บทที่ 4

วิธีการสร้างเครื่องมือ

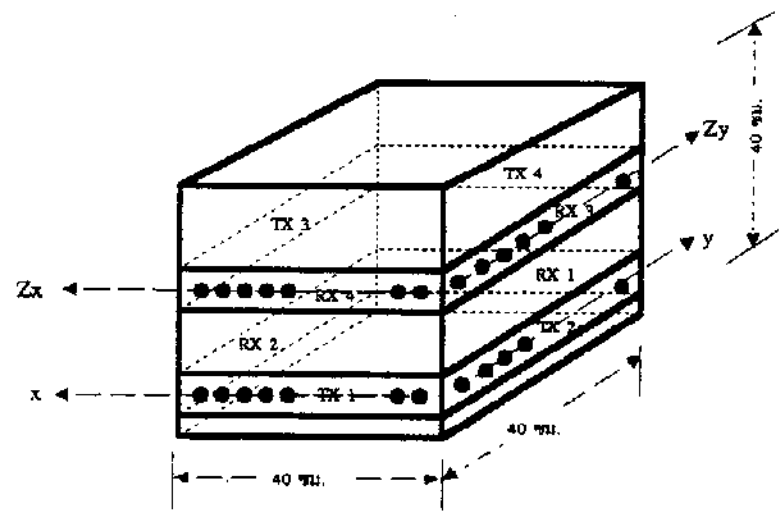
ในบทที่ 3 ได้แสดงการออกแบบเครื่องมือ สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการสร้างเครื่องมือ ในส่วนที่สำคัญ ได้แก่

4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์, วงจรส่งและรับอินฟาเรด , วงจรมัลติเพล็กซ์ , วงจรอินเตอร์เฟส

วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ วงจรส่งและรับอินฟาเรด วงจรมัลติเพล็กซ์ วงจรอินเตอร์เฟส ประกอบลงบนแผ่นปริ้นท์ และบรรจุลงในกล่องขนาด 40*60*20 ซม^3 ยกเว้นวงจรอินเตอร์เฟสจะเสียบเข้ากับสล็อตของเครื่องคอมพิวเตอร์

4.2 วงจรตรวจจับอินฟาเรด

วงจรตรวจจับอินฟาเรดซึ่งประกอบด้วยชุดอินฟาเรดตัวส่งและตัวรับ จะยึดติดอยู่บนกรงสี่เหลี่ยมขนาด 40*40*40 ซม^3



รูปที่ 4-1 การวางชุดอินฟาเรดชุดส่งและชุดรับ

โดยจะมีอินฟาเรดชุดส่งและชุดรับทั้งหมด 4 ชุด ในแต่ละชุดจะมีอินฟาเรดทั้งหมด 32 ดวง เป็นอินฟาเรดตัวส่ง 16 ดวง และอินฟาเรดตัวรับ 16 ดวง สองชุดแรกจะประกอบให้ตั้งฉากกันในแนวแกน x และ y โดยวางชุดส่งตรงข้ามกับชุดรับ ติดตั้งอยู่สูงจากพื้นกล่อง 3 ซม. เพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (รูปที่ 4-1) อีกสองชุดจะวางในแนว Zx และ Zy (แนว x และ y) แต่อยู่สูงจากพื้น 15 ซม. สำหรับการตรวจจับการยืน 2 ขา อินฟาเรดตัวส่งจะวางในทิศตรงข้ามกับชุดตรวจจับแนวนอนเพื่อป้องกันการรบกวนกันระหว่างชุดตรวจจับแนวนอนกับชุดตรวจจับการยืน

4.3 โปรแกรม

โปรแกรมถูกเขียนขึ้นโดยภาษาเบสิก (QBASIC) โดยจะแบ่งเป็นโปรแกรมหลัก และโปรแกรมรอง

4.3.1 โปรแกรมหลัก

โปรแกรมหลักจะเป็นโปรแกรมคอยควบคุมการเรียกใช้โปรแกรมรองทั้งหมดในการทำงาน เมื่อเริ่ม run โปรแกรมเครื่องจะเข้าสู่โปรแกรมหลัก โฟล์ชาร์ทการทำงานในขั้นที่ 1 จะให้เลือกการแสดงตาราง ถ้าต้องการจะเข้าโปรแกรมรองเพื่อสร้างตาราง ขั้นที่ 2 เป็นการกำหนดพอร์ทของชุดอินเตอร์เฟสเพื่อรับและส่งข้อมูล ขั้นที่ 3 เป็นการตั้งเวลาเริ่มต้นและเปิดแฟ้มข้อมูลเพื่อการแสดงผลซ้ำ ขั้นที่ 4 เรียกโปรแกรมรองเพื่อตรวจสอบว่ามีการเคลื่อนที่หรือไม่ ขั้นที่ 5 อ่านข้อมูล ประมวลผลและแสดงผลที่หน้าจอ ขั้นที่ 6 ตรวจสอบการจบโปรแกรมถ้ามีการกดคีย์ ESC หรือ Ctrl + Pause โฟล์ชาร์ทของโปรแกรมหลักแสดงในรูปที่ 4-2

4.3.2 โปรแกรมรอง

SUB DatY และ DatX (รูปที่ 4-3 กข) เป็นโปรแกรมรองสำหรับอ่านข้อมูลการตรวจจับแนวระนาบ (f(x), f(y))

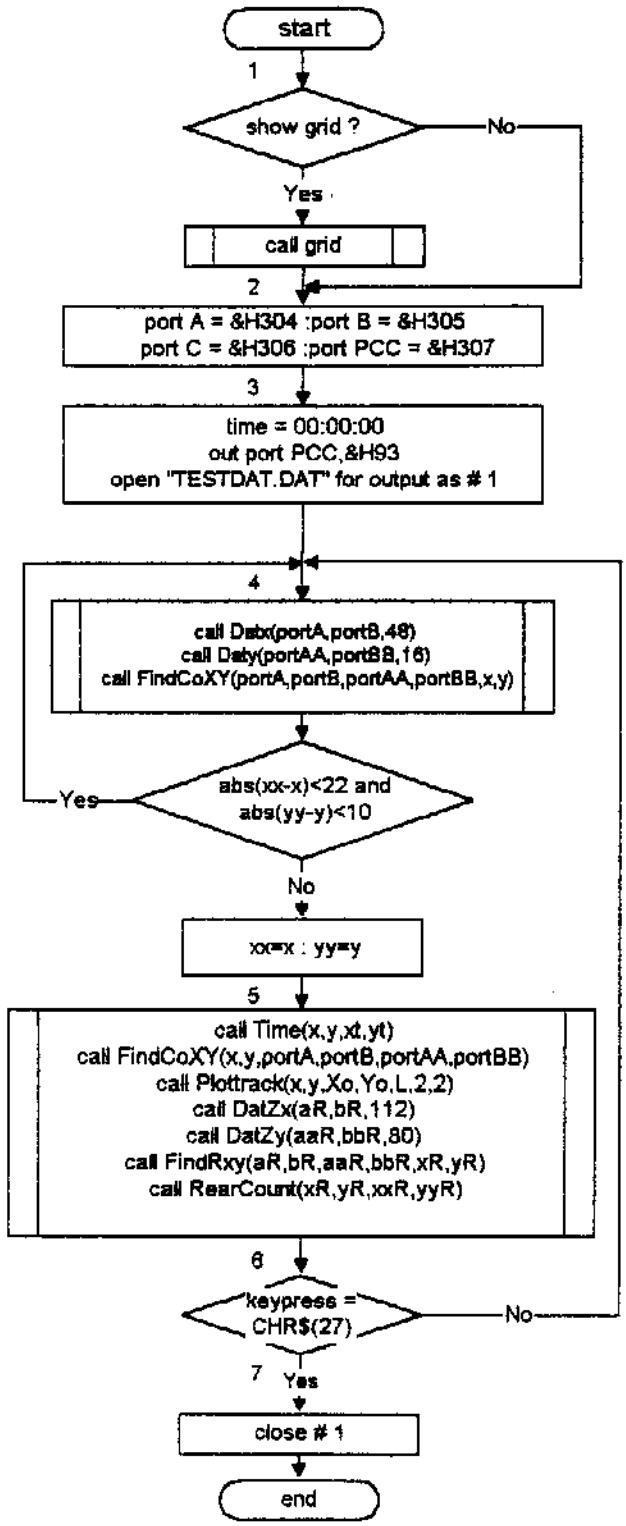
SUB FindCoXY เป็นโปรแกรมรองหาค่าโคออดิเนต x และ y (รูป 4-5)

SUB PlotTrack เป็นโปรแกรมรองสำหรับการคำนวณระยะทางการเคลื่อนที่และ แสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ที่หน้าจอ (รูป 4-7)

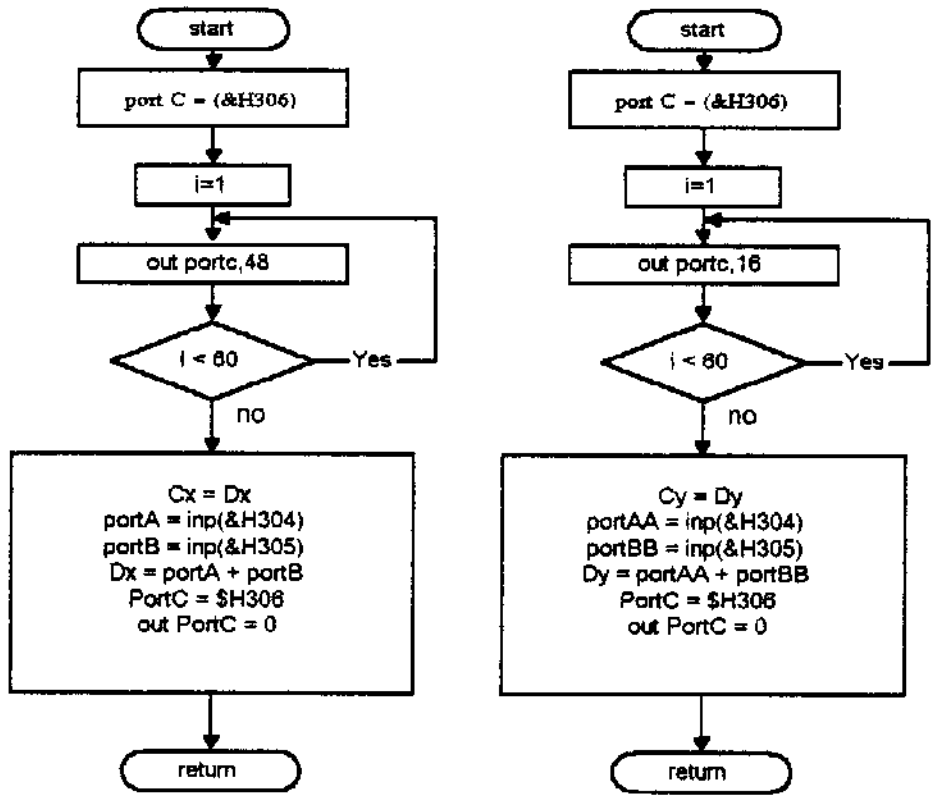
SUB DatZX และ DatZY เป็นโปรแกรมรองสำหรับอ่านข้อมูลตรวจจับการยืน (f(zx), f(zy)) โฟล์ชาร์ทการทำงานจะคล้ายกับ SUB DatX และ DatY

SUB FindRxy เป็นโปรแกรมรองสำหรับหาโคออดิเนตการยืน โฟล์ชาร์ทการทำงานจะคล้ายกับ SUB FindCoXY

SUB Time เป็นโปรแกรมรองคำนวณเวลาหยุดพักและเคลื่อนที่ (รูป 4-8)



รูปที่ 4-2 แสดงโฟล์ชาร์ทของโปรแกรมหลัก



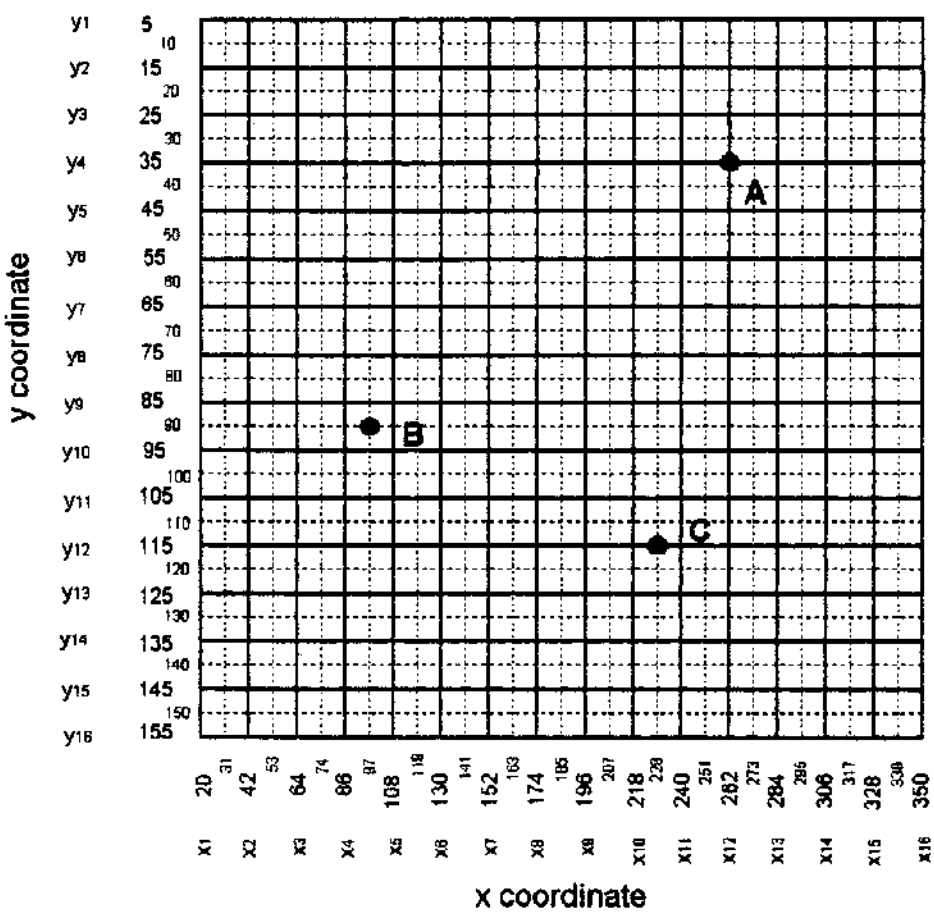
รูปที่ 4-3 โฟล์ชาร์ทอ่านข้อมูลจากชุดตรวจจับแกน x และ y (ก) SUB DatX (ข) SUB DatY

4.4 การประมวลผลชุดข้อมูล

ชุดข้อมูล จากชุดตรวจจับอินฟาเรดทั้งในแนวตรวจจับการเคลื่อนที่ (f(x),f(y)) และแนวตรวจจับการยืน (f(zx),f(zy)) จะถูกส่งผ่านวงจรเชื่อมต่อเข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลหา ตำแหน่ง ระยะทาง ความเร็วเฉลี่ย เวลาเคลื่อนที่และหยุด ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้คือ

ตำแหน่งของหนู ตำแหน่งที่หน้าจอจะแสดงเป็นจุดเล็กๆ ตามโคออดิเนตที่หน้าจอได้ทั้งหมด 961 ตำแหน่งโดยแสดงในแนวแกน x และ y อย่างละ 31 แนว รูปที่ 4-4 แสดงการแบ่งโคออดิเนตที่หน้าจอตามแนวแกน x และ y ชุดข้อมูล f(x) และ f(y) จะถูกหาโคออดิเนต (x,y) ใน SUB FindCoXY

QW
QL
@188

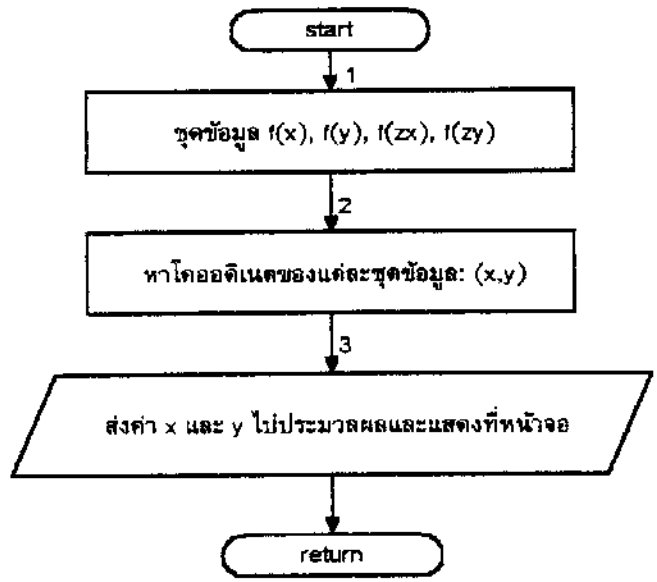


รูปที่ 4-4 แสดงการแบ่งโดออดิเนตที่หน้าจอ ตามแกน x และ y

ชุดข้อมูลแต่ละชุดจะเป็นเลขไบนารี่ จำนวน 16 บิต โลจิก "1" คือไม่มีการบังแสงของหนู โลจิก "0" คือมีการบังลำแสง สมมติว่าชุดข้อมูลของ f(x) = 1111 1111 1100 0111 และ f(y) = 1100 0111 1111 1111 แสดงว่า x11,x12,x13 และ y3,y4,y5 ถูกบังแสง ชุดข้อมูลจะส่งเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์และหาตำแหน่งโดออดิเนตใน SUB FindCoXY โปรแกรมรองจะตรวจสอบชุดข้อมูลดูว่า บิตใดเป็น "0" แล้วทำการหาบิตที่อยู่ตรงกลางของการบังลำแสง ในที่นี้คือ x12 และ y4 ซึ่งจะตรงกับ x=262, y=35 ที่หน้าจอ (ตำแหน่ง A ในรูปที่ 4-4) ดังนั้นโดออดิเนต ที่หน้าจอคือ (262,35)

ในกรณีที่ตรวจสอบชุดข้อมูลพบว่าค่ากึ่งกลางของการบังแสงของแต่ละชุดหรือชุดใดชุดหนึ่งอยู่ระหว่าง 2 บิต เช่น f(x)=1000 0001 1111 1111; f(y)=1111 1110 0000 0111 โปรแกรมรอง จะเฉลี่ยหาโดออดิเนตกึ่งกลางของแต่ละชุดข้อมูล ในกรณีแสดงว่า x2,x3,x4,x5,x6,x7 และ y7,y8,y9,y10,y11,y12 ถูกบังลำแสง โดออดิเนตกึ่งกลางของชุดข้อมูลคือ x4,x5 และ y9,y10 จะเฉลี่ยโดออดิเนตที่หน้าจอได้เป็น x=97, y=90 (ตำแหน่ง B รูปที่ 4-4) ดังนั้นตำแหน่งที่แสดงที่หน้า

จอคือ (97,90) หรือถ้าชุดข้อมูลคือ f(x)=1111 1111 0000 1111 , f(y)=1111 1111 1100 0111 แสดงว่า x9,x10,x11,x12 และ y11,y12,y13 ถูกบังลำแสง ค่ากึ่งกลางของชุดข้อมูล f(x) คือ x10,x11 f(y) คือ y12 ในกรณีนี้ตำแหน่ง x10,x11 จะถูกเฉลี่ยหาค่าได้ x=229 ส่วน y=115 (ตำแหน่ง C ในรูปที่ 4-4) ดังนั้นโคออดิเนตที่หน้าจอคือ (229,115) โฟล์ชาร์ท sub FindCoXY ในรูปที่ 4-5 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมรองในขั้นที่ 1 ชุดข้อมูล f(x),f(y) ที่ส่งมาจากชุดตรวจจับ ขั้นที่ 2 โปรแกรมรองจะหาโคออดิเนต (x,y) ของแต่ละชุดข้อมูล หลังจากนั้นจะถูกส่งไปแสดงผลที่หน้าจอ และประมวลผลอื่นๆต่อไป

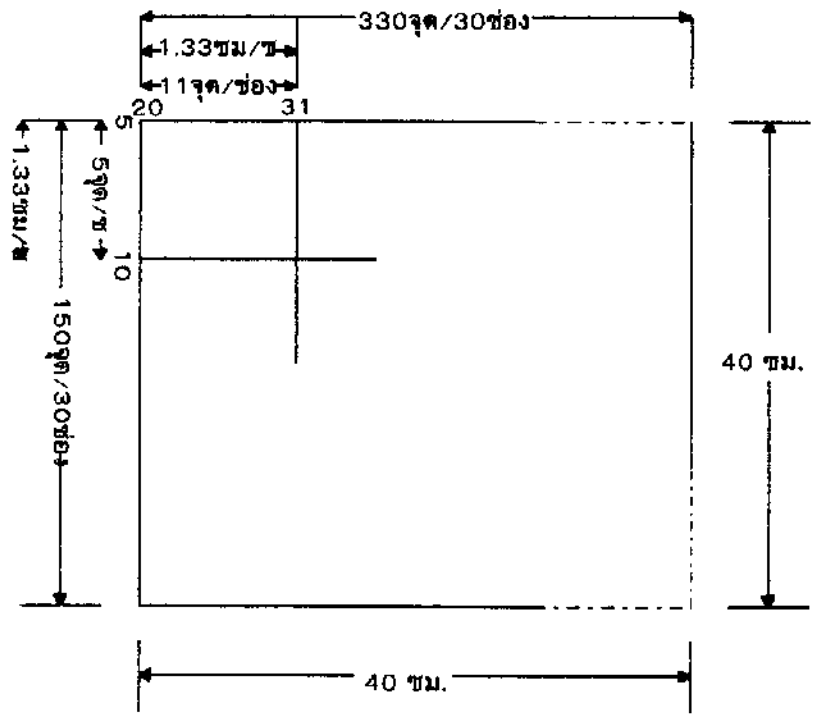


รูปที่ 4-5 แสดงโฟล์ชาร์ทโปรแกรมรองหาโคออดิเนต x และ y (SUB FindCoXY)

การยืน ลักษณะการหาตำแหน่งการยืนจะคล้ายกับการหาตำแหน่งของหนู คือหาจุดกึ่งกลางของการบังลำแสง แต่จะสามารถแสดงตำแหน่ง การยืนได้เพียง 256 ตำแหน่ง โดยแสดงในแนวแกน x ได้ 16 แนว และแกน y ได้16 แนว

ระยะทาง จากสูตร (l)=$\sqrt{(x2-x1)^2+(y2-y1)^2}$ ปรับสูตรใหม่ให้เท่ากับระยะทางที่ชุดตรวจจับ (l)=$\sqrt{\left(\frac{x2-x1}{11}\right)^2+\left(\frac{y2-y1}{5}\right)^2}$ * 1.33 (ซม.) ค่าคงที่ที่นำมาหารและคูณหาได้จากจำนวนจุดในแนวแกน x,y และจำนวนช่องที่แบ่งที่หน้าจอคือ 30 ช่องซึ่งเท่ากับความกว้างยาว ของชุดตรวจจับอินฟาเรด (รูปที่ 4-6) จำนวนจุดที่แสดงผลในแกน x=330 จุด ในแนวแกน y =150 จุด แบ่งในแนวแกน x และ y เป็นอย่างละ 30 ช่อง ดังนั้นจะได้จำนวนจุดต่อช่องในแนวแกน x คือ 11

จุด/ช่อง และแนวแกน y คือ 5 จุด/ช่อง เนื่องจากที่ชุดตรวจจับจะมีขนาด 40*40 ซม^2 จะแบ่งเป็น 30 ช่อง ได้ช่องละ 1.33 ซม. ดังนั้นจึงคูณด้วย 1.33



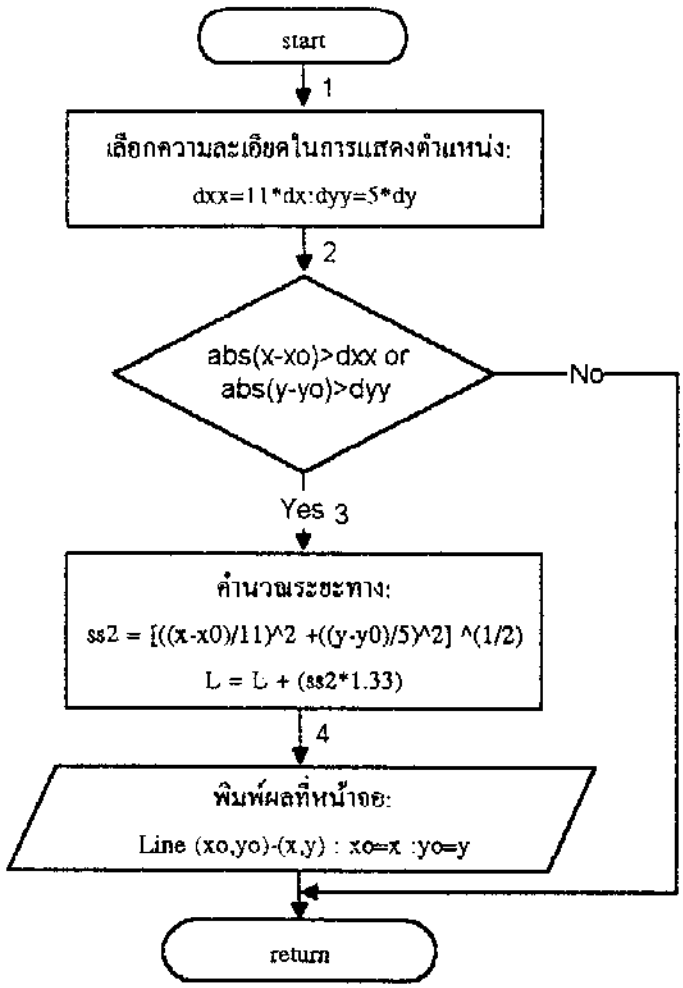
รูปที่ 4-6 แสดงการแบ่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ตามแนวแกน x และ y

SUB PlotTrack เป็นโปรแกรมรองที่ทำหน้าที่คำนวณหาระยะทางการเคลื่อนที่ รูปที่ 4-7 แสดงโฟล์ชาร์ทของ SUB PlotTrack ในขั้นที่ 1 โปรแกรมจะเลือกความละเอียดในการแสดงผล หมายถึง ความห่างในการแสดงตำแหน่งว่าไม่น้อยกว่ากี่ช่อง โดย dx และ dy จะเป็นจำนวนช่องที่ต้องการ ขั้นที่ 2 จะทำการเปรียบเทียบค่าตำแหน่งเดิมกับตำแหน่งใหม่ว่ามากกว่าค่าที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าไม่ก็ให้จบการทำงานกลับไปโปรแกรมหลัก ถ้ามากกว่าให้ไปขั้นที่ 3 คือคำนวณระยะทาง ตามสูตรที่หาได้ในตอนต้น ขั้นที่ 4 เป็นการแสดงผลที่หน้าจอ

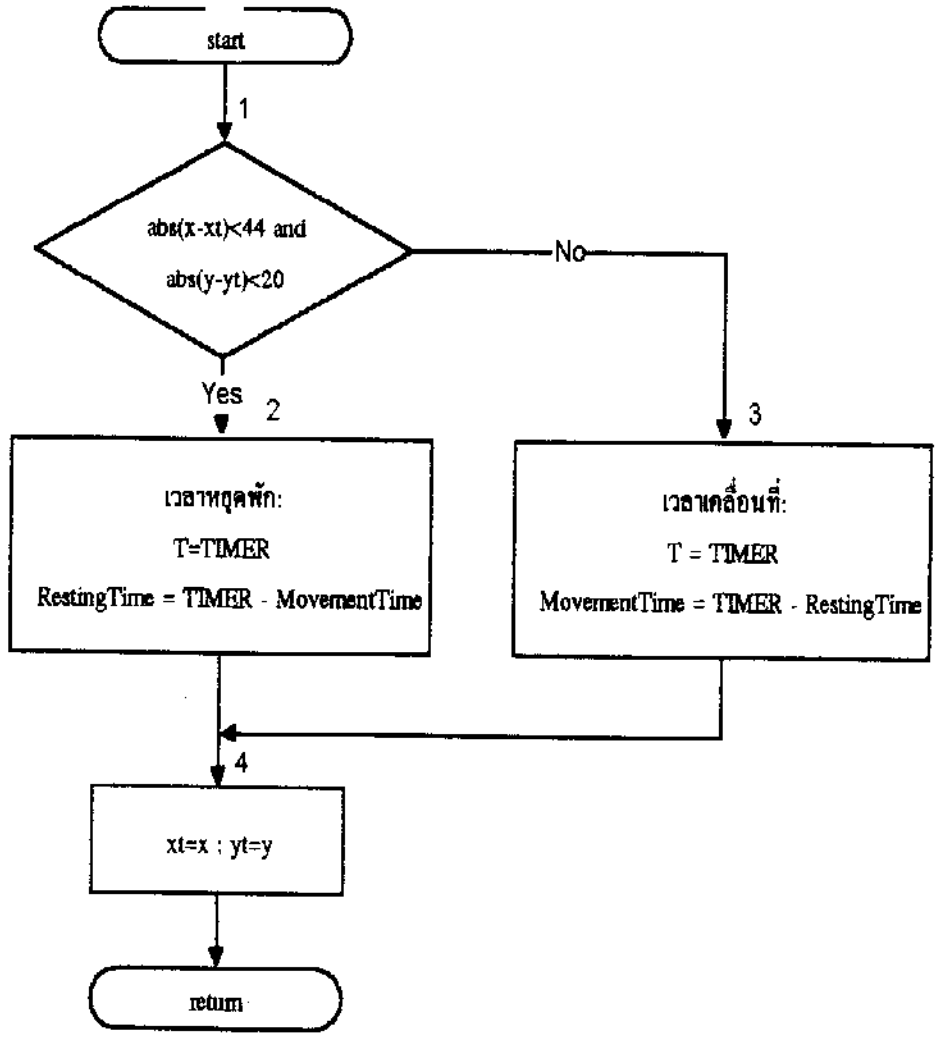
ความเร็วเฉลี่ย หาได้จากระยะทางที่เคลื่อนที่ทั้งหมดหารด้วยเวลาที่ใช้ทดสอบ

เวลาเคลื่อนที่และหยุดพัก ใน SUB Time ในขั้นแรกโปรแกรมรองจะทำการตรวจสอบตำแหน่งการบังแสงของหนูว่ามีการเคลื่อนที่หรือไม่ โดยการเทียบค่า ตำแหน่งเดิมกับตำแหน่งใหม่ ถ้าเกินค่าที่ตั้งไว้แสดงว่ามีการเคลื่อนที่ให้ไปทำขั้นที่ 3 แต่ถ้าไม่เกินแสดงว่าไม่มีการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนเล็กน้อยก็ไปทำขั้นที่ 2 คำนวณเวลาโดย เวลาหยุดพัก = TIMER - เวลาเคลื่อนที่; เวลาเคลื่อนที่ = TIMER - เวลาหยุดพัก ในขั้นที่ 4 เป็นการเปลี่ยนค่า x และ y เป็นค่าใหม่ ลำดับที่ 5

เป็นการกลับสู่โปรแกรมหลัก ในรูปที่ 4-8 แสดงโปรแกรมรอง การคำนวณเวลาเคลื่อนที่และหยุดพัก



รูปที่ 4-7 แสดงโฟล์ชาร์ทของโปรแกรมรองคำนวณระยะทาง (SUB PlotTrack)



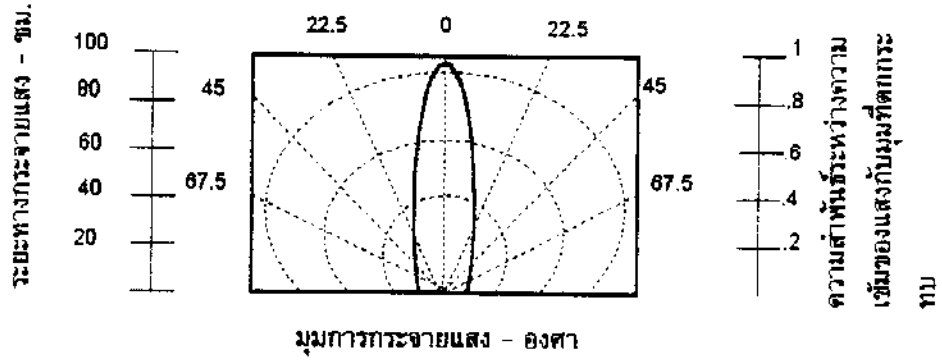
รูปที่ 4-8 โปรแกรมรองสำหรับคำนวณเวลาเคลื่อนที่และหยุดพัก (SUB Time)

4.5 การเลือกใช้ตัวตรวจจับอินฟาเรด

ในการออกแบบเลือกอุปกรณ์สำหรับใช้ในการตรวจจับ ขั้นแรกได้ทดลองใช้ photo transistor แต่พบว่าเกิดการรบกวนจากแสงสว่างภายนอกมาก เช่น จากหลอดไฟ หรือจากดวงอาทิตย์ ทำให้ไม่สามารถแยกสำแสงอินฟาเรดจากตัวส่งดังนั้นจึงได้ทดลองใช้ photo diode ปรากฏว่าลดการรบกวนจากแสงสว่างภายนอกได้มากและโดยการใช้แผ่นพลาสติกใสสีดำปิดกั้นด้านหน้าจะทำให้การแยกแสงอินฟาเรดได้ดีขึ้น

จากการทดลองใช้พัลส์ความถี่ 150 Hz วงจรภาคส่งในรูปที่ 3-7 แต่ใช้อินฟาเรดไดโอดตัวเดียวและโดยการทดลองใช้ photo diode รับแสงได้รูปแบบการกระจายแสงของอินฟาเรด

ไดโอด (รูปที่ 4-9) มุมการกระจายแสงประมาณ 15 องศา ระยะใกล้สุดที่ทดลองใช้ photo diode รับแสงประมาณ 100 ซม. (ที่มุม 0 องศา)



รูปที่ 4-9 แสดงรูปแบบการกระจายแสงของอินฟาเรดตัวส่ง

เนื่องจากความถี่ที่ใช้สแกนประมาณ 150 Hz และมุมการกระจายแสง 15 องศา จะทำให้ photo diode หลายตัวสามารถรับแสงจากตัวส่งตัวเดียวเนื่องจากวางอยู่ใกล้กัน จึงแก้ไขวงจรรับอินฟาเรด (รูปที่ 3-9) โดยการใช้เกทควบคุมให้ตัวรับสัมพันธ์กับตัวส่ง

เมื่อหนูจะสามารถแยกแยะความแตกต่างของแสงได้เฉพาะสว่างกับมืดแสงอินฟาเรดมีความยาวคลื่นมากกว่าที่ตาคนเราสามารถมองเห็น (สูงกว่า 8000 μM) ดังนั้นหนูจึงไม่สามารถมองเห็นแสงอินฟาเรดด้วย ดังนั้นแสงอินฟาเรดจะไม่รบกวนพฤติกรรมการแสดงออกของหนู