รายการอ้างอิง

[1] Gonzalez,R.C. and Woods,R.E. Digital Image Processing ,New York : Addison-Wdsley Publishing Company , 1992

[2] Pradit Mittrapiyanuruk . A PC-Base Visual Inspection System for Inspecting Printer Label on Bottles ,Chulalongkorn University,1997

[3] S.A.Hojjatoleslami,J.Kittler, Automatic Detection of Calcification in Mamograms ,IEE Conf.1995

[4] Vinai Piyatasirikul, Develop of Digital Image Processing Techniques for Detecting the Cracks on Road Surface ,Chulalongkorn University,1996

[5] Robert J. Schalkoff, Pattern Recognition Statistical, Structural and Neural Approaches ,John Wiley&Sons, Inc.

[6] Herbert Boerner and Helmut Strecker , Automated X-ray Inspection of Aluminum castings , IEEE Trans.vol.10,No.1,January 1988

[7] R.F.Hank,U.Hassler,K.Heil , Fast Automatic X-Ray Image Processing by Means of A New Multistage Filter for Background Modelling ,IEEE Trans.1994

[8] H.Boerner, Feature extraction by grayscale morphological operations-A comparison to DOG filters ,TH0250-1,IEEE Trans.1989

[9] Krazuhi Sato,Hiroshi Kan'no,Tustomu Ito, System for Inspection pad-printed Characters Using The Normalized Correlation of The Segmented Character Images ,CH22976-9, IEEE Trans.1991

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การหาขีดเริ่มเปลี่ยนเฉพาะจุดภาพด้วยวิธีการเลือกอัตโนมัติของจุดเมล็ด

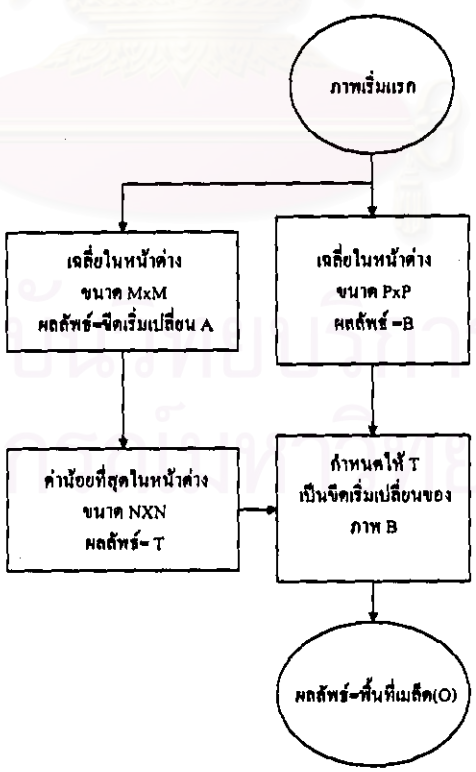
(Automatic Selection of Seed Points)

การหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเฉพาะจุดภาพเป็นขั้นตอนวิธีที่มีความอ่อนตัวดีมาก และยังทนทานต่อสัญญาณรบกวนได้ดี กระบวนการทำงานของขั้นตอนวิธีนี้ อธิบายได้ดังข้างล่าง

ขั้นแรกคือต้องหาค่าเฉลี่ยของภาพเริ่มต้น โดยการกำหนดจุดเริ่มต้นแล้วนำจุดเพื่อนบ้านที่อยู่รอบๆหน้าต่างขนาด MxM มาบวกกันแล้วได้ค่าเฉลี่ยออกมา ทำเช่นนี้ทั่วทั้งภาพ

ขั้นที่สองให้ใช้ค่าที่น้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยโดยเลือกจากจุดเพื่อนบ้านขนาด NxN มาเป็นค่าขีดเริ่มเปลี่ยน

ขั้นตอนสุดท้ายคือการนำเอาภาพต้นแบบมาหาค่าเฉลี่ยด้วยขนาดหน้าต่าง PxP แล้วค่านี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับขีดริ่มเปลี่ยนที่ได้ในขั้นตอนที่สอง ณ จุดเดียวกัน การใช้หน้าต่างขนาด PxP ในการหาค่าเฉลี่ยแทนที่จะใช้จุดภาพเพียงจุดเดียวนั้นมีประโยชน์มาก เพราะทำให้อัตราสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน(Signal to Noise Ratio) มีค่าเพิ่มขึ้น แผนภูมิสายงานการหาค่าจุดเริ่มเปลี่ยนแสดงดังรูปที่ ก.1 ข้างล่างนี้



รูป ก.1 แผนภูมิสายงานการหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยน

กำหนดให้ f(x,y) เป็นภาพต้นแบบ หาค่าเฉลี่ยของ f(x,y) ได้ดังสมการ ก.1

$$A(x,y)=\frac{1}{(2k+1)^2}\sum_{j=-k}^{+k}\sum_{i=-k}^{+k}f(x-i,y-j) \qquad (ก.1)$$

เมื่อ k= (M-1)/2

และตัวแทนจุดของภาพต้นแบบหาได้ดังสมการ ก.2

$$B(x,y)=\frac{1}{4}\sum_{j=0}^{+1}\sum_{i=0}^{+1}f(x-i,y-j) \qquad (ก.2)$$

สมการสุดท้ายใช้เพื่อกำหนดระดับของจุดภาพดังสมการ ก.3

$$o(x,y)=\begin{cases}1 & if \quad B(x,y)>\min\{A(x-i,y-j)|\frac{1-N}{2}\le i,j\le\frac{N-1}{2}\\ 0 & elsewhere\end{cases} \qquad (ก.3)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตัวกรองสัณฐาน(Morphological Filter)

ตัวกรองสัณฐานประกอบด้วยตัวปฏิบัติการซึ่งได้แก่ ตัวปฏิบัติการถ่าง (Dilation) และตัวปฏิบัติการกร่อน (Erosion) ส่วนประกอบอีกหนึ่งส่วนของตัวกรองชนิดนี้นี้คือ โครงสร้างองค์ประกอบ (Structure Element)

กำหนดให้ B เป็นโครงสร้างองค์ประกอบ และให้ D คือผลของการนำภาพ A มาผ่านตัวกรองที่ใช้ตัวปฏิบัติการยืด สามารถเขียนเป็นสมการ

$$D(x,y) = \max_{i,j}(A(x-i,y-j)+B(i,j)) = A \oplus B \quad \text{(ข.1)}$$

ค่าที่มากที่สุดทั่วทุกจุด i,j ในโดเมนของ B เช่นเดียวกับที่ x-i,y-j จะอยู่ในโดเมนของ A

การใช้ตัวปฏิบัติการหดกับภาพ A ด้วยวัตถุโครงสร้าง B เมื่อ E คือผลของการนำภาพ เขียนเป็นสมการ

$$E(x,y) = \min_{i,j}(A(x-i,y-j)-B(-i,-j)) = A \oplus B \quad \text{(ข.2)}$$

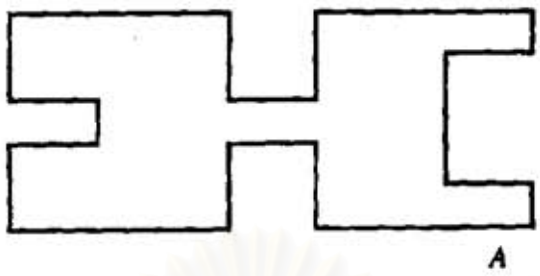
การทำภาพเปิด (Opening) คือการกรองที่ใช้ตัวปฏิบัติการกร่อน แล้วตามด้วยตัวปฏิบัติการถ่างในทางกลับกันการทำภาพปิด (Closing) คือการใช้ตัวปฏิบัติการถ่างแล้วตามด้วยตัวปฏิบัติการกร่อน เพื่ออธิบายการทำงานของการทำใช้ตัวปฏิบัติการยืดและตัวปฏิบัตการหดด้วยตัววัตถุโครงสร้างทรงกลม ให้นึกถึงวัตถุทรงกลมสามมิติหรือลูกบอลกลิ้งแนบไปกับผิวของวัตถุเป้าหมายแล้วทำให้วัตถุเป้าหมายบริเวณที่ลูกบอลไปสัมผัสนั้นมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกบอลในกรณีของตัวปฏิบัติการยืด และวัตถุเป้าหมายจะมีขนาดเล็กลงเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกบอลในกรณีของตัวปฏิบัติการหด ดังรูปที่ ข.1 แสดงการทำภาพเปิดและการทำภาพปิด

สมการ ข.3 การทำภาพเปิด

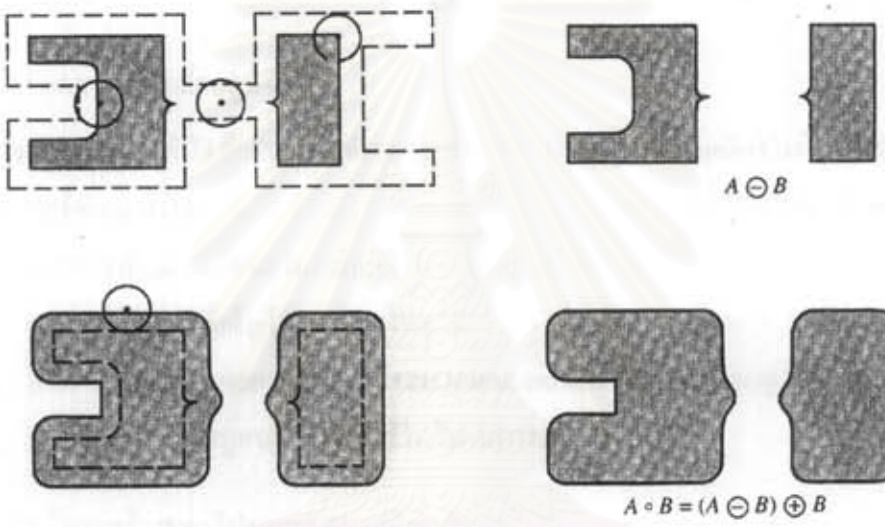
$$A \circ B = (A \oplus B) \oplus B \quad \text{(ข.3)}$$

สมการ ข.4 การทำภาพปิด

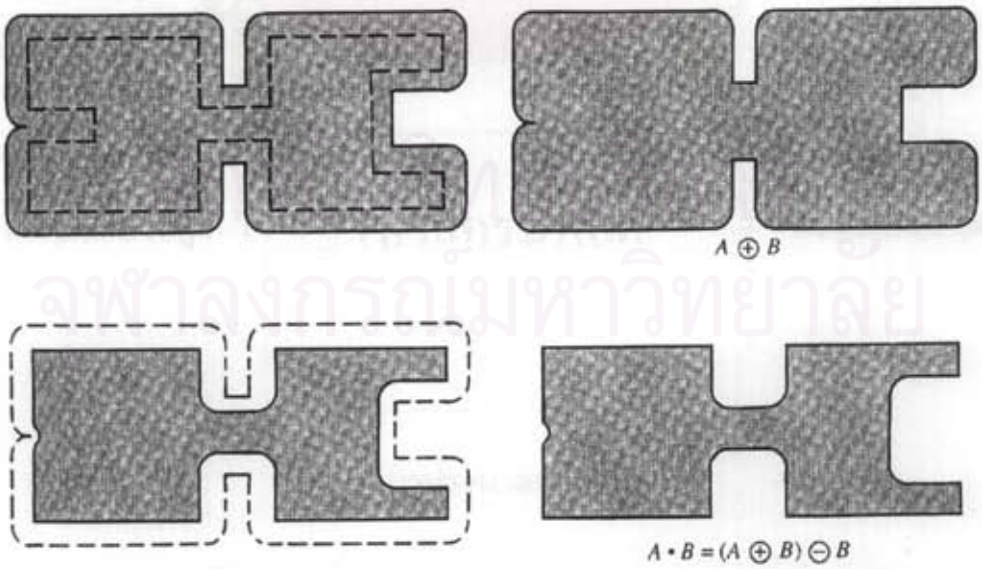
$$A \bullet B = (A \oplus B) \oplus B \qquad \text{(ข.4)}$$



(ก)



(ข)



(ค)

รูป ข.1 การใช้ตัวกรองสัณฐาน (ก) ภาพต้นแบบ (ข) การทำภาพเปิด (ค) การทำภาพปิด

ภาคผนวก ค

โปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม

ในงานวิจัยนี้การพัฒนาโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ช่วยในการตรวจพินิจล้ออลูมินัมให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ซึ่งโปรแกรมในส่วนนี้พัฒนามาจากทฤษฎีการประมวลผลภาพ นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมอีกส่วนหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยในการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม ซึ่งโปรแกรมในส่วนนี้จะอ้างอิงถึงหลักการทางสถิติ ดังอธิบายต่อไปนี้

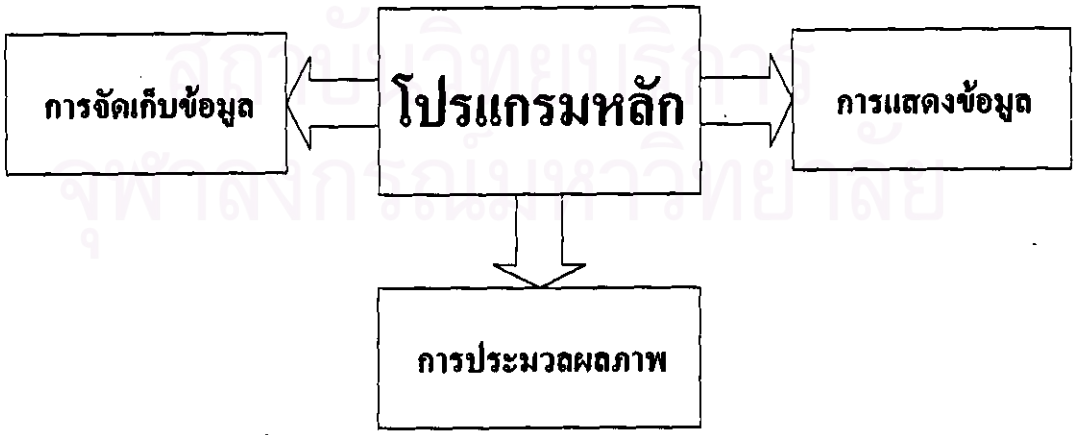
ค.1 โปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม

โปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัมพัฒนามาจากตัวแปลภาษา(Compiler)ไมโครซอฟต์วิชวลซีพลัสพลัส เวอร์ชัน 6.0 (Microsoft Visual C++ 6.0) โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นต้นในการพัฒนาดังนี้

1. สามารถเก็บภาพจากเครื่องเล่นวิดีโอเป็นข้อมูลภาพดิจิทัลได้
2. สามารถนำภาพที่เก็บไว้มาแสดงใหม่ได้
3. สามารถประมวลผลตามทฤษฎีประมวลผลภาพเพื่อตรวจพินิจล้ออลูมินัมได้
4. สามารถแสดงข้อมูลบางส่วนที่ใช้ในโปรแกรมได้

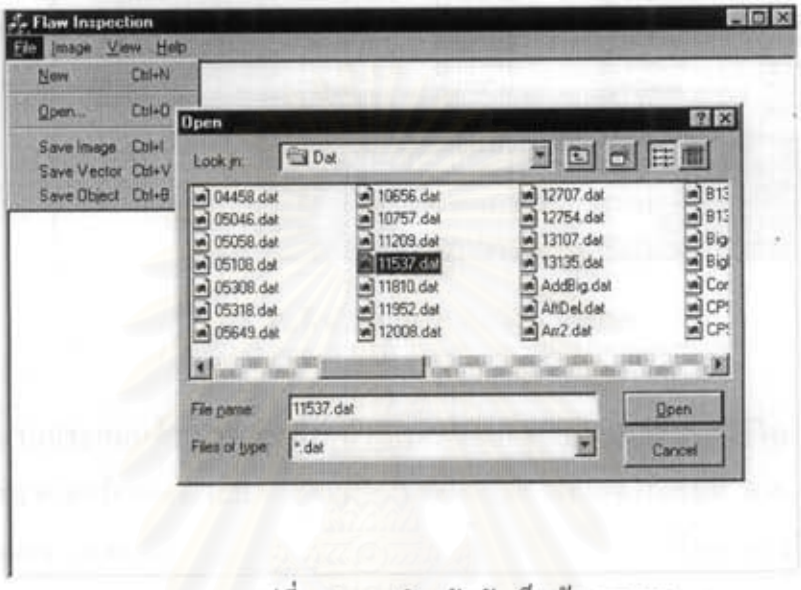
ค.1.1 โครงสร้างของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม

ในการออกแบบโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัมนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ โดยแบ่งตามเมนู ดังแสดงใน รูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 ภาพโครงสร้างระบบของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม

เมนูแรกประกอบด้วยโมดูลที่ทำหน้าที่ในการสร้างแฟ้มข้อมูลภาพ,เก็บแฟ้มข้อมูลภาพ เก็บข้อมูลเวคเตอร์(Vector),เก็บข้อมูลวัตถุ(Object)และเปิดแฟ้มข้อมูลภาพที่มีอยู่แล้ว ซึ่งเมนูนี้สร้างความสะดวกมากในการพัฒนาโปรแกรม เพราะเก็บข้อมูลภาพจากเครื่องเล่นวิดีโอเพียงครั้งเดียวก็สามารถเปิดข้อมูลภาพนั้นมาใช้บ่อยๆได้ ดังแสดงในรูปที่ ค.2



รูปที่ ค.2 เมนูสำหรับจัดเก็บข้อมูลภาพ

เมนูที่สองประกอบด้วยโมดูลที่ทำหน้าที่ประมวลผลตามทฤษฎีประมวลผลภาพเพื่อหารอยตำหนิของล้ออลูมินัม ดังแสดงในรูปที่ ค.3 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยการเก็บข้อมูล(Data Acquisition)และการประมวลผลก่อน (Preprocessing)

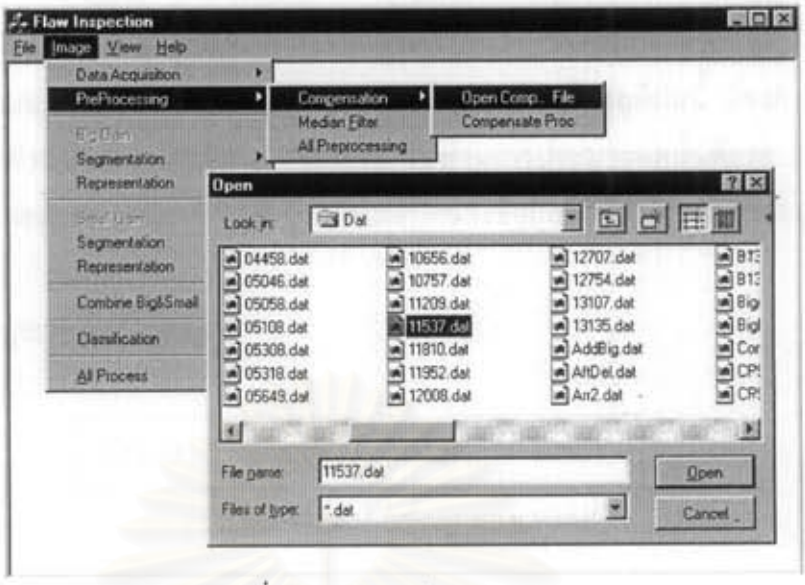
ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยการแบ่งส่วน(Segmentation)และการแทน(Representation) ที่ใช้เกณฑ์เพื่อตรวจพินิจหารอยตำหนิขนาดใหญ่

ส่วนที่ 3 ประกอบด้วยการแบ่งส่วน(Segmentation)และการแทน(Representation) ที่ใช้เกณฑ์เพื่อตรวจพินิจหารอยตำหนิขนาดเล็ก

ส่วนที่ 4 คือการรวมกันของผลลัพธ์ในส่วนที่ 2 และ ส่วนที่ 3

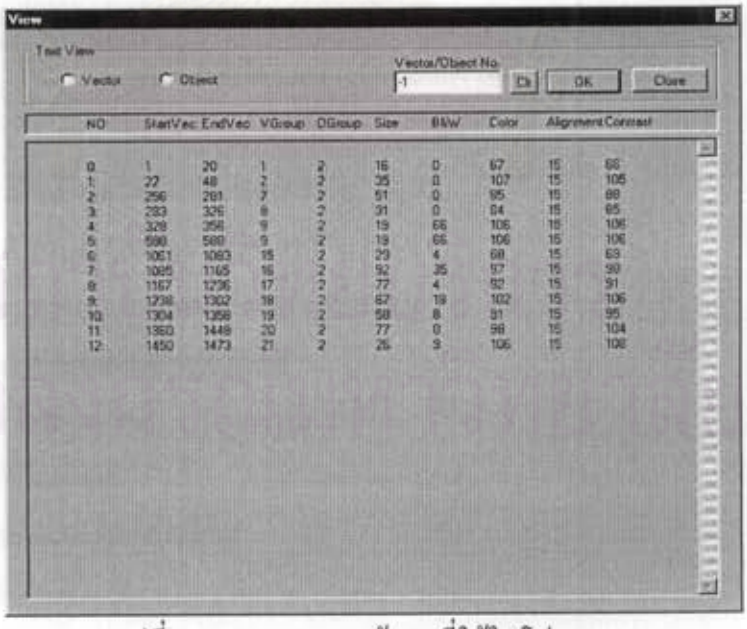
ส่วนที่ 5 คือการจำแนกวัตถุ(Classification)ด้วยเงื่อนไขทั้ง 6 แบบ

ส่วนที่ 6 คือการทำประมวลผลภาพทั้งหมดจากตั้งแต่ส่วนที่ 1 ถึงส่วนที่ 5



รูปที่ ค.3 เมนูการประมวลผลภาพ

เมนูที่สามประกอบด้วยโมดูลที่ทำหน้าที่ในการแสดงข้อมูลบางส่วนที่ใช้ในโปรแกรมซึ่งมีทั้งข้อมูลที่เป็นเวคเตอร์(Vector)และข้อมูลที่เป็นวัตถุ(Object) ดังแสดงในรูปที่ ค.4 ตัวเลขที่ใส่ในช่องหมายเลขของเวคเตอร์หรือวัตถุ(Vector/Object No.) ถ้าเป็น –1 หมายถึงต้องการในแสดงผลทั้งหมดของเวคเตอร์หรือวัตถุซึ่งแล้วแต่การเลือกปุ่มวิทยุ(Radio Button) ถ้าใส่เลขบวกหมายถึงต้องการให้แสดงเฉพาะเวคเตอร์หรือวัตถุหมายเลขนั้น



รูปที่ ค.4 เมนูการแสดงข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม

ค.1.2 โครงสร้างข้อมูลของการตรวจพินิจฤอฤมินัม

ในการออกแบบโครงสร้างข้อมูลของโปรแกรมการตรวจพินิจล้ออฤมินัมนี้ ต้องคำนึงถึงการจัดการข้อมูลของส่วนประมวลผลภาพเป็นอย่างยิ่ง ในส่วนการประมวลผลนั้นต้องการอ้างอิงถึงของมูลที่เป็นเวคเตอร์และของมูลที่เป็นวัตถุ ดังนั้นชนิดของข้อมูลที่ใช้ในโครงสร้างข้อมูลจึงแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. ข้อมูลเวคเตอร์(Vector)

StartX	StartY	EndX	EndY

รูปที่ ค.5 โครงสร้างข้อมูลของเวคเตอร์

StartX : ตำแหน่งเริ่มต้นของเวคเตอร์ในแนวแกนนอน

StartY : ตำแหน่งเริ่มต้นของเวคเตอร์ในแนวแกนตั้ง

EndX : ตำแหน่งสุดท้ายของเวคเตอร์ในแนวแกนนอน

EndY : ตำแหน่งสุดท้ายของเวคเตอร์ในแนวแกนตั้ง

2. ข้อมูลวัตถุ(Object)

StartVec	EndVec	VecGroup	ObjGroup	Size	Color	B_W	Group	Align	Const

รูปที่ ค.6 โครงสร้างข้อมูลของวัตถุ

StartVec : ตำแหน่งเริ่มต้นของเวคเตอร์ในวัตถุนั้น

EndVec : ตำแหน่งสุดท้ายของเวคเตอร์ในวัตถุนั้น

VecGroup : กลุ่มของเวคเตอร์ที่รวมกันเป็นวัตถุ

ObjGroup : กลุ่มของวัตถุอยู่รวมกัน

Size : ค่าขนาดของวัตถุ

Color : ค่าสีของวัตถุ

B_W : ค่าความขาวดำของวัตถุ

Group : ค่าการอยู่รวมกันของวัตถุ

Align : ค่าการเรียงตัวของกลุ่มวัตถุ

Const : ค่าความเปรียบต่างของวัตถุ

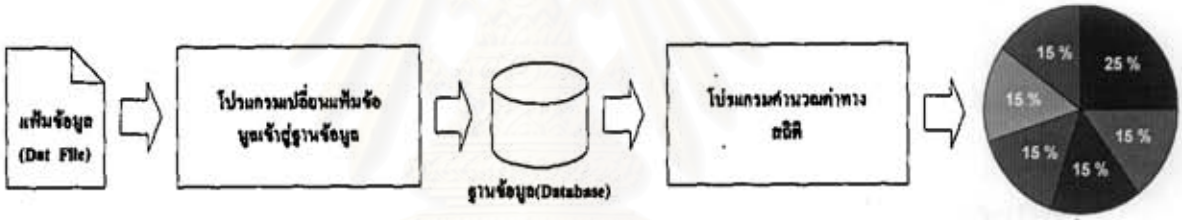
ค.2 โปรแกรมช่วยในการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม

โปรแกรมช่วยในการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัมเป็นโปรแกรมที่พัฒนามาเพื่อการหาค่าทางสถิติความถูกต้องในการตรวจพินิจล้ออลูมินัมของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นต้นในการพัฒนาดังนี้

1. สามารถเปลี่ยนข้อมูลจากแฟ้มข้อมูล(Dat File)ที่เก็บข้อมูลวัตถุ(Object)มาอยู่ในฐานข้อมูล (Data Base)ได้
2. สามารถคำนวณค่าทางสถิติความถูกต้องในการตรวจพินิจล้ออลูมินัมจากฐานข้อมูลได้

ค.2.1 โครงสร้างของโปรแกรมช่วยในการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม

ในการออกแบบโปรแกรมช่วยในการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัมนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามวัตถุประสงค์ โดยมี 2 โมดูลที่ทำงานร่วมกันดังแสดงในรูปที่ ค.7



รูปที่ ค.7 ภาพโครงสร้างระบบของโปรแกรมช่วยในการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจพินิจล้ออลูมินัม

โมดูลแรกทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลจากแฟ้มข้อมูล(Dat File)ที่เก็บข้อมูลวัตถุ(Object)มาอยู่ในฐานข้อมูล(Data Base) ซึ่งโปรแกรมส่วนนี้พัฒนาด้วยตัวแปรภาษาไมโครซอฟต์วิชวลเบสิกเวอร์ชัน 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0) ดังแสดงในรูปที่ ค.8

รูปที่ ค.8 โปรแกรมเปลี่ยนแฟ้มข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

โมดูลที่สองทำหน้าที่คำนวณค่าทางสถิติความถูกต้องในการตรวจพินิจล้ออลูมินัมจากฐานข้อมูล ซึ่งเขียนด้วยภาษา SQL เพื่อหาค่าทางสถิติ โดยไมโครซอฟต์แอคเซส 97 (Microsoft Access 97) เป็นเครื่องมือในการพัฒนา คำสั่ง SQL Command ที่ใช้หาค่าทางสถิติมีดังนี้

1. การหาจำนวนของวัตถุโดยแยกตามชนิดของวัตถุจากตาราง Dat
   " SELECT ActType, Count(ActType) FROM Dat GROUP BY ActType "

2. การหาค่าเฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)ขนาดโดยแยกตามชนิดของวัตถุจากตาราง Dat
   " SELECT ActType, Avg(Size) , StDev(Size) FROM Dat GROUP BY ActType "

3. การหาค่าเฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)สีโดยแยกตามชนิดของวัตถุจากตาราง Dat
   " SELECT ActType, Avg(Color) , StDev(Color) FROM Dat GROUP BY ActType "

4. การหาค่าเฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)ความขาวดำโดยแยกตามชนิดของวัตถุจากตาราง Dat
   " SELECT ActType, Avg(B_W) , StDev(B_W) FROM Dat GROUP BY ActType "

5. การหาค่าเฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)การเรียงตัวโดยแยกตามชนิดของวัตถุจากตาราง Dat
   " SELECT ActType, Avg(Align) , StDev(Align) FROM Dat GROUP BY ActType "

6. การหาค่าเฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)การเปรียบต่างโดยแยกตามชนิดของวัตถุจากตาราง Dat
   " SELECT ActType, Avg(Const) , StDev(Const) FROM Dat GROUP BY ActType "

ค.2.2 โครงสร้างของฐานข้อมูล

การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลจะอ้างอิงจากโครงสร้างข้อมูลในหัวข้อ ค.1.2 และมีบางส่วนที่เพิ่มเติมเข้าไป เพื่อให้การคำนวณทางสถิติสะดวกยิ่งขึ้น ดังอธิบายต่อไปนี้

หมายเลข	ชื่อ	ชนิดข้อมูล	ขนาด
1	StartVec : ตำแหน่งเริ่มต้นของเวคเตอร์ในวัตถุนั้น	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
2	ndVec : ตำแหน่งสุดท้ายของเวคเตอร์ในวัตถุนั้น	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
3	VecGroup : กลุ่มของเวคเตอร์ที่รวมกันเป็นวัตถุ	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
4	ObjGroup : กลุ่มของวัตถุอยู่รวมกัน	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
5	Size : ค่าขนาดของวัตถุ	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
6	olor : ค่าสีของวัตถุ	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
7	B_W : ค่าความขาวดำของวัตถุ	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
8	Group : ค่าการอยู่รวมกันของวัตถุ	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
9	Align : ค่าการเรียงตัวของกลุ่มวัตถุ	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
10	Const : ค่าความเปรียบต่างของวัตถุ	จำนวนเต็ม(Int)	4 ไบต์
11	ctType: ชนิดของวัตถุที่สังเกตด้วยตา A:โครงสร้างหลัก B: รอยตำหนิขนาดใหญ่ C: รอยตำหนิขนาดเล็ก D: วัตถุอื่นๆ	ตัวอักษร(Char)	1 ไบต์
12	DateTime: วันเวลาที่เก็บข้อมูล		4 ไบต์

ตาราง ค.1 โครงสร้างฐานข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายมานะชัย อุดมดี เกิดเมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ.2514 ที่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2535 จากนั้นได้เข้าทำงานที่ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกน์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538 ปัจจุบันเป็นพนักงานของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกน์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ตำแหน่ง ผู้ช่วยนักวิจัย 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย