บทที่ 2

การสร้างภาพจากการส่งผ่านรังสีแกมมา

2.1 หลักการสร้างภาพจากการส่งผ่านรังสีแกมมา

รังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงสามารถทะลุทะลวงวัสดุต่างๆได้ ในขณะที่รังสีแกมมาผ่านเข้าไปในตัวกลางใดๆ จะเกิดอันตรกิริยาสูญเสียพลังงานได้ 3 ลักษณะ ขึ้นกับระดับพลังงาน ได้แก่ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric effect) ปรากฏการณ์กระเจิงแบบคอมพ์ตัน (Compton scattering) และปรากฏการณ์แพร์โพรดักชัน (Pair production) ปรากฏการณ์เหล่านี้ มีผลทำให้รังสีแกมมาที่ผ่านออกมาจากตัวกลางมีพลังงานและความเข้มลดลง เมื่อพิจารณาเฉพาะรังสีแกมมาพลังงานหนึ่งๆ ความเข้มรังสีที่ทะลุผ่านวัสดุออกไป โดยไม่เกิดอันตรกิริยาใดๆ จะมีความสัมพันธ์กับความหนาของวัสดุ ดังนี้ (1)

$$I = I_{o} e^{-\mu x} \quad \text{.....} \quad (1)$$

เมื่อ I_{o} คือ ความเข้มของรังสีแกมมาก่อนผ่านตัวกลาง

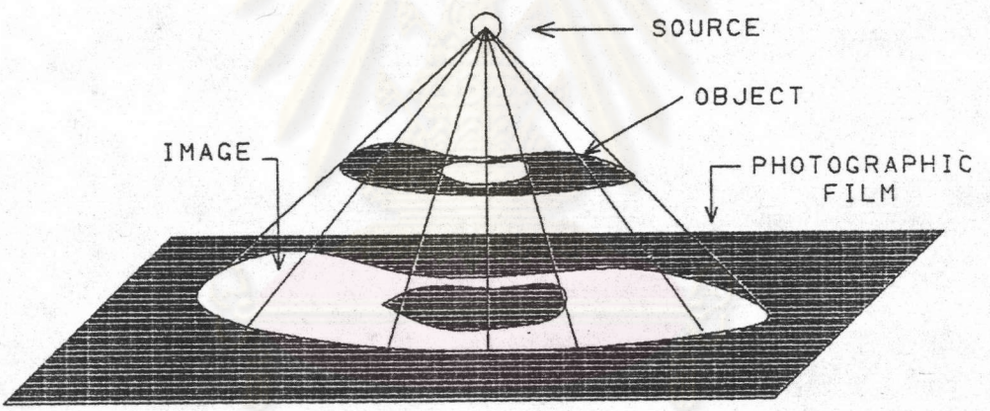
I คือ ความเข้มของรังสีแกมมาหลังผ่านตัวกลาง

μ คือ สัมประสิทธิ์การลดทอนความเข้มรังสี (Attenuation coefficient)

x คือ ความหนาของตัวกลาง

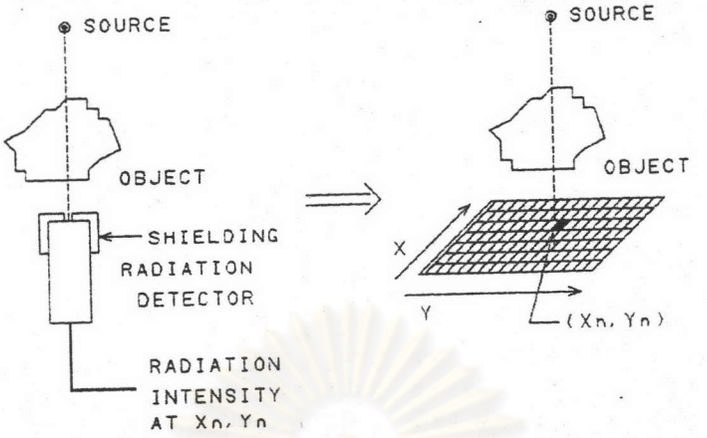
จากความสัมพันธ์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าความเข้มของรังสีแกมมาหลังผ่านตัวกลางจะขึ้นกับพลังงานของรังสี ความหนา และชนิดของตัวกลางนั้นๆ หากฉายรังสีจากต้นกำเนิดรังสีผ่านตัวกลางดังแสดงในรูปที่ 2.1 แล้วนำฟิล์มมารับปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านตัวกลางออกมา รังสีแกมมาที่ตกกระทบบนแผ่นฟิล์มจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบ AgBr ที่เคลือบอยู่บนแผ่นฟิล์ม โดย

รังสีแกมมาจะทำให้สารประกอบ AgBr แตกตัวเป็น Ag^+ และ Br^- ซึ่งขั้นตอนนี้ เรียกว่าเกิดภาพแฝง (Latent image) เมื่อนำมาผ่านขั้นตอนการล้างฟิล์ม สารเคมีที่อยู่ในน้ำยาสร้างภาพ (Developer) จะทำให้ Ag^+ เปลี่ยนเป็นโลหะเงิน (Metalic silver) ซึ่งมีความทึบแสง และน้ำยาฟิกเซอร์ (Fixer) จะละลายสารประกอบ AgBr ที่ไม่ถูกแสงออกจากฟิล์ม ทำให้มองเห็นภาพปรากฏบนแผ่นฟิล์มเป็นภาพฉายสองมิติในโทน (Tone) สีขาวดำ วิธีการนี้เป็นการสร้างภาพจากรังสีแกมมาโดยตรง ซึ่งเรียกว่าการถ่ายภาพด้วยรังสี ต้องใช้ต้นกำเนิดรังสีที่มีความแรงสูงฉายผ่านตัวกลางทั่วบริเวณ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสะสมบนฟิล์มมากพอที่จะเห็นเป็นภาพได้ชัดเจน



รูปที่ 2.1 การสร้างภาพโดยตรงจากรังสีแกมมาโดยอาศัยแผ่นฟิล์ม

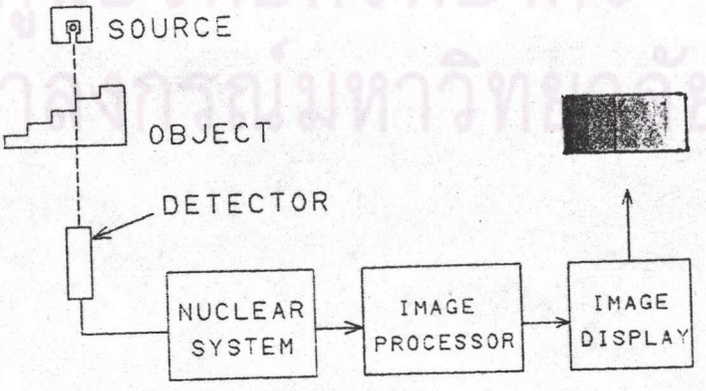
ถ้านำแผ่นฟิล์มที่ได้มาแบ่งเป็นช่องเล็กๆ (Grid) แล้วกำหนดตำแหน่งให้เป็นไปตามระบบโคออดิเนตบนระนาบ X-Y จะพบว่าภาพที่มองเห็นจะเกิดจากการจัดเรียงช่องเล็กๆ ที่มีความเข้มสีในโทนขาวดำแต่ละช่องที่แตกต่างกัน จากหลักการนี้หากนำหัววัดรังสีมารับปริมาณรังสีที่ตำแหน่งช่องเล็กๆ แทนแผ่นฟิล์ม ค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ก็คือ ความเข้มสีเฉพาะในช่องเล็กๆ 1 ช่องบนแผ่นฟิล์ม ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ปริมาณวัดรังสี ณ ตำแหน่ง (Xn,Yn) เทียบกับ 1 ช่องเล็กๆ บนแผ่นฟิลม์ที่ตำแหน่ง (Xn,Yn)

เมื่อนำข้อมูลปริมาณรังสีแต่ละจุดที่ได้จากการเคลื่อนตำแหน่งหัววัดรังสีบนระนาบ X-Y ไปผ่านการวิเคราะห์และกำหนดตำแหน่งเป็นจุดภาพ จะเกิดการสร้างภาพฉายสองมิติของชิ้นงานที่แสดงถึงความแตกต่างของปริมาณรังสี หรือคอนทราสต์ (Contrast) ของแต่ละจุดภาพที่วัดได้ด้วยวิธีที่กำหนดขึ้น ซึ่งอาจจะกำหนดด้วยระดับความเข้มของโทนสีที่แตกต่างกัน (Gray scale) หรือกำหนดเป็นระดับสีที่แตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



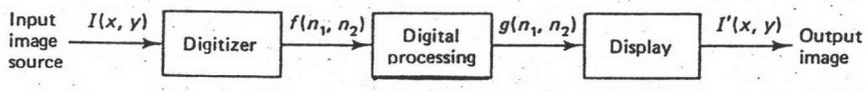
รูปที่ 2.3 แสดงการสร้างภาพด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมา

จากหลักการเบื้องต้นของการสร้างภาพด้วยการส่งผ่านรังสีแกมมานั้น จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ในการบังคับการเก็บข้อมูลวัดรังสีที่ตำแหน่งของจุดภาพเล็กๆ บนระนาบ X-Y ซึ่งมีกรอบพื้นที่เสมือนแผ่นฟิล์มแสดงระดับความเข้มรังสีที่ตำแหน่งจุดภาพ ณ โคออดิเนต Xn,Yn นับว่าเป็นระบบงานที่ซับซ้อนพอสมควร กล่าวคือ จะต้องอาศัยทั้งระบบกล และระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการเก็บข้อมูลที่ตำแหน่งต่างๆ และบันทึกข้อมูลลงบนหน่วยความจำที่สอดคล้องกันทุกตำแหน่ง ข้อมูลที่บันทึกบนหน่วยความจำแล้วจึงนำมาสร้างเป็นสัญญาณภาพโดยจัดเรียงตำแหน่งเพื่อแสดงระดับสัญญาณของจุดภาพบนจอภาพอีกครั้งหนึ่ง การจัดระบบงานที่มีขั้นตอนซับซ้อนต่อเนื่องนี้จึงมีการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการควบคุมและประมวลผลข้อมูลในระบบสร้างภาพ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการแสดงภาพบนจอคอมพิวเตอร์และกระบวนการสร้างภาพ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบการสร้างภาพทั้งที่เป็นภาพสองมิติ ภาพตัดขวางสองมิติ และภาพสามมิติมากมายที่ใช้ประโยชน์อยู่ในทางอุตสาหกรรม

2.2 การสร้างภาพสองมิติด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

2.2.1 กระบวนการสร้างภาพเชิงตัวเลข (2)

กระบวนการสร้างภาพในระบบเชิงตัวเลข (Digital image) จะต้องนำภาพเชิงอุปมาน (Analog image) มาแบ่งออกเป็นจุดภาพบนระนาบ X-Y ด้วยหลักการสแกนตำแหน่งจากจุดภาพเป็นเส้นภาพ และเส้นภาพหลายเส้นรวมกันเป็นภาพทั้งกรอบ เช่นเดียวกับระบบการเกิดภาพบนจอโทรทัศน์ ดังนั้นการสร้างภาพฉายจากวัตถุก็จะอาศัยหลักการเดียวกันโดยสร้างสัญญาณภาพแต่ละจุด I(X,Y) ผ่านกระบวนการแปลงสัญญาณ ให้อยู่ในระบบเชิงตัวเลข (Digitizer) ตามตำแหน่งต่างๆ f(n1,n2) เพื่อนำไปเก็บในหน่วยความจำที่กำหนดขึ้น เมื่อต้องการแสดงผลจะต้องทำการประมวลสัญญาณที่บันทึกบนหน่วยความจำ g(n1,n2) กลับมาแสดงจุดภาพตามตำแหน่งที่สัมพันธ์กับการเก็บภาพครั้งแรกทางจอภาพ I´(x,y) ดังแสดงหลักการในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงกระบวนการสร้างภาพเชิงตัวเลข

การสร้างภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์นั้นอาศัยเทคนิคการแสดงผลทางจอภาพในรูปแบบกราฟฟิก (Graphic Mode) ผนวกกับกระบวนการประมวลผลสัญญาณทางคณิตศาสตร์ และการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยเทคนิคการกรองสิ่งรบกวน และการสร้างเสริมระดับสัญญาณให้มีความชัดเจนขึ้น ไมโครคอมพิวเตอร์จะช่วยให้กระบวนการนี้ทำได้อย่างรวดเร็ว การสร้างภาพฉายสองมิติบนไมโครคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การทำแผนที่บิต (Bit mapped) และการสร้างเวคเตอร์ (Vector)

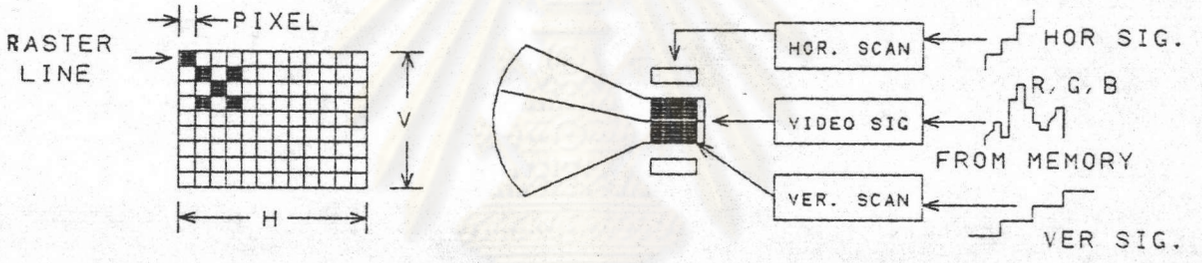
การสร้างภาพด้วยการทำแผนที่บิต เป็นการกำหนดให้ทุกจุดบนจอภาพซึ่งเรียกว่าจุดภาพ (Pixel) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับตำแหน่งของข้อมูลภาพ โดยที่แต่ละจุดบนจอภาพจะแทนข้อมูลของภาพหนึ่งตำแหน่งที่แสดงระดับความแตกต่างกันของโทนสี หรือสี ตามความละเอียดในการแบ่งข้อมูลที่แปลงสัญญาณมาเป็นระบบเชิงตัวเลข ซึ่งอาจจะเป็น 1 บิต หรือ 3 บิต หรือ 8 บิต ต่อจุดภาพทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของระดับคอนทราสต์ที่ต้องการ

สำหรับการสร้างภาพด้วยการสร้างเวคเตอร์นั้น ข้อมูลของภาพไม่ได้เป็นข้อมูลที่แสดงผลทางจอภาพโดยตรง แต่จะมองว่าวัตถุที่เกิดภาพนั้นประกอบด้วยการลากเส้นจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ดังนั้นข้อมูลของภาพจึงบันทึกเป็นคำสั่งของการลากเส้นต่างๆซึ่งเป็นการบ่งบอกลักษณะภาพแทนที่จะเป็นตัวภาพ (Object-based image)

การสร้างภาพสองมิติจากระบบการสแกนตามตำแหน่งของจุดภาพ ไม่ว่าจะเป็นระบบของกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์หรือระบบสแกนด้วยรังสีส่งผ่าน มักนิยมใช้วิธีการสร้างภาพด้วยการทำแผนที่บิต เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สอดคล้องกับกระบวนการบันทึกข้อมูลของภาพ

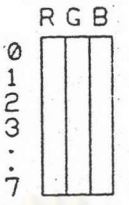
2.2.2 การแสดงผลทางจอภาพ (3)

ลักษณะของจอภาพที่ใช้แสดงผลจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโทรทัศน์จะมีการกำหนดไว้เป็นสัดส่วนมาตรฐานระหว่างขอบจอแนวนอน (H) ต่อแนวตั้ง (V) เรียกว่า Aspect ratio ตามปกติจะมีขนาด 4:3 ดังนั้นการกำหนดความละเอียดของจุดภาพบนพื้นที่ของจอภาพจะต้องจัดตามสัดส่วนมาตรฐานดังกล่าว การแสดงภาพบนจอภาพอาศัยระบบการสแกนเพื่อสร้างเส้นภาพ (Raster) ซึ่งเกิดจากจุดภาพ (Pixel) ต่อเนื่องเป็นลำดับจนครบกรอบภาพ (Frame) สัญญาณภาพจะถูกส่งเข้ามากำหนดความแตกต่างของระดับความขาวดำในแต่ละจุดภาพ ดังในรูปที่ 2.5

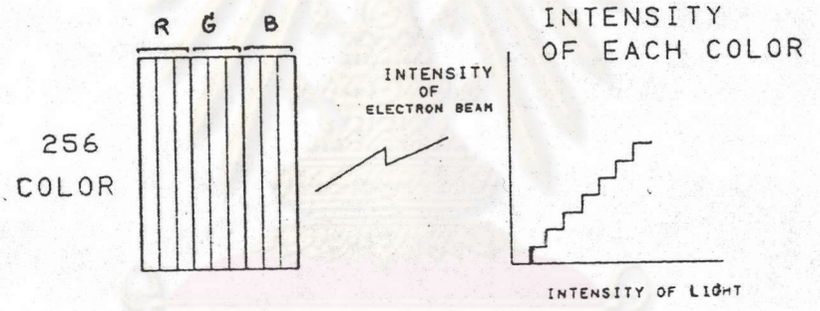


รูปที่ 2.5 การแสดงผลบนจอภาพ

ขณะที่ลำอิเล็กตรอนกวาดไปบนจอภาพ เพื่อสร้างความเข้มของจุดภาพให้เกิดขึ้นตามข้อมูลจากหน่วยความจำที่เก็บค่าไว้ ในกรณีที่เป็นจอโมโนโครมแสดงผลสีเดียว ข้อมูล 1 จุดภาพจะเก็บไว้ในหน่วยความจำ 1 บิต นั่นคือ จุดภาพนั้นจะแสดงเป็นจุดสว่างหรือจุดมืดเท่านั้น ส่วนในกรณีของจอภาพสี(3) การแสดงผลต้องอาศัยการกวาดของลำอิเล็กตรอน 3 ชุด คือ สีแดง (R) สีเขียว (G) และสีน้ำเงิน (B) ซึ่งเป็นแม่สีแสง และสามารถผสมสีจากสัดส่วนของสัญญาณสี RGB ได้ ถ้าใช้หน่วยความจำ 3 บิตต่อ 1 จุดภาพ จะได้จำนวนสี 8 สี ดังรูปที่ 2.6 (ก) และหากใช้หน่วยความจำแสดงผล 8 บิตต่อ 1 จุดภาพ จะได้จุดภาพที่มีจำนวนสี 256 สี โดยแต่ละสีมีระดับความเข้ม 256 ระดับ ดังรูปที่ 2.6 (ข)



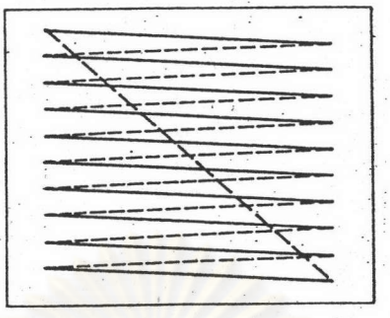
(ก) การแสดงภาพสีเมื่อใช้หน่วยความจำ 3 บิตต่อจุดภาพ



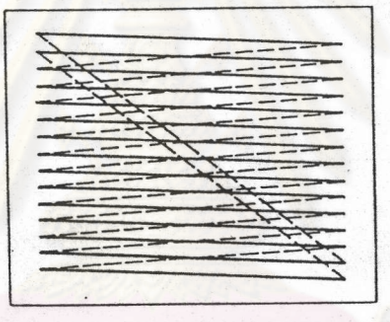
(ข) การแสดงภาพสีเมื่อใช้หน่วยความจำ 8 บิตต่อจุดภาพ

รูปที่ 2.6 การแสดงภาพสีบนจอภาพ

รูปแบบของการสแกนเพื่อสร้างเส้นภาพบนจอภาพนั้น แบ่งออกได้เป็นสองแบบคือ การสแกนตามลำดับเส้นต่อเนื่องจนครบกรอบภาพเรียกว่า การสแกนแบบ Noninterlace ดังแสดงในรูปที่ 2.7 (ก) ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นการสแกนเว้นเส้น เป็นชุดของเส้นสแกนลำดับเลขคี่ (Odd field) และสอดแทรกด้วยชุดของเส้นสแกนเลขคู่ (Even field) เป็นหนึ่งกรอบภาพ เรียกว่า การสแกนแบบ Interlace ดังแสดงในรูปที่ 2.7 (ข)



(ก) การสแกนแบบลำดับเส้น



(ข) การสแกนแบบสอดแทรก

รูปที่ 2.7 การสแกนเส้นภาพบนจอภาพ

ระบบแสดงผลของไมโครคอมพิวเตอร์มักจะใช้การสแกนแบบลำดับเส้น ส่วนในระบบโทรทัศน์จะใช้การสแกนแบบสอดแทรก เพื่อคุณภาพของความต่อเนื่องของภาพเคลื่อนไหว

2.2.3 คุณภาพของภาพ (4)

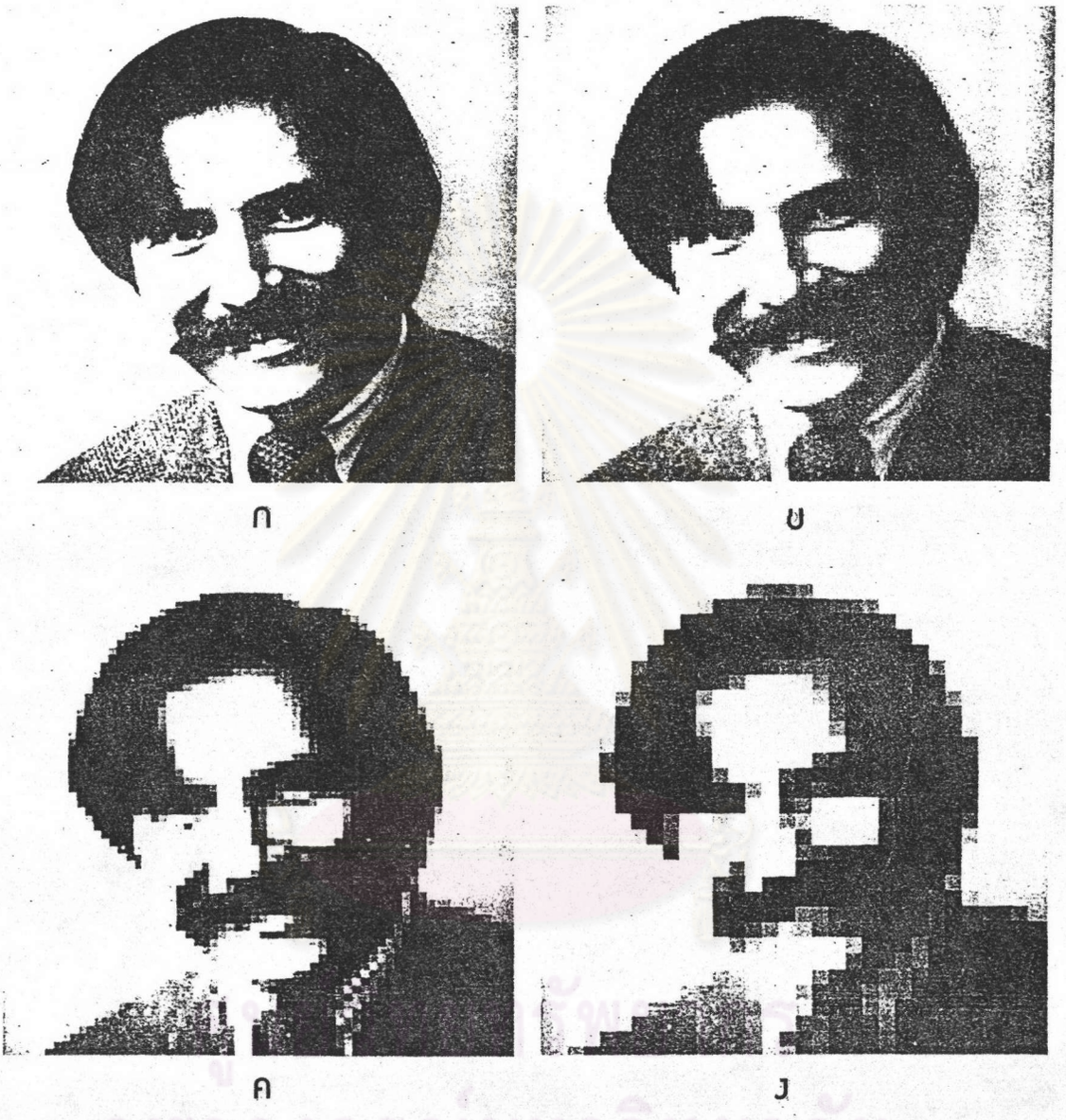
คุณภาพของการสร้างภาพด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ มีสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบระบบสร้างภาพ 2 อย่าง คือ ความชัดเจน และความละเอียดของภาพ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จะต้องจัดให้สอดคล้องกับคุณภาพของอุปกรณ์ที่สร้างข้อมูลภาพจากวัตถุ

2.2.3.1 ความละเอียดของภาพ (Resolution)

ภาพจากระบบเชิงเลข (Digital image) เป็นการสร้างภาพที่สุ่มจุดภาพอย่างต่อเนื่องจากภาพในระบบอุปมาน (Analog image) ดังนั้นความละเอียดของภาพจึงขึ้นกับความละเอียดของจุดภาพที่สุ่มด้วยการแบ่งจุดภาพตามแนวนอนและแนวตั้งของกรอบภาพ ถ้ามีการแบ่งจำนวนจุดภาพละเอียด ภาพก็จะให้รายละเอียดสูง ซึ่งในทางปฏิบัติถ้าต้องการให้ภาพมีรายละเอียดเทียบเท่ากับฟิล์ม 35 มิลลิเมตร จะต้องสร้างรายละเอียดของจุดภาพถึง 1024 X 1024 จุดภาพ ในระบบภาพเชิงตัวเลข จากรูปที่ 2.8 (ก) (ข) (ค) และ (ง) แสดงภาพเปรียบเทียบการแบ่งรายละเอียดของจุดภาพขนาดต่างๆ กัน ซึ่งจะเห็นความแตกต่างในรายละเอียดของภาพอย่างชัดเจน ซึ่งในส่วนนี้ การพิจารณาจำนวนจุดภาพจะต้องสอดคล้องกับอุปกรณ์สร้างข้อมูลภาพที่ส่งสัญญาณภาพเข้ามา ถ้าระบบสร้างข้อมูลภาพมีรายละเอียดต่ำการใช้ความละเอียดจำนวนจุดภาพในกระบวนการสร้างภาพสูงก็จะไม่ช่วยให้รายละเอียดของภาพดีขึ้น

2.2.3.2 ความชัดเจนของภาพ

การสร้างภาพ นอกจากจะพิจารณาเรื่องความละเอียดของการกำหนดจุดภาพแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงระดับความแตกต่างของสัญญาณของแต่ละจุดภาพซึ่งเรียกว่าคอนทราสต์อีกด้วย ในระบบเชิงตัวเลข ความละเอียดของระดับคอนทราสต์ขึ้นอยู่กับการแปลงสัญญาณเชิงอุปมานของระดับคอนทราสต์มาเป็นรหัสเชิงตัวเลข ถ้ามีจำนวนบิตสูงก็จะได้รายละเอียดมาก สำหรับในระบบจอภาพสี รายละเอียดนี้สามารถกำหนดเป็นระดับสีต่างๆได้หลากหลาย จากรูปที่ 2.9 (ก) (ข) (ค) และ (ง) แสดงการแบ่งรายละเอียดของระดับสัญญาณแต่ละจุดภาพ จะเห็นความแตกต่างด้านความชัดเจนของภาพแตกต่างกันไป ซึ่งในทางปฏิบัติจะออกแบบให้สอดคล้องกับระบบแสดงผล และคุณภาพของอุปกรณ์สร้างข้อมูลภาพหรือสัญญาณภาพ



รูปที่ 2.8 แสดงความแตกต่างของภาพที่กำหนดความละเอียดของจุดภาพต่างกัน

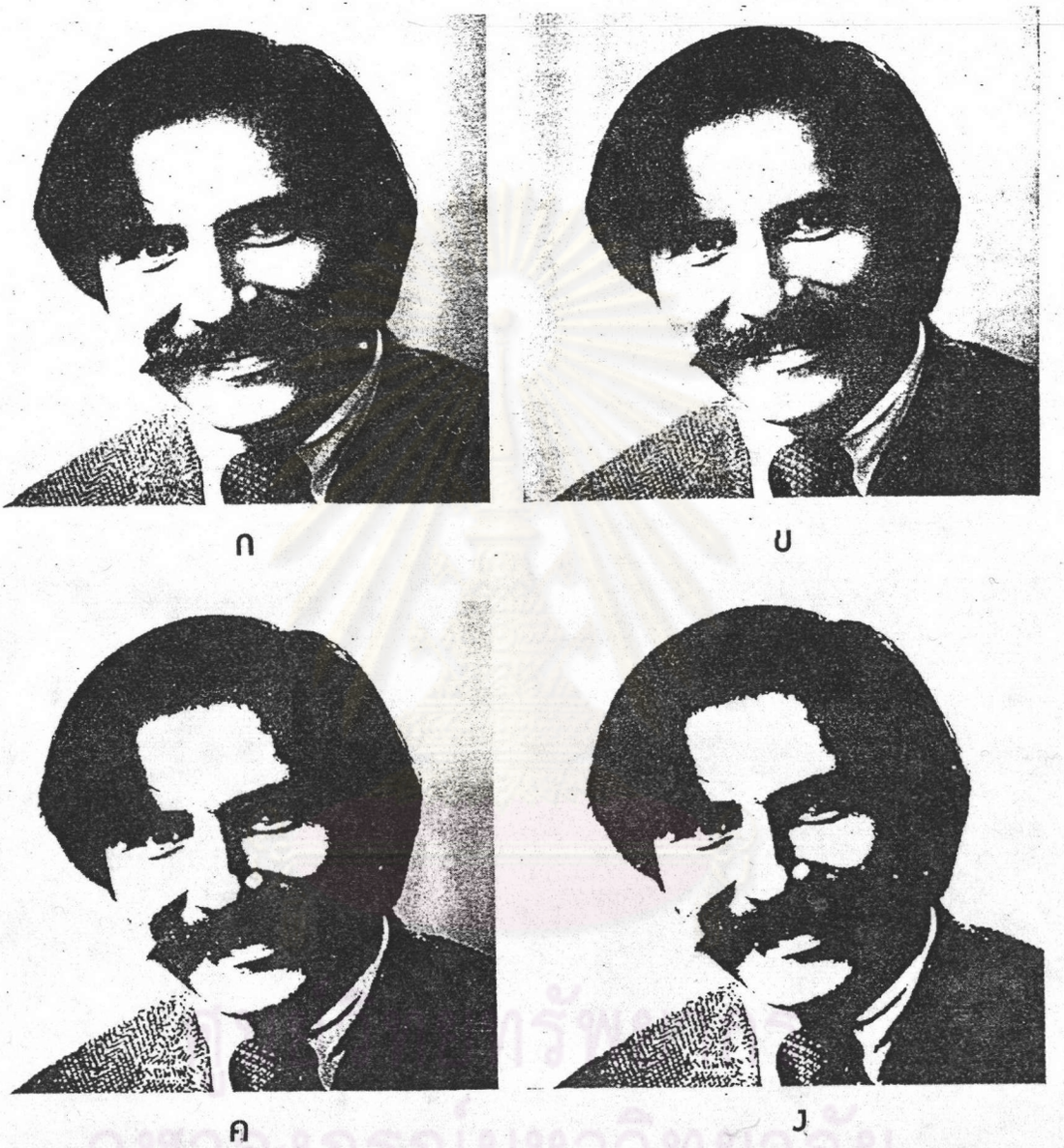
(ก) 256 x 256 จุดภาพ

(ข) 128 x 128 จุดภาพ

(ค) 64 x 64 จุดภาพ

(ง) 32 x 32 จุดภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.9 แสดงความแตกต่างของภาพที่กำหนดความละเอียดของระดับสัญญาณต่างกัน

(ก) 6 บิตต่อ 1 จุดภาพ

(ข) 4 บิตต่อ 1 จุดภาพ

(ค) 2 บิตต่อ 1 จุดภาพ

(ง) 1 บิตต่อ 1 จุดภาพ

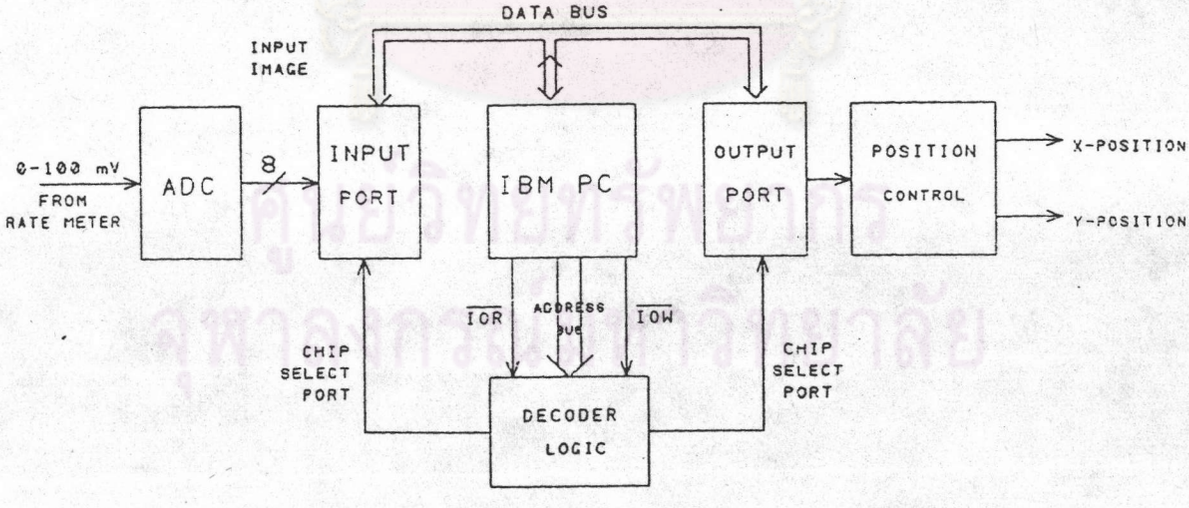
018086

2.3 การเชื่อมโยงสัญญาณ

ในกระบวนการสร้างภาพเชิงตัวเลข ไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกที่สำคัญ 2 ส่วนคือ อุปกรณ์สร้างข้อมูลภาพ และอุปกรณ์คุมตำแหน่งการเก็บข้อมูลจุดภาพ เพื่อให้การบันทึกข้อมูลบนหน่วยความจำมีตำแหน่งโคออดิเนตที่สอดคล้องและทำงานเข้าจังหวะกัน สำหรับการสร้างภาพด้วยเทคนิคการส่งผ่านรังสีไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องรับข้อมูลวัดอัตรานับรังสีส่งผ่านตัวกลางแต่ละจุดภาพ และส่งสัญญาณควบคุมตำแหน่งการเก็บข้อมูลออกมาบังคับระบบกลซึ่งอาจจะเป็นการขับเคลื่อนชิ้นงาน หรือขับเคลื่อนคู่ของหัววัดรังสีกับต้นกำเนิดรังสีอย่างใดอย่างหนึ่งไปตามระนาบ X-Y จนกระทั่งครบตำแหน่งบนกรอบภาพที่ต้องการ

2.3.1 การติดต่อสัญญาณทางไอโอพอร์ต (I/O Port)

การเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกอาศัยเส้นทางของสัญญาณผ่านพอร์ตทางเข้าและพอร์ตทางออก ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แผนภาพของการเชื่อมโยงสัญญาณกับไมโครคอมพิวเตอร์

ส่วนสำคัญในการโอนถ่ายสัญญาณได้แก่ ส่วนถอดรหัสเชิงเลข (Decode logic) พอร์ตทางเข้า และพอร์ตทางออกแบบ 3 สถานะ (Tristate buffer) แต่ละส่วนจะทำหน้าที่ดังนี้ ส่วนถอดรหัสเชิงเลขจะทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณควบคุมการเลือกติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของพอร์ตทางเข้าและทางออก ด้วยการถอดรหัสตำแหน่ง A0-A9 ร่วมกับสัญญาณควบคุม I/O (IOR และ IOW) สัญญาณที่กำเนิดเพื่ออ่านข้อมูล จะรับข้อมูลจากวงจรแปลงสัญญาณซึ่งเป็นข้อมูลเชิงเลขของระดับสัญญาณภาพเข้ามาไว้ที่พอร์ตทางเข้า ส่วนสัญญาณที่กำเนิดขึ้นเพื่อเขียนข้อมูลจะส่งข้อมูลสำหรับควบคุมตำแหน่งการอ่านสัญญาณภาพจากไมโครคอมพิวเตอร์ไปยังพอร์ตทางออก วิธีการติดต่อเพื่อโอนถ่ายข้อมูลทางพอร์ตเข้าออก มีด้วยกัน 3 วิธีหลัก ได้แก่

1. การใช้โปรแกรมควบคุม CPU ให้เป็นตัวกลางในการจัดการรับและส่งข้อมูลผ่านรีจิสเตอร์ (Register) ด้วยการตรวจสอบสถานะของความพร้อมในการโอนถ่ายข้อมูลของอุปกรณ์ภายนอก เรียกว่า Program controlled I/O

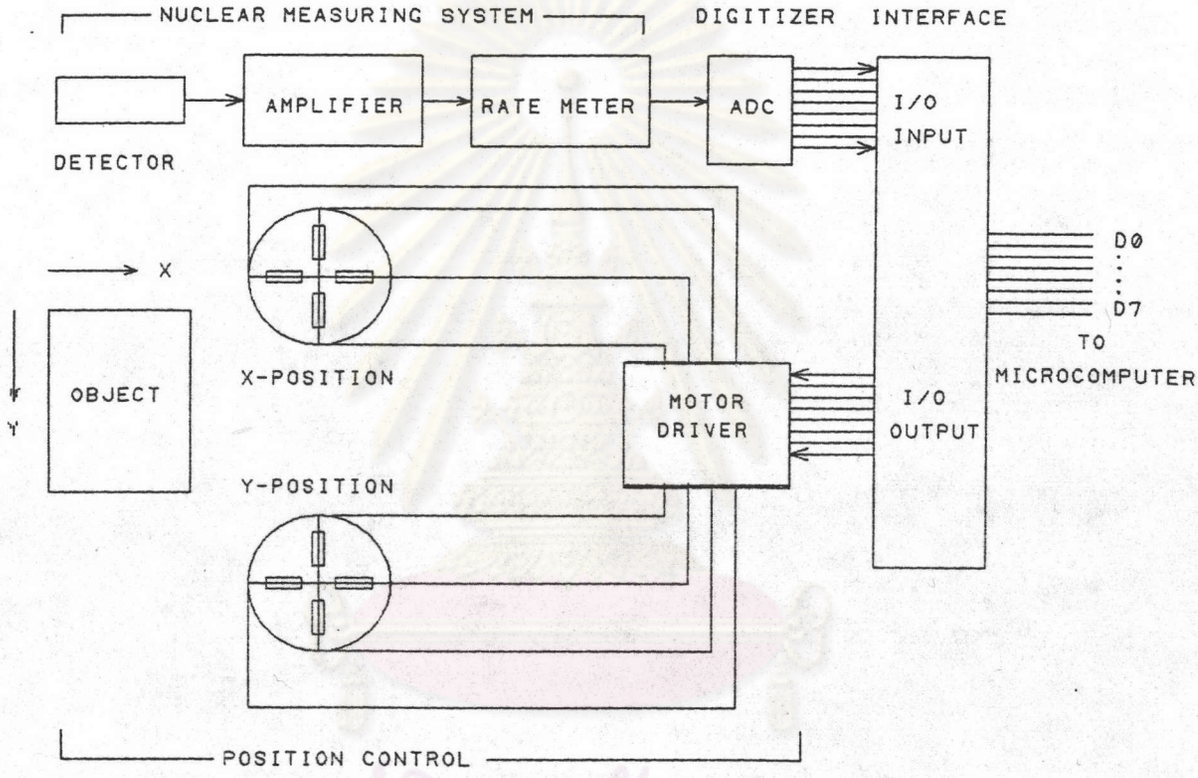
2. การออกแบบให้ I/O เป็นผู้ส่งสัญญาณความพร้อมให้ไมโครคอมพิวเตอร์รับรู้ด้วยการขอขัดจังหวะ และหยุดการทำงานในขั้นตอนที่กำลังดำเนินอยู่ตามลำดับความสำคัญ แล้วกลับมาทำการโอนถ่ายข้อมูลก่อนไปปฏิบัติงานต่อ เรียกว่า Interrupt service routine controlled I/O

3. ให้อุปกรณ์ภายนอกที่ต้องการโอนถ่ายข้อมูล กำเนิดสัญญาณตำแหน่ง และสัญญาณควบคุม เพื่อขอใช้เส้นทางบัสข้อมูล และตำแหน่งติดต่อหน่วยความจำโดยตรง เรียกว่า Direct memory access

2.3.2 การเชื่อมโยงสัญญาณของระบบสร้างภาพ

การสร้างกระบวนการเชื่อมโยงสัญญาณกับอุปกรณ์ภายนอกแสดงในรูปที่ 2.11 ปริมาณความเข้มรังสีจะถูกวัดด้วยระบบวัดนิวเคลียร์ซึ่งอ่านค่าวัดรังสีเฉลี่ยด้วยเรตมิเตอร์ จากนั้นค่าวัดรังสีที่เป็นปริมาณศักดาไฟฟ้าจะถูกแปลงให้เป็นรหัสเชิงตัวเลขด้วยวงจรแปลงสัญญาณ ADC ส่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตทางเข้า โดยโปรแกรมควบคุมการอ่านข้อมูลวัดรังสีจะจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อจะนำไปประมวลผลเพื่อสร้างภาพ ในขณะเดียวกันระบบควบคุมการเคลื่อนตำแหน่งของชิ้นงานทดสอบ จะถูกบังคับด้วยโปรแกรมผ่านทางพอร์ตทางออก ส่งให้วงจรขับ

สเตปปิงมอเตอร์ (Stepping motor) 2 ชุด โดยชุดแรกจะบังคับตำแหน่งในแนวแกน X และชุดที่สองบังคับตำแหน่งในแนวแกน Y ประกอบกันเป็นการเคลื่อนตำแหน่งบนระนาบของโคออดิเนต (X,Y) ภายในกรอบที่บังคับไว้ ตามลำดับจุดภาพ



รูปที่ 2.11 แผนภาพของวงจรเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับระบบสร้างภาพสองมิติจากการส่งผ่านรังสีแกมมา