รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ. การควบคุมระบบพลศาสตร์(Control of Dynamic Systems). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ภาษาอังกฤษ

Bosch, J. A. Coordinate Measuring Machine and Systems. U.S.A.: Marcel Dekker, 1995.

Curless,B. L. New Methods for Surface Reconstruction from Range Images. Doctor of Phylosophy, Department of Electrical Engineering, Standford University, 1997.

Dote, Y. and Kinoshita, S. Brushless Servomotors Fundamentals and Applications. New York: Oxford University Press, 1990.

James T. Luxon, David E. Parker. Industrial Laser and Their Applications. Eaglewood Cliff, NJ: Prentice Hall,1992.

The Aamerican Society of Mechanical Engineers. Methods for Performance Evaluation of Coordinate Measuring Machine. New York, 1985.

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ต่าง ๆ

ก.1 ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์

อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์(ดังแสดงในรูปที่ ก.3)นี้เป็นของบริษัท KEYENCE รุ่น LC-2011 เป็นอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ชนิดเซมิคอนดัคเตอร์ แบบพัลส์ กำลังต่ำ แสงเลเซอร์มีความยาวคลื่น 780 นาโนเมตร มีกำลังน้อยกว่า 3 มิลลิวัตต์ ลำแสงที่ใช้ไม่มีอันตรายต่อผิวหนัง แต่มีอันตรายต่อดวงตา ข้อควรระวังในการใช้งานมีดังนี้

1. อย่ามองลำแสงเลเซอร์โดยตรง หรือมองลำแสงที่สะท้อนจากผิวที่สามารถสะท้อนแสงได้เป็นอย่างดี
2. ใช้อุปกรณ์กับตัวควบคุมที่ออกแบบมาเท่านั้น
3. เมื่อมีเหตุขัดข้องอย่าปรับปรุงหรือซ่อมแซมอุปกรณ์เอง

การทำงานของอุปกรณ์จะทำงานหลังจากเปิดเครื่องไปแล้ว 3 วินาที หลังจากอุปกรณ์เริ่มทำงาน อุปกรณ์วัดระยะมีระยะโฟกัสที่ 40 มิลลิเมตรจากเลนส์ที่ปล่อยแสง ช่วงในการวัดมีค่า ± 3 มิลลิเมตร จากระยะโฟกัส

คุณสมบัติของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์

1. แสดงระยะห่างหรือปริมาณของแสงด้วยจอภาพแบบตัวเลข ซึ่งเป็นระยะห่างของชิ้นงานจากตำแหน่งโฟกัส ระยะจะมีค่าเป็น 0 เมื่อผิวชิ้นงานอยู่ที่ตำแหน่งโฟกัสพอดี มีค่าเป็นบวกเมื่อชิ้นงานอยู่ห่างจากหัววัดเลยตำแหน่งโฟกัสออกไป และมีค่าเป็นลบเมื่อชิ้นงานเข้าใกล้หัววัด ระยะห่างที่แสดงจะมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องจ่ายออกมา (1 mV = 1 μm)
2. สามารถปรับค่าอัตราขยายได้โดยอัตโนมัติ เมื่อปริมาณแสงที่วัดได้ มีมากหรือน้อยเกินไป
3. สามารถเลือกอัตราความเร็วในการวัดได้ 3 ระดับคือ 0.001 , 0.01 , 0.1 วินาที ในกรณีที่ต้องการความแม่นยำสูงควรเลือกที่ 0.1 วินาที
4. สามารถปรับค่า ฮีสเตอรีซิส(Hysteresis) ได้ 2 ระดับ(50 และ 10 ไมครอน) ถ้าต้องการวัดค่าที่มีขนาดเล็กควรปรับไว้ที่ตำแหน่ง NARROW(10 ไมครอน)
5. แสดงสัญญาณ 'ใกล้(NEAR)' เมื่อระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับหัววัดมีขนาดน้อยกว่าระยะโฟกัสและ 'ไกล(FAR)' เมื่อระยะห่างระหว่างชิ้นงานกับหัววัดมีขนาดมากกว่าระยะโฟกัส

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์วัดระยะด้วยแสงเลเซอร์

รุ่น (Model)	Sensor head	LC-2011
	Controller	LC-2001
Light source		Semiconductor laser(780 nm, 3nW max. pulse duration:50 micro second)
Reference distance		40 nm
Measurement range*		±3 mm
Spot diameter		0.05 mm max.
Analog output(MON.)	Output voltage**	±3 V(1 mV/1 μm)
	Output impedance	Approx. 33Ω
	Resolution***	0.5 μm
	Linearity***	±0.3% of measured range
	Responsivity	DC to 600 Hz(at 1ms) -3dB/DC to 60Hz(at 10 ms) -3dB/DC to 6 Hz(at 100 ms) -3dB
	Temperature fluctuation	Sensor: 1.0 μm/°C Controller: 0.5 μm/°C
Control Output	Solid-state	Open-collector 100 mA(40 V) max.
	Contact	SPST-NO relay contact ×2 250 VAC 2A(resistive load)
Ambient operating illumination		2500 lx max.
Ambient operating temperature		0 to 50 °C
Ambient operating humidity		35 to 85% RH(without condensation)
Supply voltage		110/120VAC or 220/240VAC±10% 50/60Hz
Power consumption		10 VA max.

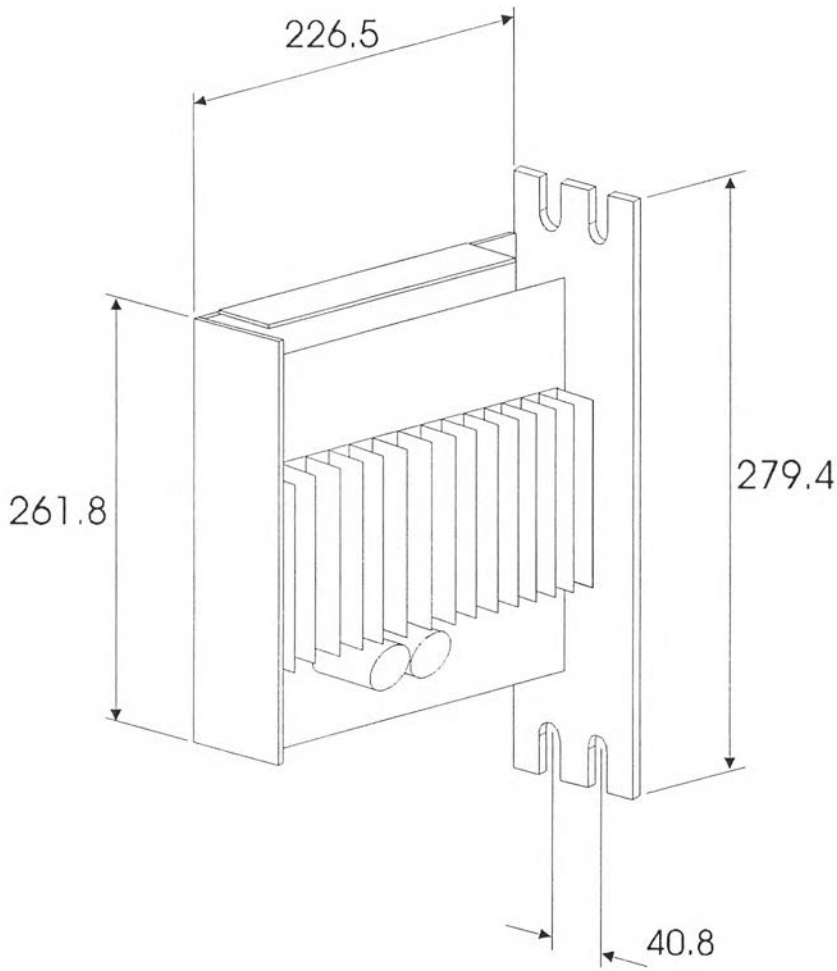
*เทียบกับ Reference distance

** 0V ที่ Referance distance

***วัตถุที่ใช้: white mat paper ที่การตอบสนอง 10 ms

ก.2 ข้อมูลจำเพาะของตัวขับ BL

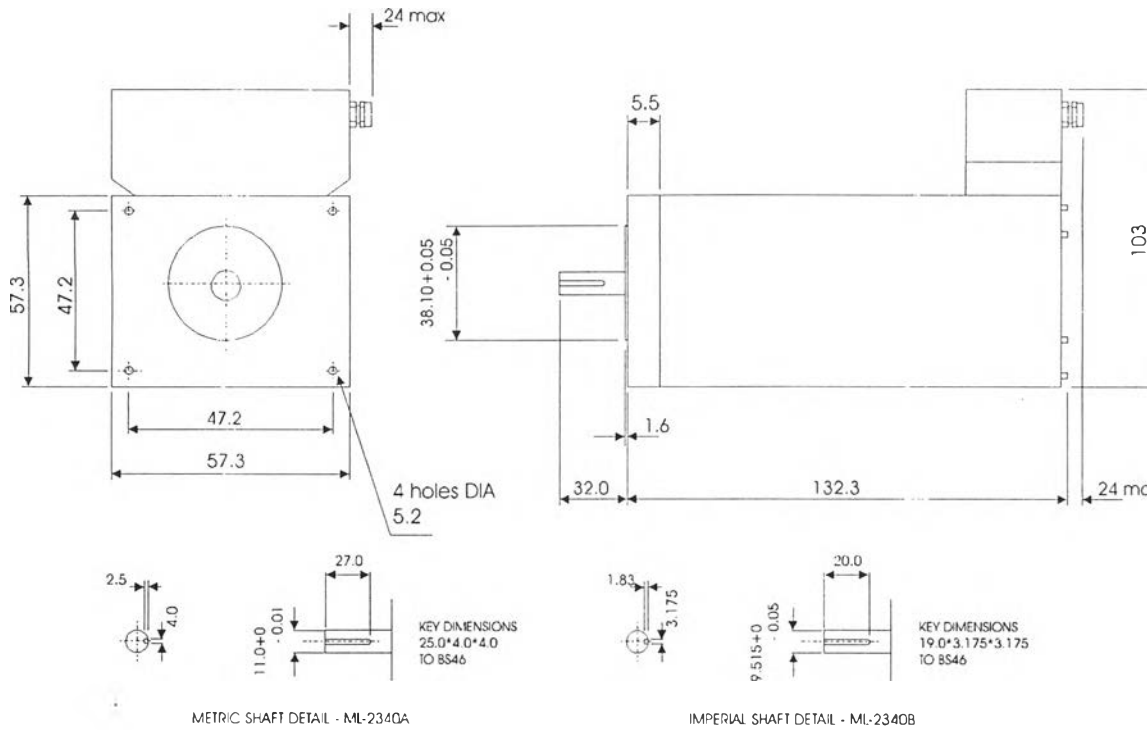
รุ่น	BL30
Continuous Current	3.75 A
Peak Current	7.5 A
DC bus Voltage	85 V
AC Input Voltage(RMS)	61 V
Weights	0.8 Kg
Motor Options	ML-1620 ML-2340
Power input	AC direct from mains transformer
Control input	±10 V analogue (torque or velocity)
Reference outputs	±15 V at 10 mA
Velocity feedback	Built-in incremental encoder
Commutation method	4 bit absolute encoder
Jumper link settings	Input range, current limit, torque/vel. Mode
Potentiometer settings	Time constant, damping, balance, tach gain
Diagnostic LED's(Front)	Power on, current limit, overtemperature, drive/motor fault
Diagnostic LED's(Rear)	Power on, composite fault
Dimensions	รูป ก.1



รูปที่ ก.1 ขนาดของตัวขับ BL

ก.3 ข้อมูลจำเพาะของมอเตอร์ขับเคลื่อน 3 แกนหลัก

Type	Weights(including cable)
ML-2340	2.1 Kg



รูปที่ ก.2 ขนาดของมอเตอร์รุ่น ML-2340

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลค่ารีโซลูชั่น VS. ความเข้มของแสงที่รับได้ของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์กับจำนวนของการวัดที่ใช้ในการเฉลี่ย

ข้อมูลของค่ารีโซลูชั่นนี้เป็นค่าของอุปกรณ์วัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์รุ่นใกล้เคียงกับรุ่นที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ซึ่งรุ่นที่ใช้นั้นไม่มีข้อมูลในส่วนนี้จึงนำข้อมูลของรุ่นใกล้เคียงกันมาแสดงเพื่อให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อการวัดและความถูกต้องของผลที่ได้

สภาวะในการวัด:

ใช้การวัดในโหมด Point-to-point

เป้าหมาย:

No.1 White paper
No.2 Acrylic card(Orange)
No.2 Acrylic card(White)
No.2 Acrylic card(Opaline)
No.3 Acrylic card(Ivory)
No.2 Acrylic card(Brown)
No.4 Acrylic card(Opaline)
No.2 Acrylic card(Chocolate brown)

Unit: μm

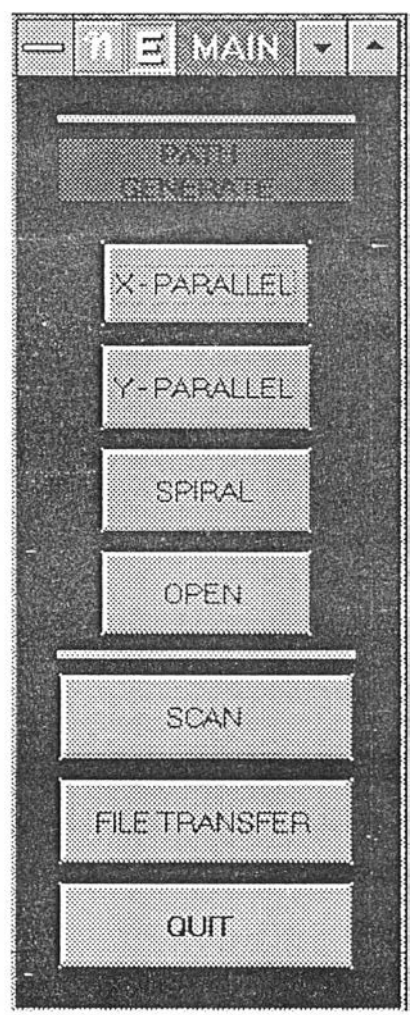
Workpiece No.	INTENSITY	Number of measurements for averaging											
		2048	1024	612	256	128	64	32	16	8	4	2	1
1	8690	0.2	0.2	0.4	0.6	0.6	0.8	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6
2	2500	0.2	0.4	0.4	0.6	1.0	1.2	1.4	2.0	2.8	4.2	5.6	8.2
3	2090	0.2	0.4	0.6	0.6	1.0	1.2	1.6	2.4	3.4	5.0	7.0	9.6
4	1185	0.4	0.8	0.6	1.2	1.4	2.4	3.0	4.4	6.2	9.0	12.0	18.0
5	750	0.8	0.8	1.2	1.6	2.2	3.4	4.4	7.6	10.2	14.4	20.0	27.4
6	515	1.2	1.6	2.0	2.8	8.6	5.2	7.0	10.2	14.8	20.6	29.8	40.0
7	250	1.0	1.6	2.0	3.4	4.9	6.8	10.2	15.0	22.0	31.0	45.0	65.0
8	145	1.6	2.4	8.6	5.2	7.6	12.0	18.0	25.0	35.0	55.0	75.0	120.0

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม SCAN

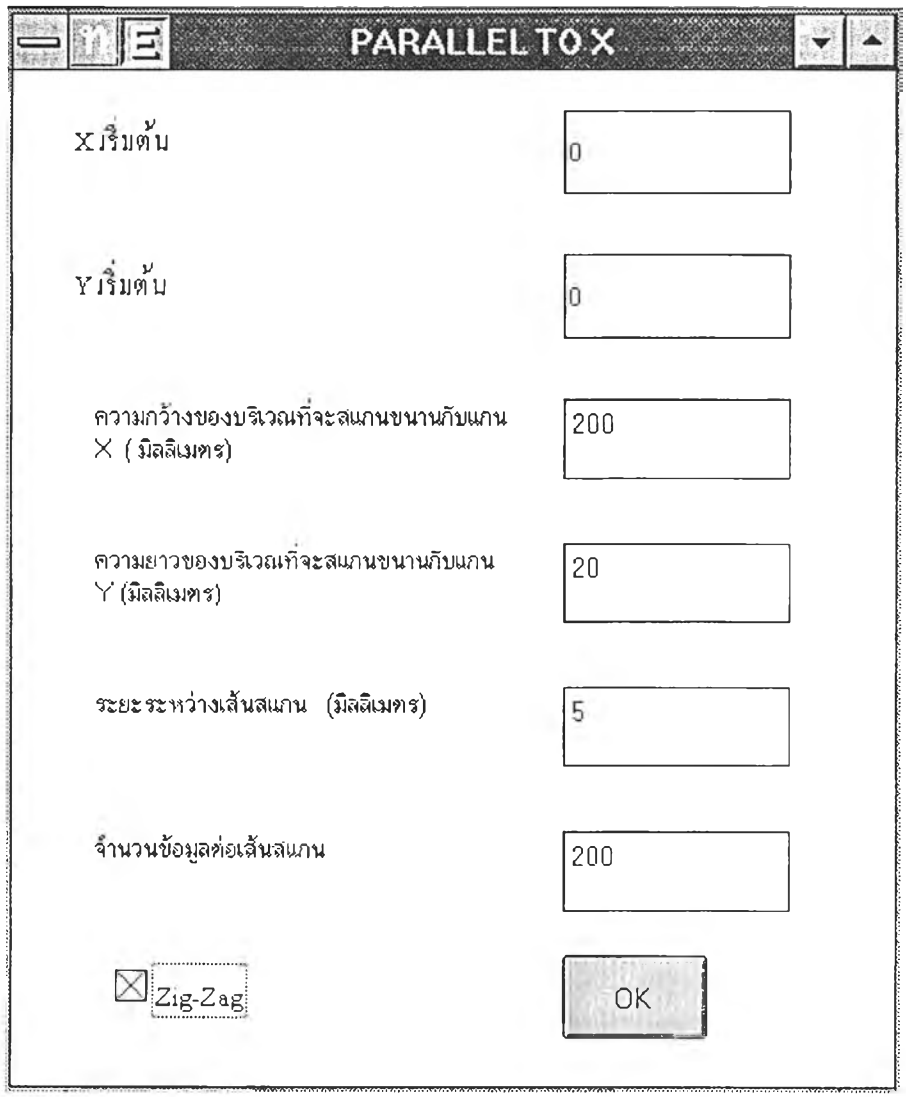
ค.1 กรณีใช้ 3 แกน

สมมุติว่าต้องการสแกนโดยใช้ 3 แกน ก่อนที่จะใช้โปรแกรมต้องทำการเปิดอุปกรณ์ต่างๆ ยกเว้นตัวขยายสัญญาณ, วงจรถอดรหัสของแกนที่ 4 จากนั้นเมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรมจะปรากฏที่หน้าจอ



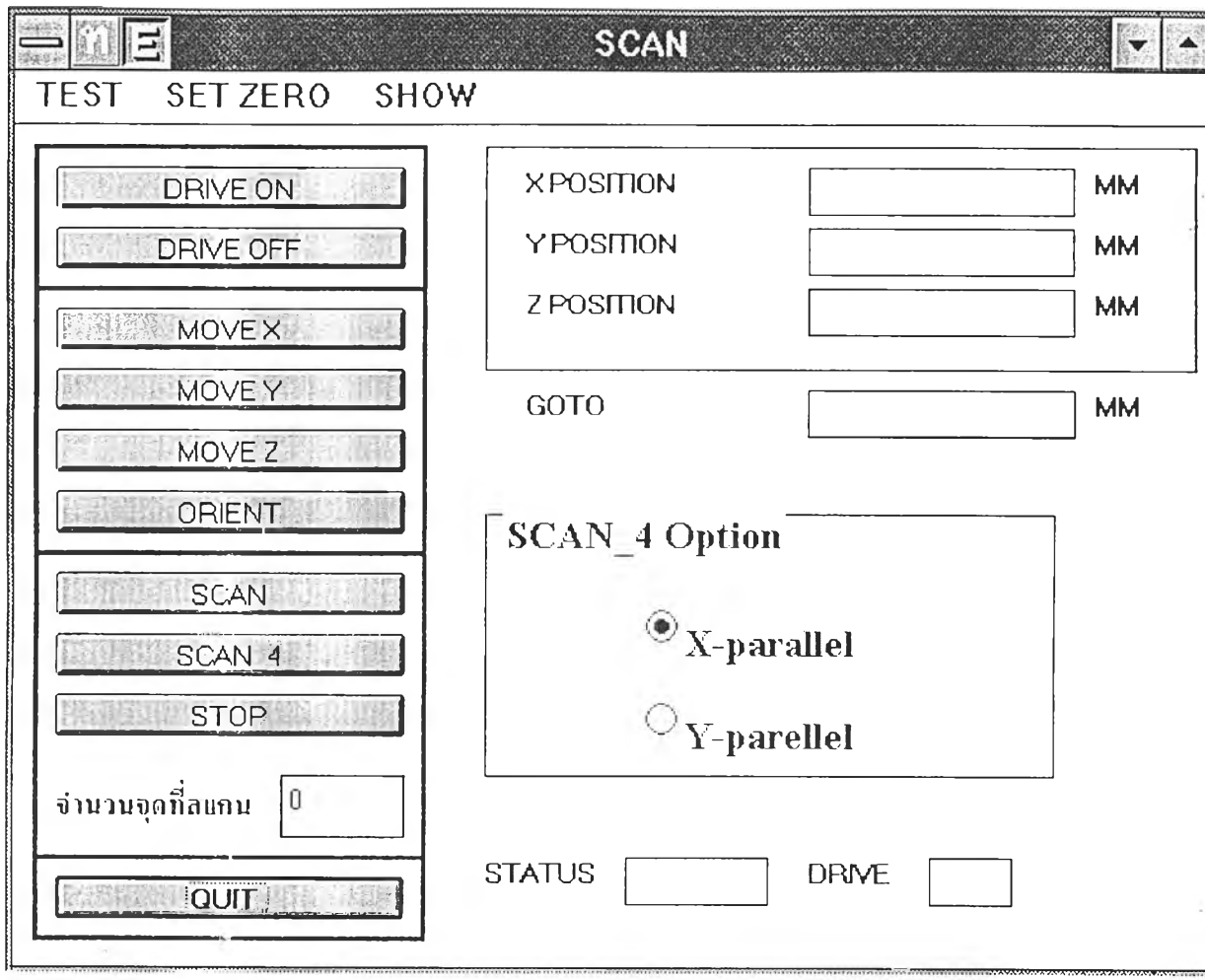
รูปที่ ค.1 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม SCAN

20 มิลลิเมตร เส้นสแกนแต่ละเส้นห่างกัน 5 มิลลิเมตร ในเส้นสแกน 1 เส้นจะมีข้อมูล 200 จุด และใช้การสแกนแบบ Zig-Zag จากนั้นจึงกด OK เพื่อสิ้นสุดการกำหนดค่าพารามิเตอร์ จากนั้นโปรแกรมจะให้ใส่ชื่อไฟล์ที่ข้อมูลทางเดินจะบันทึกแล้วจะกลับสู่หน้าต่างเริ่มต้นอีกครั้ง



รูป ค.2 หน้าต่างสร้างทางเดินขนานกับแกน X

2. เมื่อกลับสู่หน้าต่างเริ่มต้นให้กดปุ่ม SCAN เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง SCAN แต่ก่อนที่จะเข้าสู่หน้าต่าง SCAN จะปรากฏหน้าต่างแสดงข้อความให้เซตดีโคดเดอร์เป็น 0 หมายถึงดีโคดเดอร์ที่ใช้สำหรับแกนที่ 4 ในกรณีนี้ให้เลือก OK หลังจากนั้นจะเข้าสู่หน้าต่าง SCAN ซึ่งใช้ควบคุมและแสดงผลในระหว่างทำการสแกนดังแสดงในรูปที่ ค.3 ในรูปมีส่วนที่แสดงตำแหน่งปัจจุบัน



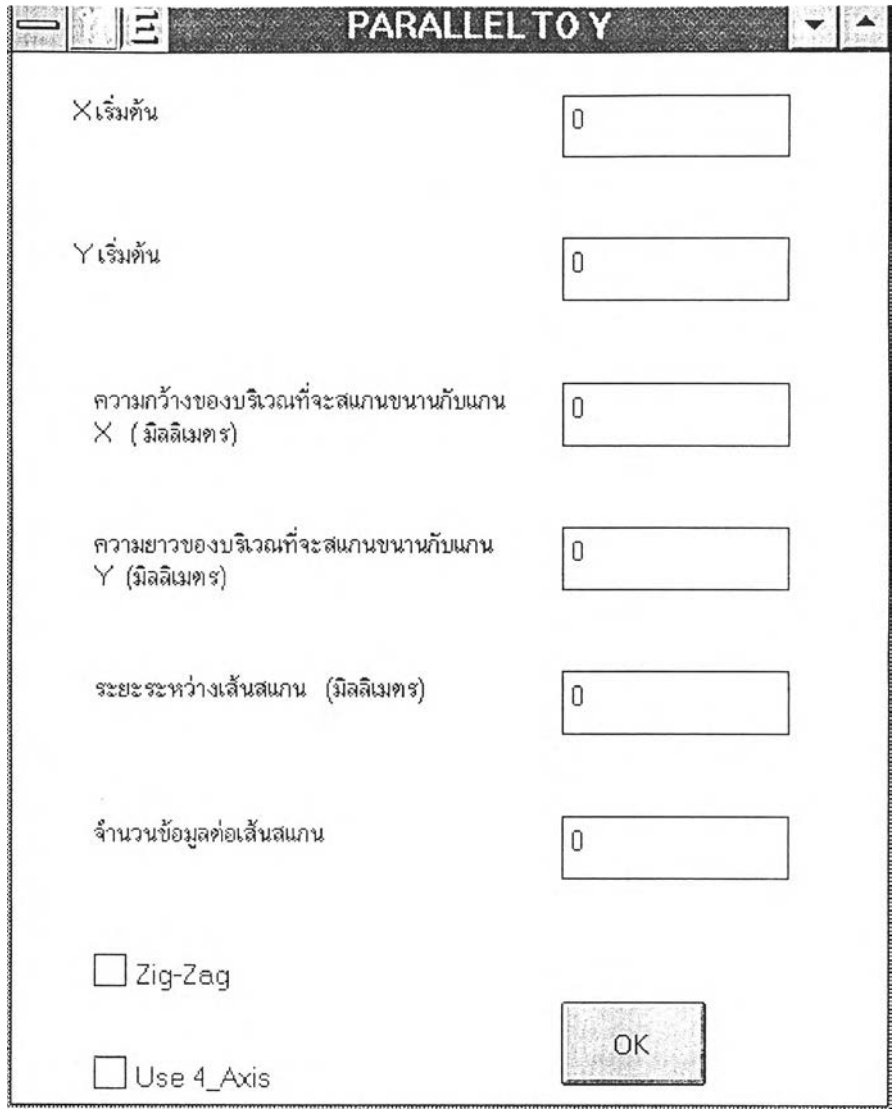
รูปที่ ค.3 หน้าต่าง SCAN

3. ในตอนนี้สามารถทำการกำหนดให้ตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์วัดพิกัดเป็นพิกัด (0,0) ได้โดยเลือกเมนู SET ZERO

4. จากนั้นโปรแกรมจะถามโปรแกรมทางเดินและให้ใส่ชื่อไฟล์ที่ใช้ใส่ข้อมูลที่ได้จากการสแกนเมื่อใส่ค่าดังกล่าวเรียบร้อยแล้วโปรแกรมจะกลับสู่หน้าต่าง SCAN แล้วจึงเริ่มทำงาน ระหว่างสแกนจำนวนจุดที่จะสแกนจะแสดงที่ 'จำนวนจุดที่สแกน' และเมื่อสิ้นสุดการทำงานโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างข้อความว่าสิ้นสุดการทำงานแล้ว

ค.2 กรณีใช้ 4 แกนโดยองศาของหัววัดคงที่

1. จากหน้าต่างเริ่มต้นให้เลือกปุ่มสร้างทางเดินขนานกับแกน Y แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังในรูปที่ ค.4 พารามิเตอร์ที่ต้องการคล้ายกับกรณีทางเดินขนานกับแกน X แต่มีส่วนของ Option เพิ่มเติมคือ Scan_4 หากเลือก Option ดังกล่าวหมายความว่าไฟล์ทางเดินที่จะสร้างจะกำหนดองศาของหัววัดด้วยในตอนต้นของไฟล์



รูปที่ ค.4

2. ใส่ค่าองศาของหัววัดให้สอดคล้องกับพื้นผิวที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม OK เพื่อเสร็จการสร้างไฟล์ทางเดิน

3. จากนั้นเลือกปุ่ม SCAN เพื่อเข้าสู่หน้าต่าง SCAN

4. เมื่อเข้าสู่หน้าต่างสแกนแล้วให้เลือก SCAN_4 Option เป็น Y-parallel หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่างให้ใส่ชื่อไฟล์ทางเดินที่ต้องการและชื่อไฟล์ที่จะบันทึกข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการสแกนโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างข้อความว่าสิ้นสุดการทำงานแล้วและจะกลับไปยังหน้าต่าง SCAN ดังเดิม

ค.3 กรณีองศาของหัววัดมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

1. จากหน้าต่างเริ่มต้นให้เลือกปุ่ม SCAN

2. เมื่อเข้าสู่หน้าต่างสแกนแล้วให้เลือก SCAN_4 Option เป็น Y-parallel หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่างให้ใส่ค่าพารามิเตอร์คือ

ds หมายถึงค่าระยะห่างระหว่างจุดข้อมูล

ประวัติผู้เขียน

นาย ปัญญา ดีประเสริฐกุล เกิดเมื่อวันที่ 12 เมษายน 2517 ณ เขตป้อมปราบ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมเครื่องกลจาก ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิตในปีการศึกษา 2539