บทที่ 4

การออกแบบระบบซอฟต์แวร์

แนวคิดการออกแบบ

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการตรวจสอบวัดแผ่นโลหะเรียบ การพัฒนา กระทำบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ต้อง Run โปรแกรมแพคเกจ AutoCAD ได้สำหรับโปรแกรม แพคเกจ AutoCAD เป็นโปรแกรมประยุกต์ สำหรับการเขียนแบบที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป ทั้งนี้โปรแกรม แพคเกจ AutoCAD ยอมให้ผู้ใช้พัฒนา function ต่าง ๆ ได้ด้วย เช่น การสร้างเมนูและการพัฒนา ด้วยโปรแกรมภาษา AutoLISP กับภาษา C จากความสามารถต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ โปรแกรมแพคเกจ AutoCAD แสดงถึงความเหมาะสม ที่จะใช้สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ในงานวิจัยนี้ โดยซอฟต์แวร์มีคุณสมบัติที่ต้องการ คือ

1. ต้องการข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน เพื่อการเก็บรวบรวมและการใช้งานอัตโนมัติ
2. ต้องการให้ผู้ใช้ซึ่งมีลักษณะการทำงานต่างกันใช้งานได้ง่าย
3. การใช้งานต้องการใช้งานผ่านระบบเมนูที่ใช้งานง่าย
4. สามารถวาดรูปเครื่องมือและวาดแบบ จากระบบเมนูของโปรแกรมแพคเกจ AutoCAD และเก็บข้อมูลตามข้อมูลมาตรฐานที่กำหนดขึ้น
5. อ่านข้อมูลจากเครื่องอ่านแผ่นโลหะเรียบ โดยสามารถอ่านข้อมูลจากแหล่งอื่นได้
6. วิเคราะห์การหาตำแหน่งที่คลาดเคลื่อนของเครื่องมือบนชิ้นงานเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วาดแบบไว้
7. แสดงผลของการวิเคราะห์ทางจอภาพ และทางเครื่องพิมพ์

การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจะแบ่งเป็น 5 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นส่วนที่ช่วยจัดการเกี่ยวกับระบบ ข้อมูลที่ใช้ในระบบซอฟต์แวร์ ส่วนที่เหลือเป็นส่วนที่จะติดต่อกับผู้ใช้ตามลักษณะงานซึ่งกล่าวได้ ดังนี้

1. ส่วนการสร้างเครื่องมือวาดแบบ การทำงานของซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะทำการเก็บข้อมูล รายละเอียดของเครื่องมือเพื่อการวาดแบบและรายละเอียดเพื่อการวิเคราะห์แบบ

2. ส่วนของการวาดแบบ เป็นส่วนที่นำเครื่องมือวาดแบบที่สร้างเตรียมไว้แล้ว พร้อมกับ แบบการผลิตมาประกอบกัน ทำการสร้างเส้นอ้างอิง แล้วนำเครื่องมือวาดแบบวางลงไปบนเส้น อ้างอิงเสมือนกับการทำงานของเครื่อง Punch ที่นำเครื่องมือ Punchลงบนแผ่นโลหะชิ้นงาน

3. ส่วนการอ่านข้อมูลส่วนนี้เป็นการนำข้อมูลภาพจากแหล่งอื่นโดยมีลักษณะข้อมูลเฉพาะ ที่อยู่ในรูปแบบง่ายๆ ทั้งนี้สามารถแปลงข้อมูล จากรูปแบบอื่นๆ ให้อยู่ในรูปแบบเฉพาะได้

4. ส่วนการวิเคราะห์แบบ ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญที่จะแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลที่ได้จากการอ่าน จากชิ้นงานจริงถูกต้องตามแบบหรือไม่ โดยส่วนนี้แบ่งออกเป็น ส่วนย่อยได้ 2 ส่วนย่อย คือ

การหาตำแหน่งอ้างอิงของข้อมูลภาพ เพื่อการเคลื่อนย้ายข้อมูลภาพ ให้ตรงกับข้อมูล ของแบบที่เตรียมตั้งแต่ต้น

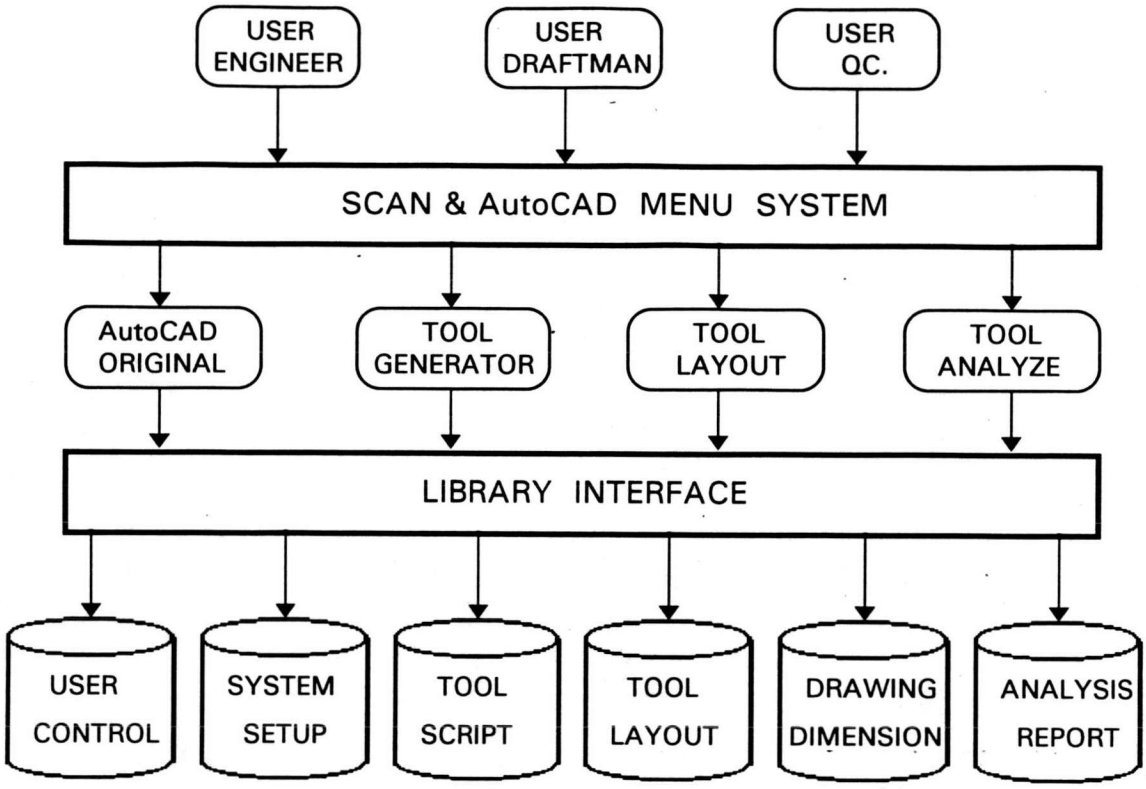
การแปลงข้อมูลเป็น เวคเตอร์ จากแนวความคิดที่จะจำกัดขอบเขตการแปลงข้อมูล จากข้อมูลภาพที่เป็น Raster ให้เป็นข้อมูลแบบเวคเตอร์ เพื่อให้การคำนวณลดลง โดยใช้ข้อมูล จากส่วนที่เตรียมไว้ กรณีที่การแปลงข้อมูลไม่สมบูรณ์ ด้วยสาเหตุจากข้อมูลที่อ่านมาสามารถทำ การซ่อมข้อมูลได้ แล้วจึงทำการแปลงข้อมูลให้เป็นเวคเตอร์ ในลำดับต่อไป

จากขั้นตอนที่ผ่านมา การเปรียบเทียบแบบ จะได้ข้อมูลที่เป็นเวคเตอร์จากแบบที่เตรียมไว้ และจากภาพการแปลงข้อมูลภาพ นำเวคเตอร์ทั้งสองในแต่ละเครื่องมือ มาทำการเปรียบเทียบกัน ซึ่งจะได้เวคเตอร์ที่ผิดพลาด แล้วนำไปรายงานผล

แนวความคิดที่เป็นหัวใจของทุกส่วน คือ ลักษณะข้อมูลที่ใช้ ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ การเก็บข้อมูล ซึ่งรูปแบบข้อมูลทั้งหมดจะเกี่ยวพันกับข้อมูลเฉพาะของแพคเกต AutoCAD สำหรับขั้นตอนของการใช้โปรแกรม จะอ้างอิงกับรูปที่ 3.4 Data and Operation Flow Diagarm

<u>โครงสร้างระบบซอฟต์แวร์</u>

เนื่องจากการทำงานของระบบซอฟต์แวร์จะอาศัยการทำงานของแพคเกจ AutoCAD โดยเฉพาะในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ จะอาศัยการทำงานของเมนูของแพคเกจ AutoCAD สำหรับ คำสั่งการทำงานได้จากการพัฒนา AutoLISP และภาษา C ที่แพคเกจ AutoCAD อนุญาตให้สามารถทำการพัฒนาเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งแสดงโครงสร้างดังรูป 4.1



รูปที่ 4.1 โครงสร้างระบบซอฟต์แวร์

จากโครงสร้างระบบซอฟต์แวร์แสดงให้เห็นถึง การทำงานทั้งที่สัมพันธ์กันและไม่มีความ เกี่ยวพันกัน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นโมดูลได้โดยออกแบบแต่ละโมดูล แต่ต้องมีการอ้างอิงถึงโครง สร้างข้อมูลผ่าน Library Interface ซึ่งมีโครงสร้างข้อมูลสำหรับชิ้นงานหนึ่งชิ้นงาน โดยโครงสร้าง ข้อมูลจะมีรายละเอียดตั้งแต่เริ่มสร้างชิ้นงานจนกระทั่งวิเคราะห์ชิ้นงานเสร็จ

1. ส่วนควบคุมการทำงาน

จากรูป 4.1 โครงสร้างระบบซอฟต์แวร์แบ่งส่วนของผู้ใช้ออกเป็นส่วน เพื่อสามารถลำดับการทำงานที่เป็นระดับขั้นตอนและสามาถตรวจสอบได้ ส่วนผู้ใช้ในงานวิจัยนี้ จะใช้คำสั่ง Batch file ของDOS ช่วยจัดการเกี่ยวกับการกำหนดผู้ใช้ ด้วยการส่งข้อมูล ผ่านตัวแปรระบบ รวมทั้งกำหนดตำแหน่งที่เก็บแฟ้มข้อมูลของชิ้นงาน ที่ผู้ใช้สามารถ เริ่มทำงาน ด้วยตัวแปรระบบเช่นกัน จากตารางที่ 4.1 แสดงถึงตัวประกอบที่ใช้

ตัวแปรระบบ	ความหมาย
SCANNER	แสดง Directory ของระบบงานทั้งหมด
SCUSER	ผู้ใช้ที่ทำงานอยู่
SCUSERE	Engineer ที่สามารถทำงานได้สำหรับชิ้นงานนั้น ๆ
SCUSERD	Draftman ที่สามารถทำงานได้สำหรับชิ้นงานนั้น ๆ
SCUSERQ	QC. ที่สามารถทำงานได้สำหรับชิ้นงานนั้น ๆ
SCPROJECT	แสดง Directory project ที่ชิ้นงานนั้นๆอยู่
SCPART	ชื่อชิ้นงาน ที่จะใช้เหมือนกันสำหรับชิ้นงานนั้นแต่จะจำแนกความหมายของ file ต่าง ๆ ด้วย file extension

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวแปรระบบที่ใช้

จากตัวแปรระบบ SCPART จะใช้กำหนดชื่อชิ้นงานซึ่งอยู่ใน Directory และแยกชนิดข้อมูลด้วย file extension ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อโครงสร้างระบบซอฟต์แวร์ส่วนของข้อมูล

การเริ่มต้นทำงานของผู้ใช้ จะต้องกำหนดการทำงาน ด้วยการใช้คำสั่งสำหรับ Batch file แสดงด้วยรูปแบบคือ

C : \ > SCANNER <คำสั่ง><ชื่อผู้ใช้><ชื่อproject><ชื่อชิ้นงาน>[<ผู้ใช้ร่วม><ผู้ใช้ร่วม>]

จากรูปแบบคำสั่ง Engineer จะต้องเป็นผู้กำหนดข้อมูลแบบไว้ สำหรับคำสั่งมีความหมายแสดงดังตาราง 4.2

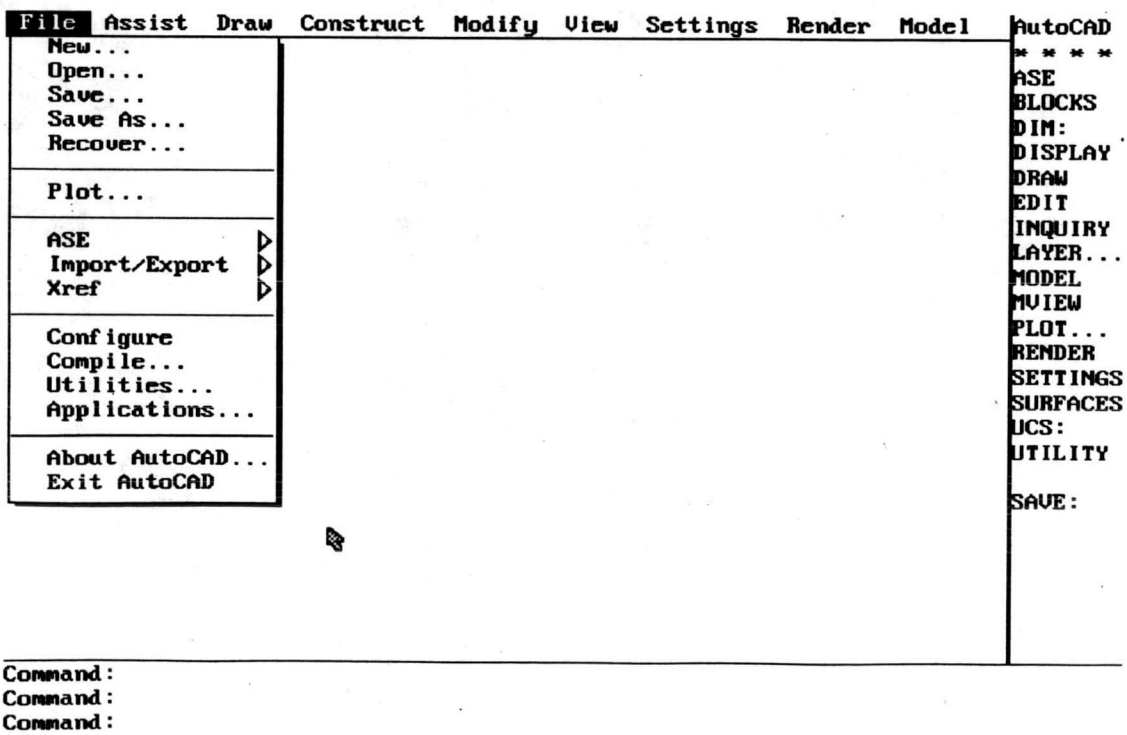
คำสั่ง	ความหมาย
NEW	เริ่มต้นสร้างชิ้นงานใหม่ ผู้ใช้จะเป็น ENGINEER และต้องกำหนดผู้ใช้ร่วม 1 หมายถึง Draftman ผู้ใช้ร่วม 2 หมายถึง QC.
LOGIN	เริ่มต้นทำงาน ไม่ต้องกำหนดผู้ใช้ร่วม
LOAD	นำข้อมูลจาก Floppy Disk (DISK) ตามที่กำหนดด้วยชื่อชิ้นงานลงไปไว้ ที่ Hard Disk (LOCAL)
SAVE	เก็บข้อมูลสำหรับชิ้นงานนั้นๆ จาก LOCAL ไปไว้ที่ DISK

ตารางที่ 4.2 ความหมายของคำสั่ง

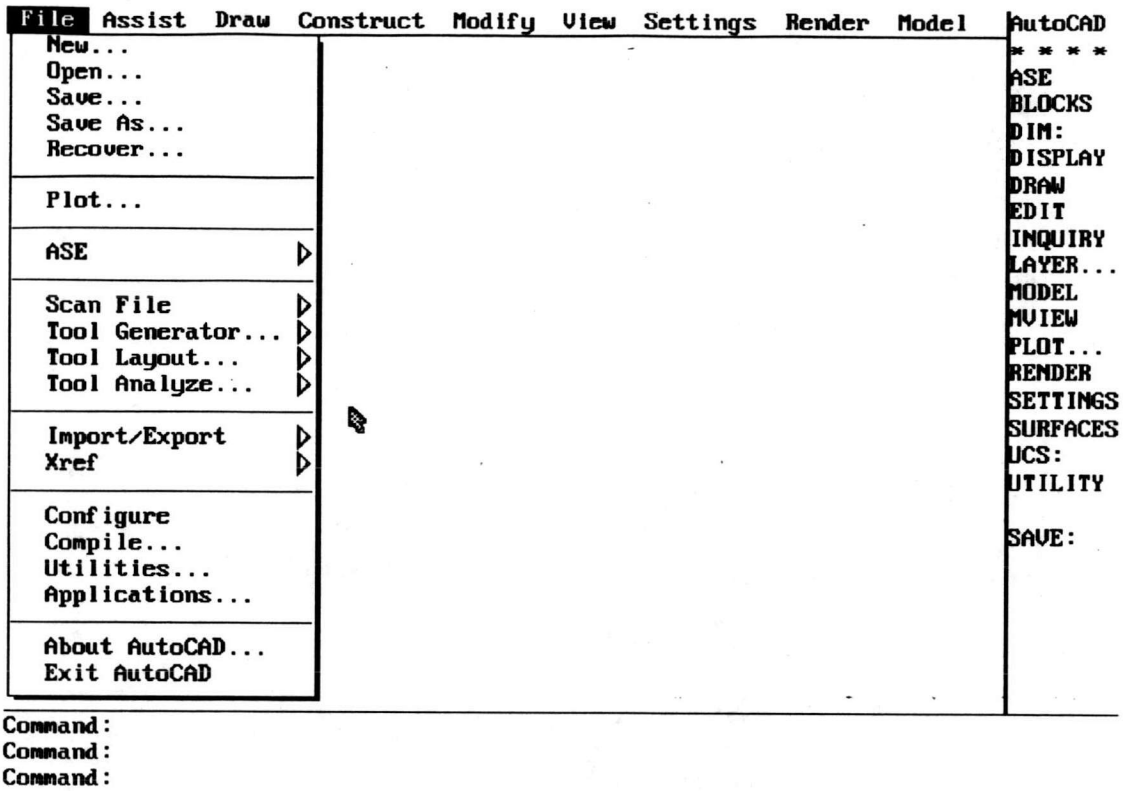
คำสั่ง	ความหมาย
SCAN	อ่านข้อมูลจากเครื่องอ่านภาพแผ่นโลหะเรียบ
LIST LOCAL	แสดงชื่อชิ้นงานที่อยู่ใน LOCAL
LIST DISK	แสดงชื่อชิ้นงานที่อยู่ใน DISK
LIST USER	แสดงชื่อผู้ใช้ใน LOCAL
LIST ALL	แสดงข้อมูลทั้งหมดที่ใช้คำสั่ง LIST
LIST SCAN	แสดงชื่อข้อมูลที่ SCAN
REMOVE	ลบชิ้นงานออกจาก LOCAL
DEL	ลบ Project นั้นออกจาก LOCAL

ตารางที่ 4.2 ความหมายของคำสั่ง (ต่อ)

การกำหนดค่าตัวแปรในระดับผู้ใช้ผ่าน MENU SYSTEM ส่วนที่เป็นระบบเมนูของเดิมที่แพคเกจ AutoCAD กำหนดไว้ก็บังคับไว้ เพียงแต่เพิ่มระบบเมนู SCAN เข้าไปไว้ใน File Menu รูปที่ 4.2 แสดงระบบเมนูเดิมของแพคเกจ AutoCAD และรูปที่ 4.3 แสดงระบบเมนู SCAN ด้วย



รูปที่ 4.2 แสดงระบบเมนูเดิมของแพคเกจ AutoCad



รูปที่ 4.3 แสดงภายในเมนูที่มี SCAN เมนู

2. ส่วนข้อมูล

จากโครงสร้างทางซอฟต์แวร์จะมี LIBRARY ซึ่งเป็นที่รวมของข้อมูลสำหรับ ชิ้นงาน ซึ่งแสดงส่วนต่างๆดังนี้

2.1 แฟ้มข้อมูลที่ควบคุมผู้ใช้(USER CONTROL) แฟ้มข้อมูลนี้ จะมีนามสกุลแฟ้มข้อมูล(Extension name) เป็น (.BAT) โดยเป็น BATCH FILE สำหรับทำคำสั่งกำหนด ตัวแปรระบบ SCUSERE, SCUSERD, SCUSERQ

2.2 แฟ้มข้อมูลที่กำหนดระบบ(SYSTEM SETUP) แฟ้มข้อมูลนี้จะมีนามสกุลแฟ้มข้อมูลเป็น (.SET) ซึ่งจะกำหนดขนาดของแผ่นชิ้นงานและตัวแปรที่ใช้ในแฟ้มข้อมูลตัวอื่นด้วย และ ยังมีแฟ้มข้อมูล(.CFG)ซึ่งจะกำหนดขอบเขตและความละเอียดของข้อมูลที่อ่านจากเครื่องอ่านภาพแผ่นโลหะ

2.3 แฟ้มข้อมูลรายละเอียดเครื่องมือ แฟ้มข้อมูลนี้จะมีนามสกุล(.TOL) จะแสดง ข้อมูลสำหรับเขียนเครื่องมือและขอบเขตสำหรับการวิเคราะห์

2.4 แฟ้มข้อมูลการวางตำแหน่งเครื่องมือ เนื่องจากการวางตำแหน่งของเครื่องมือต้องอาศัยข้อมูลอ้างอิง เช่น ข้อมูลเส้นอ้างอิงในแนวแกน X ข้อมูลเส้นอ้างอิงในแนวแกน Y การอ้างอิงถึงเครื่องมือใน TOOL SCRIPT ชื่อของตำแหน่งเครื่องมือบนชิ้นงาน ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนี้จะอยู่ในแฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุล (.DAT)

2.5 แฟ้มข้อมูลกำหนดขนาดเป็นแฟ้มข้อมูล ในรูปแบบที่แพคเกจ AutoCAD ใช้เก็บข้อมูลปกติมีนามสกุลเป็น(.DWG)

2.6. แฟ้มข้อมูลการวิเคราะห์ เป็นแฟ้มข้อมูลเอาท์พุต สำหรับเก็บข้อมูลจากการ วิเคราะห์มีนามสกุลเป็น(.ANL)

จากข้อมูลทั้งหมดสำหรับชิ้นงานหนึ่งๆ จะใช้ชื่อชิ้นงานเดียวกันแต่นามสกุลแฟ้มข้อมูลจะต่างกัน เมื่อต้องการเก็บข้อมูลเพื่อจะส่งไปแฟ้มอื่นๆ จะทำการปิดข้อมูลในชื่อ เดียวกัน แต่นามสกุลเป็น (.ZIP)

<u>การจัดการแฟ้มข้อมูล</u>

หัวข้อโครงสร้างระบบซอฟต์แวร์ส่วนข้อมูลเราจะจัดการกับข้อมูลด้วยการอ้างอิงกับชื่อ Project และชื่อชิ้นงาน การจำแนกข้อมูล จะทำได้โดยการใช้นามสกุล แต่การจัดการข้อมูล จะถูกกำหนดด้วยคำสั่งจากการ ทำงานที่ต่างๆ กัน โดยผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดนอกเหนือจากนี้ไปได้

1. การทำงาน

การทำงานของการจัดการข้อมูลในเบื้องต้น จะถูกจัดการด้วย Batch file ที่ DOS อนุญาตให้ทำได้ เช่น สร้าง USER CONTROL ด้วย

```
echo SET SCUSERE=ENGINEER > part.BAT
echo SET SCUSERD=DRAFT >> part.BAT
echo SET SCUSERQ=QC >> part.BAT
```

แต่การจัดการกับแฟ้มข้อมูลอื่น ๆ สามารถทำได้ด้วยการแก้ไขแฟ้มข้อมูลนั้นๆ ได้ โดยตรง การใช้ Text Editor แก้ไขการเก็บข้อมูลทั้งหมด ยกเว้นแฟ้มข้อมูล DRAWING DIMENSION เนื่องจากข้อมูลเป็น Text ดังนั้นการจัดการสามารถทำได้ง่าย ไม่ว่าจะใช้แพคเกจอื่นๆจัดการ แต่ก็มีข้อเสีย ที่ไม่สามารถรักษาความปลอดภัยของข้อมูลได้ดี

2. ชนิดของข้อมูล

เนื่องจากการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ต้องเกี่ยวข้องกับระบบจัดการ (Operating System),ซอฟต์แวร์อ่านข้อมูลภาพแผ่นโลหะ(Flat Metal Sheet Scanner)และแพคเกจ AutoCAD เพื่อให้ง่ายในการพัฒนาการเก็บข้อมูลจะเก็บแบบ Text File โดยการกำหนดตัวแปร

I17192158.

เมื่อมี $ นำหน้า เพื่อจำแนกข้อมูลต่าง ๆ ออกจากกัน ทั้งนี้อาจรวมอยู่ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกแฟ้มข้อมูลกันก็ได้ ซึ่งมีรูปแบบตามตารางที่ 4.3

ตัวแปร	ตัวแปรร่วม	ความหมาย
$SETUP	CATEGORY	กำหนดชื่อเมื่อใช้อ้างอิงกับข้อมูลแบบ Integer
	SHEET	กำหนดขนาดชิ้นงาน มีได้มากกว่า 1 แบบ
	SHEETSEL	ชิ้นงานที่ถูกเลือกในแบบนั้นๆ
$TOOL	Tn	TOOL Reference Number
	Nname,code1,code2	TOOL NAME,with 2 Reference Codes
	Rx,y	REFERENCE Point Relative with (0,0)
	Cr	CIRCLE Vector radius = r with Current Point
	Ar,start.stop	ARC Vector radius = r ,Start and Stop Angle
	Bx,y	BLANK Vector Relative with (0,0) Point
	Ldx,dxy	LINE Vector Relative with (0,0) Point
$XGRID	mXn	Category Code for X Y and E Axis
$YGRID	mYn	m : ลำดับตัวแปร
$EGRID	mEn	n : Axis GRID Reference Number
$BOUND	mBn	Category Code for Boundary
$FOLD	mFn	Category Code for Fold
$CUTTING	mCn	Category Code for Cutting
$ANALYZE	mAn	Category Code for Analyze

ตารางที่ 4.3 แสดงตัวแปรสำหรับจำแนกชนิดข้อมูล

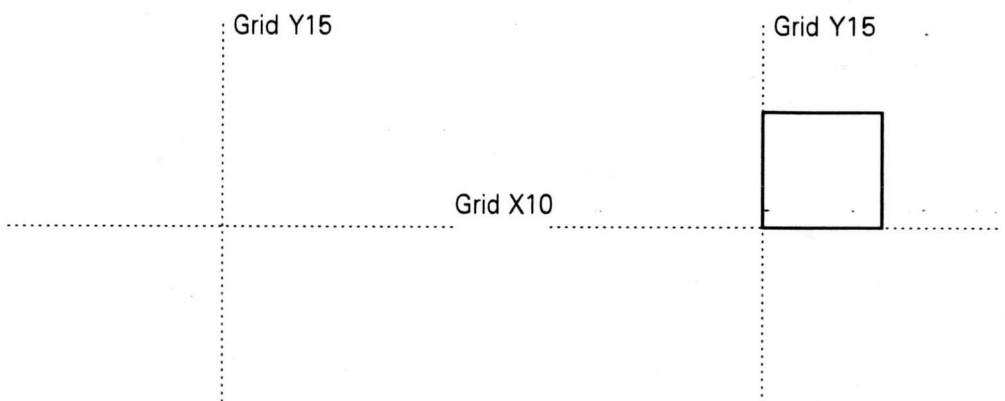
จากตาราง 4.3 เมื่อรวมข้อมูลชนิดต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อแสดงข้อมูลสำหรับชิ้นงานใดๆ ดังรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นตัวอย่างแฟ้มข้อมูลนามสกุล(.DAT)

```
$SETUP
CATEGORY,DESCRIPTION,XGRID,YGRID,EXTRA,BOUND,FOLD,CUTTING,TOOL
SHEET,0,297.00,210.00,1,420.00,297.00,2,594.00,420.00,3,841.00,594.00
SHEET,4,1189.00,841.00,5,1681.00,1189.00,6,2377.00,1681.00,7,3362.00,2377.00
SHEET,8,739.14,853.67
SHEETSEL,8
$TOOL
T0
NRO3.2,6
C1.60
E
T1
NRO5.5,6
C2.75
E
T2
NCR45DR,6
L35.00,-35.00
B0.00,-35.00
L0.00,0.00
B35.00,-35.00
L0.00,-35.00
E
$XGRID
0X0,0.00
0X1,739.14
0X2,11.50
0X3,461.80
$YGRID
0Y0,0.00
0Y1,853.67
0Y2,18.00
0Y3,20.88
$BOUND
0B0,1X0,1Y0,2X0,2Y1,5Y0,6Y1,7X0
0B1,1X0,1Y1,2X1,2Y1,5X0,6X1,7Y1
0B2,1X1,1Y1,2X1,2Y0,5Y1,6Y0,7X1
0B3,1X1,1Y0,2X0,2Y0,5X1,6X0,7Y0
$CUTTING
0C0,1Y5,1X7,2Y5,2X7,7T0
0C1,1Y2,1X2,2Y2,2X2,7T1
0C2,1Y4,1X4,2Y4,2X4,7T2
```

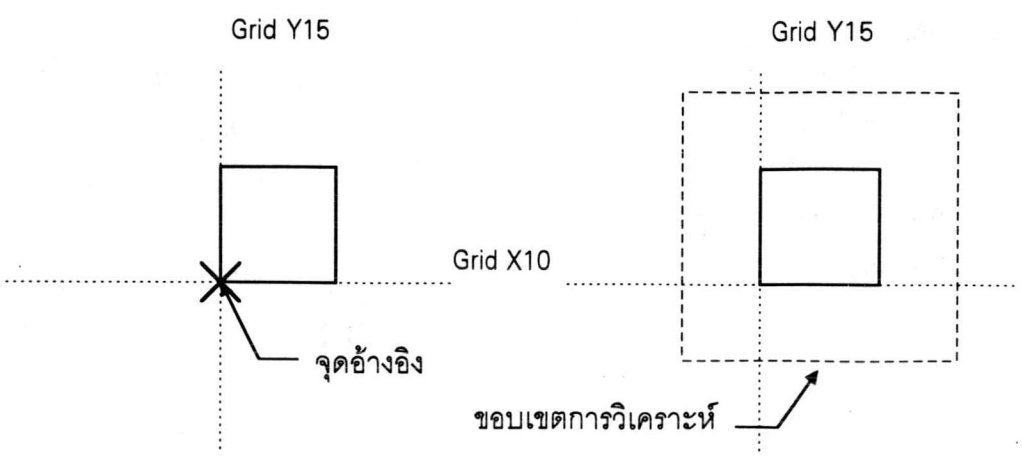
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างข้อมูลซึ่งจำแนกตามตัวแปร

การสร้างเครื่องมือวาดแบบ

การสร้างเครื่องมือวาดแบบ คือการแปลข้อมูลจากข้อมูลที่เป็นรูปแบบของแพคเกจ AutoCAD ที่มีลักษณะของข้อมูลเป็นเวคเตอร์ แต่การแปลข้อมูลนี้ ต้องการได้ข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดไว้ การสร้างแบบวาดสามารถสร้างได้ด้วยการอ้างอิงกับแนวเส้นอ้างอิง แต่การสร้างเครื่องมือด้วยชื่อเดียวกันในสภาวะที่อยู่ในแพคเกจ AutoCAD ไม่สามารถทำได้ แต่ถ้าต้องการแก้ไขข้อมูลการสร้างเครื่องมือควรแก้ไขด้วย Text Editor ยกเว้นยังไม่ได้มีการวาดแบบ ข้อมูลของการสร้างเครื่องมือวาดแบบ ในกรณีที่สร้างแบบใหม่จะอยู่ในแฟ้มข้อมูลนามสกุล(.TOL) แต่ถ้าผ่านขั้นตอนการวาดแบบแล้ว ข้อมูลเครื่องมือจะอยู่ในแฟ้มข้อมูลนามสกุล(.DAT)



a) กำหนดแนวเส้นอ้างอิง b) วาดเส้นขอบเขตของเครื่องมือ



c) กำหนดจุดอ้างอิง d) กำหนดขอบเขตการวิเคราะห์

รูปที่ 4.5 แสดงการสร้างเครื่องมือวาดแบบ

1. การสร้างแบบเครื่องมือ

การสร้างแบบเครื่องมือ ต้องกำหนดแนวเส้นอ้างอิงแต่ไม่จำกัดว่าตำแหน่งของเส้นแนวอ้างอิงจะอยู่ที่ใดดังรูปที่ 4.5 a) จากนั้นใช้คำสั่งของแพคเกจ AutoCAD เปลี่ยน Layer ให้เป็น Layer TOOL จากนั้นทำการเขียนเส้นขอบของเครื่องมือนั้นๆ เริ่มจากที่ใดก็ได้ แต่ก็ควรจะเรียงในลักษณะตามเข็มนาฬิกาดังรูปที่ 4.5 b) เพื่อที่ว่าเวลาแปลงแบบเครื่องมือจะได้ดูข้อมูล ในแฟ้มข้อมูล Text ได้ง่าย

2. การแปลงแบบเครื่องมือ

จากรูปที่ 4.5 c) กำหนดจุดอ้างอิง โดยต้องกำหนดให้อยู่บนเส้นอ้างอิงที่ตัดกัน แล้วเลือกเส้นขอบในลักษณะตามเข็มนาฬิกา จากนั้นกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 4.5 d) เก็บข้อมูลลงแฟ้มข้อมูลนามสกุล(.TOL)ด้วยเมนู

3. การแก้ไขข้อมูลแบบเครื่องมือ

แก้ไขด้วยการนำแฟ้มข้อมูลนามสกุล(.TOL) หรือแฟ้มข้อมูลนามสกุล(.DAT) มาทำการแก้ไขด้วย Text Editor

<u>การวาดแบบ</u>

เป็นส่วนที่กำหนดตำแหน่งของเครื่องมือต่างๆ ลงบนชิ้นงาน โดยอาศัยการอ้างอิงกับแนวเส้นอ้างอิง เพื่อที่ว่าเมื่อมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงจะเปลี่ยนแปลงที่แนวเส้นอ้างอิงเท่านั้น ซึ่งรวมถึงข้อมูลของเครื่องมือก็สามารถแก้ไขเพียงแห่งเดียวก็จะแก้ไขได้ทั้งแบบ จุดประสงค์ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การสร้างข้อมูลเพื่อที่จะสามารถอ้างอิงตำแหน่งได้ถูกต้อง เมื่อมีรายงานการเปรียบเทียบ สำหรับรูปแบบรายงานการ เปรียบเทียบจะกล่าวในลำดับต่อไป ขั้นตอนต่างๆ ที่เกิดขึ้นก็เพื่อสร้างข้อมูล หรือในทางกลับกันก็สามารถที่จะใช้ Text Editor กำหนดข้อมูลหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ในทุกขั้นตอน ข้อมูลการวาดแบบทั้งหมดจะเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลนามสกุล (.DAT)

1. การกำหนดขนาดแบบ

ขั้นตอนแรกของการวาดแบบคือ การกำหนดขนาดของชิ้นงานก่อน ด้วยการเลือกจากเมนู การใช้วิธีแก้ไขด้วย Text Editor อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับส่วนอื่นๆ อีก แต่ความเกี่ยวข้องนี้สร้างไว้เพื่อใช้ในการพัฒนาในลำดับต่อไป

2. การวางเส้นแนวอ้างอิง

การกำหนดให้เป็นไปตามลำดับเพื่อเวลารายงานการเปรียบเทียบจะได้อ้างอิงกับแบบสร้างชิ้นงานได้ง่าย การวางแนวเส้นอ้างอิงสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น อ้างอิงกับตำแหน่งใดๆ ก็ได้ แต่เมื่อวางแนวเส้นอ้างอิงลงไปบนแบบชิ้นงาน แล้วจะเก็บข้อมูลในลักษณะอ้างอิงกับจุด(0,0)เท่านั้น การวางแนวเส้นอ้างอิงควรวางแผนการวางไว้ก่อน ถ้ามีการแก้ไขเกี่ยวกับชื่อ จะกระทำได้ยาก เพราะการวางเครื่องมือในลำดับต่อไปจะอ้างอิงกับแนวเส้นนี้ตลอดเวลา ข้อมูลของการกำหนดแนวเส้นอ้างอิงคือ เมื่อมีการแก้ไขเฉพาะตำแหน่งแนวเส้น ก็จะทำให้ข้อมูลส่วนอื่นๆ ที่อ้างอิงถึงจะถูกแก้ไขด้วย

3. การวางเส้นแนวพับ

การออกแบบส่วนนี้ มีไว้เพื่อการพัฒนาในลำดับต่อไปคือ การกำหนดระยะระหว่างแนวเส้นอ้างอิงจะทำด้วยการกำหนดตามขนาดจริง เมื่อมีการวางเส้นแนวพับ จะทำการชดเชยระยะยืดหดตัวของวัสดุ ด้วยการปรับระยะของแนวเส้นอ้างอิงด้วยข้อมูล โดยที่สามารถปรับแก้ไขได้ เมื่อเงื่อนไขของวัสดุเปลี่ยนไป แต่ในงานวิจัยนี้ไม่มีผลใดๆ ในการวิเคราะห์ เพราะแบบที่จะนำมาใช้ได้คำนวณชดเชยระยะยืดหดวัสดุไว้แล้ว

4. การวางแบบเครื่องมือ

การวางแบบเครื่องมือคือ การนำเอาเครื่องมือที่เตรียมไว้แล้วมาทำการวางลงบนชิ้นงานเลียนแบบการทำงานจริงของเครื่อง Punch การใช้ตัวแปรในการจำแนกข้อมูล จึงให้ความหมายของตัวแปรในลักษณะเดียวกับการตัด เมื่อทำการวางแบบเครื่องมือ จะต้องทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในแฟ้มข้อมูลนามสกุล (.DAT)

5. การกำหนดขนาดและรายละเอียด

หลังจากที่วางแบบเครื่องมือเสร็จจะมีตำแหน่งอ้างอิงครบทุกตำแหน่ง จากนั้นจะใช้คำสั่งของแพคเกจ AutoCAD เพื่อเขียนเส้นขอบและทำการ DIMENSION รวมทั้งการกำหนดรายละเอียดของแบบ เช่น Comment ต่างๆ Title Sheet, Project Name เป็นต้น แล้วเก็บข้อมูลแบบ BLOCK และต้องตั้งชื่อ BLOCK ให้มีชื่อเดียวกับชื่อชิ้นงาน สำหรับการจัดเกี่ยวกับแฟ้มข้อมูล

การอ่านข้อมูล

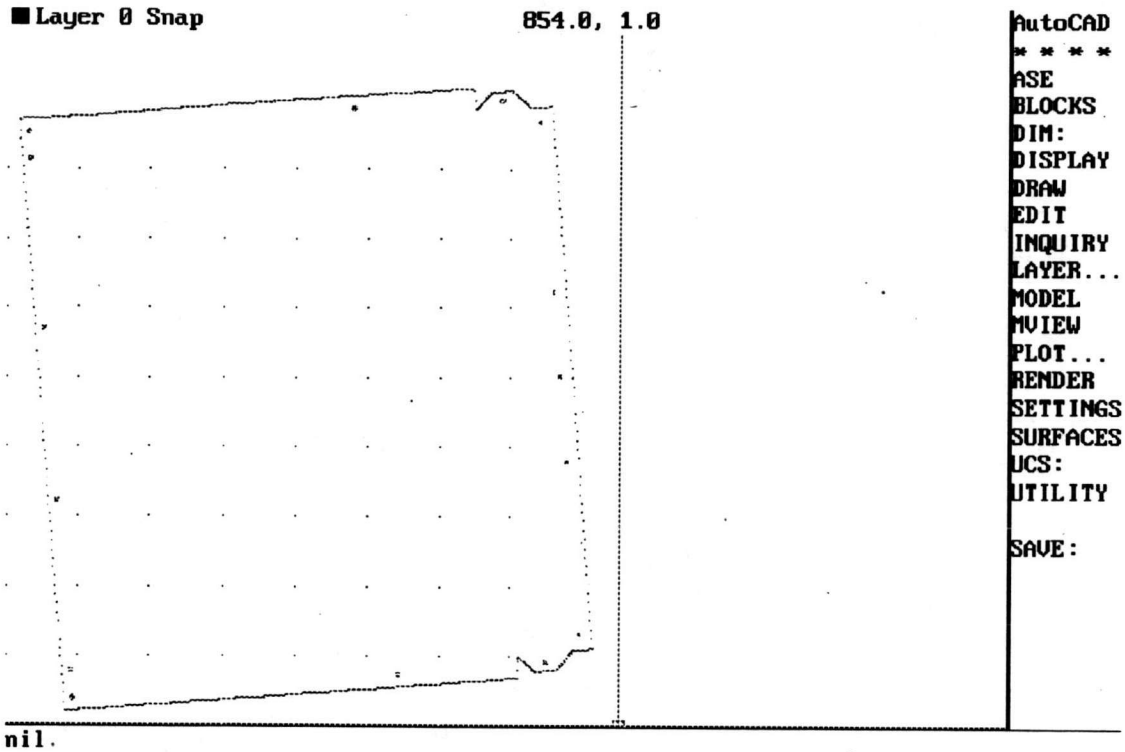
เนื่องจากลักษณะข้อมูลที่อ่านจากชิ้นงาน ซึ่งเป็นแผ่นโลหะเรียบ สามารถกำหนดตำแหน่งต่างๆ บนชิ้นงานด้วยคู่ลำดับ XY และข้อมูลที่ได้จะเป็นลักษณะการอ่านข้อมูลในแนวเส้นตรงนั้น หมายความว่า สามารถลดข้อมูลที่ใช้บนตำแหน่งได้คือกำหนดให้ข้อมูลที่ให้เป็นข้อมูลในตำแหน่ง Y สำหรับตำแหน่ง X จะกำหนดให้เป็นค่าคงตัวจนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงแสดงด้วย รูป 4.6

```
S100.0          ; Scan line ที่ 100
500.0           ; Transition ที่ 500
540.0           ; Transition ที่ 540
560.0           ; Transition ที่ 560
570.0           ; Transition ที่ 570
S101.0          ; Scan line ที่ 101
100.0           ; Transition ที่ 100
110.0           ; Transition ที่ 110
```

รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะข้อมูลที่กำหนดให้อ่านจากเครื่องอ่านแผ่นโลหะเรียบ

1. การอ่านข้อมูลตามรูปแบบข้อมูลปกติ

จากรูปที่ 4.6 เป็นข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลมาตรฐานสำหรับงานวิจัยนี้ แต่นั้นก็ไม่ได้หมายความว่าจะกำหนดเป็นแบบอื่นไม่ได้ ที่ใช้ในกรณีนี้ก็เพื่อให้ง่ายในการพัฒนา เมื่อข้อมูลจากการอ่านภาพเข้าไปบนแพคเกจ AutoCAD ก็จะเปลี่ยนเป็นจุดในรูปแบบของ แพคเกจ AutoCAD บน Layer SCAN ผู้ใช้สามารถกำหนดให้แสดงหรือไม่แสดงบนหน้าจอก็ได้ ข้อมูลจากการอ่านจะต้องถูกกำหนดเงื่อนไขขอบเขตของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขนาดของชิ้นงาน ด้วยแฟ้มข้อมูลนามสกุล (.CFG) และข้อมูลที่อ่านได้จากเครื่องอ่านภาพแผ่นโลหะ อยู่ในแฟ้มข้อมูลนามสกุล (.TOT) จากรูป 4.7 แสดงให้เห็นข้อมูลที่ได้จากการอ่านชิ้นงาน



รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการอ่านชิ้นงาน

2. การแปลงข้อมูลจากรูปแบบข้อมูลอื่น

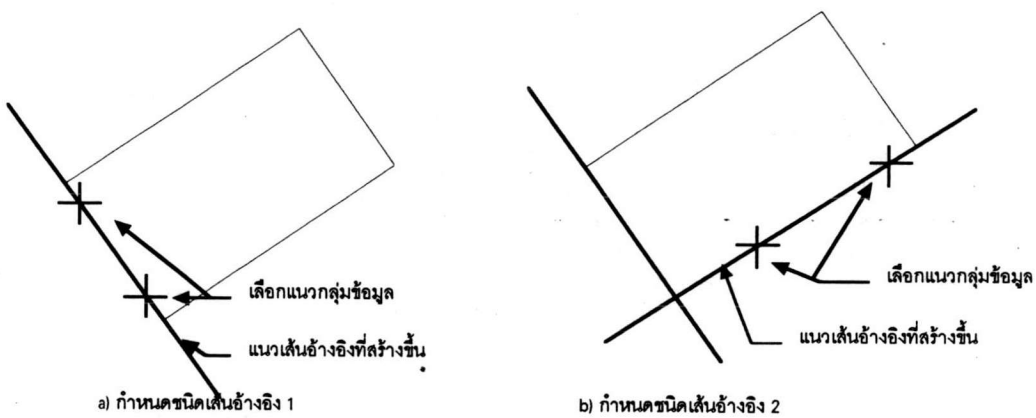
เนื่องจากการอ่านข้อมูลภาพสามารถทำได้หลาย ๆ ทาง ดังนั้นเป็นไปได้ว่าเมื่อมีการพัฒนาเครื่องอ่านภาพแผ่นโลหะขึ้นไปอีกระดับหนึ่ง ก็สามารถปรับการเปลี่ยนข้อมูลจากรูปแบบของข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ให้นำมาใช้กับงานวิจัยนี้ได้ เช่น แฟ้นนามสกุล (.BMP) แฟ้นนามสกุล (.PCX) เป็นต้น

<u>การวิเคราะห์แบบ</u>

การวิเคราะแบบต้องอาศัยส่วนประกอบ และข้อมูลหลายส่วน ดังนั้นการกำหนดวิธีการในการวิเคราะห์แบบมีความสำคัญมาก เพราะถ้าปรับเปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์แบบ จะมีผลกระทบไปสู่ส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดในการวิจัยนี้ อาศัยทฤษฎีของ Hough และ Signature เป็นหลัก แล้วใช้ประกอบอื่นๆด้วย เช่น การเตรียมข้อมูล การกำหนดจุดอ้างอิง การแปลงข้อมูลจากข้อมูลภาพที่มีรูปแบบเป็น Raster ให้เป็น Vector โดยผลสุดท้าย คือ ต้องการเวคเตอร์ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบที่วาดไว้ ซึ่งจะใช้ภาษา C เรียก ADS LIBRARY ของแพคเกจ AutoCAD ทำการวิเคราะห์เพื่อทำให้การคำนวณเร็วขึ้น แต่ส่วนหนึ่งก็ยังใช้ภาษา AutoLISP ด้วย

1. การกำหนดจุดอ้างอิง

การกำหนดจุดอ้างอิง เป็นส่วนสำคัญอย่างมากเพราะถ้ากำหนดคลาดเคลื่อนจะทำให้การวิเคราะห์แบบ ไม่ได้ผลที่ใกล้เคียงกับที่ควรจะเป็น เพื่อให้สามารถกำหนดจุดอ้างอิงได้ง่าย จะใช้การทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติคือ เมื่อรับข้อมูลจากการอ่านแล้วจะเลือกกลุ่มข้อมูลที่คิดว่าจะเป็นแนวขอบของเส้นตรง โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์เพื่อหาเส้นตรงสำหรับกลุ่มข้อมูลดังกล่าว จากรูปที่ 4.8 แสดงกลุ่มของข้อมูลที่กำหนดแนวอ้างอิงแล้ว 2 แนว แต่การวิเคราะห์ต้องจุดอ้างอิง 2 จุด ดังนั้นต้องมีแนวอ้างอิงอีก 2 แนว แล้วจึงเลือกจุดอ้างอิง 2 จุดจากแนวติดกันของเส้นอ้างอิงของทั้ง 4 เส้น เพื่อใช้ในการย้ายกลุ่มข้อมูลที่อ่านมาได้สำหรับการเปรียบเทียบแบบ



รูปที่ 4.8 แสดงการกำหนดแนวเส้นอ้างอิง

2. การแปลงการแสดงข้อมูลเป็นเวคเตอร์

จากข้อมูลที่ได้จากการอ่านแพคเกจ AutoCAD จะสร้างข้อมูลที่เป็นเวคเตอร์จุดแทนข้อมูลภาพ ซึ่งยังไม่สามารถวิเคราะห์แบบได้ ดังนั้นจึงต้องทำการแปลงข้อมูลจุดให้เป็นเวคเตอร์หลัก 2 ชนิดคือ วงกลมหรือส่วนโค้ง และ เส้นตรง ซึ่งแสดงด้วยอัลกอริธึมตามลำดับดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวงกลม

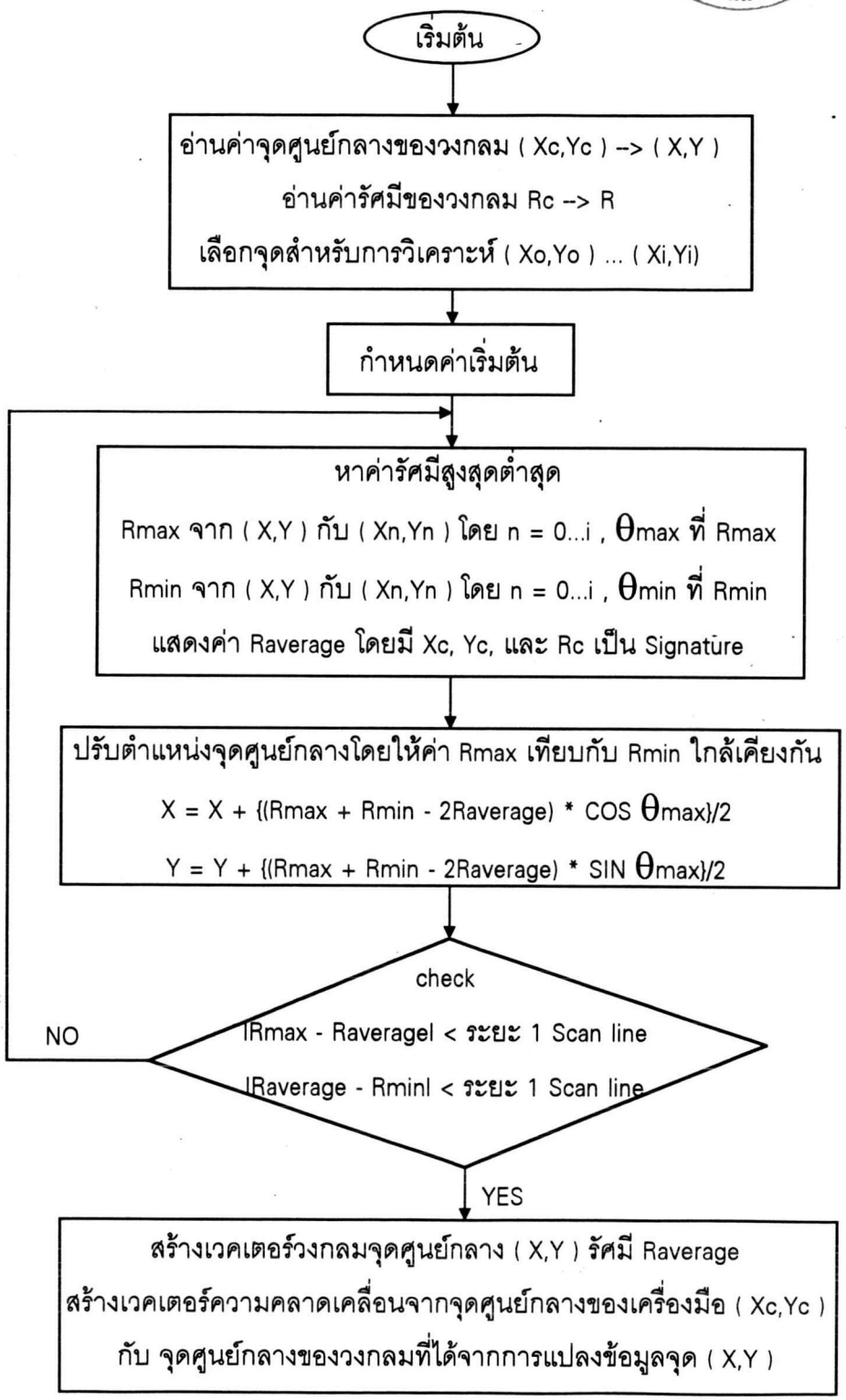
เนื่องจากข้อมูลวงกลมมีลักษณะเป็นแบบสมดุล จึงใช้การวิเคราะห์แบบ Signature ดังรูปที่ 4.9 แสดงอัลกอริธึมการแปลงข้อมูลลักษณะวงกลมให้เป็นเวคเตอร์

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบเส้นตรง

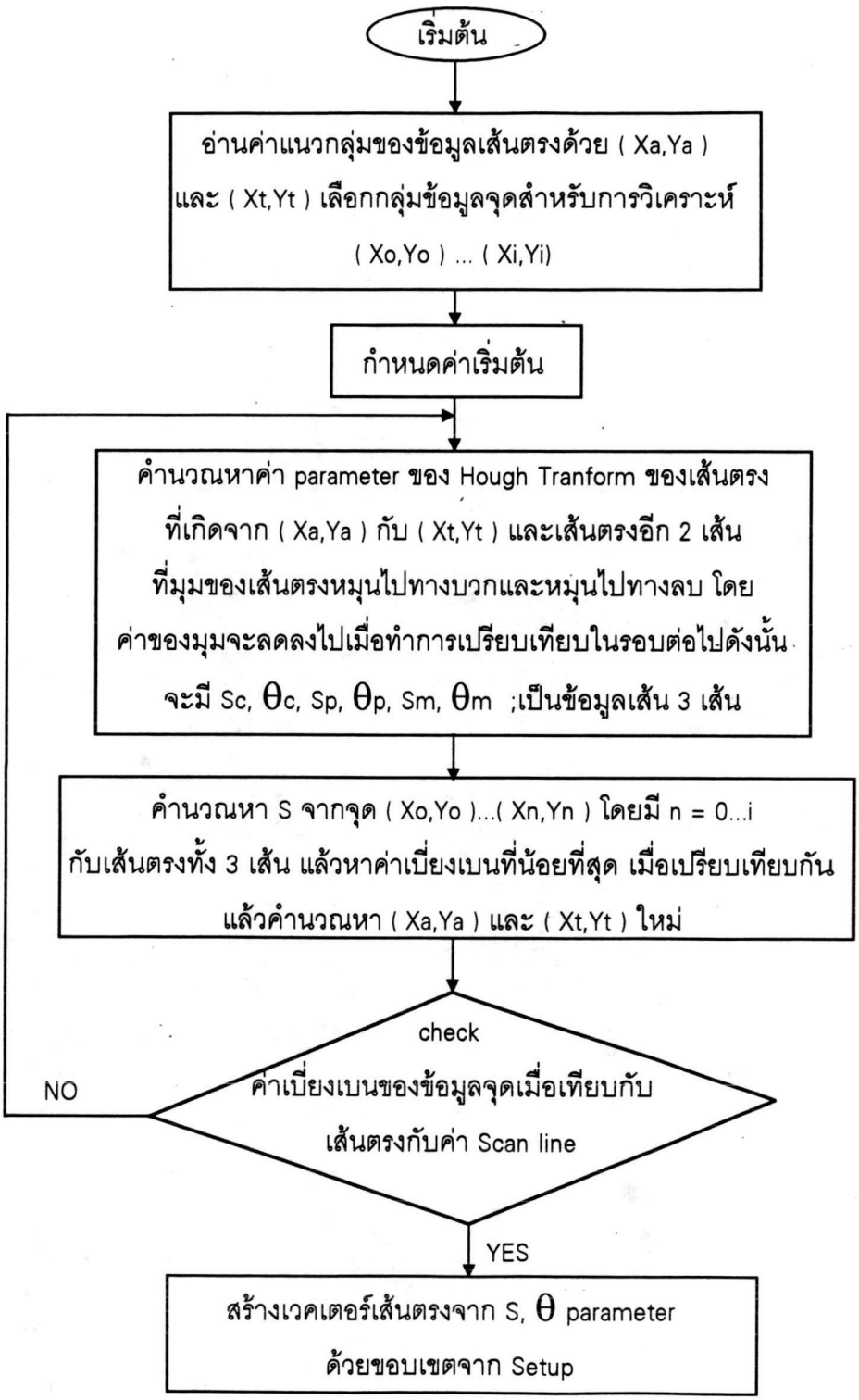
ข้อมูลจุดในแนวเส้นตรงจะใช้วิธีของ Hough Transform วิเคราะห์ดังรูปที่ 4.10 แสดงอัลกอริธึมการแปลงข้อมูลลักษณะเส้นตรงให้เป็นเวคเตอร์

โดยที่การเขียนโปรแกรมจะใช้ภาษา C ซึ่งคำนวณเร็วกว่าใช้ภาษา AutoLISP

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 แสดงอัลกอริธึมการแปลงข้อมูลลักษณะวงกลมให้เป็นเวคเตอร์



รูปที่ 4.10 แสดงอัลกอริธึมการแปลงข้อมูลลักษณะเส้นตรงให้เป็นเวคเตอร์

อธิบายตัวแปรในรูปที่ 4.9

(Xc,Yc) : จุดศูนย์กลางของวงกลมที่วาดโดยใช้เครื่องมือ

Rc : รัศมีของวงกลมที่วาดโดยใช้เครื่องมือ

(Xo,Yo)...(Xi,Yi) : กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเลือกสำหรับการวิเคราะห์

(X,Y) : ตัวแปรแทนจุดศูนย์กลางสำหรับการคำนวณ

R : ตัวแปรแทนรัศมีสำหรับการคำนวณ

Rmax, Rmin : ตัวแปรแสดงค่ารัศมีสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ

θmax, min : ตัวแปรแสดงค่ามุมที่รัศมีสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ

Raverage : ตัวแปรแสดงค่าเฉลี่ยของรัศมี

อธิบายตัวแปรในรูปที่ 4.10

(Xa,Ya) : แสดงจุดบนแนวเส้นตรงและเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลจุด

(Xt,Yt) : แสดงจุดบนแนวเส้นตรงและเป็นจุดตัดบนระนาบปริภูมิ

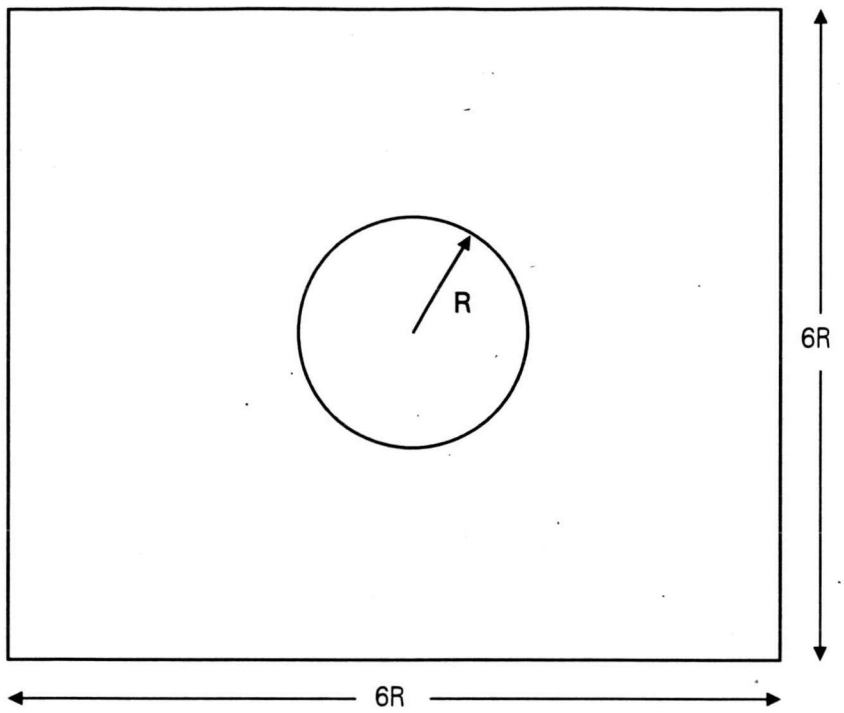
Sc,p,m : ตัวแปรแสดงค่าพารามิเตอร์ S สำหรับเส้นตรงที่มุมตรงกลาง, มุมบวก และมุมลบตามลำดับ

θc,p,m : ตัวแปรแสดงค่ามุมสำหรับพารามิเตอร์ S ตามลำดับ

3. การเปรียบเทียบแบบ

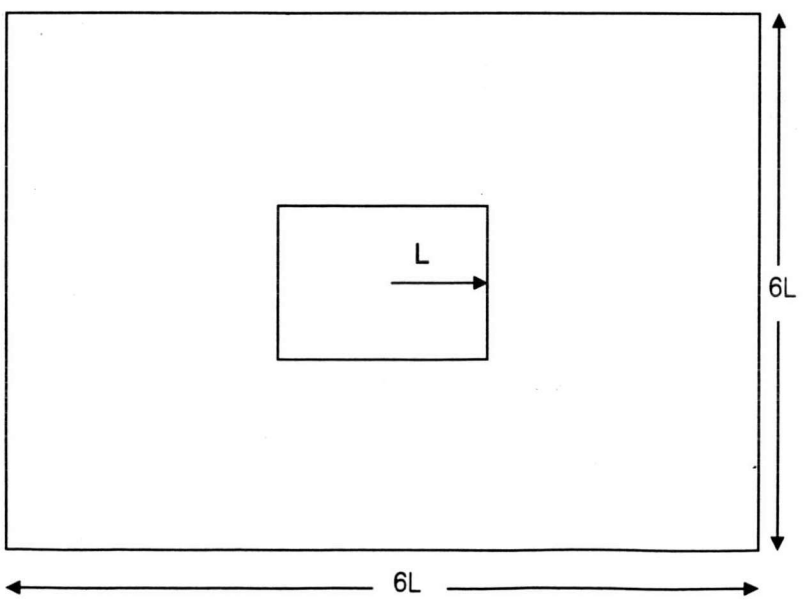
เมื่อทำการแปลงข้อมูลจากลักษณะจุดเป็นเวคเตอร์ได้ ทั้งนี้เวคเตอร์แบบเส้นตรงยังไม่สามารถแสดงการเปรียบเทียบ แต่เวคเตอร์แบบวงกลมทำการเปรียบเทียบได้โดยตรง โดยการเปรียบเทียบแบบจะเป็นการเปรียบเทียบของเครื่องมือ ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องมือแบบวงกลม, วงกลมประกอบกัน, เส้นตรง, เส้นตรงประกอบกัน เป็นต้น การเปรียบเทียบจะใช้ภาษา AutoLISP เรียกข้อมูลจากโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา C ที่ได้จากขั้นตอนการแปลงข้อมูลซึ่งแสดงการเปรียบเทียบได้ 2 แนวทาง คือ

3.1 เปรียบเทียบเครื่องมือแบบวงกลม จะอาศัยข้อมูลของเครื่องมือแบบวงกลมที่กำหนดไว้ ซึ่งมีจุดศูนย์กลางและรัศมี จะทำการกำหนดขอบเขตการเลือกข้อมูลจุดเป็น 6 เท่า ของรัศมี ดังรูปที่ 4.11 ถ้ามีข้อมูลน้อยหรือไม่มีข้อมูลที่ถูกเลือก การเปรียบเทียบจะแสดงว่าไม่สามารถหาเครื่องมือนั้นจากชิ้นงาน ถ้ามีข้อมูลครบตามเงื่อนไขจะทำการแปลงข้อมูลแล้วเปรียบเทียบได้โดยตรง



รูปที่ 4.11 แสดงการกำหนดขอบเขตของเครื่องมือแบบวงกลม

3.2 เปรียบเทียบเครื่องมือแบบสี่เหลี่ยม การกำหนดขอบเขตการเลือกข้อมูลจะใช้ทำนองเดียวกับวงกลม โดยใช้ค่าด้านที่ยาวที่สุดเป็นตัวกำหนด ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แสดงการกำหนดขอบเขตของเครื่องมือแบบสี่เหลี่ยม

แต่เนื่องจากสี่เหลี่ยมมีเส้นของเส้นตรงอยู่ 4 เส้น จะต้องทำการแยกกลุ่มของข้อมูลออกจากกันก่อน โดยให้ค่าที่เป็นค่า MAX, ค่า MIN ในแนวแกน X และแกน Y แล้วจึงส่งค่าผ่านไปให้โปรแกรมภาษา C ที่แปลงข้อมูลจุดเป็นเส้นตรงจากนั้นหาจุดติดกันแล้วสร้างเส้น 4 เส้น ซึ่งมีลักษณะเดียวกับเครื่องมือที่กำหนดไว้เพียงแต่ตำแหน่งไม่ตรงกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลจุดที่มี ดังนั้นจึงจะสามารถเปรียบเทียบข้อมูลจากชิ้นงานและข้อมูลจากแบบได้

4. การแสดงผลการเปรียบเทียบแบบ

การแสดงผลบนจอภาพ ผู้ใช้สามารถเลือกกำหนด Layer เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างได้ แต่การรายงานผลอีกอย่างหนึ่งคือ แสดงด้วยการอ้างอิงกับตำแหน่งที่วาดเครื่องมือลงบนแผ่นชิ้นงานดังเช่นตัวอย่างรายงาน

>>COMPARE REPORT<<							
ITEM	LOCATION	TOOL NAME	X_C	Y_C	ΔX	ΔY	θ
1	X5,Y2	RE50C	100.0	100.0	3.0	0.1	-
2	X2,Y5	RD3.2	20.0	30.0	5.0	5.0	-
3	X3,Y2	CR54VR	200.0	100.0	0.0	0.0	-
4	X6,Y12	RD5.5	400.0	200.0	10.0	11.0	-
I	I	I	I	I	I	I	I
I	I	I	I	I	I	I	I

ตารางที่ 4.4 แสดงลักษณะรายงานการเปรียบเทียบแบบ