับระบบเครือข่ายด้วย

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ซีคู เทค จำกัด ที่ให้ข้อมูลรายละเอียดสำหรับบทความนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Vlado Damjnovski , “CCTV Networking and Digital Technology” United States of America, 2005

[2] www.secu.co.th

[3] www.cctvlabs.com

10. ประวัติผู้เขียน

นายอรรถรัตน์ นาวิกาวตาร การศึกษา ปริญญาโท สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์, ปริญญาตรี สาขา รัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง การทำงาน อาจารย์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์