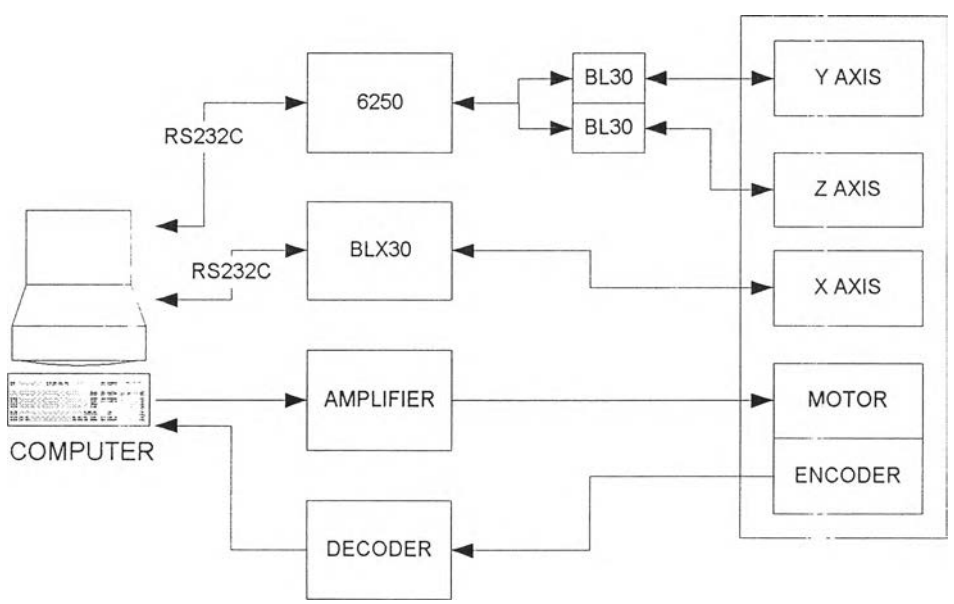
บทที่ 4

วิธีการและโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์วัดพิกัด

ในบทที่ผ่านมาได้กล่าวถึงโครงสร้างของอุปกรณ์วัดพิกัด 3 มิติ หลักการของ Laser triangulation การทำงานของอุปกรณ์ขับเคลื่อน ในบทนี้จะกล่าวถึงโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์วัดพิกัด 3 มิติ ซึ่งจะทำหน้าที่ออกคำสั่งและตรวจสอบการทำงานของทั้ง 4 แกน รวมถึงอธิบายการทำงานของระบบทั้งหมดว่ามีส่วนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร

4.1 ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์วัดพิกัด 3 มิติ

การควบคุมอุปกรณ์วัดพิกัด 3 มิติ จะควบคุมโดยใช้คอมพิวเตอร์ ควบคุมผ่านทางพอร์ทอนุกรม RS232C และผ่านทางการ์ดอินเตอร์เฟส Data Translation ในรูปที่ 4.1 แสดงระบบและการอินเตอร์เฟสของอุปกรณ์ต่างๆ

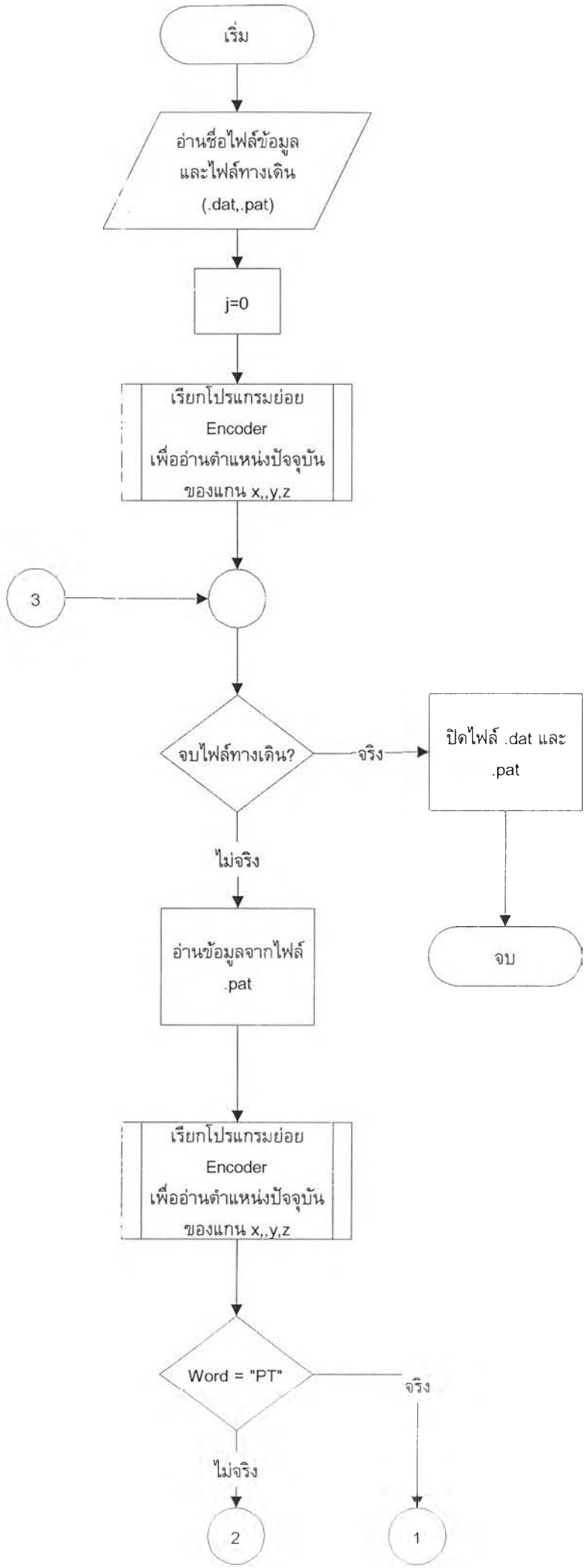


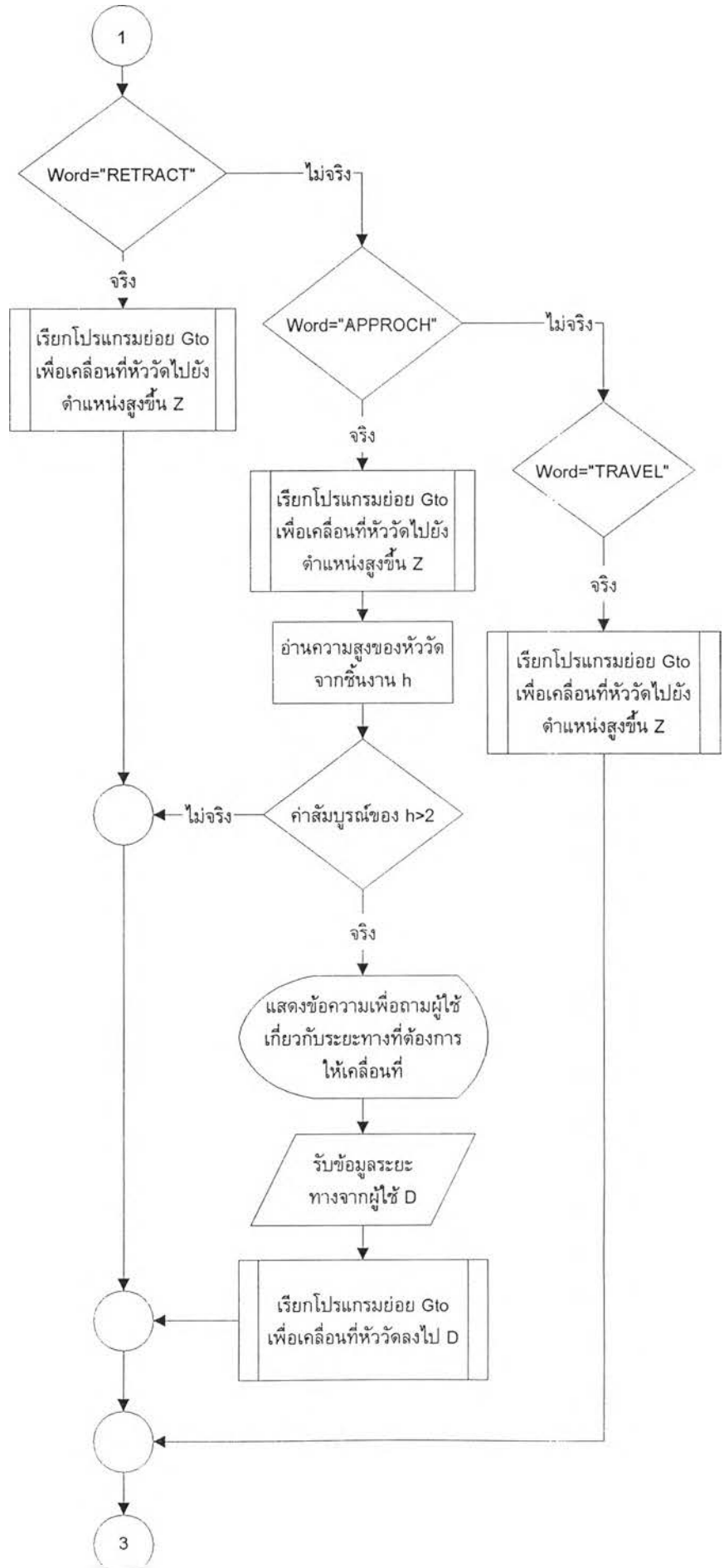
รูปที่ 4.1 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆ

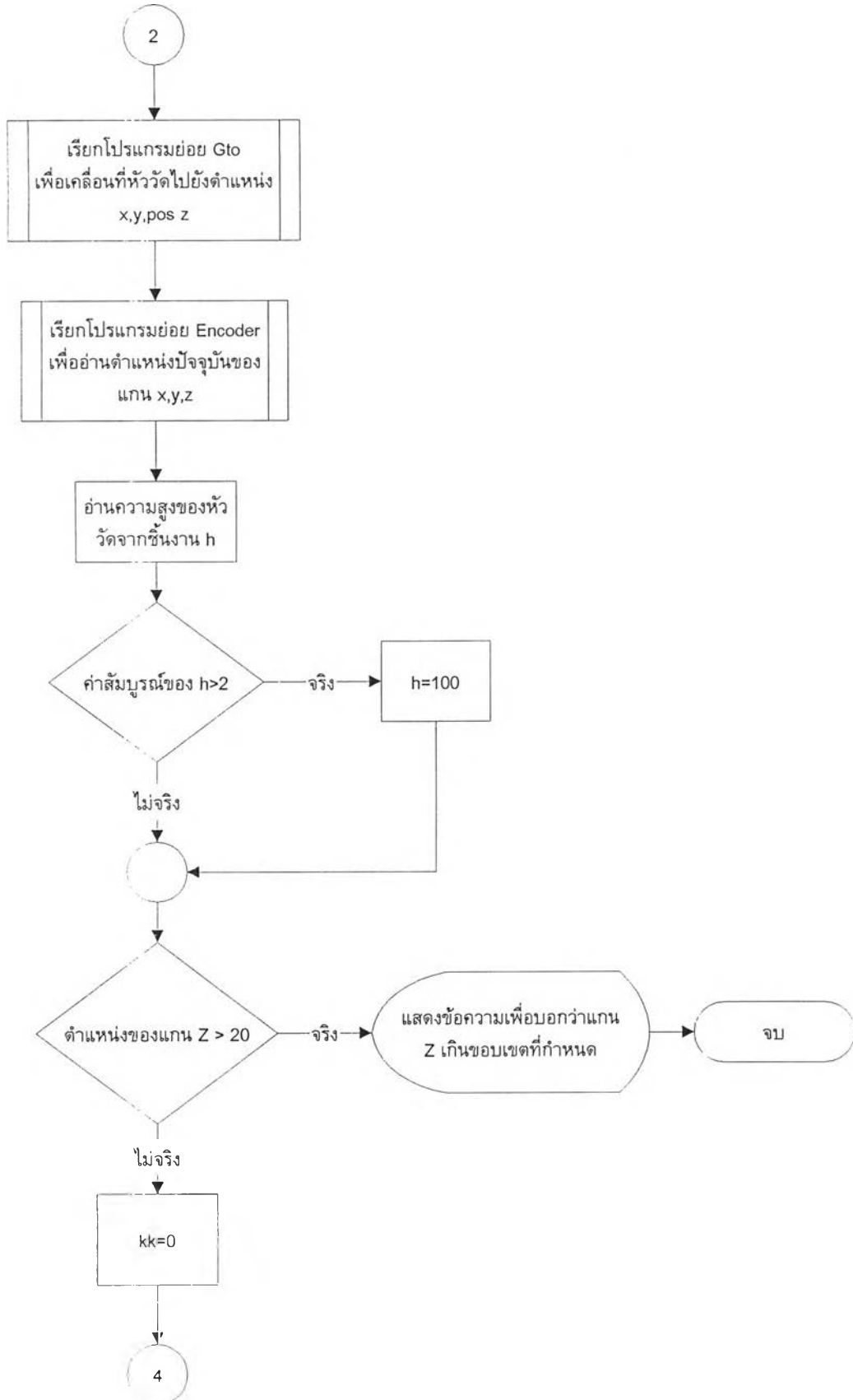
จากรูป คอมพิวเตอร์จะเป็นตัวสั่งให้ตัวควบคุม 6250 และ BLX30 ทำงานโดยใช้การสื่อสารผ่านทางพอร์ทอนุกรม RS323C จากตัวควบคุม 6250 จะส่งสัญญาณไปยังตัวขับเคลื่อน BL30 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อน Brushless D.C. Servo Motor ตัวขับเคลื่อน BL30 จะมีการส่งสัญญาณกลับไปยังตัวควบคุมเพื่อบอกสถานะของมอเตอร์ที่ตัวขับเคลื่อน BL30 ขับเคลื่อนอยู่ ส่วนตัวขับเคลื่อน BL30 จะส่งสัญญาณไปควบคุม Brushless D.C. Servo Motor โดยไม่ต้อง

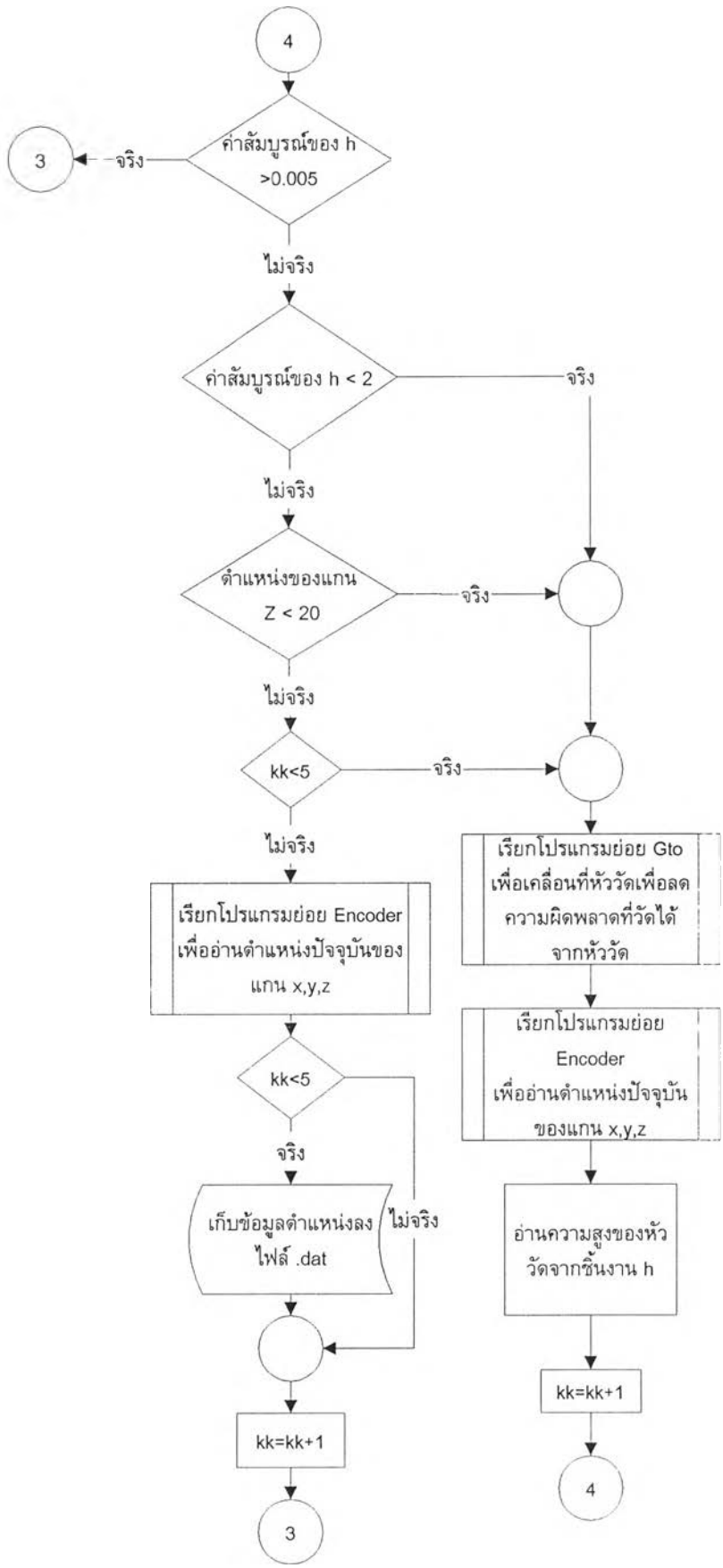
ผ่านตัวขับเคลื่อนเนื่องจากภายในตัว BLX30 นั้นมีส่วนของตัวขับเคลื่อนรวมอยู่ด้วย ในส่วนของแกนที่ 4 คอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณควบคุมผ่านมายังตัวขยาย(Amplifier) เพื่อขยายกำลังของสัญญาณให้สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ได้เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากคอมพิวเตอร์นั้นมีกำลังต่ำจึงต้องทำการขยายให้มีกำลังสูงขึ้นเพื่อที่จะสามารถขับมอเตอร์ได้ จากมอเตอร์จะมีอุปกรณ์วัดมุม(Encoder) ประกอบอยู่ใช้เป็นตัววัดระยะทางเชิงมุมของแกนที่ 4 ซึ่งเป็นแกนหมุนค่ามุมที่วัดได้จะมีลักษณะเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม(เป็นพัลส์)ค่าของมุมที่แกนที่ 4 หมุนไปจะแปรผันกับจำนวนพัลส์ของสัญญาณที่ได้ดังนั้นจึงต้องผ่านสัญญาณดังกล่าวเข้าสู่ตัวถอดรหัส(Decoder) เพื่อเป็นตัวนับจำนวนพัลส์และแปลงจำนวนพัลส์ที่ได้ให้เป็นเลขฐานสองเพื่อที่จะส่งเข้าคอมพิวเตอร์ให้คอมพิวเตอร์เข้าใจได้

ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์วัดพิกัด 3 มิติ จะแบ่งเป็น 2 ประเภทคือการทำงานด้วยแกนหลัก 3 แกนและ 4 แกน


เริ่ม
อ่านชื่อไฟล์ข้อมูล
และไฟล์ทางเดิน
(.dat,.pat)
j=0
เรียกโปรแกรมย่อย
Encoder
เพื่ออ่านตำแหน่งปัจจุบัน
ของแกน x,,y,z
3
จบไฟล์ทางเดิน?
จริง
ปิดไฟล์ .dat และ
.pat
จบ
ไม่จริง
อ่านข้อมูลจากไฟล์
.pat
เรียกโปรแกรมย่อย
Encoder
เพื่ออ่านตำแหน่งปัจจุบัน
ของแกน x,,y,z
Word = "PT"
จริง
ไม่จริง
2
1


1
Word="RETRACT"
ไม่จริง
จริง
เรียกโปรแกรมย่อย Gto เพื่อเคลื่อนที่หัววัดไปยังตำแหน่งสูงขึ้น Z
Word="APPROCH"
ไม่จริง
จริง
เรียกโปรแกรมย่อย Gto เพื่อเคลื่อนที่หัววัดไปยังตำแหน่งสูงขึ้น Z
อ่านความสูงของหัววัดจากชิ้นงาน h
Word="TRAVEL"
จริง
เรียกโปรแกรมย่อย Gto เพื่อเคลื่อนที่หัววัดไปยังตำแหน่งสูงขึ้น Z
ค่าสัมบูรณ์ของ h>2
ไม่จริง
จริง
แสดงข้อความเพื่อถามผู้ใช้เกี่ยวกับระยะทางที่ต้องการให้เคลื่อนที่
รับข้อมูลระยะทางจากผู้ใช้ D
เรียกโปรแกรมย่อย Gto เพื่อเคลื่อนที่หัววัดลงไป D
3


2
เรียกโปรแกรมย่อย Gto
เพื่อเคลื่อนที่หัววัดไปยังตำแหน่ง
x,y,pos z
เรียกโปรแกรมย่อย Encoder
เพื่ออ่านตำแหน่งปัจจุบันของ
แกน x,y,z
อ่านความสูงของหัว
วัดจากชิ้นงาน h
ค่าสัมบูรณ์ของ h>2
จริง
h=100
ไม่จริง
ตำแหน่งของแกน Z > 20
จริง
แสดงข้อความเพื่อบอกว่าแกน
Z เกินขอบเขตที่กำหนด
จบ
ไม่จริง
kk=0
4



รูปที่ 4.2 ผังงานของการสแกน 3 แกน

รูปที่ 4.2 เป็นขั้นตอนการทำงานด้วยแกนหลัก 3 แกน เริ่มต้นจากให้ผู้ใช้ป้อนชื่อไฟล์ที่ใช้บันทึกข้อมูลและไฟล์ที่เป็นข้อมูลกำหนดทางเดินของอุปกรณ์วัดพิกัด ซึ่งรูปแบบของข้อมูลทางเดินมีรูปแบบดังนี้คือ

WORD,x,y,z

โดยที่ WORD คือ คำสั่ง แบ่งเป็น

"PT" คือให้หัววัดไปที่ตำแหน่ง x,y,z ที่กำหนด

"RETRACT" คือบอกให้หัววัดถอยออกจากชิ้นงานไปยังตำแหน่ง x,y,z ที่กำหนด

"APPROCH" คือบอกให้หัววัดเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงานเพื่อเก็บข้อมูลโดยให้เข้าหาชิ้นงานที่ตำแหน่ง x,y,z

"TRAVEL" คือการกำหนดให้เคลื่อนที่หัววัดไปยังตำแหน่ง x,y,z โดยไม่ต้องทำการเก็บข้อมูล

ไฟลที่กำหนดข้อมูลทางเดินของหัววัดจะมีนามสกุลเป็น .pat ตัวอย่างของไฟล์กำหนดทางเดินได้แก่

"PT",0,-27.81,0

"PT",0,-27.806,0

"RETRACT",0,-25.814,0

"TRAVEL",0,-27.81,0

"APPROCH",0,-27.81,0

...

เมื่ออ่านข้อมูลจากไฟล์กำหนดทางเดินแล้วจะตรวจสอบว่า WORD เป็นค่าใดซึ่งแยกเป็นกรณีต่าง ๆดังนี้

กรณี "PT"

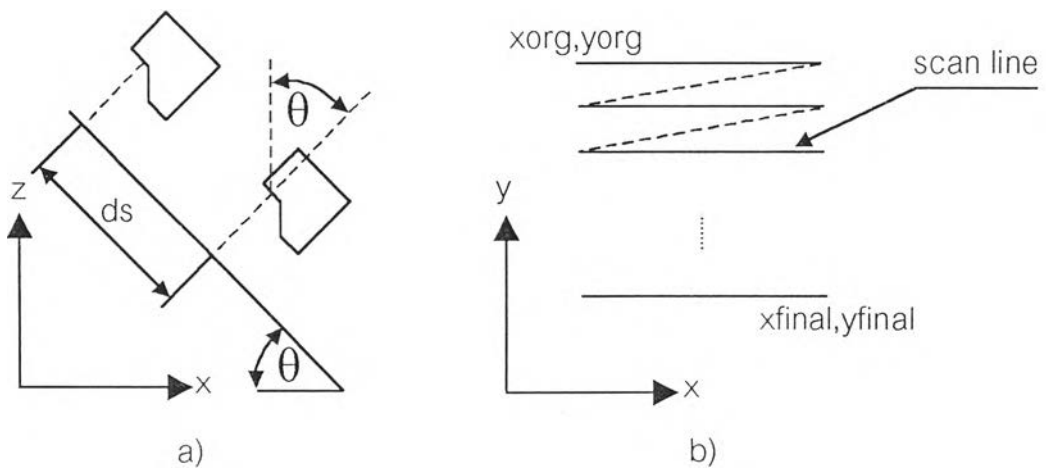
1. จะให้แกน x และ y เคลื่อนที่ก่อนและคอยจนกว่าจะหยุดการเคลื่อนที่
2. อ่านตำแหน่งปัจจุบันและค่าเบี่ยงเบน h
3. ทำการปรับค่าทางแกน z เพื่อลดค่าเบี่ยงเบน h ให้ต่ำกว่า 0.005 มิลลิเมตร
4. ถ้าทำการปรับเพื่อลดค่าเบี่ยงเบนจนครบ 5 ครั้งแต่ค่า h ยังเดินขอบเขตที่กำหนดให้ข้ามไปเก็บข้อมูล ณ จุดต่อไป
5. ถ้าทำการปรับเพื่อลดค่า h ไม่เกิน 5 ครั้งให้อ่านค่าตำแหน่งปัจจุบันแล้วบันทึกลงไฟล์ในรูปแบบที่กำหนด
6. อ่านข้อมูลจากไฟล์ทางเดินต่อไป

กรณี "RETRACT"
จะสั่งให้หัววัดถอยออกจากชิ้นงน

กรณี "APPROCH"
จะสั่งให้หัววัดเข้าหาชิ้นงาน

กรณี "TRAVEL"
จะสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง x,y,z

เมื่อทำการอ่านข้อมูลจนถึงจุดสิ้นสุดไฟล์ก็จะเลิกการทำงาน สำหรับการทำงานแบบ 4 แกน จะไม่มีการกำหนดไฟล์ทางเดินแต่จะกำหนดวิธีการเก็บข้อมูลเพียงรูปแบบเดียวโดยให้ผู้ใช้ป้อนพารามิเตอร์ที่ต้องการ ซึ่งพารามิเตอร์ดังกล่าวมี (พิจารณารูปที่ 4.3 ประกอบ)



รูปที่ 4.3 ลักษณะทางเดินในการสแกนและพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดในการโปรแกรม a) การทำงานแบบ 4 แกน b) การทำงานแบบ 3 แกนและเคลื่อนที่แบบทิศทางเดียว

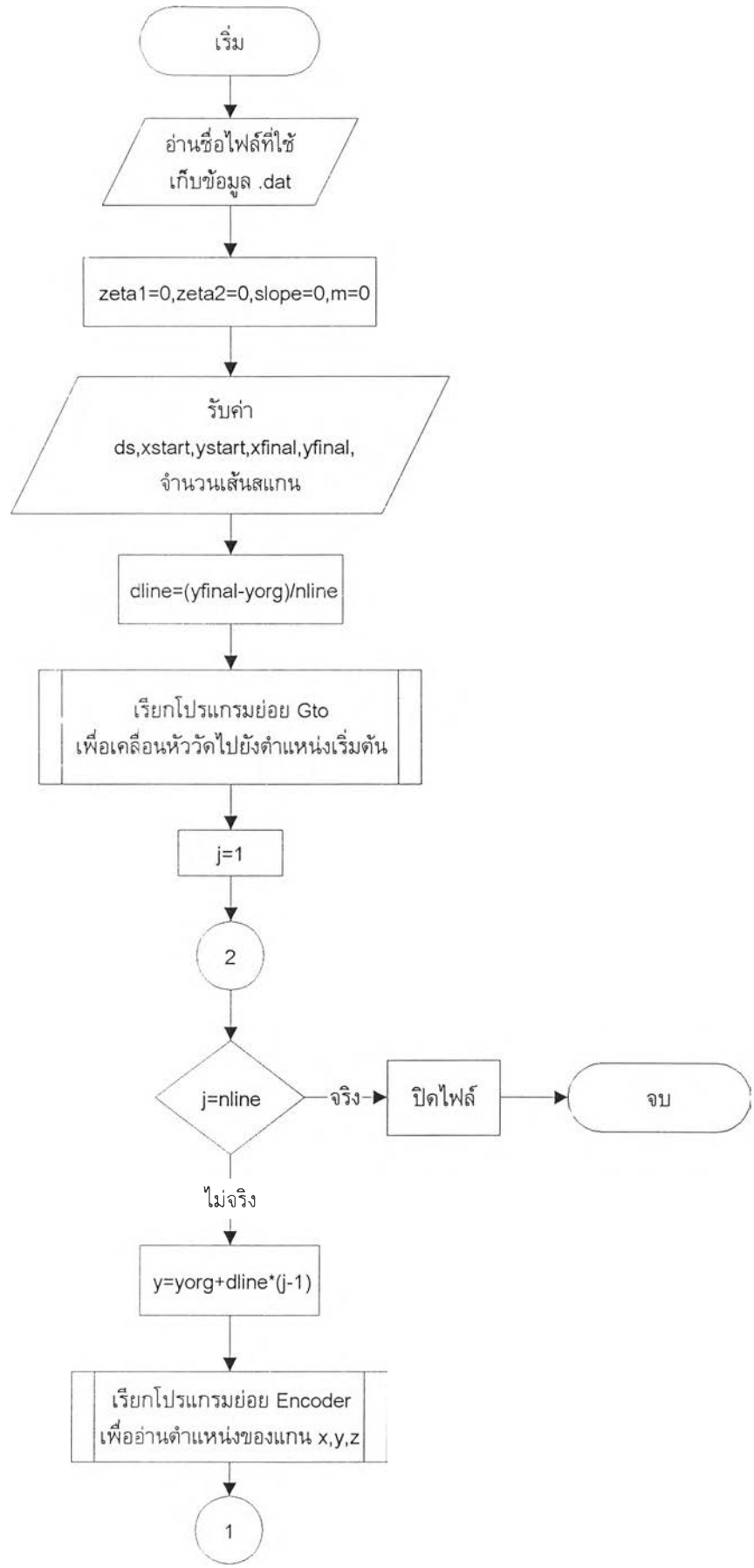
Start X,Start Y คือ จุดเริ่มต้นของการสแกนกำหนดเทียบกับตำแหน่งที่ผู้ใช้เซตให้เป็น 0,0,0

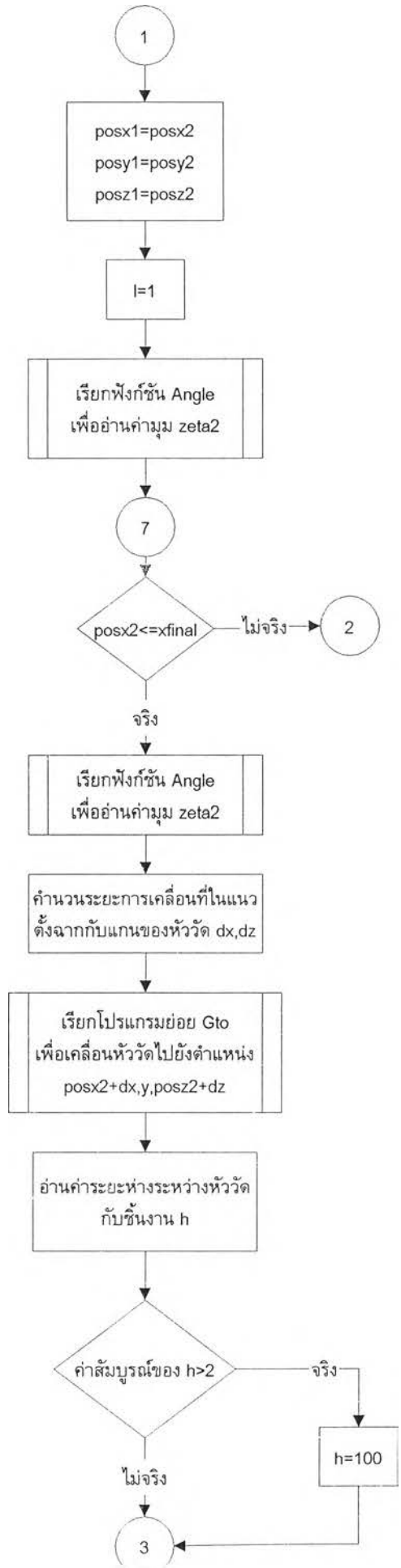
Final X,Final Y คือ จุดสิ้นสุดของการสแกนกำหนดเทียบกับตำแหน่งที่ผู้ใช้เซตให้เป็น 0,0,0

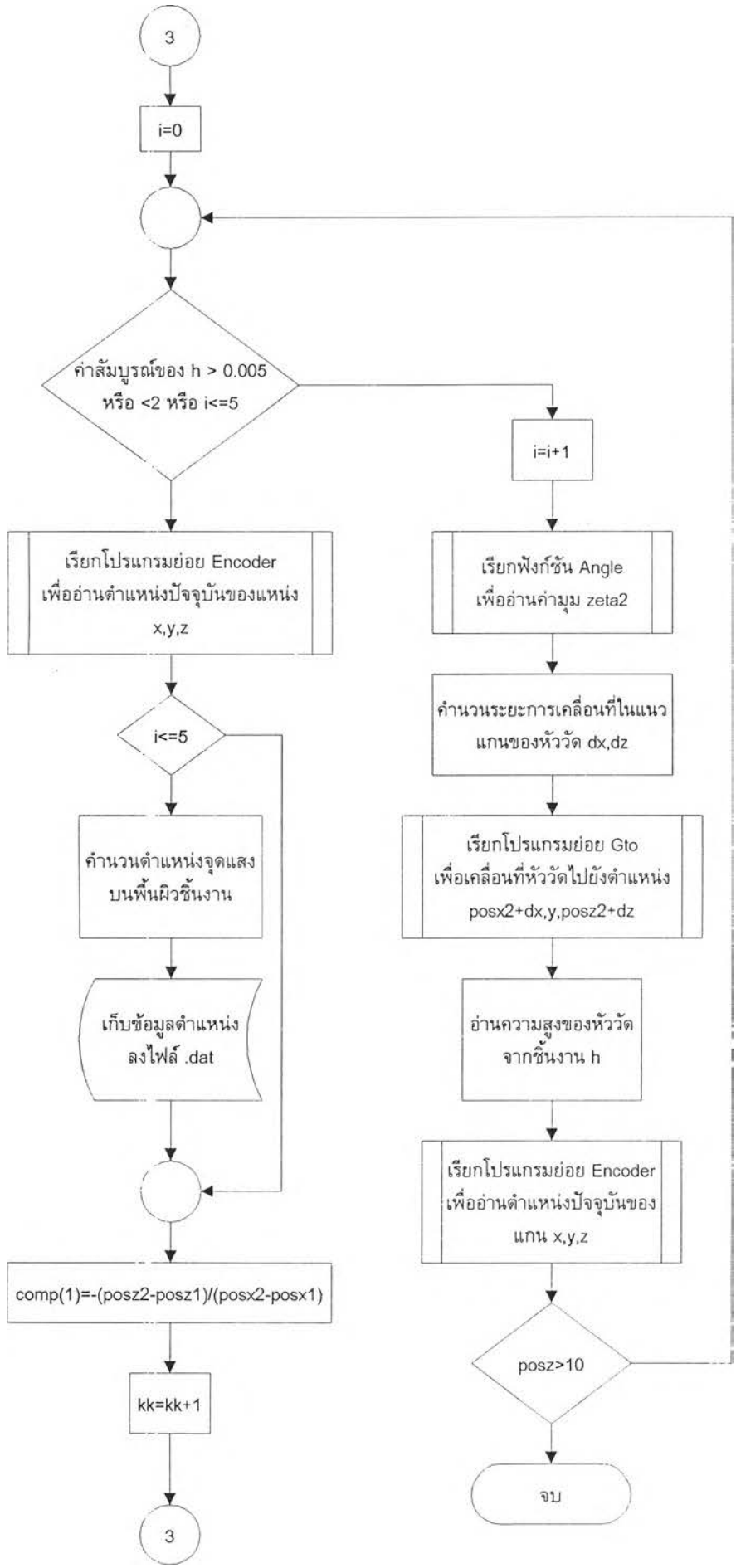
ds คือระยะทางที่หัววัดจะเคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกับแกนของหัววัดเอง

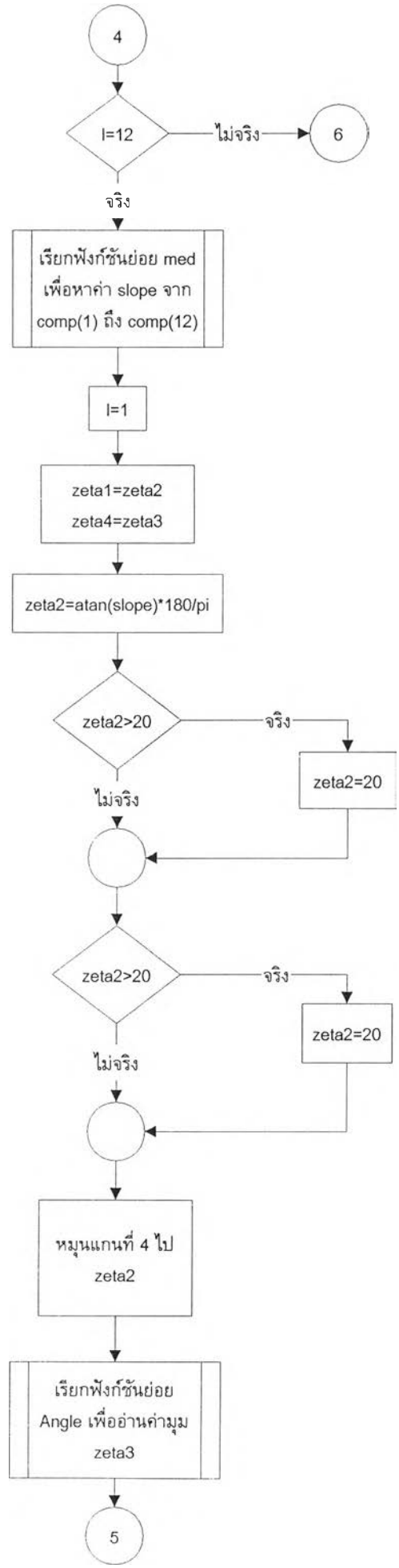
nline คือ จำนวนเส้นสแกน

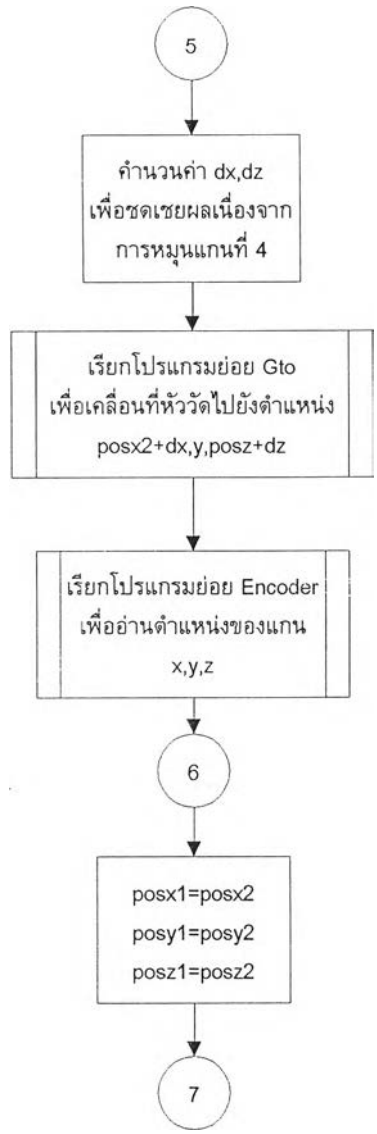
เมื่อรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆแล้ว เครื่องวัดพิกัด 3 มิติจะเคลื่อนหัววัดไปยังตำแหน่งเริ่มต้นและปรับให้มุม $\theta=0^{\circ}$ จากนั้นจะเริ่มเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับแกนของหัววัดเป็นระยะ ds เพื่อทำการเก็บข้อมูลและคำนวนความชันเมื่อทำการเก็บข้อมูลครบ 11 จุดจะทำการคำนวนความชันรวม สาเหตุที่ต้องคำนวนความชันรวมเนื่องจากความชันที่ได้มักปรากฏว่ามีสัญญาณรบกวนอยู่ค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงต้องใช้การกรอง(filter)เพื่อกรองสัญญาณรบกวนดังกล่าวออกไป สำหรับตัวกรองที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้คือ Median filter เมื่อได้ความชันรวมแล้วต่อจากนั้นจะคำนวนหาค่ามุม θ ที่เหมาะสมจากความชันที่คำนวนได้ การทำงนจะทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งแกน x เคลื่อนที่ถึง Final X หากจำนวนเส้นสแกนยังไม่ครบจำนวนตามที่ผู้ใช้ป้อนให้ก็จะเริ่มสแกนเส้นสแกนเส้นใหม่ต่อไป เส้นทางการสแกนแสดงอยู่ในรูป 4.3b)


เริ่ม
อ่านชื่อไฟล์ที่ใช้
เก็บข้อมูล .dat
zeta1=0,zeta2=0,slope=0,m=0
รับค่า
ds,xstart,ystart,xfinal,yfinal,
จำนวนเส้นสแกน
dline=(yfinal-yorg)/nline
เรียกโปรแกรมย่อย Gto
เพื่อเคลื่อนหัววัดไปยังตำแหน่งเริ่มต้น
j=1
2
j=nline
จริง
ปิดไฟล์
จบ
ไม่จริง
y=yorg+dline*(j-1)
เรียกโปรแกรมย่อย Encoder
เพื่ออ่านตำแหน่งของแกน x,y,z
1


1
posx1=posx2
posy1=posy2
posz1=posz2
I=1
เรียกฟังก์ชัน Angle
เพื่ออ่านค่ามุม zeta2
7
posx2<=xfinal
ไม่จริง
2
จริง
เรียกฟังก์ชัน Angle
เพื่ออ่านค่ามุม zeta2
คำนวนระยะการเคลื่อนที่ในแนว
ตั้งฉากกับแกนของหัววัด dx,dz
เรียกโปรแกรมย่อย Gto
เพื่อเคลื่อนหัววัดไปยังตำแหน่ง
posx2+dx,y,posz2+dz
อ่านค่าระยะห่างระหว่างหัววัด
กับชิ้นงาน h
ค่าสัมบูรณ์ของ h>2
จริง
h=100
ไม่จริง
3


3
i=0
ค่าสัมบูรณ์ของ h > 0.005
หรือ <2 หรือ i<=5
i=i+1
เรียกโปรแกรมย่อย Encoder
เพื่ออ่านตำแหน่งปัจจุบันของแหน่ง
x,y,z
เรียกฟังก์ชัน Angle
เพื่ออ่านค่ามุม zeta2
คำนวนระยะการเคลื่อนที่ในแนว
แกนของหัววัด dx,dz
i<=5
คำนวนตำแหน่งจุดแสง
บนพื้นผิวชิ้นงาน
เรียกโปรแกรมย่อย Gto
เพื่อเคลื่อนที่หัววัดไปยังตำแหน่ง
posx2+dx,y,posz2+dz
เก็บข้อมูลตำแหน่ง
ลงไฟล์ .dat
อ่านความสูงของหัววัด
จากชิ้นงาน h
เรียกโปรแกรมย่อย Encoder
เพื่ออ่านตำแหน่งปัจจุบันของ
แกน x,y,z
comp(1)=-(posz2-posz1)/(posx2-posx1)
posz>10
kk=kk+1
จบ
3


4
I=12
ไม่จริง
6
จริง
เรียกฟังก์ชันย่อย med เพื่อหาค่า slope จาก comp(1) ถึง comp(12)
I=1
zeta1=zeta2
zeta4=zeta3
zeta2=atan(slope)*180/pi
zeta2>20
จริง
zeta2=20
ไม่จริง
zeta2>20
จริง
zeta2=20
ไม่จริง
หมุนแกนที่ 4 ไป zeta2
เรียกฟังก์ชันย่อย Angle เพื่ออ่านค่ามุม zeta3
5



รูปที่ 4.4 ผังงานของการสแกนด้วย 4 แกน

4.2 ฟังก์ชันต่าง ๆของโปรแกรม SCAN

สำหรับโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานองเครื่องวัดพิกัด 3 มิติคือโปรแกรม SCAN เขียนด้วยภาษา Visual Basic ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window 3.11 โปรแกรม SCAN จะประกอบด้วยฟังก์ชันต่างๆ ดังนี้

4.2.1 กลุ่มของฟังก์ชัน Path Generate เป็นกลุ่มของพังก์ชันที่ใช้สร้างไฟล์ทางเดิน (นามสกุล .pat)สำหรับการสแกนด้วย 3 แกน

4.2.1.1 X-Parallel ใช้สร้างทางเดินขนานกับแกน x ผู้ใช้ต้องป้อนพารามิเตอร์ให้แก่โปรแกรมดังนี้

- X เริ่มต้น, Y เริ่มต้น เป็นจุดเริ่มต้นของการสแกน

- ความกว้างของบริเวณที่จะสแกนขนานกับแกน x และ y หน่วยเป็นมิลลิเมตร
- ระยะระหว่างเส้นสแกน หน่วยเป็นมิลลิเมตร
- จำนวนข้อมูลต่อเส้นสแกน

4.2.1.2 Y-Parallel ใช้สร้างทางเดินขนานกับแกน y พารามิเตอร์ที่ต้องป้อนให้แก่โปรแกรมเหมือนกับ X-Parallel

4.2.1.3 Spiral ใช้สร้างทางเดินแบบ Spiral พารามิเตอร์ที่ผู้ใช้ต้องป้อนให้แก่โปรแกรมเพื่อสร้างทางเดินแบบ Spiral คือ

- Start X, Start Y คือจุดเริ่มต้นของการสแกนเป็นจุดศูนย์กลางของ Spiral
- รัศมีของ Spiral
- จำนวนรอบของ Spiral
- จำนวนข้อมูล

สำหรับสมการที่ใช้ในการคำนวนทางเดินแบบ Spiral จะใช้สมการเชิงขั้วคือ

$$r = \theta \cdot \left(\frac{Radius}{2 \cdot \pi \cdot turn} \right)$$

4.2.2 ฟังก์ชัน SCAN ใช้เกี่ยวกับการสแกนข้อมูลและควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์

4.2.2.1 เมนู TEST ใช้ในกรณีต้องการทดสอบอุปกรณ์เกี่ยวกับแกนที่ 4

- DAC เป็นฟังก์ชันที่กำหนดค่าแรงดันที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์ ใช้เพื่อทดสอบการทำงานของการ์ด DATA TRANSLATION
- ZERO DAC เมื่อสั่งให้ฟังก์ชันนี้ทำงานจะทำให้คอมพิวเตอร์ส่งแรงดันขนาดที่ทำให้แกนที่ 4 อยู่นิ่งได้

4.2.2.2 เมนู SET ZERO ใช้สำหรับเซตตำแหน่งของแกนทั้ง 3 ให้เป็น 0,0,0 ซึ่งค่าตำแหน่งที่จะเริ่มทำการเก็บข้อมูลจะเทียบกับตำแหน่งนี้

4.2.2.3 DRIVE ON อุปกรณ์ควบคุม 6250 และ BLX30 เป็นอุปกรณ์ที่ต้องทำการ 'เปิด' ด้วยคำสั่งก่อนจึงสามารถสั่งให้เริ่มการทำงานควบคุมคุมมอเตอร์ให้สามารถหมุนได้ปุ่ม DRIVE ON นี้ใช้สำหรับ 'เปิด' อุปกรณ์ดังกล่าว

4.2.2.4 DRIVE OFF ตรงกันข้ามกับปุ่มที่แล้วเป็นปุ่มที่ใช้ 'ปิด' อุปกรณ์

4.2.2.5 MOVE X ใช้สำหรับสั่งให้มอเตอร์ในแกน X ทำงานโดยการใช้งาน เมื่อกดปุ่มดังกล่าวแล้วจะปรากฏหน้าจอรับเพื่อรับคำสั่ง คำสั่งที่รับจะเป็นคำสั่งภาษา X-code

4.2.2.6 MOVE YZ ใช้สำหรับสั่งให้มอเตอร์ในแกน Y และ Z ทำงานเมื่อกดปุ่มดังกล่าวแล้วจะปรากฏหน้าจอเพื่อรับคำสั่งเช่นเดียวกับปุ่ม MOVE X คำสั่งที่รับจะเป็นคำสั่งที่ใช้ควบคุม 6250 ทั้งปุ่ม MOVE YZ และปุ่ม MOVE X จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ก็ต่อเมื่อได้ทำการ 'เปิด' โดยคำสั่ง DRIVE ON แล้ว

4.2.2.7 ORIENT ใช้สำหรับกำหนดจุดทำงานให้แก่แกนที่ 4 โดยจะปรากฏหน้าจอเพื่อรับข้อมูลมุมของแกนที่ 4 การทำงานจะต้องเปิดตัวขยาย (Amplifier)และดีโคดเดอร์(Decoder)ก่อนเสมอ

4.2.2.8 SCAN ใช้สำหรับการสแกนด้วย 3 แกนผู้ใช้จะป้อนข้อมูลให้แก่โปรแกรมดังเช่นได้กล่าวในหัวข้อก่อน

4.2.2.9 SCAN_4 ใช้สำหรับการสแกนด้วย 4 แกนผู้ใช้จะป้อนข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวก่อนให้แก่โปรแกรม

4.2.2.10 STOP ใช้สำหรับการหยุดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์วัดพิกัด 3 มิติ

4.2.2.11 QUIT ใช้ออกจากฟังก์ชัน SCAN

4.2.3 FILE TRANSFER ใช้ในการถ่ายโอนไฟล์จาก PC ไปยังเครื่อง Work station เพื่อนำเข้าโปรแกรม CATIA

4.2.4 QUIT ออกจากโปรแกรม SCAN

4.3 ฟังก์ชันที่ใช้ในโปรแกรม CATIA

จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้ประการหนึ่งก็คือการนำข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์วัดพิกัด 3 มิติเชื่อมโยงกับโปรแกรม CATIA เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองของชิ้นงาน ฟังก์ชันที่ใช้ในโปรแกรม CATIA เพื่อจัดการกับข้อมูลซึ่งนำเข้าจากภายนอกคือฟังก์ชัน CLOUD ซึ่งมีฟังก์ชันย่อยๆ ดังนี้คือ

4.3.1 CREAT ใช้สร้างกลุ่มของจุดซึ่งเรียกว่า CLOUD OF POINT จากกลุ่มของจุดกลุ่มอื่น หรือสร้างจากองค์ประกอบอื่นๆ เช่นพื้นผิวหรือเส้นโค้งใน CATIA ก็ได้

4.3.2 IMPORT ใช้ในการนำข้อมูลเข้าโปรแกรม CATIA สำหรับรูปแบบที่นำเข้าได้ได้แก่ ASCII, Breukmann, Digibotics, EOIS, ISO G-Code, Hymarc Hyscan, Kreon ASCII, Kreon Binary, Sharnoa

4.3.3 Export ใช้ในการส่งข้อมูลออกจากโปรแกรม CATIA

4.3.4 MODIFY ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเช่น ลดขนาดของข้อมูลหรือกรองความไม่ราบเรียบของข้อมูลออก

4.3.5 ANALYSIS ใช้เมื่อต้องการทราบข้อมูลของกลุ่มของข้อมูลเช่น พิกัดของจุด, ระยะทางระหว่างจุด, มุม

4.3.6 CONVERT ใช้ในการแปลงจุดของข้อมูลไปเป็นเส้นตรง, เส้นโค้ง, ระนาบ, พื้นผิว หรือแปลงเป็นรูปทรงเฉพาะแบบเช่น เป็นทรงกระบอก, ทรงกลม หรือแปลงเป็นพื้นผิวใด ๆ(Freeform Surface) นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของกลุ่มของข้อมูลกับพื้นผิวหรือองค์ประกอบที่สร้างในโปรแกรม CATIA ได้อีกด้วย

4.3.7 VISUALTN ใช้ในการกำหนดลักษณะการแสดงกลุ่มข้อมูล

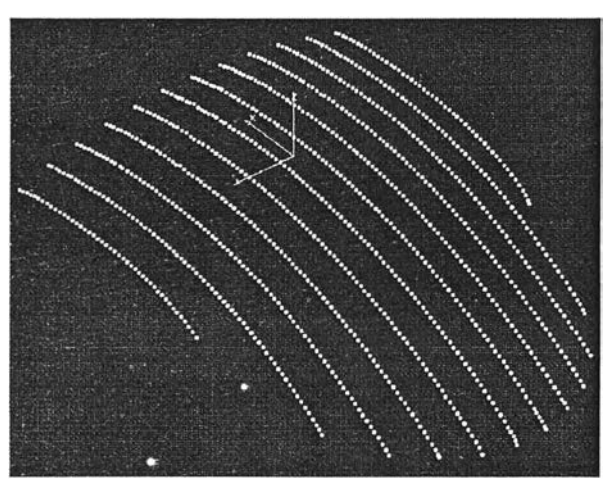
4.3.8 DEF VISUALTN ใช้ในการกำหนดพารามิเตอร์การแสดงรูปแบบของกลุ่มข้อมูล

4.4 ตัวอย่างของข้อมูลที่ได้จากการสแกน

รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างข้อมูลจากไฟล์ที่ได้จากเครื่องวัดพิกัด 3 มิติ ส่วนในรูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่ได้นำเข้าโปรแกรม CATIA เรียบร้อยแล้ว

1.00,2.00,3.00
1.00,2.50,3.50
endscan1
2.00,2.00,3.00
2.00,2.50,3.50
endscan2
end cloud
1.01,1.0,1.0

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสแกน



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างข้อมูลที่นำเข้าโปรแกรม CATIA เรียบร้อยแล้ว