• คุณสุวิทย์ ศรีสุข

# มาออกแบบระบบ CCTV ให้ได้ภาพอย่างใจกันเถอะ

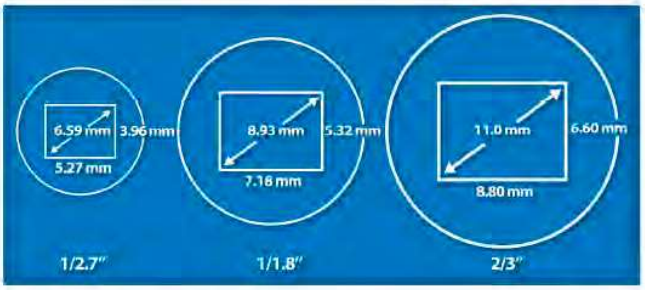
เมื่อจักใกล้ถึงเวลาส่งบทความทีไรก็ต้องทบทวนหาทรัพยากร หากจักใหม่ได้โดยไม่เคยเขียนถึงมาก่อนเลยก็ยิ้มหน้าบาน แต่คงด้วยเรื่องที่น่าตื่นเต้นไม่เคยพบไม่เคยเจอนั้นหมด...แลหมดไปนานแล้วด้วย คงยังมีเหลือแต่เรื่องที่วนเวียนอยู่แต่ที่เคยเขียนไว้แล้วทั้งสิ้น ด้วยหัวใจนักถ่ายทอดทำให้ไม่ยอมจำนนที่ต้องค้นหาให้พบใหจงได้ โชคเป็นของผมอีกครั้งที่เมื่อก่อนสิ้นปี พ.ศ.2558 มีลูกค้าท่านหนึ่งขอให้ไปบรรยายเรื่องเกี่ยวกับการเลือกใช้กล้องโทรทัศน์วงจรปิดในเหลี่ยมคมที่สามารถเลือกภาพที่ต้องการให้ได้อย่างใจนั้นจักต้องคำนวณอย่างไร ได้โอกาสนี้ผมรีบรับปากทันทีได้ครับ ทั้งที่ยังนึกไม่ออกเลยว่า เราได้ชุกทรัพยากรที่เคยค้นคว้าไว้ที่ใดบ้าง น่าจักเป็นเวลาสักปีถึงสองปีเห็นจักได้แล้วละมั้งที่ไม่ได้เข้าไปเกียวข้องเรื่องบรรยายฤาว่าจักพูดถึงให้ได้ฝึกปรือฝีปากคมสมองบ้าง ทั้งๆที่ก้งวลว่าเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ปากท้องร้องครวญใส่ปากทันทีว่า *"รับครับ...ทำได้...มีเวลา...จักทำให้เต็มที่...ไม่ให้ท่านผิดหวัง"* ดูท่านจักพอใจเอาละงานนี้ต้องได้บ้างละ หากเหมือนปีที่แล้ว ผมก็คงได้กระเช้าผลไม้ ไดอารี่+สมุดบันทึก หลอดไฟแอลอีดี พ้นจากลูกค้ามาไม่หากไกลกันนักพอเห็นกัน ผมเล่นไสบศาสตร์ทันทีโดยแอบภาวนาใจว่า ให้อำนาจวิเศษดลใจลูกค้าให้ปรารถนานำเงินใส่ซองมาแนบที่หน้าปกไดอารี่เหมือนปีก่อนโน้นโน้น...นานมาแล้ว [ข้อความนี้คิดให้กำลังใจตัวเองให้เกิดไฟในการที่ต้องไปค้นสมบัติเก่าที่ยังนึกไม่ออกว่าชุกไว้ที่ใด] สมบัติของผมมักอยู่ใน external hard disk ตัวเก่งที่ผิวยางภายนอกเป็นยางเหนียวๆ แล้วจับต้องทีไรให้ได้อารมณ์ว่า สมบัตินี้ได้ทำหน้าที่มานานจนชราไม่ทิ้งห่างผู้เป็นเจ้าของแม้นแต่น้อยเลย อารัมภบทมาซะยาวตามประสาคนเขียนงานที่มีอารมณ์คิดถึงคุณผู้อ่านอยู่ไม่น้อย เข้าเรื่องกันเสียที...

งานเขียนนี้ตั้งใจไว้อย่างมั่นว่า จักให้ผู้อ่านได้สามารถเลือกกล้องเลือกเลนส์สำหรับงานโทรทัศน์วงจรปิดอย่างใจคิดที่ว่า อยากได้ภาพที่ห่างจากกล้องเท่านี้ อยากได้ภาพที่กว้างเท่านี้ แล้วมุมที่ออกจากกล้องนั้นได้มุมกว้างเท่าไรกันแน่ และจักทบทวนการคำนวณเรื่องเก่าๆ ทั้งที่ก็นึกเกรงใจท่านที่เคยอ่านหลายครั้งแล้ว แต่ก็พ่ายแพ้ความรู้สึกว่า แล้วคนที่มาเห็นบทความนี้ครั้งแรกเค้าจักเข้าถึงเข้าในได้ฤไม่ ไม่ว่าจักเป็นประเด็นว่า การคำนวณหาขนาดความกว้างที่ CCD สามารถทำหน้าที่รับภาพได้ ภาพที่มี ฤ ไม่มีเอกลักษณ์แยกแยะในวิธีคำนาณได้อย่างไร รวมทั้งขนาดของภาพที่กว้างที่สุดที่ CCD รับได้แล้วเจักได้เลือกขนาดวัตถุที่ไม่เกินความสามารถที่จักแสดงเกินขนาดภาพของ CCD ที่สามารถแสดงได้ การคำนวณหาขนาดทางยาวโฟกัสของเลนส์ รวมทั้งวิธีคำนวณหามุมที่เกิดขึ้นที่หน้ากล้องที่จักเป็นประโยชน์มากในการนำไปใช้ตอนเขียนแบบด้วย autoCAD ในสุดท้ายเราถึงจักมาปรับเลือกขนาดต่างๆที่จักเป็นหัวใจของบทความนี้คือการกำหนดขนาดความกว้างของวัตถุที่ต้องการ การกำหนดระยะของวัตถุว่าจักห่างจากกล้องเท่าใด ทั้งสองข้อหลังจักกระทบต้องคำนวณขนาดของทางยาวโฟกัสใหม่ เรื่องสุดท้ายหากหน้ากระดาษอำนวยก็จักแถมท้ายด้วยความสัมพันธ์ที่จักเกิดความชัดลึกเกิดได้โดยความสัมพันธ์ใดได้ ลำดับต่อไปต้องขอปูพื้นกันเลย

เรื่องที่จักเขียนถึงนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบโทรทัศน์วงจรปิดที่ประกอบด้วย **กล้องรับภาพ** ส่วนของการสื่อสารฤส่งสัญญาณไปยังเครื่องควบคุมที่มีส่วนย่อยๆ อยู่ด้วยกันอย่างจอแสดงภาพ เครื่องบันทึกภาพ ทั้งสิ้นที่นี่เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ ในส่วนของการส่งสัญญาณภาพต้องคลี่คลายสักเล็กน้อยเกี่ยวกับกล้องอนาล็อกกับกล้องไอพีที่เรียกๆ กัน หลายคนเข้าใจว่าแตกต่างกันเราไม่สามารถใช้วิธีคำนวณแบบกล้องอนาล็อกมาใช้กับกล้องไอพีได้ ขอบอกว่าเข้าใจผิดเพราะไม่ว่าจักเป็นกล้องแบบใดส่วนรับภาพก็เริ่มที่เล็นส์ ส่งภาพมายัง CCD ฤ CMOS ทำหน้าที่แปลงความยาวคลื่นแสงต่างๆ ให้เป็นไฟฟ้า ถึงตอนนี้กล้องทั้งสองชนิดข้างต้นจักเริ่มแตกต่างกันคือกล้องอนาล็อกก็จักส่งสัญญาณภาพออกมาจากกล้องเลย เพื่อให้สามารถส่งได้ไกลๆกล้องจึงทำหน้าที่ส่งสัญญาณภาพที่ความถี่ย่าน 5 GHz หากระยะทางไม่เกินสัก 180 เมตรก็ส่งผ่านสายชนิด RG-6 ได้ระบบส่งสัญญาณนี้ใช้ impedance ที่ 75 โอห์มและต้องเป็นชนิดที่มี braid shield ชนิด 95% จักไปใช้ชนิดเดียวกับระบบเสาอากาศทีวีรวมหาได้ไม่ซึ่งเรื่อนี้ระวัง หากเมื่อใดที่ต้องการส่งให้ไกลขึ้นมีสองทางเลือกคือ ใช่สาย RG-6 เหมือนเดิมโดยใส่ repeater ทำหน้าที่ขยายขนาดสัญญาณ ฤจักเปลี่ยนชนิดของตัวกลางไปเลยเช่นต้องการประมาณ 300 เมตรเศษๆ ก็ใส่เครื่องแปลง impedance จาก 75 โอห์มเป็น 100 โอห์มแล้วใช้สาย UTP ของระบบเครือข่าย

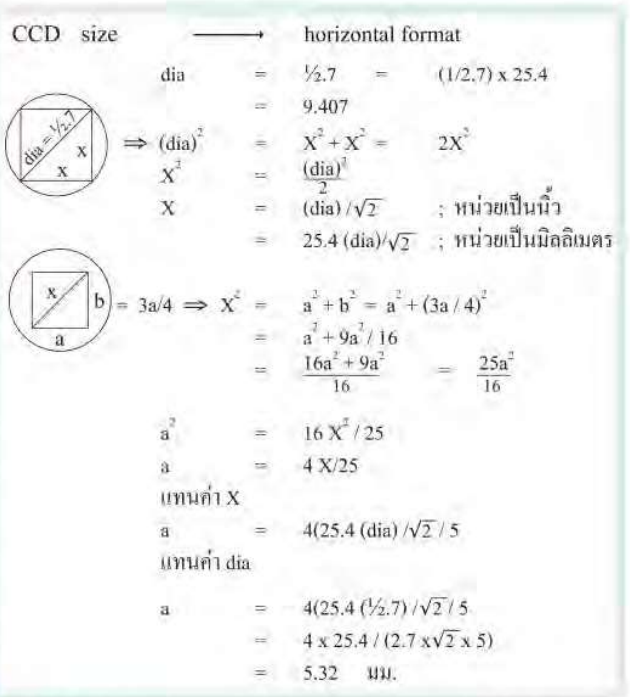
คอมพิวเตอร์เค้าโน่นไป แต่สัญญาณยังเป็นอนาล็อกเหมือนเดิม การที่สามารถส่งได้ไกลขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติค่า capacitance เค้าควบคุมได้ดีกว่า เมื่อใดระยะทางมากกว่า 300 เมตรแล้วละก็อาจต้องคิดถึงสายใยแก้วนำแสง แต่ก็ยังขอย้ำอีกว่า ยังไม่ใช่สัญญาณดิจิตอลที่มีรหัสเหมือนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระยะทางน่าจักได้ระยะทางมากๆ เลยทีเดียว แล้วกล้องไอพีเข่ยอย่างไรคือส่วนที่อนาล็อกส่งสัญญาณออกมากล้องไอพีก็จักมีแผงวงจรแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เป็นอนาล็อกเป็นดิจิทัล ที่เรียกอุปกรณ์ชุดนี้ว่า ADC ฤ analog to digital converter แล้วใส่กระบวนประมวลสัญญาณดิจิทัลให้เป็นไปตามข้อกำหนดการสื่อสารข้อมูลเครือข่ายที่เรียกว่า โพรโทคอล ชนิด TCP/IP ด้วยกระบวนการนี้เองที่แต่ละกล้องจักมีเลขที่อยู่ประจำกล้องที่เรียกว่า ไอพี แล้วก็มีการสื่อสารเช่นเดียวกับการสื่อสารในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งชนิดมีสายที่เรียกว่า LAN และชนิดไร้สายที่เรียก wLAN

แนะนำการสื่อสารของกล้องแล้วจักมาทำความเข้าใจการทำงานของกล้องจำเพาะในส่วนของอะนาล็อกล้วนๆ ที่เกี่ยวกับสัญญาณภาพก่อนส่งออกมาจากกล้อง เริ่มที่ตัวที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณภาพเป็นไฟฟ้าในที่นี้ใช้ชนิด CCD หรือ charge coupled device เราจักเริ่มด้วย CCD ที่อ้างอิงข้อกำหนดเป็น Tvline อนาล็อกดั้งเดิม ในเรื่องของทีวีไลน์ในทางกายภาพเองก็ไม่มีจำนวนเส้นที่เราจักใช้อ้างอิงเพราะเส้นนี้เป็นเส้นในแนวนอนที่ประกอบด้วยเส้นคู่แลเส้นคี่รวมเป็นจำนวนเส้นที่จักนำมาใช้งาน ดังที่บอกไปแล้วเส้นนี้เป็นเส้นในแนวนอนและสัดส่วนของภาพที่ใช้ทำเป็นระบบโทรทัศน์วงจรปิดนี้เป็นขนาด 3 ต่อ 4 คือแนวตั้งสามส่วน และแนวนอนสี่ส่วน หากเราต้องการอ้างอิงจำนวนเส้นเป็นระยะตามแนวตั้งเราวัดกันลำบากมากทั้งยังมีความผิดพลาดได้ง่าย เพราะต้องวัดให้ตั้งฉากกับผิวโลก แลด้วยสัดส่วนของภาพเป็นสามต่อสี่ทำให้จำนวนของเส้นแนวนอนที่ทำได้ต้องนำมาใช้งานที่แนวตั้งเพียง ¾ ฤ 75% เพื่อให้จำจวนเส้นที่จักจินตนาการมาใช้เป็นเส้นตั้งได้ 100 % ไม่เกินความสามารถที่ทำได้ ตรงนี้อาจทำให้สับสนบ้างต้องจินตนาการยากนิด หากผู้อ่านท่านใดเข้าใจก็สุดยอดครับ ผมเองใช้เวลานานมากทั้งต้องหาหลักฐานอ้างอิง ท่านที่ยังเข้าไม่ถึงให้จินตนาการว่า เส้นแนวนอนที่พูดถึงเราหมุน 90 องศามาใช้ทำหน้าที่เป็นแนวตั้งแล้วตัดลดจำนวนเส้นแนวดิ่งเหลือเพียง 75% ของที่ทำได้จริงเหมือนกับว่า เราได้เฉือนจอตามแนวนอนออก 25% ไม่ได้ใช้งานเพื่อให้เห็นภาพสังเกตุตอนเราดูหนัง DVD ไหมว่าภาพจักไม่เต็มจอข้างบนกับข้างล่าง ทีนี้พอเราได้จำนวนเส้นแนวตั้งที่เรียกว่า ทีวีไลน์แล้วนี่แหละคือขนาดของวัตถุที่เราจักใช้อ้างอิงในการคำนวนตอนนี้ขอพักไว้ก่อน กลับมาจับ CCD มักจักแจ้งขนาดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางในที่นี้จักไม่ขอเลือกขนาดยอดนิยมตามสเป็กของผู้ออกแบบ เราขอเลือกขนาด 1/2.7 นิ้ว ดูรูปที่ 1 ประกอบ




รูปที่ 1 แสดงสัดส่วนที่ใช้งานของ CCD

จากรูปที่ 1 ขนาดของ CCD ที่เป็นขนาดทางการค้าไม่สามารถนำมาใช้รับภาพได้ทั้งหมดแลสัดส่วนก็ไม่ใช่สี่เหลี่ยมจตุรัสด้วย หลักการหาขนาดกรอบของภาพที่เป็น ¾ นั้นเราใช้เส้นผ่านศูนย์กลางเป็นเส้นทะแยงมุมของสี่เหลี่ยมจตุรัส คำนวนได้ขนาดของด้านของสี่เหลี่ยมจตุรัสนพด้านของสี่เหลี่ยมจตุรัสมาเป็นเส้นทะแยงมุมของขนาดภาพที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า คำนวณเสร็จจักได้ขนาดของด้านสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ต้องการ ต่อไปขอแสดงวิธีทำ (ขออนุญาตแสดงเป็นตัวเลขคำนวณหน่อยนะ) เพื่อให้ง่ายจึงขอนำเสนอเป็นรูปประกอบรูปที่ 2 เลยครับ



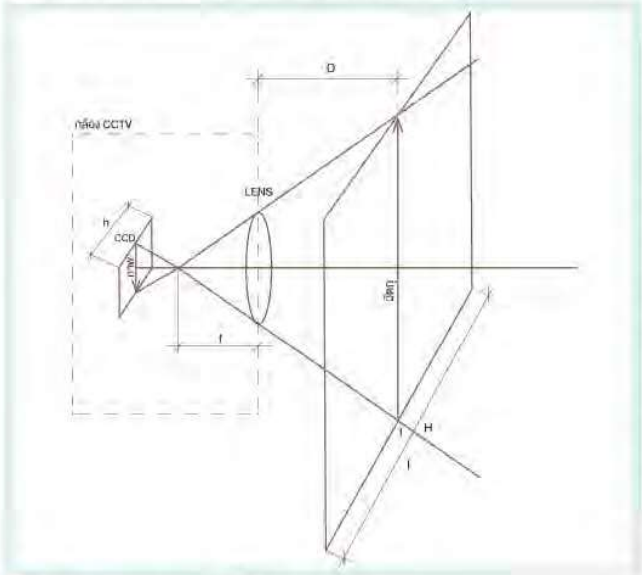

รูปที่ 2 แสดงวิธีคำนวณหาขนาดของ horizontal format ของ CCD

จากรูปที่ 2 ขนาดของค่า a ที่เห็นในรายการคำนวณคือขนาดความกว้างของภาพที่แสดงที่หน้าจอภาพ (monitor) ตอนนี้เราได้เรียนรู้มาแล้วสองเรื่องคือ จำนวนเส้นทีวี (TV line) แลขนาดภาพ (horizontal format) ต่อไปเราจักนำจำนวนเส้นทีวีมาคำนวณหาขนาดความกว้างของวัตถุที่จักมองเห็น เริ่มจากการตัดสินใจก่อนว่าภาพที่ต้องการนั้นเป็นภาพบุคคลที่ต้องการเห็นเอกลักษณ์ที่จักสามารถนำไปใช้อ้างอิงตรวจ

สอบตัวตนภายหลัง กรณีนี้เราจักใช้จำนวนเส้นทีวีในอัตรา 16 เส้นต่อฟุต ฤว่าเราต้องเห็นแค่บรรยากาศทั่วๆ ไปเช่น ที่จอดรถ ลานกิจกรรม ทางเดินในอาคารชุด เป็นต้น กรณีนี้เราจักใช้จำนวนเส้นทีวีในอัตรา 6 เส้นต่อฟุต ในตัวอย่างการคำนวณนี้เราเลือกที่จักเห็นภาพบุคคลที่มีเอกลักษณ์ ดังนั้นเราจึงใช้ 16 เส้นต่อฟุต สมมติว่า CCD ที่เราเลือกใช้นั้นมีขนาดจำนวนเส้นทีวีเท่ากับ 380 เส้นจะได้

ขนาดความกว้างของวัตถุ = 380 / 16 = 23.75 ฟุต

คิดเป็นเมตรได้เท่ากับ 23.75x.308 = 7.315 เมตร มีความหมายว่า ขนาดของวัตถุสำหรับกล้องตัวนี้ฤของ CCD ที่มีจำนวนเส้นทีวีเท่านี้ไม่สามารถรับภาพที่มีเอกลักษณ์ได้ไม่มากกว่า 7.315 เมตรแต่สมารถกำหนดให้น้อยกว่านี้ได้ นี้คือประเด็นของบทความนี้ที่จักคำนวณให้อ่านกัน แต่ก่อนอื่นขอเขียนประเด็นเล็กๆ ที่ว่า หากเป็นกล้องเล็กๆที่นิยมใช้กันมักให้ข้อมูลเป็นจำนวนพิกเซล ตัวอย่างเช่น CCD ขนาด 2 Mpixel หรือที่เรียกว่าได้ภาพ *"2 เม็ก"* นั่นน่ะเอง ถ้ารูปแบบของภาพเป็น 4 ต่อ 3 ละก็จักได้ขนาดพิกเซลเป็นขนาด 1633 x 1225 pixel กรณีนี้สามารถแปลงเป็นขนาดความกว้างของวัตถุได้โดยใช้สัดส่วนที่ 4 pixel ต่อ 1 Tvline (หลักคิดพอเข้าใจได้คือ หนึ่งทีวีไลน์ประกอบด้วยพิกเซลที่เป็นสีแดงเขียวเหลืองและขาวอย่างหลอด รายละเอียดลองค้นคว้าเพิ่มเติมดูครับ เพราะหากจักเรียนเรียงจนครบจักทำให้บทความนี้ยาวเกินไป) ในที่นี้เราใช้ 16 ทีวีไลน์ต่อหนึ่งฟุตจึงสามารถแปลงเป็นพิกเซลได้เท่ากับ 16 x 4 = 64 pixel ในทางปฏิบัติที่ใช้งานมักอ้างอิงที่ 60 pixel per foot จากตัวอย่างขนาดของพิกเซลสามารถหาขนาดทีวีไลน์ได้เท่ากับ 1633 / 4 = 408 Tvline จักสังเกตได้ว่า CCD ขนาด 2 เม็กนั้นเทียบเท่าโดยประมาณพอๆ กับ CCD ที่มีทีวีไลน์ 380 Tvline ที่มีจำหน่าย รู้อย่างนี้แล้วเราก็สามารถอ่านสเป็กเลือกใช้ของได้ดีขึ้นครับ

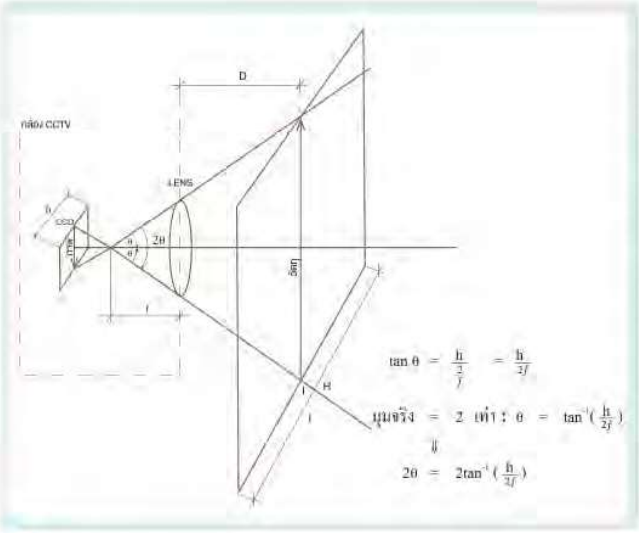



*รูปที่ 3 แสดงระยะต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ*

กลับมาเรื่องของเราต่อไป เมื่อได้ขนาดสูงสุดของวัตถุแล้วเบื้องต้นเราก็ใช้ขนาดนี้ไปดูซิว่าจักได้เลนส์ขนาดเท่าใดขอให้ดูรูปที่ 3 ประกอบ

จากรูปที่ 3 ขออธิบายให้เห็นภาพที่เราคำนวณมาแต่ต้นว่า ขนาดของวัตถุที่เราคำนวณมาได้ขนาดเท่ากับ 7.315 เมตรก็คือค่าของ H ในรูปที่ 3 นั่นเอง ส่วนขนาดของ horizontal format ของ CCD ที่เราคำนวณได้ค่าเท่ากับ 5.33 มิลลิเมตรก็คือค่าของ h ในรูปที่ 3 นั่นเอง ลำดับที่สามที่ต้องกำหนดคือ ระยะวัตถุที่เราต้องการภาพว่า อยากได้ภาพที่ห่างจากกล้องเท่าใด ตัวอย่างในที่นี้เท่าไรดี ลองนะเราสมมติให้ระยะวัตถุห่างจากกล้องเท่ากับ 10 เมตร ต่อไปที่เราต้องคำนวณคือขนาดของทางยาวโฟกัสของเลนส์ที่เราจักเลือก ทีนี้มาดูว่าเราจักใช้สูตรไหนหากจักเอาง่ายไม่คิดอะไรมากจำอย่างเดียวไม่ต้องเข้าใจอะไรให้ปวดกระบานละก็ใช้สูตร f = D x h / H ใช้ได้เลย สูตรนี้หากใครได้ลองแทนค่าจักพบว่า ตัวเลขนั้นมีหน่วยที่แตกต่างกัน ถ้าไม่สบายใจจักแปลงหน่วยก็ไม่ว่ากัน จำนวนตัวเลขที่จ้องกดก็มากขึ้นเท่านั้นเอง ผมมักใช้นิสัยนักโปรแกรมเมอร์ระบบที่ว่า เขียนโค็ดให้น้อยที่สุดอะไรที่ไม่จำเป็นต้องทำก็ไม่ต้องใส่ให้รกรุงรังและไม่ทำให้ลื่นเปลืองหน่วยความจำ เปลืองขั้นตอนวิธีตราบใดที่ยังคงได้คำตอบที่ถูกต้องทั้งทางด้าน verification และ validation เพราะเวลในกระบวนการทำงานและระบบหน่วยความจำมีจำกัด ลดความเสี่ยงในการรอคิวการทำงานใน CPU เรื่องนี้ไม่ว่ากันตอนนั้นยังเยาว์ประสบการณ์ถูกผู้ใหญ่ท่านตำหนิก็นึกภูมิใจว่า โดนเสียบ้างจักได้ไม่อ่อหังการ...ผ่านไป ทีนี้กลับมาดูสำหรับสาย hard core ดูรูปที่สามจักเห็นว่า ระยะต่างๆ มีทั้งในแนวแกน X และแนวแกน Y พร้อมกับตั้งสมมติฐานว่า แสงเดินทางเป็นเส้นตรง หากแรงที่กระทำบนผิวโลกมีแรงดึงดูดที่เราทราบขนาดแล้ว (อาจเปลี่ยนแปลงแบบคงที่ตลอดเวลา) ด้วยคณิตศาสตร์ของยูคลิดที่เราเรียนมาสมัยมัธยม ดังนั้นจะได้ว่า ระยะในแนวแกน X และระยะในแนวแกน Y มีสัดส่วนที่คงที่ เมื่อทั้งแกน X และ Y เกิดจากมุมมุมเดียวกัน แกนอ้างอิงในที่นี้คือ แนวแกนศูนย์กลางของเลนส์ มุมที่เกิดขึ้นเป็นการเดินทางของแสงหักเหเข้าสู่จุดโฟกัสของเลนส์ อันนี้คงที่แน่นอนเพราะเลนส์ วางในระยะที่คงที่ ขณะได้ภาพไม่มีการเคลื่อนที่ฤเคลื่อนที่ช้ากว่า แสงมากมาย ดังนั้นสัดส่วนที่ว่าคือ f / h = D / H เมื่อปรับข้างให้เหมาะสมจึงได้เป็น f = (D / H) x h ทีนี้มาสู่กระบวนการแทนค่าจะได้ f = (10 / 7.315) x 5.33 = 7.29 มิลลิเมตร ขนาดนี้คือขนาดของทางยาวโพกัส ในทางปฏิบัติขนาดทางยาวโฟกัสนี้ไม่มีขายที่มีขายคือขนาด 8 มิลลิเมตร ส่งที่เราต้องทบทวนคือ ระยะวัตถุ D คำนวณค่า D ใหม่ได้จากสูตร D = (f / h) x H แทนค่าได้ D = (8 / 5.33) x 7.315 = 10.98 หรือประมาณ 11 เมตร เท่านี้เองจักถือว่าจบแล้วก็ได้ของบทความนี้ หากท่านผู้อ่านเข้าใจนำไปใช้งานได้ค้นคว้าเพิ่มเติมก็จักทำให้เข้าใจมากขึ้น จนถึงขั้นมาช่วยแนะนำแก้ไขบทความนี้ก็สุดยอดไปเลย แต่ความตั้งใจของบทความนี้คือ เราจักลอง

ปรับองค์ประกอบบางตัว อย่างน้อยเมื่อสักครู่เพิ่งปรับระยะวัตถุไปเพื่อให้เป็นไปตามขนาดของเลนส์ที่มีขาย เราลองมาตั้งความต้องการใหม่กันดีกว่า ในสถานะการที่เราต้องการลดขนาดความกว้างของวัตถุลง เช่น เราคิดถึงทางเดินของชั้นห้องพักในอาคารชุด จากสูตรหาขนาดของ D = (f / h) x H จักพบว่า ระยะก็จักลดตามตามสัดส่วนเพราะค่าของ f และ h นั้นคงที่เนื่องจากเป็นคุณสมบัติของกล้อง จึงจินตนาการได้ว่า สำหรับกล้องหนึ่งๆ ที่มีตัวแปรคือ CCD กับ เลนส์จักทำให้ได้มุมๆหนึ่งขึ้นมาทำให้เมื่อเราต้องการขนาดวัตถุที่แคบลงจึงทำให้ระยะวัตถุที่ได้โฟกัสนั้นสั้นลงตาม แล้วมุมนั้นสามารถคำนวณได้ฤไม่ ตอบเลยว่า "*ได้*" ในที่นี้ไม่ขอวิเคราะห์รายละเอียดเพราะหน้ากระดาษจักหมดแล้ว*(อยากเข้าใจเชิงลึกศึกษาจากรูปที่ 3 ได้เลย แนะนิดใช้ตรีโกณมิติค่า tan)* ขอได้ดูรูปที่ 4 ประกอบ




*รูปที่ 4 แสดงการหามุมที่เกิดจาก CCD และเลนส์*

จากรูปที่ 4 จักเห็นว่า tan(q)=(h/2)/f=h/(2*f)จะได้ค่า q = tan-1 (h/(2*f) แต่มุมที่เกิดขึ้นมีทั้งบนและล่างจึงทำให้ได้เป็น 2q = 2tan-1(h/(2*f) ด้วยเหตุเป็นเช่นนี้เอง "*มาออกแบบระบบ CCTV ให้ได้ภาพอย่างใจกันเถอะ*" ตามที่ตั้งใจไว้ก็ครบถ้วนสมดังตั้งใจแล้ว ก่อนจบขอแถมท้ายอีกหนึ่งเรื่องคือการเกิดความชัดลึก

ความชัดลึกฤ depth of field มีความสัมพันธ์กับทางยาวโฟกัส (f) ความสัมพันธ์นี้เรียกว่า aperture ratio (F) มีค่าเท่ากับ f/A (A: area of the aperture) หรือนักเล่นกล้องชอบเรียกคือค่า F-stop ผมอยากใช้ความหมายมาเรียกขื่อว่า สัดส่วนพื้นที่รับภาพ เทียบพื้นที่น้อยที่สุดอยู่ที่ขอบเลนส์ด้านนอกเป็นพื้นที่วงกลม ถ้าพื้นที่ที่ว่าจากขอบเลนส์เข้ามาหาศูนย์กลางยิ่งมากจักทำให้ระยะชัดลึกจักมากขึ้นตาม หรืออาจมองจากอีกมุมมองเป็นอัตราส่วนหากสัดส่วนของพื้นที่มีค่าน้อย (small aperture: ค่า F น้อยๆ) จักหมายถึงค่า F-stop มีค่ามาก ผลที่เกิดขึ้นคือค่าความชัดลึกจักมากขึ้น แต่แสงที่มาถึง CCD จักน้อยลง ในทางตรงกันข้ามหากค่า aperture มีค่ามากๆ ซึ่งเกิดจากค่า F-stopที่น้อยๆ หมายความว่า ค่าความชัดลึกจักสั้นลง แต่แสงที่จักมาถึง CCD จักมากขึ้น ตัวอย่างการเรียงลำดับค่าของ F-stop จากน้อยไปมาก (ที่มักกำหนดค่าเป็นลำดับอย่างนี้)ดังนี้ f/1, f/1.4, f/2, f/2.8, f/4, f/5.6, f/8, f/11, f/16, f/22, f/32, f/45 สำหรับอีกความสัมพันธ์ระหว่าง ความชัดลึกกับทางยาวโฟกัสเป็นความสัมพันธ์แบบผกผันหมายความว่า เลนส์มุมกว้างที่นักถ่ายรูปมักเรียกว่า wide angle lens นั้นเป็นเลนส์ที่มีทางยาวโฟกัสสั้นๆ จักมีความชัดลึกมากกว่าเลนส์ซูมหรือที่นักถ่ายรูปเรียกว่า telephoto lens ทั้งสองความสัมพันธ์น่าจักพอทำให้ได้เข้าถึงแลเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับความชัดลึก บทความนี้ขอนำเสนอพอเป็นแนวทางเพียงนี้ก่อนละกันครับ

วันนี้เราได้เรียนรู้ไปด้วยกันพอสมควร สำหรับคนที่ติดตามอย่างครบถ้วนต้องยอมรับว่า ไม่ใช่ธรรมดาทีเดียวหากเข้าถึงแลเข้าใจ แต่หากจักมีสักหนึ่งท่านฤมากกว่านั้นที่รู้สึกว่า ยังงงๆ ลำพังเอาสูตรต่างๆ ไปใช้งานก็พอได้ยังเข้าไม่ถึงว่าทำไมเป็นอย่างนั้นเป็นอย่างนี้ ก็ยังไม่ต้องกำลังใจตกไปเพราะผมกว่าจักรวบรวมเรียบเรียงมาได้อย่างนี้ต้องใช้เวลาเป็นปีปีทีเดียว แม้นว่าผมจักทำอะไรอื่นด้วยในระหว่างนั้น ผมก็เคยถามตัวเองว่า ถ้าผมเรียนรู้ต่อเนื่องเรื่องเดียวผมจักเข้าถึงแลเข้าใจเร็วขึ้นไหม ผมขอตอนยืนยันตรงนี้เลยว่า ไม่ไม่จริงอย่างมั่นใจ ผมเคยทดลองกับเรื่องต่างๆ มาแล้ว สำหรับผมคงต้องการการบ่มเพราะความคิดความเข้าใจต้องการการร้อยเรียงกับความรู้เดิมของเราที่มีอยู่เป็นทุนเดิม เมื่อใดที่สามารถร้อยเรียงความรู้ความเข้าใจใหม่ได้อย่างลงตัวหมดจดแล้วนำมาเล่าให้ใครต่อใครเข้าใจได้อย่างง่ายดายด้วยคำที่อธิบายกะทัดรัดไม่ฟุ่มเฟือยนั่นแหละ เราเข้าถึงแลเข้าใจ วันนี้ใครเข้าถึงเข้าใจผมขอยินดีด้วยครับ บทความในฉบับนี้ที่ทุกท่านได้อ่านผมหวังยิ่งว่าท่านจักชอบนะครับ ผมยินดีมากที่ขอนำเสนอ จนกว่าจักได้พบกับอีกในฉบับหน้าครับ...


ส่วนตัวผู้เขียน

**นายสุวิทย์ ศรีสุข**

*วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ*

การศึกษา ปริญญาตรี-วิศวกรรมศาสตร์ ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปริญญาโท-วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน

ประสบการณ์ ทำงานกว่า 29 ปี งานด้านไฟฟ้ากำลัง