ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบค้นคืนภาพจากตัวอย่างภาพสำหรับการวินิจฉัยความเสียหายของผิวจานแม่เหล็กโดยใช้คุณลักษณะของรอยขีดข่วน

CONTENT-BASED IMAGE RETRIEVAL SYSTEM FOR DIAGNOSIS OF MAGNETIC DISK SURFACE DEFECT USING LINE SCRATCH FEATURES

H006587

โดย

ศริยา กางแก้ว

สิทธิเทพ นราทอง

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....06587.....
วัน, เดือน, ปี.....27 ก.พ. 2555

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTENT-BASED IMAGE RETRIEVAL SYSTEM FOR DIAGNOSIS OF MAGNETIC DISK SURFACE DEFECT USING LINE SCRATCH FEATURES

SARIYA KANGKAEW

SITTHITHEP NARATHONG

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHONOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2/2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2011

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2553

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบค้นคืนภาพจากตัวอย่างภาพสำหรับการวินิจฉัยความเสียหายของผิวจานแม่เหล็กโดยใช้คุณลักษณะของรอยขีดข่วน

CONTENT-BASED IMAGE RETRIEVAL SYSTEM FOR DIAGNOSIS OF MAGNETIC DISK SURFACE DEFECT USING LINE SCRATCH FEATURES

ผู้จัดทำ

1. นางสาวศริยา กางแก้ว รหัสนักศึกษา 50070002
2. นายสิทธิเทพ นราทอง รหัสนักศึกษา 50070043

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงาน	ระบบค้นคืนภาพจากตัวอย่างภาพสำหรับการวินิจฉัยความเสียหายของผิวจานแม่เหล็กโดยใช้คุณลักษณะของรอยขีดข่วน
นักศึกษา	ศริยา กางแก้ว รหัสนักศึกษา 50070002
	สิทธิเทพ นราทอง รหัสนักศึกษา 50070043
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาระบบเพื่อการค้นคืนภาพถ่ายผิวจานฮาร์ดดิสก์ที่มีรอยตำหนิประเภทรอยขีดข่วนที่เป็นเส้นตรง ซึ่งในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมได้แบ่งการทำงานซึ่งประกอบกอบไปด้วย 2 ส่วน โดยในส่วนแรก เป็นการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมในการดึงคุณลักษณะของภาพออกมาด้วยด้วยการกำหนดค่าขีดแบ่งที่เหมาะสมและตรวจจับหาเส้นด้วยเทคนิค Hough Transform โดยการตรวจจับหาเส้นนั้นได้มีการทำการประมวลผลภาพเบื้องต้น (Preprocessing) เพื่อเตรียมภาพให้พร้อมต่อการนำไปหาคุณลักษณะของภาพที่ต้องการ โดยหลังจากผ่านกระบวนการดังกล่าวแล้วจะเข้าสู่การวัดหาความคล้ายคลึงของภาพตัวอย่างกับภาพในฐานข้อมูล ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการใช้เทคนิคการวัดระยะแบบยูคลิด โดยใช้คุณลักษณะของมุมและความยาวเส้นที่ยาวที่สุดในการคำนวนหา จากนั้นส่วนที่สองทำการพัฒนาระบบให้สามารถนำเข้าข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อเก็บตัวอย่างที่เคยผ่านการวินิจฉัยแล้ว และสามารถเลือกภาพตัวอย่างที่ต้องการมาใช้ในการค้นคืนภาพที่มีลักษณะหรือกรณีใกล้เคียงกับภาพตัวอย่างในฐานข้อมูลได้ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มความสามารถในการค้นคืนภาพด้วยการใส่ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ได้การค้นหาที่ตรงตามความต้องการมากขึ้น เพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์สาเหตุของรอยตำหนิที่เกิดบนภาพตัวอย่างได้ง่าย และรวดเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Content-based image retrieval system for diagnosis of magnetic disk surface defect using line scratch features
Student	Miss Sariya Kangkaew StudentID 50070002
	Mr. Sitthithep narathong StuedentID 50070043
Degree	Bachelor of Science
Program	Information Technology
Year	2010
Advisor	Assoc.Prof. Dr.Nopporn Chotikakamthorn

ABSTRACT

This thesis presents the development of the system to retrieve pictures of magnetic disk surface with line scratch. In the design and development of the program, the development process was divided in two parts. The first part is the design and development of an algorithm to extract features from an image. The program can detect the line using Hough transform. Preprocessing process is necessary to prepare images for extracting features in the image. Then the program will use features extracted to measure similarity using Euclidean distance technique. The features which are used to measure the similarity of the pictures are theta and the longest line. Then the second part is the system that can import data into the database. The program also has search features using keywords. Using keywords increases performance of the program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.นพพร โชติกกำธร ที่คอยช่วยเหลือ ให้ข้อมูล คำชี้แนะ แนวทาง ตลอดจนช่วยแก้ปัญหาระหว่างการจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและค้นคืนรูปภาพแบบออนไลน์สำหรับการประยุกต์ใช้ในงารตรวจสอบและวินิจฉัยความเสียหายบนพื้นผิวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ รหัสโครงการ HDD-01-51-03Mและได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักร่วมด้านเทคโนโลยีการบันทึกข้อมูลและการประยุกต์ใช้งาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ขอขอบคุณข้อมูลจากบริษัท ฮิตาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์(ประเทศไทย) ที่ให้ความรู้ในเรื่องรอยตำหนิบนฮาร์ดดิสก์ต่างๆ, ความรู้เรื่องการถ่ายภาพรอยตำหนิ และรายละเอียดข้อมูลต่างๆบนภาพ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ พี่นันทวัฒน์ สร้อยอัมพรกุล และพี่อาคม ทิพย์มณี ที่คอยให้คำชี้แนะทั้งในเรื่องเอกสาร และในส่วนของการพัฒนาระบบ

ขอขอบคุณ นางสาวตรีประพาพ สุวพันธุ์, นางสาวกาญจน์หทัย เหล็กหลี และ นางสาวอลิษา ทองประดิษฐ์ ที่คอยให้คำปรึกษาในเรื่องการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ และส่วนต่างๆในการพัฒนาระบบ

สุดท้ายต้องขอขอบคุณคุณพ่อและคุณแม่ของข้าพเจ้า ที่เป็นเสมือนคู่คิดและเป็นคอยกำลังใจที่ดีตลอดมา แม้ในยามข้าพเจ้าทุกข์ หรือท้อใจ ท่านจะเป็นพลังให้ข้าพเจ้าสามารถมีแรงกลับมาสู้ได้ใหม่ เป็นผลให้ข้าพเจ้าสามารถจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จในที่สุด

ศริยา กางแก้ว

สิทธิเทพ นราทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1

1.3 ขอบเขตของการศึกษา 1

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 2

บทที่ 2 ลักษณะและการวิเคราะห์รอยตำหนิบนผิวฮาร์ดดิสก์ 3

2.1 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ 3

2.2 รอยตำหนิบนพื้นผิวจานฮาร์ดดิสก์ 4

2.3 การจำแนกรอยตำหนิบนพื้นผิวจานข้อมูล 5

2.4 กระบวนการตรวจสอบรอยตำหนิบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูล 6

บทที่ 3 ทฤษฎีและเครื่องมือการประมวลผลภาพที่เกี่ยวข้อง 8

3.1 โปรแกรม MATLAB 8

3.2 การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Preprocessing) 9

3.3 การดึงคุณลักษณะสำคัญของรูปภาพ(Feature Extraction) 10

3.4 การวัดความคล้ายคลึง (Similarity Measurement) 12

3.5 การรู้จำอักขระทางภาพ(Character Recognition) 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึม

4.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Preprocessing) 16

4.2 การดึงคุณลักษณะสำคัญของรูปภาพ 20

4.3 การวัดความคล้ายคลึงของรูปภาพ 23

บทที่ 5 ขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาระบบ 24

5.1 วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไขระบบงานเดิม 24

5.2 แผนภาพยูสเคส 25

5.3 คำอธิบายยูสเคส 26

5.4 ฐานข้อมูล 30

5.4.1 พจนานุกรมข้อมูล 31

5.5 การพัฒนาระบบ 33

5.6 หน้าต่างส่วนติดต่อผู้ใช้ 36

5.8 ลำดับการทำงานของระบบ 38

บทที่ 6 บทสรุปของโครงการและข้อเสนอแนะ 38

6.1 การทดลองการพัฒนาระบบ 42

6.2 สรุปผลการออกแบบและการพัฒนาระบบ 52

6.3 ปัญหาและอุปสรรค 52

6.4 ข้อเสนอแนะ 52

บรรณานุกรม 53

ภาคผนวก 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

5.1 แสดงคำอธิบายยูสเคสค้นคืนเคสเก่าในฐานข้อมูล 27
5.2 แสดงคำอธิบายยูสเคสนำเข้าข้อมูลลงฐานข้อมูล 28
5.3 แสดงคำอธิบายยูสเคสแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล 29
5.4 พจนานุกรมข้อมูลตาราง info_image 31
5.5 พจนานุกรมข้อมูลตาราง line_image 32
5.6 พจนานุกรมข้อมูลตาราง texture_image 33
6.1 แสดงภาพผลการทดลองการทำPreprocessing 44
6.1 แสดงภาพผลการทดลองการทำPreprocessing (ต่อ) 45
6.2 แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการหามุมของเส้นด้วยเทคนิคฮัฟทรานฟอม 46
6.2 แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการหามุมของเส้นด้วยเทคนิคฮัฟทรานฟอม(ต่อ) 47
6.2 แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการหามุมของเส้นด้วยเทคนิคฮัฟทรานฟอม(ต่อ) 48
6.3 แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการแยกระหว่างรอยตำหนิที่เป็นเส้นแลลวดลาย 49
6.3 แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการแยกระหว่างรอยตำหนิที่เป็นเส้นแลลวดลาย(ต่อ) 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการผลิตฮาร์ดดิกส์	4
2.2 ตัวอย่างรอยตำหนิบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ	4
2.3 ตัวอย่างรอยตำหนิในลักษณะหลุม	5
2.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์และระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อฮาร์ดดิสก์	7
3.1 ตัวอย่างโปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการศึกษา	9
3.2 ตัวอย่างขอบภาพ	10
3.3 ภาพคุณลักษณะของเส้นตรง	11
3.4 แสดงผลการค้นหาเส้นตรงด้วย Hough Transform	12
3.5 ตัวอย่างรูปภาพรอยตำหนิบนพื้นผิวจานฮาร์ดดิสก์	14
3.6 ภาพการทำ Template Matching	15
4.1 ภาพถ่ายรอยตำหนิที่มีมาตราส่วนที่ต่างกัน	16
4.2 ตัวอย่างการตัดภาพเพื่อกำจัดตัวอักษรใต้ภาพ	17
4.3 ภาพอักขระที่ใช้ทำ Template Matching เรียงตาม ASCII Code	19
4.4 ผังงานของการหาคุณลักษณะบนภาพที่เป็นเส้น	20
4.5 ภาพการตรวจจับเส้นตรงบนภาพรอยตำหนิที่เป็นเส้น	21
4.6 ภาพการตรวจจับเส้นตรงบนภาพรอยตำหนิที่เป็นรอยหลุม (texture)	21
4.7 ภาพการลากเส้นพิกัดจุดปลายบนภาพรอยตำหนิที่เป็นเส้น	22
4.8ภาพการลากเส้นพิกัดจุดปลายบนภาพรอยตำหนิที่เป็นรอยหลุม (texture)	22
5.1 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบ	25
5.2 แสดงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ของระบบค้นคืนภาพ	30
5.3 Flowchart แสดงกระบวนการพัฒนาการค้นคืนรูปภาพ	33
5.4 หน้านำเข้าภาพที่ผ่านการวินิจฉัยข้อมูลแล้ว	36
5.5 หน้าค้นเคสเก่าที่มีลักษณะคล้ายกับภาพตัวอย่าง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

5.6 เมื่อเลือกรูป ปุ่ม zoom สามารถโชว์ภาพขนาดต้นฉบับได้ 37
5.7 ปุ่ม Zoom , Edit และ Delete จะแสดงขึ้นมาเพื่อจัดการรูปภาพที่แสดงในส่วนที่ 3 37
5.8 แสดงข้อมูลคุณลักษณะของรูปภาพที่ได้จากการประมวลผล 38
5.9 แสดงส่วนของ Texture case เมื่อเลือกภาพที่ไม่ใช่เส้น 39
5.10 แสดงข้อความ Success เมื่อทำการนำเข้าข้อมูลสำเร็จ 40
5.11 แสดงข้อความ Fail เมื่อทำการนำเข้าข้อมูลไม่สำเร็จ 40
5.12 แสดงการค้นคืนโดยการเลือกจากคุณลักษณะของภาพ 41
5.13 แสดงผลการค้นคืนด้วยการเลือกอัตราการซูมที่ใกล้เคียงกับภาพที่ต้องการ 42
5.14 แสดงการเรียงลำดับเปอร์เซนต์ความคล้ายคลึงของภาพ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในการผลิตฮาร์ดดิสก์นั้น ปัญหาที่สำคัญคือ ความเสียหายบนแผ่นจานฮาร์ดดิสก์ อันอาจเกิดจากสาเหตุจากขั้นตอนการผลิต หรือจากขั้นตอนการประกอบ ซึ่งในการตรวจสอบความเสียหายนั้น จะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์จากภาพของรอยตำหนิ โดยการเปรียบเทียบกับรอยตำหนิเดิมที่ถูกเก็บอยู่ในคลังฐานข้อมูล ทำให้ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบนานเนื่องจากข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในคลังฐานข้อมูลมีปริมาณมากและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้จัดทำจึงได้ทำการพัฒนาระบบเพื่อให้ง่ายต่อการค้นคืนภาพถ่ายผิวจานฮาร์ดดิสก์จากคลังฐานข้อมูลในกรณีต่างๆที่ได้มีการวินิจฉัยแล้วในอดีต นำมาเปรียบเทียบกับภาพผิวจานฮาร์ดดิสก์ที่ต้องการวินิจฉัยสาเหตุ เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น อีกทั้งใช้การประมวลผลภาพเบื้องต้นและการรู้จำตัวอักษร เพื่อดึงค่าสเกลภาพและอัตราการซูมที่พิมพ์อยู่บนภาพถ่ายที่ต้องการวินิจฉัย และนำไปเข้าฟังชั่นเพื่อหาคุณลักษณะที่สำคัญของรอยตำหนิบนรูปภาพที่จะนำมาวินิจฉัยได้ และนำไปสู่กระบวนการปรับปรุงการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อให้การค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการวินิจฉัยในการหาสาเหตุความเสียหายบนพื้นผิวจานฮาร์ดดิสก์เกิดความรวดเร็วมากขึ้นเนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาข้อมูลทีละเคสจากที่เก็บข้อมูลเก่าที่ใช้อยู่ปัจจุบัน

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบการนำเข้าและวิเคราะห์ภาพตัวอย่างรอยตำหนิบนผิวฮาร์ดดิสก์ให้สามารถได้คุณลักษณะสำคัญของรอยตำหนิเพื่อค้นคืนรูปภาพที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับภาพตัวอย่างได้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. การพัฒนาอัลกอริทึมการประมวลผลภาพ ในส่วนของการประมวลผลภาพเบื้องต้นและอัลกอริทึมในส่วนของการดึงคุณลักษณะสำคัญที่เป็นเส้นตรงจากในภาพ พร้อมทั้งทำการทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคที่พัฒนาขึ้น

2.ทำการพัฒนาและทดสอบโปรแกรมที่มีคุณสมบัติดังนี้

- ตรวจจับเพื่อแยกแยะระหว่างรอยตำหนิที่เป็นเส้นและรอยตำหนิที่เป็นลวดลาย
- สามารถนำเข้าภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วลงฐานข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถทำการเปรียบเทียบภาพตัวอย่างและภาพในฐานข้อมูลเพื่อดึงภาพที่คล้ายคลึงกันออกมาได้
- สามารถทำการแก้ไขข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลได้

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา

ปริญญานิพนธ์นี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 บทด้วยกัน ดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของการศึกษา ขั้นตอนการศึกษา และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 กล่าวถึง กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ ลักษณะรอยตำหนิบนแผ่นจานฮาร์ดดิสก์ รวมถึงการวิเคราะห์รอยตำหนิที่เกิดขึ้นเพื่อหาสาเหตุที่จะทำให้สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขได้ต่อไป

บทที่ 3 กล่าวถึง ทฤษฎีที่ใช้ในการประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบด้วย เทคนิคการประมวลผลภาพ การหาคุณลักษณะพิเศษของรูปภาพ การวิเคราะห์ตัวอักษร เทคนิคการตรวจหาเส้นตรง การวัดค่าความเหมือนของวัตถุ

บทที่ 4 กล่าวถึง ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

บทที่ 5 กล่าวถึง ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบ

บทที่ 6 กล่าวถึง ผลการทดลอง บทสรุปของโครงการและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยให้การค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาวินิจฉัยหาสาเหตุของรอยหนิบนฮาร์ดดิสก์ที่เป็นเส้นเกิดความรวดเร็วมากขึ้น
2. ช่วยลดระยะเวลาในการพิจารณารอยตำหนิบนผิวฮาร์ดดิสก์โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวินิจฉัยสาเหตุความเสียหายของภาพตัวอย่าง

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1. Matlab Version 7.5.0.342 (R2007b)
2. Microsoft Visual Studio 2008 Professional Edition
3. OpenCV lib.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ลักษณะและการวิเคราะห์รอยตำหนิบนผิวฮาร์ดดิสก์

ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (hard disk drive) หรือ จานบันทึกแบบแข็ง คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่บรรจุข้อมูลแบบไม่ลบเลือน มีลักษณะเป็นจานโลหะที่เคลือบด้วยสารแม่เหล็ก หัวอ่าน/ เขียนข้อมูล และแผงวงจรในการควบคุมการอ่าน/เขียนข้อมูลตามคำสั่งที่ได้รับจากคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันจำนวนความต้องการฮาร์ดดิสก์มีปริมาณมากขึ้น ทำให้โรงงานที่ทำการผลิตต้องเร่งการผลิตเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ ซึ่งส่งผลให้การผลิตอาจเกิดความผิดพลาดและสร้างความเสียหายต่อพื้นผิวของจานบันทึกข้อมูล ดังนั้นจึงมีแผนกที่ทำหน้าที่ตรวจสอบตัวอย่างอุปกรณ์ที่เสีย เพื่อวินิจฉัยและหาสาเหตุ และนำผลที่ได้ไปแก้ไข ซึ่งส่วนหนึ่งของขั้นตอนในการวินิจฉัย จะอาศัยภาพถ่ายจานฮาร์ดิสก์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ความละเอียดสูง เพื่อนำมาพิจารณาลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น และมีสาเหตุมาจากอะไร โดยจะอาศัยความสามารถของผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ภาพถ่ายของรอยตำหนิโดยเปรียบเทียบกับรอยตำหนิเดิมที่เก็บอยู่ในคลังข้อมูล ซึ่งนับวันจำนวนภาพถ่ายที่อยู่ในคลังข้อมูลนั้นมีจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เป็นการยากและเสียเวลามาก ในการค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาเปรียบเทียบประกอบการวินิจฉัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์โดยย่อ รูปแบบและประเภทของรอยตำหนิบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูลที่พบในระหว่างกระบวนการผลิต รวมถึงการวิเคราะห์รอยตำหนิเหล่านั้นเพื่อหาสาเหตุและนำไปปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตต่อไป

2.1 กระบวนการและส่วนประกอบในการผลิตฮาร์ดดิสก์

ชิต เหล่าวัฒนา (2009) อธิบายไว้ว่าการผลิตอาร์ดดิสก์สามารถแบ่งขั้นตอนออกได้เป็น 5 กระบวนการหลักคือ

1. กระบวนการผลิตแผ่นเวเฟอร์ หรือ Wafer Fabrication
2. กระบวนการผลิตหัวอ่านและเขียนข้อมูล หรือ Slider Fabrication
3. กระบวนการผลิต Head imbal Assembly หรือ HGA
4. กระบวนการผลิต Head Stack Assembly หรือ HSA
5. กระบวนการผลิต Hard Disk Drive หรือ HDD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮาร์ดดิสก์ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่

- จานฮาร์ดดิสก์ (Disk Platters)
- หัวอ่านฮาร์ดดิสก์ (Read/Write Heads)
- กลไกการขับเคลื่อนหัวฮาร์ดดิสก์ (Head Actuator Mechanism)
- มอเตอร์ที่ใช้หมุนจานฮาร์ดดิสก์ (Spindle Motor)
- แผงวงจรควบคุมการทำงานของฮาร์ดดิสก์ (Logic Board)
- สายสัญญาณและ Connector (Cables and Connectors)
- Jumper ที่ใช้จัดตั้ง Configuration ของฮาร์ดดิสก์
- รางและอุปกรณ์เสริมการติดตั้งฮาร์ดดิสก์
- แขนที่ใช้ขับเคลื่อนหัวฮาร์ดดิสก์ (Head Arm/Head Slide)
- กลไกที่ใช้ขับเคลื่อนหัวฮาร์ดดิสก์ (Head Actuator Mechanism)
- ส่วนที่ใช้กรองอากาศ (Air Filter)
- แผงวงจร Head Amplifier
- ชุด Voice Coil
- สาย Pair Ribbon ที่เชื่อมระหว่างหัวฮาร์ดดิสก์ กับ Logic Board

รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิกส์

โดยชนิดของสารที่ใช้เคลือบบนผิวจานฮาร์ดดิสก์มีอยู่ 2 แบบที่ใช้ในปัจจุบัน คือ แบบสารประเภท Iron Oxide แบบดั้งเดิมซึ่งมีข้อเสียตรงที่มีปัญหาเรื่องความสึกกร่อน และจะหลุดออกเป็นผง เป็นผลต่อความเสียหายบนผิวจานฮาร์ดดิสก์และสารประเภท Thin Film Media มีความสามารถที่จะทนต่อแรงขีดข่วนของพื้นผิวที่เคลือบ และสามารถป้องกันข้อมูลได้ดีกว่า Iron Oxide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รอยตำหนิบนพื้นผิวจานฮาร์ดดิสก์

รอยตำหนิบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูล คือ ความเสียหายบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูลส่งผลให้บริเวณดังกล่าวไม่สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ โดยรอยตำหนิที่เกิดขึ้นนี้สามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่นเกิดจากการประกอบที่ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้หัวอ่านไปกระทบกับจานบันทึกข้อมูล หรือเกิดจากฝุ่นผงที่เข้าไประหว่างกระบวนการผลิต

รูปที่2.2 ตัวอย่างรอยตำหนิบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ

2.3 การจำแนกรอยตำหนิบนพื้นผิวจานข้อมูล

ในการจำแนกรอยตำหนิบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูลนั้นมีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน คือ การจำแนกจากรูปแบบของรอยตำหนิ และการจำแนกจากสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิ ซึ่งหากจำแนกโดยดูจากรูปแบบของรอยตำหนิแล้วนั้น สามารถจำแนกได้ 5 รูปแบบ ดังนี้

1. รอยขีดข่วน (Scratch) อาจเกิดจากหัวอ่านข้อมูลไปสัมผัสกับพื้นผิวของจานบันทึกข้อมูล

2. หลุม (Flake Pit) เกิดจากมีฟองอากาศแทรกเข้าไปหลังจากผ่านกระบวนการเคลือบสารเคมีบนแผ่นแก้ว (sputtering substrate) ทำให้สปัตเตอร์ (sputter) หรือสารที่ใช้เคลือบเป็นหลุม (pit)

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างรอยตำหนิในลักษณะหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Pre-Sputtering Contamination (PSC) ซึ่งเกิดจากมีสิ่งแปลกปลอมอยู่บนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูลในขณะผ่านกระบวนการเคลือบสารเคมีบนแผ่นแก้วหรือจานบันทึกข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการเคลือบสารเคมี ทำให้สปัตเตอร์นูนขึ้นมา จากนั้นอาจโดนความร้อนหรือหัวอ่านข้อมูลในระหว่างกระบวนการผลิตขั้นถัดมา

4. Delamination คล้ายกับรูปแบบรอยตำหนิแบบ PSC แต่นอกจากสิ่งแปลกปลอมแล้วยังมีฟองอากาศอยู่ข้างในพื้นผิวจานบันทึกข้อมูล ซึ่งเกิดจากกระบวนการเคลือบสารเคมีบนแผ่นแก้วไม่สมบูรณ์อีกด้วย

5. Ding เกิดจากหัวอ่านข้อมูลไปกระทบกับจานบันทึกข้อมูล แต่หากจำแนกโดยดูจากสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายบนพื้นผิวฮาร์ดดิสก์ จะสามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. Disk Manufacturing Process Problem เกิดจากกระบวนการผลิตจานบันทึกข้อมูลไม่ได้คุณภาพ รวมถึงรอยที่เกิดจากระหว่างการประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์

2. Scratch by disk contact head เกิดจากหัวอ่านข้อมูลไปสัมผัสกับพื้นผิวของจานบันทึกข้อมูลในระหว่างกระบวนการผลิต

3. Disk damage by tooling in HDD process เกิดจากเครื่องมือต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตตกหล่นใส่จานบันทึกข้อมูล

4. Scratch by contamination interface to disk เกิดจากมีสิ่งแปลกปลอมขนาดเล็ก เช่น ฝุ่นผง เจือปนเข้าในระหว่างกระบวนการผลิต

2.4 กระบวนการตรวจสอบรอยตำหนิบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูล

เนื่องจากความเสียหายที่เกิดกับฮาร์ดดิสก์สามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ แต่ละสาเหตุก็อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ต่างกัน ดังนั้นการทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุเหล่านั้นจึงมีความยากง่ายแตกต่างกันไปในแต่ละกรณี ในปัจจุบันการตรวจสอบหาสาเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อฮาร์ดดิสก์ถูกแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1. Hard Disk Drive Problem Isolation เป็นการตรวจสอบในเบื้องต้นว่าเป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตหรือกระบวนการทดสอบการทำงาน

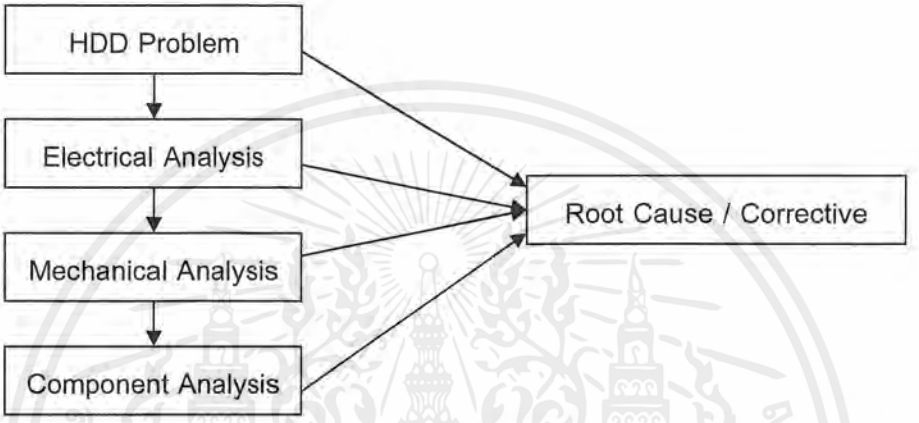
ขั้นที่ 2. Electrical Analysis เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นด้วยเครื่องมือทางไฟฟ้าอย่างละเอียด เพื่อทดสอบว่าความเสียหายเกิดขึ้นที่ชิ้นส่วนใด เช่น การทดสอบหัวเขียน/อ่าน การทดสอบแผงควบคุมวงจรไฟฟ้า (PCB) เป็นต้น ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาพิจารณาได้ว่าเป็นความเสียหายประเภทใด เช่น Read/Write Error หรือ POR (Power on Reset) Error เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนไหน และเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด

ขั้นที่ 3. Mechanical Analysis เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสียหายของส่วนประกอบและกลไกการทำงานต่าง ๆ ของฮาร์ดดิสก์อย่างละเอียด โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ หัวอ่าน/เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(head) กับมอเตอร์หมุนจานบันทึกข้อมูล และตัวจานบันทึกข้อมูลเอง รวมไปถึงการพิจารณาความเสียหายที่เกิดจากการสัมผัสกันของหัวอ่าน/เขียนกับจานบันทึกข้อมูลอีกด้วย

ขั้นที่ 4. Component Analysis เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสียหาย โดยการทดสอบองค์ประกอบของวัสดุที่ใช้ในการผลิต ทดสอบความถูกต้องสารประกอบ การทดสอบนี้รวมไปถึงการทดสอบสิ่งแปลกปลอมที่ปนเปื้อนอยู่ในชิ้นงาน เครื่องมือต่าง ๆ ที่นำมาใช้ อาทิ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) ใช้สำหรับถ่ายรูปของความเสียหาย เป็นต้น



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์และระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อฮาร์ดดิสก์

เมื่อผ่านกระบวนการวิเคราะห์ความเสียหายทั้ง 4 ขั้นตอนแล้ว เจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญก็จะเป็นผู้สรุปถึงสาเหตุแลกระบวนการที่ทำให้เกิดความเสียหาย เพื่อแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป แต่หากยังไม่สามารถระบุได้ ก็จะไม่สามารถทำซ้ำได้อีกเพราะในบางกระบวนการอาจทำให้ชิ้นส่วนเสียหาย ซึ่งอาจจะทำได้แค่รวบรวมผลที่ได้มาเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุอีกครั้ง หรืออาจทำการวิเคราะห์โดยการแยกชิ้นส่วนดูต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีและเครื่องมือการประมวลผลภาพ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีการประมวลผลภาพที่ใช้ในการพัฒนาระบบ เพื่อให้ได้มาซึ่งความสามารถในการปรับปรุงคุณภาพของภาพตัวอย่างเบื้องต้น การดึงคุณลักษณะสำคัญของภาพเพื่อการตรวจจับและจำแนกรอยขีดข่วนบนจานบันทึกข้อมูล เพื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่สำคัญของภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล และสามารถคัดเลือกภาพที่คล้ายคลึงกันออกมาแสดงต่อผู้ใช้ได้

3.1 โปรแกรม MATLAB

MATLAB เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง (High-level Language) สำหรับการคำนวณทางเทคนิคที่ประกอบด้วยการคำนวณเชิงตัวเลข กราฟฟิกที่ซับซ้อน และการจำลองแบบเพื่อให้มองเห็นภาพพจน์ได้ง่ายและชัดเจน ชื่อของ MATLAB ย่อมาจาก matrix laboratory เดิมโปรแกรม MATLAB ได้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณทาง matrix หรือเป็น matrix software ที่พัฒนาจากโปรเจคที่ชื่อ LINKPACK และ EISPACK

MATLAB ได้พัฒนามาด้วยการแก้ปัญหาที่ส่งมาจากหลายๆ ผู้ใช้เป็นระยะเวลาหลายปีจึงทำให้โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชันต่างๆ ให้เลือกใช้มากมาย ในบางมหาวิทยาลัยได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นหลักสูตรพื้นฐานในการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ วิศวกรรม และวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆตลอดจนในด้านอุตสาหกรรมได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในงานวิจัย พัฒนาและวิเคราะห์

ข้อดีของโปรแกรม MATLAB ที่เป็นเหตุผลให้คนส่วนใหญ่นิยมนำมาใช้มีดังนี้

1.มีฟังก์ชันคณิตศาสตร์ให้เลือกใช้ในการคำนวณมากตลอดจนเราสามารถสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานได้เอง โดยฟังก์ชันที่สร้างขึ้น (M-File) จะมีนามสกุลเป็น .M

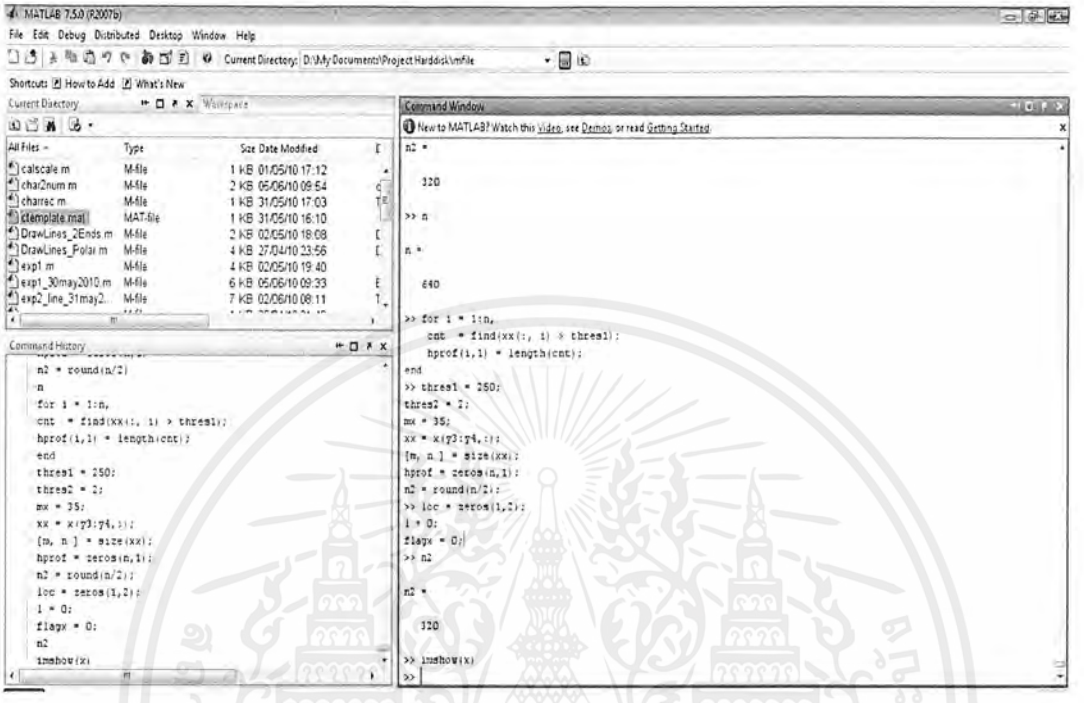
2. อัลกอริทึมพัฒนาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ง่าย

3. สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว

4. นำไปใช้งานทางด้านกราฟิกได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โปรแกรม MATLAB เป็นระบบเชิงโต้ตอบ ซึ่งส่วนของข้อมูลพื้นฐานเป็นอาร์เรย์ที่ไม่ต้องการมิติ ทำให้โปรแกรม MATLAB สามารถทำการแก้ปัญหาทางเทคนิคต่างๆ ได้มากโดยใช้เวลาในการประมวลผลน้อย



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างโปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการศึกษา

3.2 การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Preprocessing)

การประมวลผลภาพเบื้องต้นนั้นเป็นการปรับปรุงและประมวลผลภาพขั้นต้นเพื่อปรับแต่งภาพรอยตำหนิบนฮาร์ดดิสก์ที่รับเข้ามาให้เหมาะสม และง่ายต่อการวิเคราะห์ภาพในขั้นตอนถัดไป วิธีที่ใช้ในการประมวลผลภาพเบื้องต้นที่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบนั้น ประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การหาค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

เป็นการแบ่งช่วงระดับความเข้มแสง ซึ่งโดยปกติแล้วภาพหนึ่งภาพจะมีระดับความเข้มแสงหลายระดับ ทำให้ยากต่อการวิเคราะห์ภาพนั้น ดังนั้นจึงต้องมีเทคนิคการหาค่าขีดแบ่ง ในการแบ่งช่วงความเข้มแสงของภาพออกเป็น 2 ระดับ หรือใน 1 จุดภาพสามารถมีค่าที่เป็นไปได้ 2 ค่า คือ 1 และ 0 โดย 0 คือจุดภาพที่มีสีดำ และ 1 คือจุดภาพที่มีสีขาว ซึ่งวิธีในการทำนั้น จะกำหนดค่าขีดแบ่งขึ้นมาค่าหนึ่ง หรือเลือกค่าความสว่างขึ้นมาค่าหนึ่ง แล้วพิจารณาค่าความสว่างของแต่ละจุดภาพในภาพต้นฉบับ เช่น ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่ง ก็ให้ผลลัพธ์เป็น 1 ส่วนกรณีอื่นก็ให้ผลลัพธ์เป็น 0 ซึ่งเทคนิคนี้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบในการ แยกกลุ่มพิกเซลที่เป็นตัวแปรที่พิมพ์อยู่ในรูปภาพรอยตำหนิออกจากฉากหลังได้

3.2.2 การหาขอบภาพ(Edge Detection)

การหาขอบภาพ (Edge Detection) เป็นการหาเส้นที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้น เราจะสามารถคำนวณหาพื้นที่ (ขนาด) หรือรู้จำ ชนิดของวัตถุนั้นได้ ขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากความแตกต่างมีค่ามาก ขอบภาพก็จะเห็นได้ชัด ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อย ขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน ซึ่งโดยทั่วไปนั้น สามารถแบ่งประเภทของขอบภาพออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ขอบภาพแบบขั้นบันไดอุดมคติ (Ideal Step Edge) ซึ่งเป็นขอบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งแน่นอนเพียงตำแหน่งเดียว และ ขอบภาพแบบลาด (Ramp Edge)เป็นขอบภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มที่ละน้อย

รูปที่ 3.2 ภาพแสดงการหาขอบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การดึงคุณลักษณะสำคัญของรูปภาพ(Feature Extraction)

การดึงคุณลักษณะสำคัญของรูปภาพเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการในการดึงคุณลักษณะสำคัญหรือลักษณะเด่นของแต่ละรูปภาพออกมา เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่ารูปภาพที่เหมือนกันหรือมีลักษณะที่คล้ายกันก็จะมีกลุ่มของค่าคุณลักษณะสำคัญที่คล้ายกันด้วย ดังนั้นสำหรับการค้นคืนรูปภาพโดยเนื้อหาก็อาศัยการเปรียบเทียบคุณลักษณะสำคัญของรูปภาพที่กำลังพิจารณากับรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลภาพ โดยคุณลักษณะสำคัญสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือคุณสมบัติทางสีและความสว่าง, คุณสมบัติทางรูปร่าง และคุณสมบัติทางลวดลาย ซึ่งในการพัฒนาระบบเพื่อหารอยขีดข่วนบนจานฮาร์ดดิสก์ครั้งนี้ ผู้พัฒนาได้เน้นไปที่รอยขีดข่วนที่เป็นเส้น ดังนั้นจึงให้ความสนใจคุณลักษณะทางลวดลายเป็นสำคัญ

3.3.1 การตรวจจับหาเส้น(Hough Transform)

ฮัฟทรานฟอร์ม (Hough Transform) คืออัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับวงกลม หรือเส้นตรงในภาพ ซึ่งในการพัฒนาระบบนี้ ขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาคือ การตรวจจับหาเส้นตรงในภาพ เพื่อตรวจสอบหารอยขีดข่วนบนแผ่นจานฮาร์ดดิสก์ ซึ่งในการเลือกใช้เทคนิคฮัฟทรานฟอร์มในการตรวจจับเส้นที่อยู่บนภาพนั้นจะทำให้เราสามารถตรวจจับเส้นได้ชัดขึ้นและทราบได้ว่าบนภาพตัวอย่างที่ต้องการค้นคืนนั้น มีเส้นอยู่บนภาพหรือไม่ และถ้ามีจะมีจำนวนกี่เส้น ความยาวของเส้นยาวเท่าไร และมีมุมไปในทิศทางใด เพื่อที่จะสามารถค้นคืนภาพที่คล้ายกันออกมาได้ และให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของรอยขีดข่วนต่อไปได้

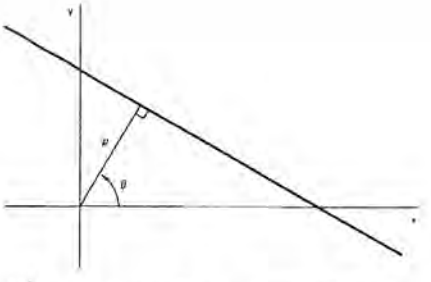
ในการตรวจจับหาเส้นตรงโดยใช้ ฮัฟทรานฟอร์ม (Hough Transform) นั้น สามารถตรวจจับหาเส้นตรงได้จากสมการ

$$x\cos\theta + y\sin\theta = \rho \tag{3.1}$$

เมื่อ x,y คือ พิกัดของจุดภาพบนระนาบภาพ x,y

ρ คือ ระยะทางที่ตั้งฉากจากเส้นตรงถึงจุดกำเนิดในระนาบภาพ x, y

θ คือ มุมจากแกน x ถึงเส้นตั้งฉาก

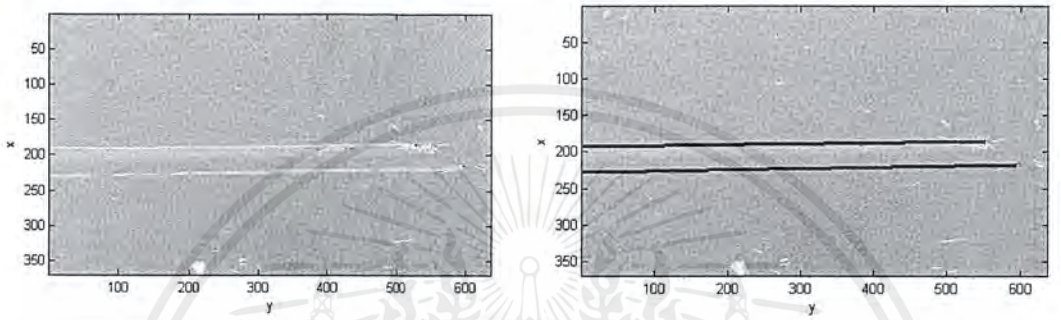


รูปที่ 3.3 ภาพคุณลักษณะของเส้นตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตรวจจับหาเส้นตรง จำเป็นต้องสร้าง Accumulator Array ซึ่งประกอบไปด้วย ค่า ρ , θ ของทุกๆจุดภาพ พิกัด x, y ของจุดภาพใดๆที่อยู่บนเส้นตรงเส้นเดียวกันจะสะสมอยู่ใน Accumulator ตัวเดียวกัน ซึ่งจะทำให้รู้ว่า พิกัด x, y จุดใดของภาพ ที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน และทำมุมกี่องศา

(ก) (ข)



รูปที่ 0.4 แสดงผลการค้นหาเส้นตรงด้วย Hough Transform

(ก) ภาพตัวอย่างก่อนการค้นหาเส้นตรงด้วย Hough Transform

(ข) ภาพ ตัวอย่างหลังการค้นหาเส้นตรงด้วย Hough Transform

3.4 การวัดความคล้ายคลึง (Similarity Measurement)

จากกระบวนการทั้งหมดที่ผ่านมา ทำให้เราสามารถหาคุณลักษณะสำคัญของภาพถ่ายรอยตำหนิ 1 ภาพได้จำนวน 4 ค่า ค่าคุณลักษณะสำคัญเหล่านี้จะถูกนำมาจัดเก็บในรูปของ Feature Vector การค้นคืนภาพถ่ายรอยตำหนิจากฐานข้อมูล ใช้หลักการเปรียบเทียบค่าของคุณลักษณะสำคัญที่อยู่ใน Feature Vector ของภาพถ่ายรอยตำหนิในฐานข้อมูลกับ Feature Vector ของภาพตัวอย่าง เพื่อหารูปภาพที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดออกมา

วิธีการหาค่าความคล้ายคลึง(Similarity Measure) วิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมคือ การหาค่าความคล้ายคลึงด้วยวิธีการวัดระยะแบบยูคลิด (Euclidean Distance) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าความคล้ายคลึงของรูปภาพรอยตำหนิตัวอย่างกับรูปภาพรอยตำหนิแต่ละตัวในฐานข้อมูล และนำขึ้นมาแสดงพร้อมกับข้อมูลประกอบอื่นๆ ตามจำนวนของผลลัพธ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 การวัดระยะแบบยูคลิด (Euclidean Distance)

การวัดระยะแบบยูคลิด เป็นการคำนวณความเหมือนของสองวัตถุโดยพิจารณาจากกลุ่มของคุณลักษณะสำคัญของวัตถุนั้น ค่าความเหมือนที่คำนวณได้นั้นจะถูกแทนค่าในลักษณะของระยะทาง โดยระยะทางจะมีค่าแปรผันกับความคล้ายคลึงกันของวัตถุ (similarity) กล่าวคือ ถ้าค่าการวัดระยะแบบยูคลิดของสองวัตถุมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าวัตถุ 2 ชิ้นนั้นมีลักษณะเหมือนกันหรือมีคุณลักษณะสำคัญเท่ากันทุกประการ แต่ถ้ามีค่าเริ่มมากกว่า 0 แสดงว่าวัตถุ 2 ชิ้นเริ่มมีค่าคุณลักษณะสำคัญต่างกันออกไป มีความเหมือนกันน้อยลงหรือเริ่มต่างกันมากขึ้นนั่นเอง

$$D(A,B)=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}|a_i-b_i|^2} \tag{3.2}$$

โดย $D(A,B)$ คือ ค่าระยะยูคลิด

A คือ วัตถุชิ้นที่ 1

B คือ วัตถุชิ้นที่ 2

a_i คือ คุณลักษณะสำคัญตัวที่ i ของวัตถุ a

b_i คือ คุณลักษณะสำคัญตัวที่ i ของวัตถุ b

i คือ ลำดับของคุณลักษณะสำคัญของวัตถุ มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

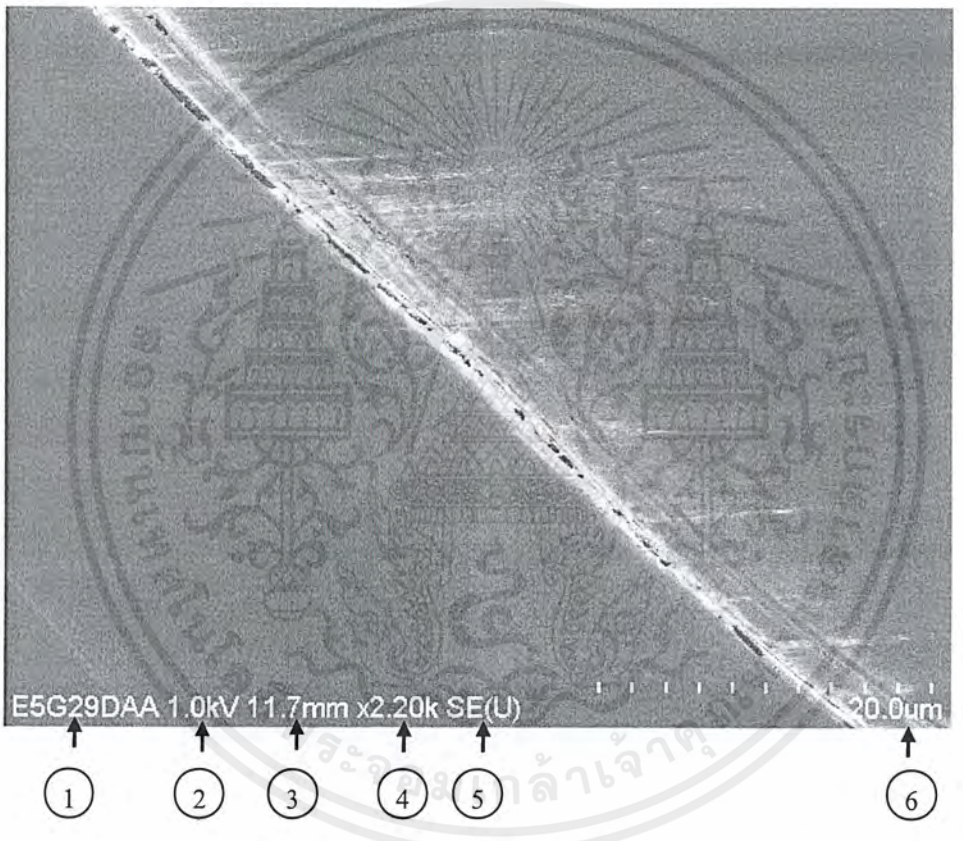
n คือ จำนวนของคุณลักษณะสำคัญที่อยู่ในเวกเตอร์ของคุณลักษณะเด่น

การวัดระยะแบบยูคลิดสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเปรียบเทียบว่ารูปภาพรอยตำหนิบนพื้นผิวฮาร์ดดิสก์ที่อยู่ในคลังข้อมูลแต่ละรูปมีลักษณะที่เหมือนกับรูปภาพตัวอย่างมากน้อยเพียงใด เพราะในการตรวจจับเส้นโดยใช้เทคนิคฮัฟทรานส์ฟอร์มที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น(3.3.1) บางครั้งอาจตรวจจับได้เส้นที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น ความยาว หรือทิศทางของเส้นคล้ายกัน แต่แท้จริงแล้วอาจเกิดจากสาเหตุที่แตกต่างกัน การวัดระยะทางแบบยูคลิดนี้จึงช่วยให้สามารถแยกแยะความเหมือนของเส้นบนรูปภาพตัวอย่างได้ และช่วยลดความผิดพลาดในการหาสาเหตุรอยตำหนิได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การรู้จำอักขระทางภาพ(Character Recognition)

การรู้จำอักขระทางภาพเป็นสาขาหนึ่งในการรู้จำแบบปัญญาประดิษฐ์และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อแปลภาพของข้อความจากการเขียนหรือจากการพิมพ์ ไปเป็นข้อความที่สามารถแก้ไขได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยในที่นี้การที่เราจะวิเคราะห์รอยขีดข่วนบนภาพตัวอย่างได้นั้น จำเป็นต้องรู้ความหมายและข้อความที่อยู่บนภาพที่ถูกพิมพ์จากกล้องจุลทรรศน์ โดยรายละเอียดที่อยู่บนรูปภาพตัวอย่างที่ถูกถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์มีความหมาย ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างรูปภาพรอยตำหนิบนพื้นผิวจานฮาร์ดดิสก์

1) ชื่อของตัวอย่างรูปภาพ
2) ปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการยิงอิเล็กตรอนลงไปบนพื้นผิวจานบันทึกข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ (Accelerating Voltage)
3) ระยะในการพิจารณา (Working Distance)
4) อัตรากำลังขยาย (Magnification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ชนิดของตัวตรวจจับอิเล็กตรอนที่สะท้อนกลับมายังตัวรับของกล้องจุลทรรศน์ (Type of Detector)

6) มาตราส่วนภาพ (Scale)

ในการพัฒนาระบบนี้ ได้ให้ความสนใจกับอัตรการซูมและสเกลภาพเป็นหลักโดย

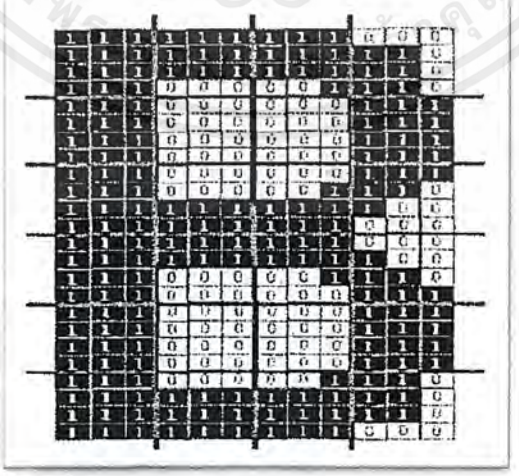
สเกลภาพ คือ ผลต่างระหว่างสเกลแนวตั้งตั้งแต่ขีดแรกกับขีดสุดท้าย มีหน่วยเป็นพิกเซล

อัตราการซูม คือ อัตราการซูมของเลนส์ ณ เวลาที่กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดถ่ายภาพ

3.5.1 วิธีทางการเข้าคู่รูปแบบ (Template Matching)

เป็นวิธีการที่มีหลักการโดยทั่วไปคือ จะต้องมีรูปแบบ (template) ที่สร้างขึ้นมาสำหรับอ่านตัวอักษร โดยมีการกำหนดตำแหน่งสำคัญที่สามารถใช้แยกแยะความแตกต่างระหว่างตัวอักษรแต่ละตัว เวลาทำงานก็ให้นำรูปภาพที่ต้องการอ่านไปทาบบนแบบเพื่อวัดความคล้ายคลึงกันของภาพกับตัวแบบ จากนั้นก็ระบุว่าเป็นรหัสตัวอักษรอะไร โดยใช้ค่าผ่านระดับหรือวิธีการบางอย่างในการตัดสิน วิธีการนี้จะค่อนข้างอ่อนไหวต่อข้อมูลแทรกซ้อน ขนาด และการเอียงของตัวอักษร จึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนการปรับแต่งข้อมูลที่ดี นอกจากนั้นขั้นตอนการเปรียบเทียบก็ไม่ใช่ว่าสามารถเทียบกันแบบจุดต่อจุดได้ เพราะในทางปฏิบัติตัวอักษรที่ส่งเข้าสามารถมีความแปรปรวนได้หลายรูปแบบ ดังนั้นวิธีการเทียบก็ต้องมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะรองรับกับปัญหาดังกล่าวได้

Template matching เป็นการใช้ matrix ที่มีค่า 0 หรือ 1 โดยนำมาใช้ในการเก็บลักษณะของตัวอักขระแต่ละตัว เพื่อนำไปใช้การเปรียบเทียบกับภาพที่ได้มา โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบโดยการ XOR ณ ตำแหน่งเดียวกันบนภาพตัวอย่างและภาพที่นำมาเปรียบเทียบ แล้วหาผลรวมของค่า เพื่อหาค่าที่ใกล้เคียงซึ่งแสดงดังภาพ



รูปที่ 3.6 ภาพการทำ Template Matching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

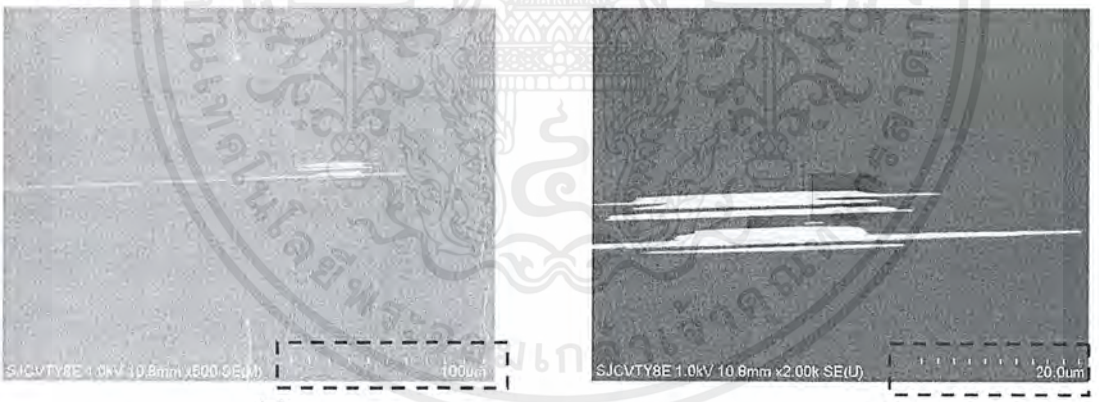
บทที่ 4
ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึม

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีที่ได้นำเสนอแล้วในบทที่ 3 โดยได้แสดงขั้นตอนการออกแบบและทดลองอัลกอริทึมที่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบ เพื่อให้ได้ระบบค้นคืนรูปภาพโดยเนื้อหาจากตัวอย่างภาพที่สามารถใช้งานได้จริง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

4.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้น (Preprocessing)

4.1.1 การปรับมาตรส่วนของภาพ

มาตราส่วน (Scale) คือ อัตราส่วนระหว่างขนาดบนภาพถ่ายเมื่อเทียบกับขนาดของรอยตำหนิจริงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวฮาร์ดดิสก์ แต่เนื่องจากการถ่ายภาพรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในหนึ่งรอยจะมีการถ่ายในรูปแบบและกำลังขยายที่ต่างกัน ซึ่งส่งผลให้แต่ละภาพมีมาตราส่วนที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นเพื่อให้การประมวลผลภาพเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการปรับภาพของรอยตำหนิให้มีมาตราส่วนเดียวกัน



(ก) (ข)

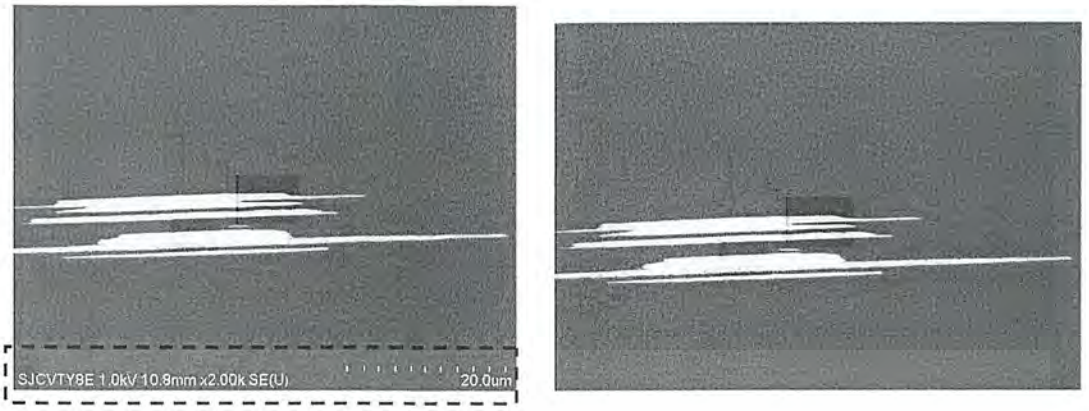
รูปที่ 4.1 ภาพถ่ายรอยตำหนิที่มีมาตราส่วนที่ต่างกัน

4.1.2 การตัดภาพ

เนื่องจากภาพของรอยตำหนิที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (SEM)ประกอบด้วยส่วนของรูปรอยตำหนิ และตัวอักษรที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของภาพนั้น คือ ชื่อของตัวอย่างรูปภาพ, ปริมาณของกระแสไฟฟ้า, ระยะในการพิจารณา(Working Distance), อัตรากำลังขยาย,ชนิดของตัวตรวจจับอิเลคตรอน และมาตรส่วนภาพ ดังนั้นก่อนการประมวลผลภาพ ต้องกำจัดส่วนของข้อมูลต่างๆออกให้หมดด้วยการตัดภาพ (Crop Image)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง



(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการตัดภาพเพื่อกำจัดตัวอักษรใต้ภาพ

อัลกอริทึมที่ใช้ในการดึง สเกลและอัตราการซูม จากรูปภาพ เพื่อเตรียมภาพไว้ใช้วิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไปนั้น สามารถสรุปอัลกอริทึมที่ได้จากการศึกษาและทดลองใช้งานในการทำงานดังกล่าว โดยการแสดงออกมาในรูปแบบของ Pseudo code เพื่อช่วยในการแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาและช่วยในการอธิบายได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ดังนี้

4.1.3 การดึง สเกลและอัตราการซูม จากรูปภาพ

Function Main

1. ทำการอ่านไฟล์ภาพขึ้นมา
2. ทำการค้นหาตำแหน่งของส่วนที่เป็นตัวอักษรและแถบขีด Function F1(ไฟล์ภาพ)
3. ทำการหาระยะห่างระหว่างแต่ละขีด Function F2(ไฟล์ภาพ,ตำแหน่งของแถบขีด)n
4. ทำการ ตัด ภาพให้เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นตัวอักษร
5. แปลงภาพจาก gray image เป็น black and white image
6. ทำการค้นหาตำแหน่งของตัวอักษรแต่ละตัว Function F3(ภาพแถบส่วนที่เป็นตัวอักษร)
7. นำตำแหน่งของตัวอักษรแต่ละตัวมาใช้ในการ ตัด ภาพตัวอักษรแต่ละตัว
8. นำไปเปรียบเทียบกับ รูปแบบ(template) ที่ได้สร้างไว้ Function F4(ภาพตัวอักษร)
9. นำตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบแต่ละตัวมาเรียงต่อกันเป็นสตริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
06587

10. ทำการแปลงข้อความเป็นตัวเลข Function F5(สตริง)
11. ทำการหาค่าสเกลจาก อัตราการซูม / ระยะห่างระหว่างขีดแรกถึงขีดสุดท้าย

Function F1 (Input: ไฟล์ภาพ) ค้นหาตำแหน่งของส่วนที่เป็นตัวอักษรและแถบขีด

1. หาความกว้างความสูงจากภาพ
2. หาความถี่ของจุดสีขาวในแนวแถวหรือแกน x (จุดสีขาวคือส่วนที่เป็นข้อความและแถบขีด)
3. ทำการไล่จากล่างขึ้นบน เพื่อดูค่าความถี่ในแถวหรือแนวแกน x ถ้า ความถี่ > threshold แสดงว่าเป็นส่วนล่างของข้อความ ทำการจัดเก็บตำแหน่งล่างข้อความ
4. ทำการไล่ขึ้นไปเรื่อยๆจนพบความถี่ว่าเป็น 0 แสดงว่าเป็นส่วนบนของข้อความ ทำการจัดเก็บตำแหน่งบนข้อความ
5. ทำการไล่ขึ้นไปเรื่อยๆ เพื่อดูค่าความถี่อีกครั้ง เพื่อหาส่วนล่างของแถบขีด ทำการจัดเก็บตำแหน่งล่างของแถบขีด
6. ทำการไล่ขึ้นไปเรื่อยๆ จนพบความถี่เป็น 0 แสดงว่าเป็นส่วนบนของแถบข้อความ ทำการจัดเก็บตำแหน่งบนของแถบขีด

Function F2 (Input: ไฟล์ภาพ, ตำแหน่งของแถบขีด) หาระยะความห่างระหว่างขีด

1. ทำการ crop ภาพโดยใช้ตำแหน่งของแถบขีด ให้เหลือเฉพาะส่วนของขีด
2. หาค่าความถี่ของจุดสีขาวในแนวคอลัมน์หรือ แกน y
3. ทำการไล่จากซ้ายไปขวาเพื่อหาขีดจากความถี่ เมื่อเจอจะทำการจัดเก็บตำแหน่งไว้

Function F3 (Input: ภาพแถบส่วนที่เป็นตัวอักษร) ค้นหาตำแหน่งตัวอักษรแต่ละตัว

1. ทำการ crop ภาพ ให้เหลือเฉพาะส่วนของตัวเลขอัตราการซูม
2. หาค่าเฉลี่ยในแนวแกน y
3. ทำการหาตำแหน่งเริ่มต้นของตัวอักษร โดยถ้าค่าเฉลี่ยมีค่า >= 0.5 จะเป็นตำแหน่งเริ่มต้นตัวอักษร
4. ทำการหาตำแหน่งสิ้นสุดของตัวอักษร โดยถ้าค่าเฉลี่ยมีค่า < 0.5 จะเป็นตำแหน่งสิ้นสุดของตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จะเก็บตำแหน่งเริ่มต้น,สิ้นสุดของตัวอักษรแต่ละตัว

Function F4 (Input: ภาพตัวอักษร) ทำการเปรียบเทียบตัวอักษรกับ template ที่ได้สร้างไว้

ข้อมูลใน Template ประกอบด้วยตัวเลข 0 ถึง 9 เครื่องหมายมหัพภาค (.) และอักขระ m อักขระ n และอักขระ u รวมทั้งหมด 14 อักขระทางภาพ ดังแสดงในรูป

รูปที่ 4.3 ภาพอักขระที่ใช้ทำ Template Matching เรียงตาม ASCII Code

1. นำภาพตัวอักษรที่นำมาเปรียบเทียบทำการปรับขนาดให้มีขนาดเท่ากับ รูปแบบ (template) ที่จะทำการเปรียบเทียบ
2. นำภาพตัวอักษรมาเปรียบเทียบกับตัวอักษรใน รูปแบบ(template) ทีละตัว โดย นำแต่ละพิกเซลมาทำการ XOR กัน ซึ่งในส่วนที่เหมือนกันจะได้ค่าเป็น 0 แต่ถ้าแตกต่างกันจะได้ค่าเป็น 1 แล้วทำการรวมค่าทั้งหมด แล้วทำการบันทึกข้อมูล ทำอย่างนี้ในทุกๆ template
3. นำข้อมูลทั้งหมดมาหาค่าที่น้อยที่สุด ซึ่งก็คือ รูปแบบ(template) ที่ใกล้เคียงภาพที่นำมาเปรียบเทียบมากที่สุด
4. แล้วนำแต่ละตัวมาประกอบกันเป็นสตริงหรือชุดข้อความ

Function F5 (Input: String) แปลงข้อความเป็นตัวเลข

1. ทำการตัดใส่ส่วนของหน่วยออกให้เหลือเพียงตัวเลข
2. ทำการนำตัวเลขแต่ละตัวมา – 48 ซึ่งก็คือ ค่า ASCII Code ของ Character แต่ละตัว จะได้เป็นค่าจริงๆ ของตัวเลขนั้น
3. ทำการ Sum(ตัวเลข คูณ (10 ยกกำลัง เลขตำแหน่งของตัวเลขนับจากซ้ายไปขวา - 1))

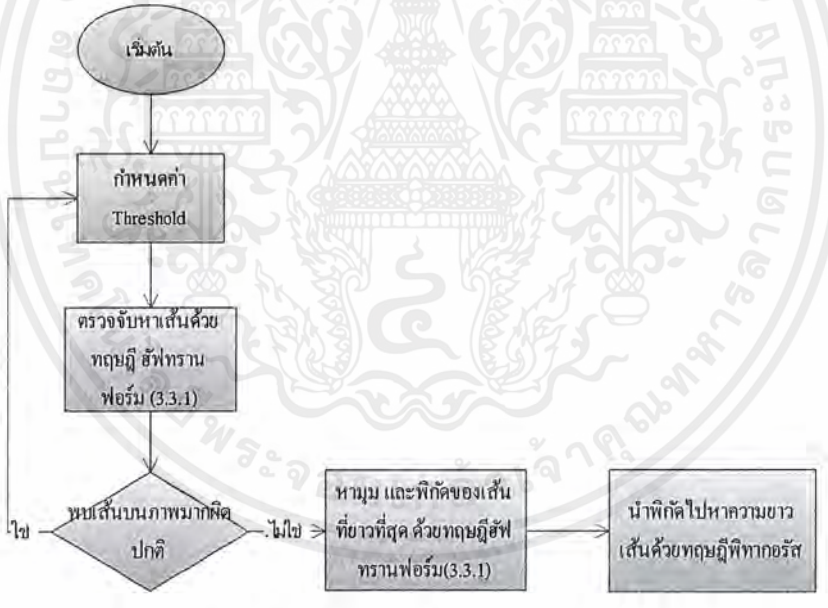
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การดึงคุณลักษณะสำคัญของรูปภาพ

หลังจากการประมวลผลภาพเบื้องต้นแล้ว สิ่งที่จำเป็นคือการทำให้รูปภาพตัวอย่างที่เราต้องการที่จะค้นคืนเพื่อหารอยตำหนิบนผิวจานฮาร์ดดิสก์นั้นพร้อมที่จะนำมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่าในภาพตัวอย่างนั้นมีเส้นหรือรอยขีดข่วนบนภาพหรือไม่ เพื่อนำคุณลักษณะของภาพที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความคล้ายกับรูปภาพในฐานข้อมูลได้ตามต้องการ ซึ่งเทคนิคที่ใช้ในการตรวจจับหาเส้น จำนวนเส้น ความยาวของเส้น และมุมของเส้นซึ่งล้วนเป็นคุณลักษณะที่สำคัญในการนำมาเปรียบเทียบนั้น สามารถใช้เทคนิคฮัฟทรานฟอม (Hough Transform) ที่ได้นำเสนอมาแล้ว (3.3.1) มาช่วยในการดึงคุณลักษณะของภาพที่ต้องการ โดยขั้นตอนการดึงคุณลักษณะสำคัญของรูปภาพ สามารถทำได้ดังนี้

4.2.1 การหารอยตำหนิที่เป็นเส้นบนภาพ

จากทฤษฎี ฮัฟทรานฟอมสามารถหาคุณลักษณะบนภาพได้กระบวนการดังรูปที่ 4.4 จากนั้นจะทำให้ได้ มุมของเส้น และความยาวของเส้นที่ยาวที่สุดได้ตามที่ต้องการ เพื่อนำคุณลักษณะที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบหาความคล้ายคลึงของภาพได้ต่อไป



รูปที่ 4.4 ผังงานของการหาคุณลักษณะบนภาพที่เป็นเส้น

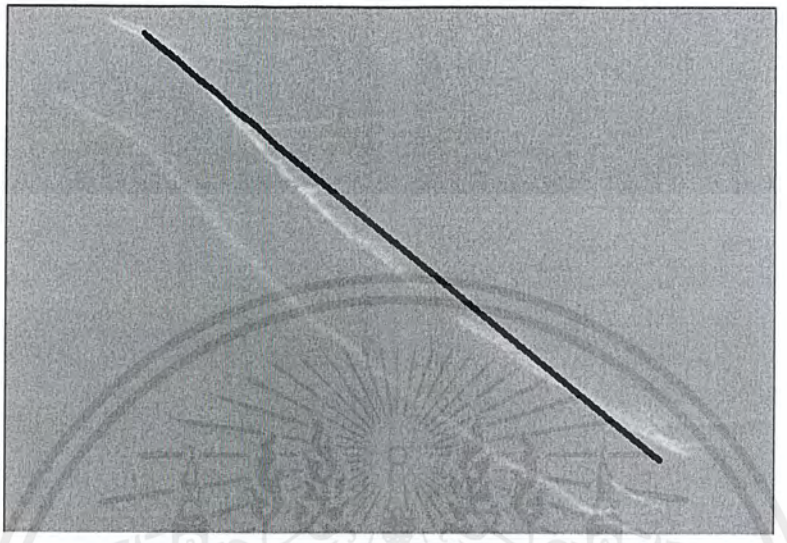
4.2.2 การแยกภาพตัวอย่างที่เป็นเส้นและลวดลาย(Texture)

ในการพัฒนาระบบ เนื่องจากรอยตำหนิบนฮาร์ดดิสก์ที่พบมี 2 ลักษณะคือ 1. รอยตำหนิที่เป็นเส้น และ 2. รอยตำหนิที่เป็นลวดลาย (Texture) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ระบบจะสามารถแยกรอยตำหนิทั้งสองแบบออกจากกันได้ เนื่องจากข้อมูลของรอยตำหนิมีคุณลักษณะที่

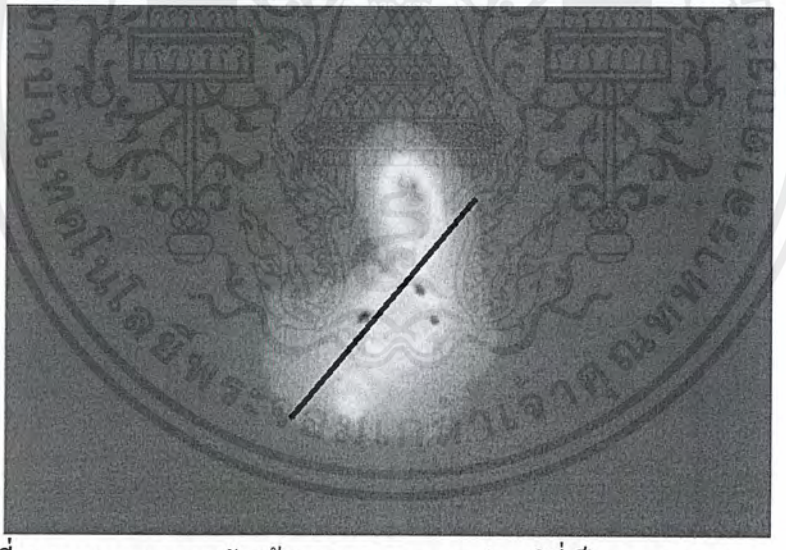
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกัน การเก็บข้อมูลลงคลังข้อมูล จำเป็นต้องใช้ฐานข้อมูลคนละตาราง จึงได้มีการพัฒนาระบบเพื่อให้สามารถตรวจจับได้ว่าภาพที่ผู้ใช้เลือกเป็นเส้นหรือไม่ ดังนี้

1. นำภาพตัวอย่างที่ต้องการแยกแยะ มาทำการตรวจจับเส้นดังรูปที่ 4.5 และ 4.6



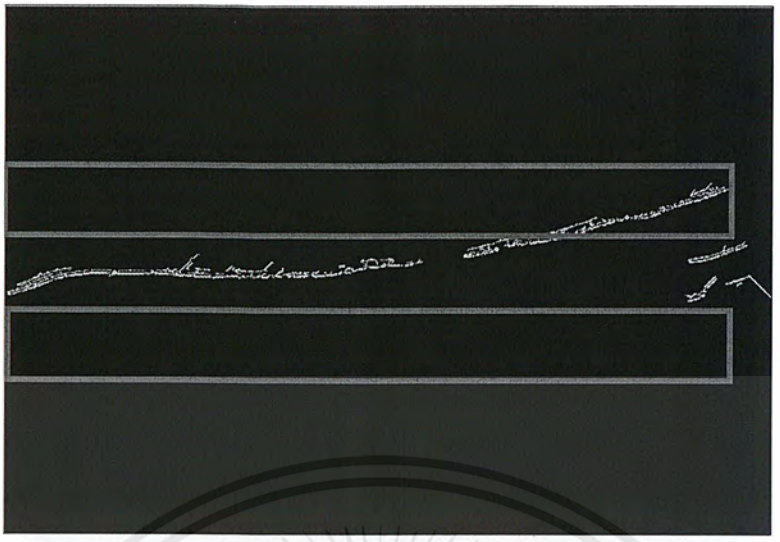
รูปที่ 4.5 ภาพการตรวจจับเส้นตรงบนภาพรอยตำหนิที่เป็นเส้น



รูปที่ 4.6 ภาพการตรวจจับเส้นตรงบนภาพรอยตำหนิที่เป็นลวดลาย (texture)

1. ทำการหมุนภาพให้อยู่ในระดับ 180 องศา
2. หาพิกัดจุดปลายเส้นตรงที่ตรวจจับได้ทั้ง 2 ด้าน
3. ลากเส้นบริเวณพิกัดจุดปลายเส้นตรงโดยบวกและลบค่า y ประมาณ 40 พิกเซล ดังรูปที่ 4.7 และ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ภาพการลากเส้นพิกัดจุดปลายบนภาพรอยตำหนิที่เป็นเส้น

รูปที่ 4.8 ภาพการลากเส้นพิกัดจุดปลายบนภาพรอยตำหนิที่เป็นลวดลาย (texture)

4. ทำการนับจำนวนพิกเซลส่วนที่เป็นสีดำ และนับจำนวนพิกเซลช่องทั้งหมด ในส่วนที่เป็นกรอบสีแดง

5. แล้วนำมาเข้าสูตร จำนวนช่องที่เป็นสีดำหารด้วยจำนวนช่องทั้งหมด

6. ถ้าเป็น ลวดลาย(Texture) จะได้ค่าต่ำกว่า 55 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวัดความคล้ายคลึงของรูปภาพ

นำคุณลักษณะของรูปภาพที่ได้จากการหาในขั้นตอนข้างต้นมาวัดหาความคล้ายคลึง โดยใช้วิธีการวัดระยะแบบยูคลิด (Euclidean Distance) เพื่อให้ได้ภาพที่มีลักษณะใกล้เคียงกับภาพตัวอย่างที่ต้องการใช้ในการค้นหา ซึ่งสามารถใช้คุณลักษณะของรูปภาพมาใช้ในการวัดความคล้ายคลึงได้ โดยใช้คุณลักษณะในส่วนของ ความยาวเส้นที่ยาวที่สุด และ มุมของเส้นที่ยาวที่สุดมาใช้ในการคำนวณและเปรียบเทียบ โดยสามารถวัดความคล้ายคลึงของรูปภาพด้วยวิธีดังนี้

1. นำคุณลักษณะของภาพในส่วนของ มุม และ ความยาวของเส้นที่หาได้ใน 4.2.1มาทำการคำนวนด้วยสมการ

$$\sqrt{\left(\frac{x_1 - x_0}{x_1 + x_0}\right)^2 + \left(\frac{y_1 - y_0}{y_1 + y_0}\right)^2} \qquad (4.1)$$

โดย x_0 คือ มุมของเส้นในภาพฐานข้อมูล

x_1 คือ มุมของเส้นภาพตัวอย่าง

y_0 คือ ความยาวของเส้นในภาพฐานข้อมูล

y_1 คือ ความยาวของเส้นภาพตัวอย่าง

ค่าที่ได้จากการคำนวนในสมการ ถ้ามีค่า = 0 แสดงว่าภาพที่นำมาเปรียบเทียบมีความคล้ายคลึงกัน 100 % และหากความคล้ายคลึงน้อยลงเท่าใด ค่าที่ได้จากสมการก็จะมากขึ้นเท่านั้น

2. หากต้องการวัดความคล้ายคลึงในส่วนของคุณลักษณะความยาวเส้น จำเป็นต้องนำความยาวเส้นมาคูณกับมาตราส่วนของภาพ เพื่อให้ได้ความยาวขนาดจริงของภาพออกมา จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูลตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาของโครงการรวมถึงการออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อให้ได้ระบบที่สามารถค้นคืนรูปภาพที่คล้ายคลึงกับภาพตัวอย่างเพื่อช่วยลดเวลาการทำงานของผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยรอยตำหนิบนฮาร์ดดิสก์ที่เป็นเส้นได้ นอกจากนี้ยังแสดงผลการทำงานโดยรวมของระบบ

5.1 วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไขระบบงานเดิม

5.1.1 วิเคราะห์ปัญหาของระบบงานเดิม

จากระบบงานเดิม ข้อมูลรอยตำหนิที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วต่างๆถูกเก็บอยู่ในโปรแกรมที่มีลักษณะเป็นโดมิโน เมื่อผู้เชี่ยวชาญต้องการตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวจานฮาร์ดดิกส์จะทำการค้นรายการข้อมูลรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วที่มีอยู่ เพื่อนำมาเปรียบเทียบว่าภาพที่ต้องการวินิจฉัยคล้ายคลึงกับภาพใดในรายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉันแล้ว แต่ในการค้นหารายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วในปัจจุบันนั้น ผู้เชี่ยวชาญจำเป็นต้องไล่ค้นหาข้อมูลทีละเคส เพื่อนำมาเปรียบเทียบทีละเคส เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้เก็บข้อมูลมีลักษณะคล้ายอีเมลล์ ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการวินิจฉัย และเป็นผลให้การแก้ไขในกระบวนการผลิตเกิดความล่าช้า ส่งผลต่อผู้บริโภคและความน่าเชื่อถือของบริษัท

5.1.2 แนวทางการแก้ไข

แนวทางในการแก้ปัญหาดังที่กล่าวไป คือ การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยเหลือผู้เชี่ยวชาญในการจัดเก็บและค้นคืนรูปภาพรอยตำหนิในฐานข้อมูล ซึ่งระบบสารสนเทศที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้จะช่วยในส่วนของกระบวนการเปรียบเทียบภาพและข้อมูลจากรายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วกับรายการรูปภาพใหม่ เพื่อตรวจสอบดูว่า รายการรูปภาพใหม่ที่เกิดขึ้นน่าจะมีสาเหตุคล้ายกับรายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วใด ซึ่งหากกระบวนการวินิจฉัยเป็นเป็นไปด้วยความรวดเร็ว ก็จะส่งผลให้การแก้ไขในกระบวนการผลิตเกิดความรวดเร็วขึ้นเช่นกัน เกิดความพึงพอใจทั้งต่อผู้บริโภคและสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผู้ผลิต โดยความสามารถของระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมีดังนี้

1. เจ้าหน้าที่สามารถนำเข้าข้อมูลที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วลงฐานข้อมูลได้ โดยระบบจะทำการประมวลผลเพื่อดึงคุณลักษณะสำคัญของภาพที่ต้องการนำเข้าข้อมูลเพื่อให้เกิดความรวดเร็วขึ้นต่อการทำงาน เนื่องจากผู้ใช้ไม่ต้องกรอกข้อมูลเอง
2. ระบบสามารถทำการแยกระหว่างรอยตำหนิที่มีลักษณะเป็นเส้น และรอยตำหนิที่มีลักษณะเป็นลวดลายได้

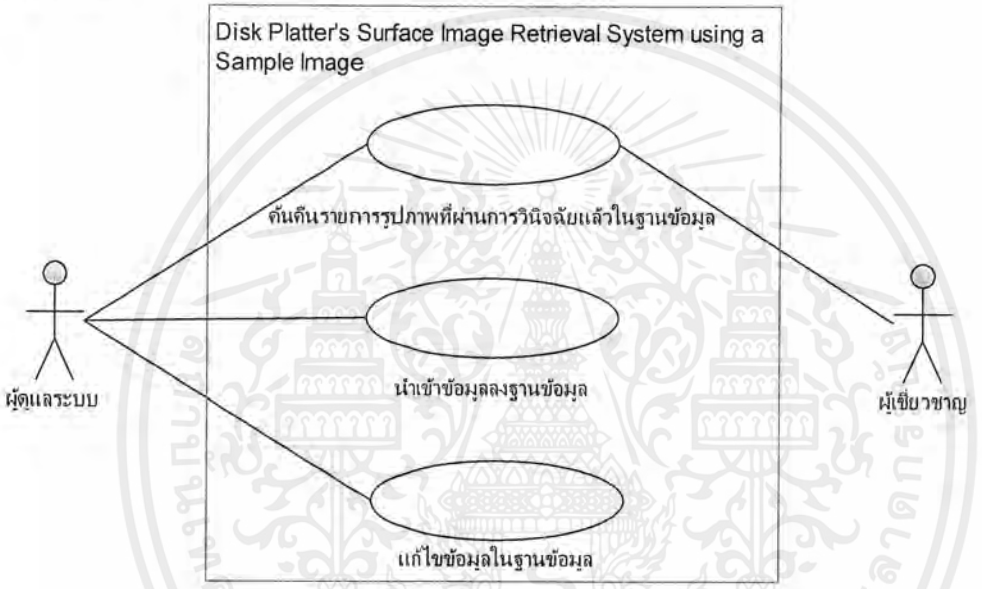
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ใช้สามารถค้นคืนรายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลได้ด้วยภาพตัวอย่างโดยในการค้นคืนนั้น สามารถเลือกคุณลักษณะของภาพที่ต้องการได้ว่าจะใช้คุณลักษณะส่วนใดของภาพในการเปรียบเทียบ เพื่อให้ตรงความต้องการของผู้ใช้

4. ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูล หรือลบข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลได้

5.2 แผนภาพยูสเคส

ฟังก์ชั่นหลักของระบบสารสนเทศนี้สามารถแสดงได้โดยใช้ยูสเคสไดอะแกรม ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบ

จากยูสเคสดังกล่าว ประกอบไปด้วยแอคเตอร์ 2 แอคเตอร์ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ผู้ดูแลระบบ เป็นแอคเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการใช้งานของระบบ ทั้งการนำข้อมูลเข้าลงฐานข้อมูล และทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล

2. ผู้เชี่ยวชาญ เป็นแอคเตอร์ที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ภาพตัวอย่างและค้นหาภาพในฐานข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกับภาพตัวอย่าง เพื่อให้สามารถนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหน้าที่และการทำงานของระบบ จากยูสเคสไดอะแกรมข้างต้นประกอบด้วยยูสเคสทั้งหมด 3 ตัว ดังนี้

1. ค้นคืนรายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วในฐานข้อมูล ทำหน้าที่ค้นหารูปภาพและข้อมูลรายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วที่อยู่ในฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบกับรายการรูปภาพใหม่ว่ามีส่วนคล้ายกับรายการรูปภาพไหน ด้วยการนำรูปภาพตัวอย่างมาใช้ในการค้นหาได้เลยโดยที่สามารถค้นหาโดยใช้คำค้นด้วยได้เช่นกัน

2. นำเข้าข้อมูลลงฐานข้อมูล หน้าที่นำเข้ารูปภาพโดยเมื่อกดเลือกรูปภาพที่ต้องการนำเข้าระบบเข้าไปลงฐานข้อมูล ระบบจะสามารถประมวลผลเพื่อหาคุณลักษณะที่สำคัญของภาพขึ้นมาได้โดยอัตโนมัติ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกรอกลงไปเอง เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

3. แก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล หน้าที่แก้ไข หรือ ลบข้อมูลเคสเก่าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

5.3 คำอธิบายยูสเคส

สามารถอธิบายการทำงานของแต่ละยูสเคสได้ดังตารางที่ 5.1 -5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงคำอธิบายยูสเคสค้นคืนรายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วในฐานข้อมูล

Use Case Name: ค้นคืนรายการรูปภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วในฐานข้อมูล	ID: UC-01
Primary Actor: ผู้ดูแลระบบ, ผู้เชี่ยวชาญ	
Brief Description: อธิบายขั้นตอนการค้นคืนภาพและข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกับภาพตัวอย่างในฐานข้อมูล	
Pre condition: -	
Post condition: ระบบแสดงภาพและข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกับภาพตัวอย่างทางหน้าจอ	
Trigger: ผู้ใช้ต้องการค้นคืนข้อมูลในฐานข้อมูล	
Relationships: Association: - Include: - Extend: - Generalization: -	
Normal Flow of Events: 1.เลือกรูปภาพที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบกับภาพในฐานข้อมูล 2. ระบบทำการดึงคุณลักษณะของรูปภาพและแสดงสู่หน้าจอ 2.ป้อนข้อมูลในส่วนของ Search by 3. กดปุ่ม Search now 4. ระบบทำการนำคุณลักษณะและข้อมูลในส่วนของ Search by ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูล แล้วแสดงรูปภาพที่คล้ายคลึงกับรูปภาพตัวอย่างสู่หน้าจอ	
Alternate/Exceptional Flows: -	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงคำอธิบายยูสเคสนำเข้าข้อมูลลงฐานข้อมูล

Use Case Name: นำเข้าข้อมูลลงฐานข้อมูล	ID: UC-02
Primary Actor: ผู้ดูแลระบบ	
Brief Description: อธิบายขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลลงฐานข้อมูล	
Pre condition: -	
Post condition:	
Trigger: ผู้ใช้ต้องการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล	
Relationships: Association: - Include: - Extend: - Generalization: -	
Normal Flow of Events: 1. เลือกรูปภาพตัวอย่าง 2. ระบบดึงคุณลักษณะของภาพแสดงออกมาต่อผู้ใช้ 3. ผู้ใช้กรอกข้อมูลรายละเอียดของภาพ 4. กดปุ่มบันทึกลงฐานข้อมูล 5. ตรวจสอบว่าเคยบันทึกลงฐานข้อมูลแล้วหรือไม่ 6. บันทึกลงฐานข้อมูล	
Alternate/Exceptional Flows: 5.1 ข้อมูลยังไม่เคยถูกบันทึกลงฐานข้อมูล ทำข้อ 6 5.2 ข้อมูลเคยบันทึกลงฐานข้อมูลแล้ว ระบบแจ้งข้อผิดพลาด และกลับไปทำข้อ 1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงคำอธิบายยูสเคสแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล

Use Case Name: แก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล	ID: UC-03
Primary Actor: ผู้ดูแลระบบ	
Brief Description: อธิบายขั้นตอนการแก้ไขข้อมูล	
Pre condition: ผู้ใช้ได้ทำการค้นคืนรายการรูปภาพโดยใช้ยูสเคส UC-01	
Post condition:	
Trigger: ผู้ใช้ต้องการแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล	
Relationships: Association: - Include: - Extend: - Generalization: -	
Normal Flow of Events: 1. เลือกรูปภาพที่ต้องการแก้ไขรายการรูปภาพ 2. เลือกเมนู 2.1 กดปุ่ม Edit 2.1.1 ระบบแสดงรายการข้อมูลของรูปภาพที่ถูกเลือก 2.1.2 แก้ไขข้อมูลที่ต้องการ 2.1.3 กดปุ่ม Done 2.1.4 ข้อมูลในฐานข้อมูลถูกแก้ไข 2.2 กดปุ่ม Delete 2.2.1 ระบบแสดงข้อความเตือน 2.2.2 ระบบทำการลบข้อมูลในฐานข้อมูล	
Alternate/Exceptional Flows: 2.2.1.1 ถ้าผู้ใช้ยืนยันที่จะลบข้อมูล จะทำข้อ 2.2.2 2.2.1.2 ถ้าผู้ใช้ไม่ยืนยันที่จะลบข้อมูล จะกลับไปทำข้อ 1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ฐานข้อมูล

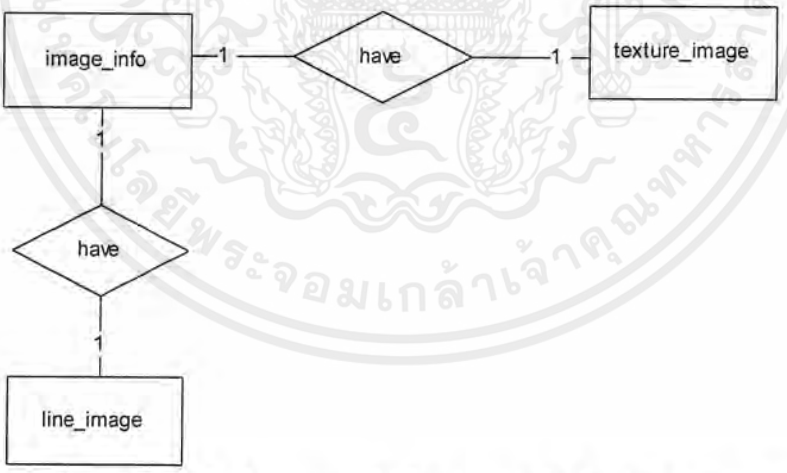
การออกแบบและพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับการค้นคืนรอยตำหนิด้วยภาพนี้ ได้ออกแบบเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relation Database) โดยอาศัยแผนภาพฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Entity Relation Diagram) มาช่วยในการออกแบบ ซึ่งในการพัฒนาระบบนี้ประกอบด้วยส่วนของการแยกรอยตำหนิระหว่างภาพที่เป็นเส้น และภาพที่เป็นรอยหลุม ดังนั้นในฐานข้อมูลจึงประกอบไปด้วย 3 ตาราง คือ ตารางฐานข้อมูลภาพที่เป็นเส้นและข้อมูลภาพที่เป็นลวดลาย ซึ่งใช้ร่วมกันกับตารางแยกคุณลักษณะระหว่างภาพที่เป็นเส้นกับภาพที่เป็นลวดลาย

5.4.1 แผนภาพฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

แผนภาพฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เป็นเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการออกแบบ เพื่ออธิบายข้อมูลต่างๆ ในรูปแบบของเอนทิตีและความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีเหล่านั้น

จากการวิเคราะห์รูปแบบการทำงานของระบบเพื่อการค้นคืนรูปภาพรอยตำหนิบนฮาร์ดดิสก์ที่เป็นเส้น ทำให้สามารถออกแบบฐานข้อมูลได้ดังรูปที่ 5.2 ซึ่งประกอบด้วยตารางสำหรับใช้จัดเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. ตาราง image_info จัดเก็บข้อมูลรายละเอียดทั่วไปบนภาพ
2. ตาราง line_image จัดเก็บข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะของภาพที่เป็นเส้น
3. ตาราง texture_image จัดเก็บข้อมูลที่เป็นคุณลักษณะของภาพที่เป็นลวดลาย



รูปที่ 5.2 แสดงฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ของระบบค้นคืนภาพจากตัวอย่างภาพสำหรับการวินิจฉัยความเสียหายของผิวจานแม่เหล็กโดยใช้คุณลักษณะของรอยขีดข่วน

ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง line_image กับตาราง image_info เป็นแบบ one-to-one คือ รูปภาพที่มีลักษณะรอยขีดข่วนที่เป็นเส้นจะมีข้อมูลรายละเอียดทั่วไปบนภาพ 1 ข้อมูล

ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง texture_image กับตาราง image_info เป็นแบบ one-to-one คือ รูปภาพที่มีลักษณะรอยขีดข่วนที่เป็นลวดลายจะมีข้อมูลรายละเอียดทั่วไปบนภาพ 1 ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 พจนานุกรมข้อมูล

พจนานุกรมข้อมูลตาราง image มีรายละเอียดดังตารางที่ 5.4 ถึงตารางที่ 5.6 ดังนี้

ตารางที่ 5.4 พจนานุกรมข้อมูลตาราง info_image

ชื่อแอตทริบิวต์	คำอธิบายชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดของข้อมูล	ความยาวของข้อมูล	คีย์	FK อ้างอิงกับตาราง
Serial	ชื่อภาพ	Varchar	30	PK	
Type	ชนิดของตัวตรวจจับอิเลคตรอน	Varchar	10	PK	
Zoom	กำลังขยายของภาพ	float		PK	
Scale	อัตราส่วนของภาพ	float			
Path	แหล่งที่เก็บภาพในฐานข้อมูล	Varchar	300	PK	
Flag_line	เช็คว่าเป็นเส้นหรือไม่	Integer	11		
Flag_texture	เช็คว่าเป็นรอยหรือไม่	Integer	11		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 พจนานุกรมข้อมูลตาราง line_image

ชื่อแอตทริบิวต์	คำอธิบายชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดของข้อมูล	ความยาวของข้อมูล	คีย์	FK อ้างอิงกับตาราง
Path	แหล่งที่เก็บภาพในฐานข้อมูล	Varchar	300	PK	
Theta	มุมของเส้น	float	1		
Line	จำนวนของเส้นที่มีบนภาพ	float			
Length	ความยาวของเส้นบนภาพ	float			
Detail	รายละเอียดของสาเหตุที่ทำให้เกิดเส้นบนภาพ	Varchar	300		

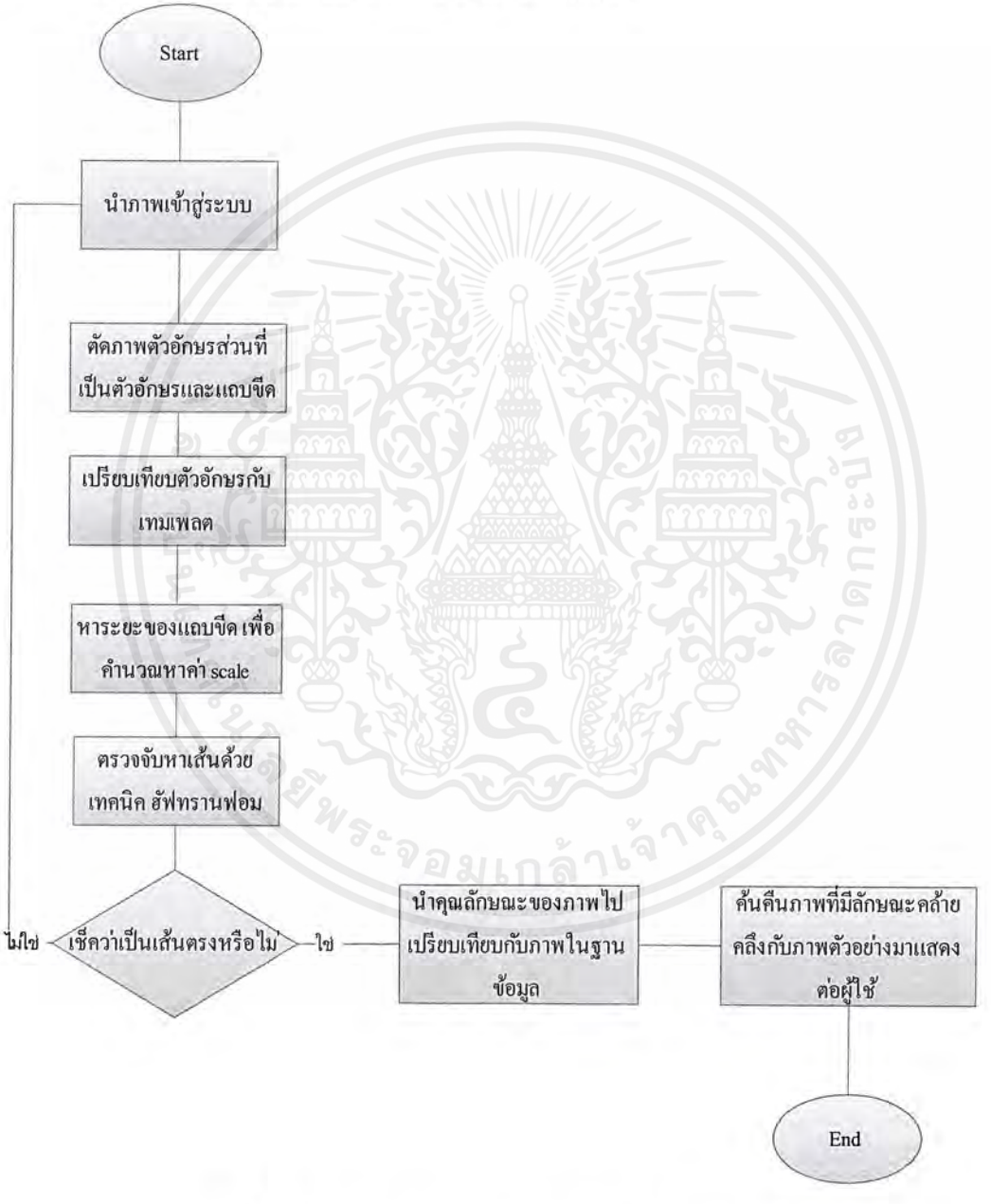
ตารางที่ 5.6 พจนานุกรมข้อมูลตาราง texture_image

ชื่อแอตทริบิวต์	คำอธิบายชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดของข้อมูล	ความยาวของข้อมูล	คีย์	FK อ้างอิงกับตาราง
path	แหล่งที่เก็บภาพในฐานข้อมูล	Varchar	300	PK	
texture	ค่าคุณลักษณะของพื้นผิว	float	1		
roundness	ค่าคุณลักษณะความโค้งมน	float			
elongation	ค่าคุณลักษณะอัตราการยืดตัว	float			
Detail	รายละเอียดของสาเหตุที่ทำให้เกิดเส้นบนภาพ	Varchar	500		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การพัฒนาระบบ

ในส่วนของการพัฒนาระบบนี้ จะเป็นขั้นตอนในการนำผลจากการศึกษาและออกแบบในส่วนต่างๆดังที่ได้กล่าวมาแล้วมาทำการรวมและพัฒนาเพื่อให้ได้ระบบที่สามารถใช้งานได้ และมีประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งในการพัฒนาใช้ภาษา C++ ในการพัฒนาและเขียนลงบนโปรแกรม Visual C++ โดยมีไลบารี่ OpenCV เป็นตัวช่วยในการพัฒนาในครั้งนี้ เพื่อให้การทำงานเกิดความง่ายขึ้น โดยสามารถแสดง Flowchart การพัฒนาระบบได้ดังนี้



รูปที่ 5.3 Flowchart แสดงกระบวนการพัฒนาการค้นคืนรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 หน้าต่างส่วนติดต่อผู้ใช้

หน้าต่างส่วนติดต่อผู้ใช้มีทั้งหมด 2 หน้า ดังนี้

5.6.1 หน้านำเข้าภาพที่ผ่านการวินิจฉัยข้อมูลแล้ว

หน้าเพิ่มเคสใช้สำหรับนำเข้าข้อมูลภาพและคุณลักษณะของภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้ว ทำให้ทราบว่ารอยตำหนิบนภาพเกิดจากสาเหตุใด โดยเมื่อเลือกรูปภาพ ระบบจะสามารถประมวลผลเพื่อแสดงคุณลักษณะของภาพที่ต้องการนำเข้าได้ทันที เช่น ความยาวของเส้น มุมของเส้น จำนวนเส้นบนภาพ เป็นต้น โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกรอกเอง เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน และลดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูลได้มากขึ้น โดยหน้าต่างเป็นดังแสดงในรูปที่ 5.3

5.6.2 หน้าค้นเคสเก่าที่มีลักษณะคล้ายกับภาพตัวอย่าง

ในหน้านี้จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนของการเลือกรูปภาพตัวอย่างที่ต้องการค้นหา โดยเมื่อทำการเลือกรูปภาพแล้ว ระบบสามารถคัดเลือกรูปภาพหรือเคสเก่าในฐานข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกับภาพตัวอย่างออกมาแสดงผลได้ ซึ่งในขณะที่ยังไม่มีการเลือกรูปภาพ ปุ่ม zoom จะยังไม่สามารถทำการกดได้ จนกว่าจะได้ทำการเลือกรูปภาพที่ต้องการใช้ในการค้นหา ปุ่ม zoom จึงจะสามารถกดเพื่อโชว์รูปในขนาดต้นฉบับขึ้นมาให้ผู้ใช้ดูได้ ดังรูปที่ 5.6

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการค้นหาเคสเก่าในฐานข้อมูลโดยใช้คำค้น โดยผู้ใช้จะกรอกหรือไม่กรอกเพิ่มก็ได้ โดยส่วนที่สามารถกรอกได้จะมี ในส่วนของ

2.1 Search by เป็นส่วนของรายละเอียดคุณลักษณะของรูปภาพตัวอย่าง โดยเมื่อผู้ใช้เลือกรูปภาพตัวอย่าง ระบบจะทำการเช็คว่าเป็นเส้นหรือไม่ ถ้าเป็นเส้นจะเข้าในส่วนของ Line ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่า ต้องการจะค้นคืนภาพโดยใช้คุณลักษณะส่วนใดในการเปรียบเทียบ

Theta คือมุมของรูปภาพ

Max line คือ ความยาวของเส้นที่ยาวที่สุดที่เกิดขึ้นบนรูปภาพ

และผู้ใช้ยังสามารถกรอกเงื่อนไขในการค้นหาได้อีก ดังนี้

2.1.3 Serial กรอกเมื่อต้องการจะแก้ไข หรือ ลบข้อมูล โดยสามารถระบุ Serialของภาพในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้ภาพที่ต้องการจะแก้ไข

2.1.4 Type of detector กรอกเมื่อต้องการระบุว่าอยากให้ภาพที่จะโชว์ขึ้นมาในส่วน 3 นั้น เป็นภาพถ่ายชนิด SE(U) หรือ SE(M)

2.1.5 Zoom คืออัตราการซูมของภาพที่ทำให้เห็นภาพในระยใกล้หรือไกลตามขนาดอัตราการซูม โดยผู้ใช้สามารถเลือกอัตราการซูมของภาพที่ต้องการได้ ว่าต้องการให้ใกล้เคียงในอัตราบวกลบกับภาพตัวอย่างที่ทำการเลือกเข้าไปเป็นจำนวนเท่าใด ด้วยการเลือกใน drop down list ที่อยู่ด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

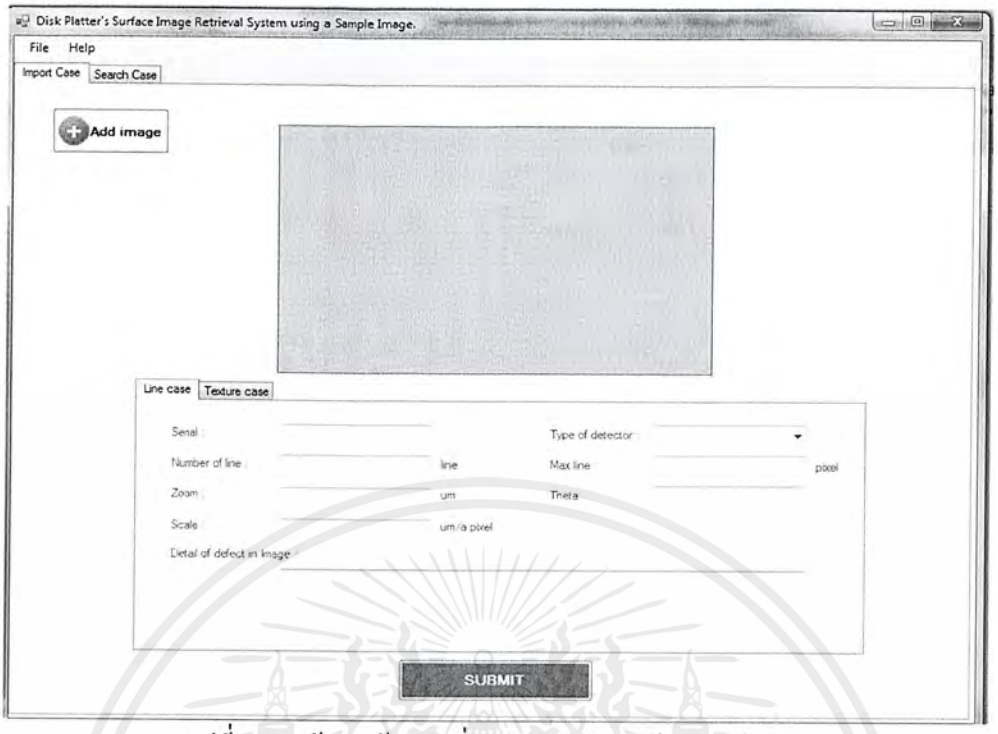
สามารถสรุปได้ว่า ระบบสามารถทำการค้นหาเคสเก่าในฐานข้อมูลได้โดยกรณีต่างๆ ดังนี้

1. กรอกข้อมูลในส่วนของคำค้นเท่านั้น
2. เลือกรูปภาพตัวอย่างเท่านั้น
3. เลือกรูปภาพ และกรอกคำค้นเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับความต้องการและมีความถูกต้อง ใกล้เคียงเพิ่มขึ้น

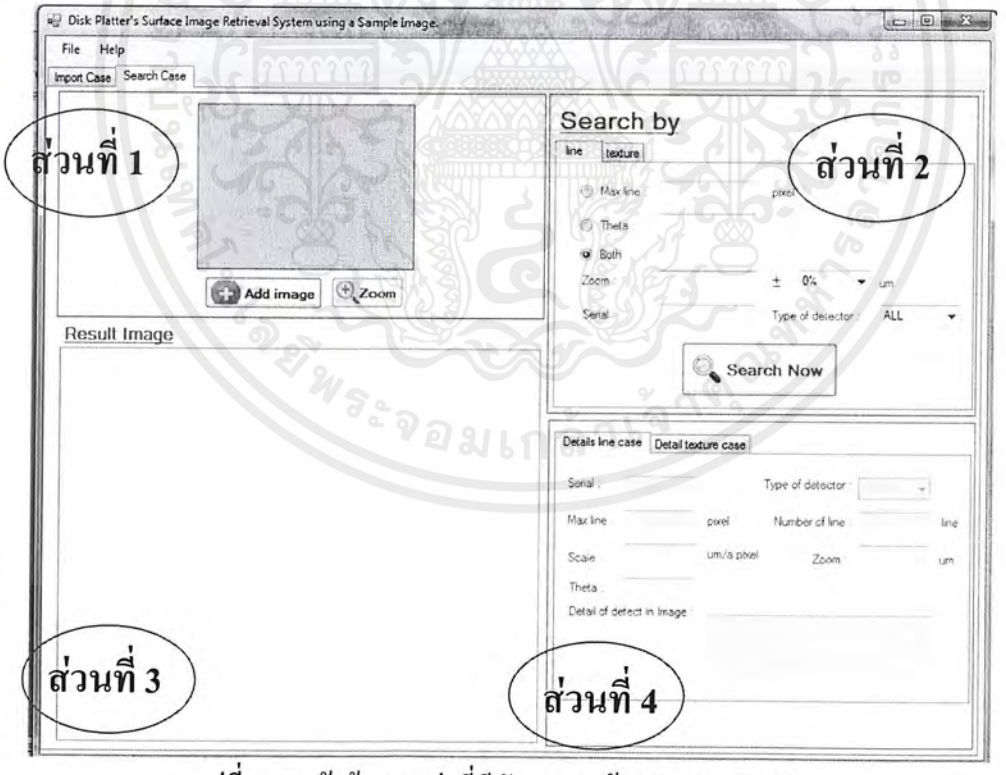
ส่วนที่ 3 เป็นส่วนแสดงภาพเคสเก่าที่ผ่านการวินิจฉัยแล้วในฐานข้อมูลที่ได้จากการค้นหาจากในส่วนที่ 1 และ ส่วนที่ 2

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนแสดงรายละเอียดของภาพที่ โชว์อยู่ในส่วนที่ 3 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทราบรายละเอียดต่างๆของภาพได้ เช่น ความยาวของเส้น มุมของเส้นที่เกิดขึ้น จำนวนเส้น ซึ่งเมื่อได้ทำการค้นหาและแสดงภาพออกมาในส่วนที่ 3 แล้ว จะมีปุ่ม zoom ขึ้นมาเพื่อโชว์รูปภาพเคสเก่าที่เลือก ให้ผู้ใช้สามารถเห็นรายละเอียดของภาพได้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้หรือผู้เชี่ยวชาญสามารถนำภาพตัวอย่างไปวิเคราะห์หาสาเหตุได้ต่อไป และนอกจากนี้ยังสามารถแก้ไข หรือลบข้อมูลในเคสเก่าๆในฐานข้อมูลได้ หากพบข้อมูลผิดที่พลาด โดยเลือกที่ปุ่ม Edit หรือ ปุ่ม Delete ดังแสดงในรูปที่ 5.6 และโดยทั้ง 4 ส่วนที่กล่าวมามีหน้าต่างเป็นดังแสดงในรูปที่ 5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



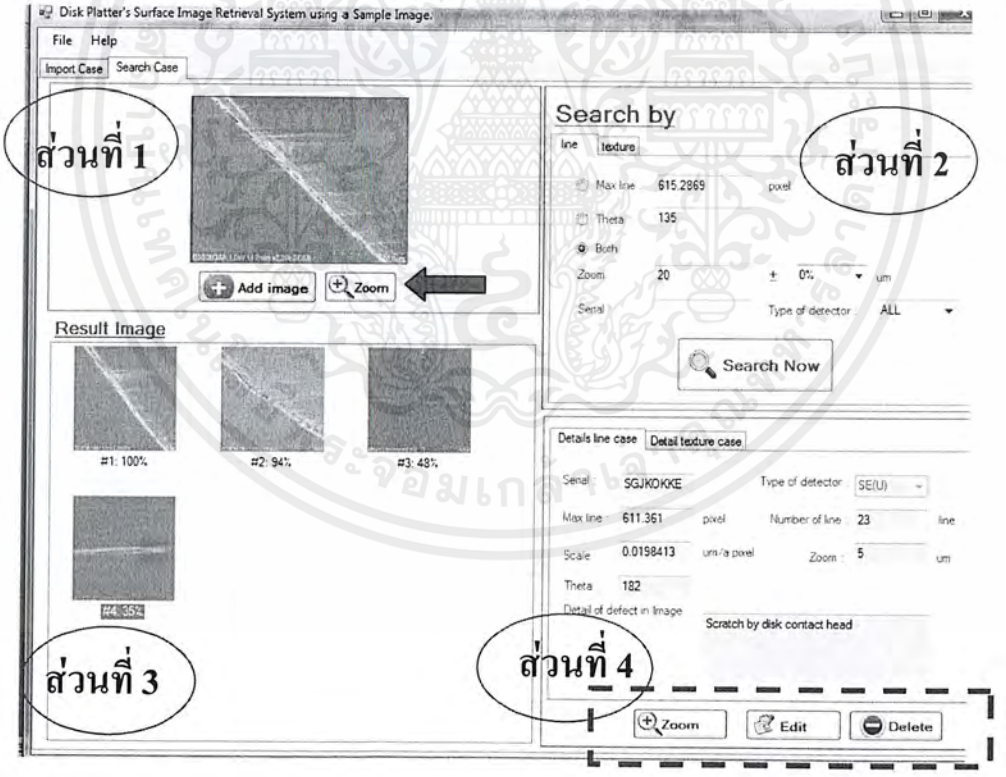
รูปที่ 5.4 หน้านำเข้าภาพที่ผ่านการวินิจฉัยข้อมูลแล้ว



รูปที่ 5.5 หน้าค้นเคสเก่าที่มีลักษณะคล้ายกับภาพตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6 เมื่อเลือกรูป ปุ่ม zoom สามารถโชว์ภาพขนาดต้นฉบับได้



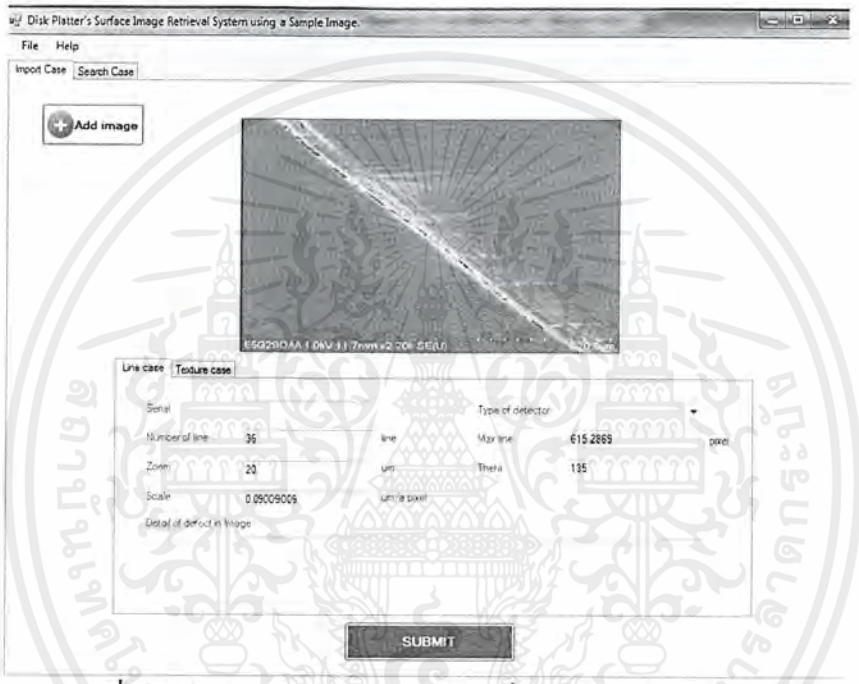
รูปที่ 5.7 ปุ่ม Zoom , Edit และ Delete จะแสดงขึ้นมาเพื่อจัดการรูปภาพที่แสดงในส่วนที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 ลำดับการทำงานของระบบ

5.7.1 ระบบแสดงผลการประมวลผลคุณลักษณะสำคัญของภาพ

เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกรูปภาพตัวอย่างระบบจะทำการประมวลเพื่อแสดงคุณลักษณะต่างๆ ของภาพออกมา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกรอกข้อมูลเอง เพื่อช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานของผู้ใช้มากขึ้น แต่ก็ยังมี 2 ส่วนที่ผู้ใช้ยังจำเป็นต้องกรอกเอง คือในส่วนของ Serial และส่วนของ Type of detector ดังรูปที่ 5.7

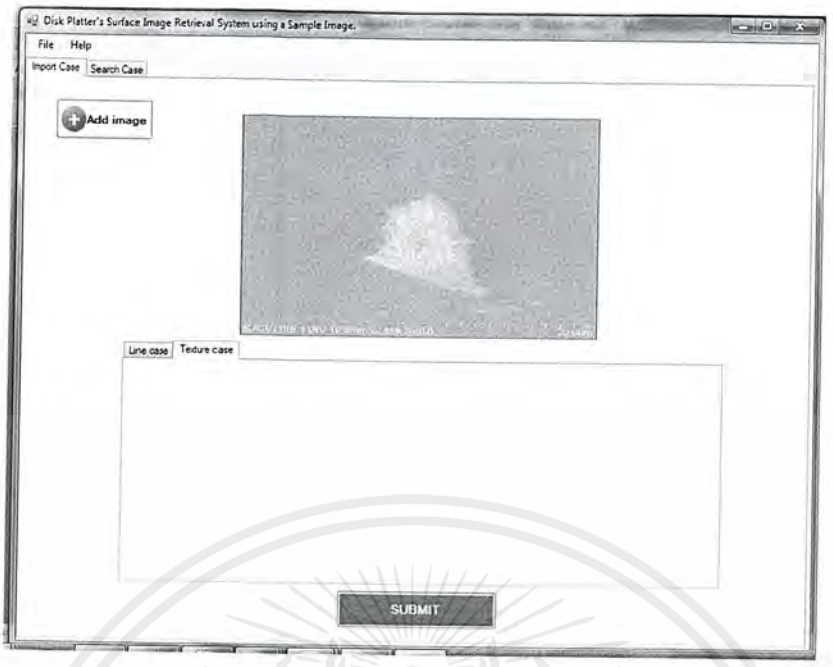


รูปที่ 5.8 ข้อมูลคุณลักษณะของรูปภาพที่ได้จากการประมวลผล

5.7.2 ระบบจะทำการตรวจเช็คภาพที่นำเข้าว่าเป็นเส้นหรือไม่

เมื่อผู้ใช้เลือกภาพที่ต้องการนำเข้าข้อมูล ระบบจะทำการวิเคราะห์และตรวจสอบว่า ภาพที่ถูกเลือกเป็นภาพชนิดเส้น หรือ รอยหลุม(texture) โดยเมื่อตรวจพบว่าภาพที่ถูกเลือกไม่ใช่เส้น จะแสดงแท็บข้อมูลที่ต้องกรอกในส่วนของ Texture case ทันที ซึ่งในกรณีนี้ไม่ใช่ส่วนของผู้จัดทำจึงแสดงเพียงแท็บข้อมูลเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

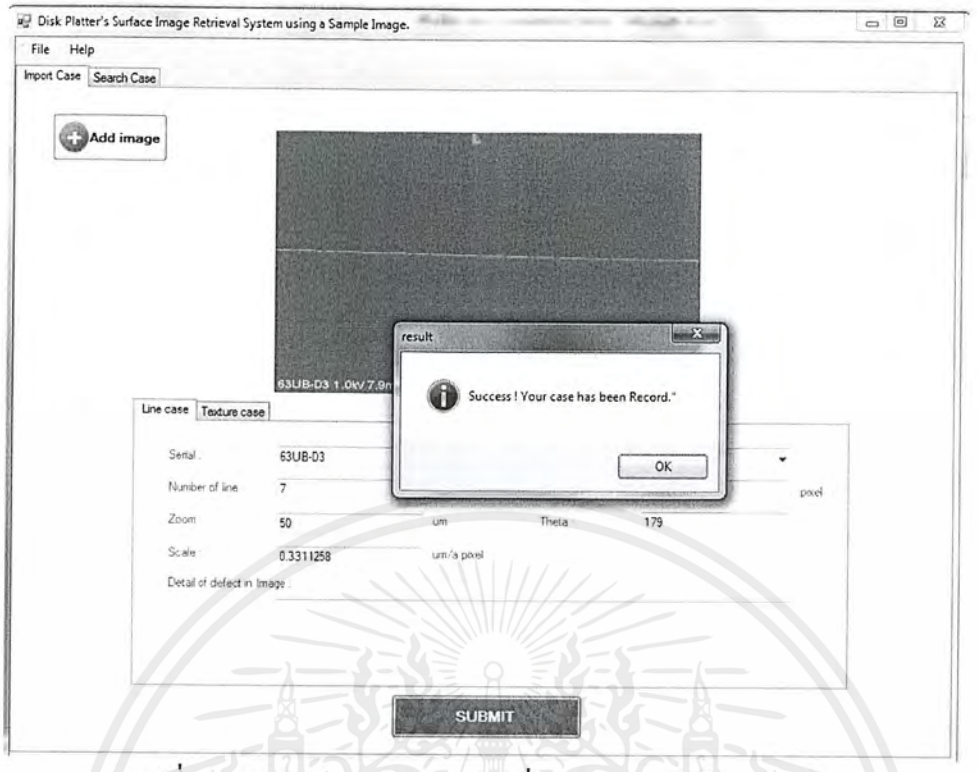


รูปที่ 5.9 ส่วนของ Texture case เมื่อเลือกภาพที่ไม่ใช่เส้น

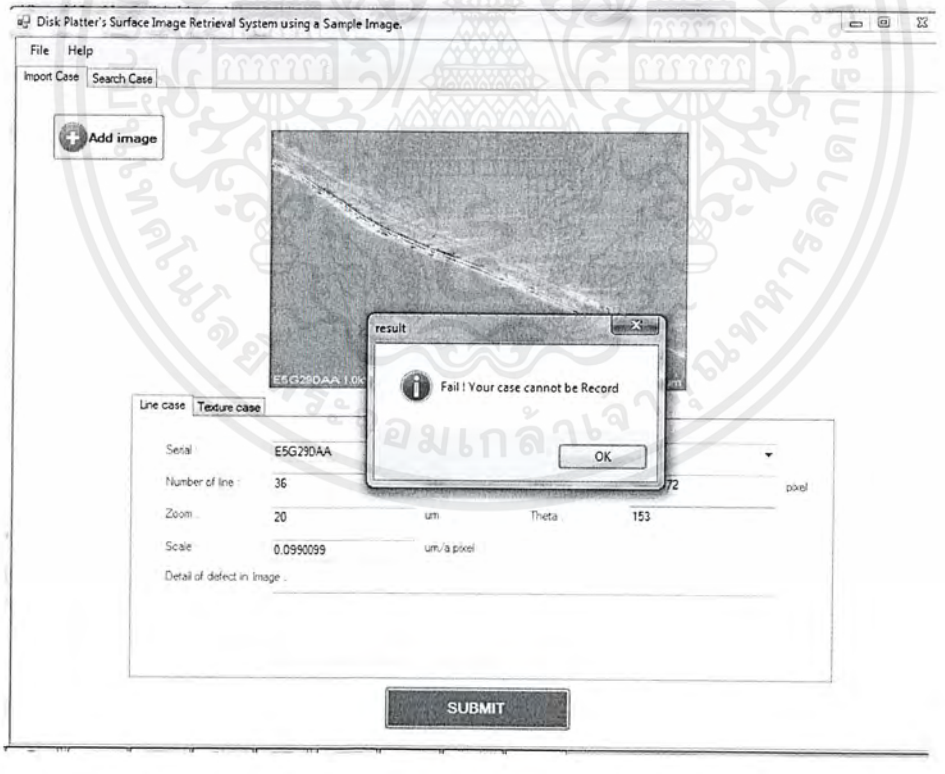
5.7.3 ระบบจะตรวจเช็คการนำเข้าข้อมูลว่านำเข้าซ้ำหรือไม่

การนำเข้ารูปภาพและข้อมูลที่เลือกลงฐานข้อมูล สามารถทำได้โดยคลิกปุ่ม SUBMIT โดยหากผู้ใช้นำเข้าข้อมูลสำเร็จซึ่งเป็นภาพที่ไม่เคยผ่านการนำเข้าข้อมูลมาก่อน ระบบจะแสดงข้อความ "Success! Your case has been Record." ดังรูปที่ 5.10 และหากรูปภาพหรือข้อมูลเคยผ่านการนำเข้าแล้ว จะสามารถนำเข้าลงฐานข้อมูลได้ ระบบจะแสดงข้อความ "Fail ! Your case cannot be Record" ดังรูปที่ 5.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แสดงข้อความ Success เมื่อทำการนำเข้าข้อมูลสำเร็จ

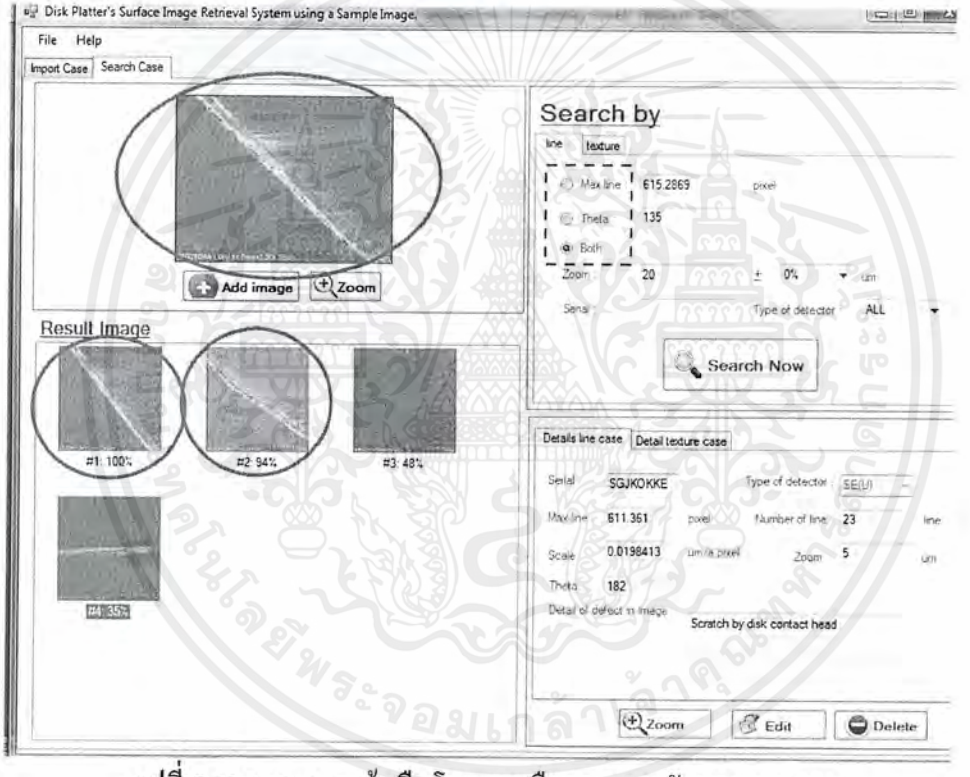


รูปที่ 5.11 แสดงข้อความ Fail เมื่อทำการนำเข้าข้อมูลไม่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

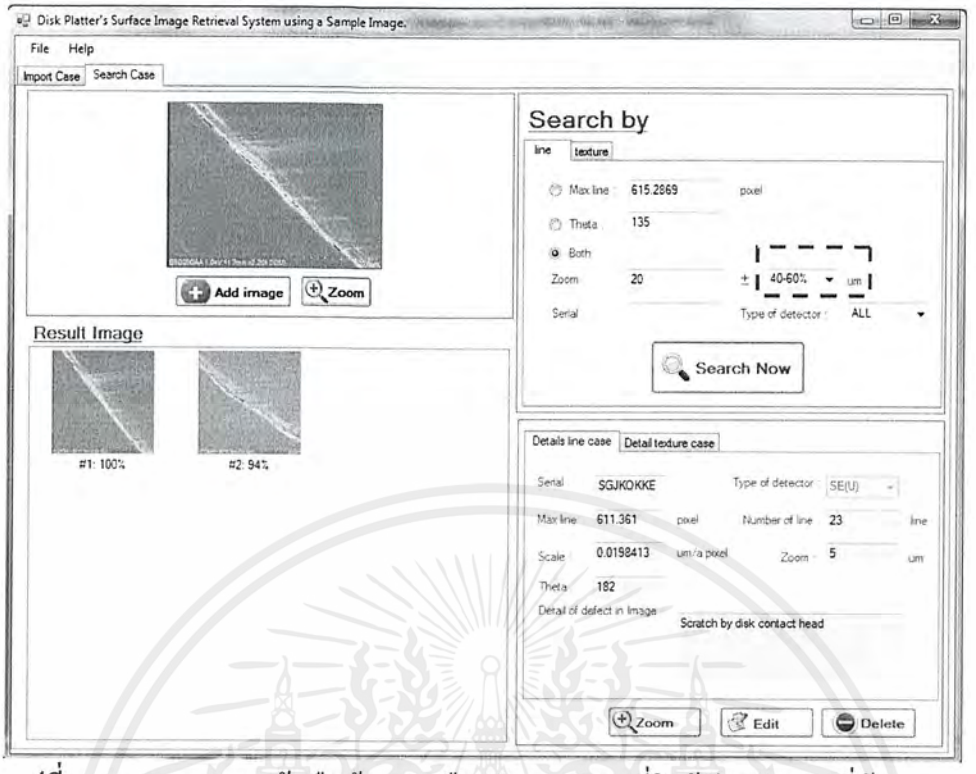
5.7.4 ผู้ใช้สามารถทำการค้นคืนภาพโดยเลือกคุณลักษณะที่ต้องการให้เปรียบเทียบได้

ผู้ใช้สามารถทำการค้นคืนภาพที่คล้ายคลึงกับภาพตัวอย่างได้โดยเลือกคุณลักษณะที่ต้องการให้เปรียบเทียบ ดังเช่น Theta, Length หรือเลือกทั้ง 2 อย่าง ด้วย Bothดังตัวอย่างรูปที่ 5.11 ทำการค้นคืนด้วยการเลือกคุณลักษณะทั้ง 2 อย่าง (Both) ผลการค้นคืนที่แสดงออกมา มีลักษณะคล้ายกับภาพตัวอย่างเรียงตามลำดับอย่างใกล้เคียง และนอกจากนั้นยังสามารถเลือกอัตราการซูมที่ใกล้เคียงกับภาพตัวอย่างที่ต้องการให้แสดงเมื่อทำการค้นคืนได้ ดังรูปที่ 5.12 นอกจากนี้ ภาพที่ค้นคืนยังแสดง เปอร์เซนต์ความคล้ายต่อผู้ใช้ โดยเรียงจากลำดับเปอร์เซนต์ความคล้ายที่คล้ายมากที่สุดไปยังเปอร์เซนต์ความคล้ายที่คล้ายน้อยที่สุด ดังรูปที่ 5.13

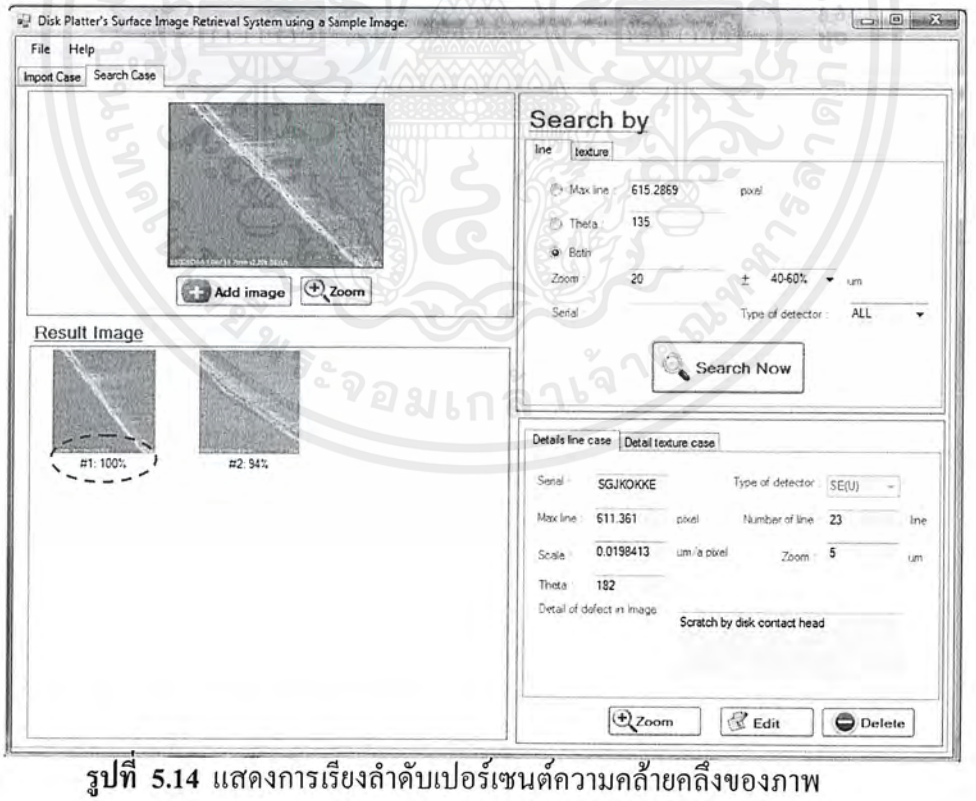


รูปที่ 5.12 แสดงการค้นคืนโดยการเลือกจากคุณลักษณะของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.13 แสดงผลการค้นคืนด้วยการเลือกอัตราการซูมที่ใกล้เคียงกับภาพที่ต้องการ



รูปที่ 5.14 แสดงการเรียงลำดับเปอร์เซนต์ความคล้ายคลึงของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ผลการทดลองและบทสรุปของโครงการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองจากการศึกษาและการปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานและบทสรุปของระบบการค้นคืนภาพถ่ายผิวจานฮาร์ดดิสก์โดยใช้เนื้อหาจากตัวอย่างภาพ ที่ทำการนำเข้าและค้นคืนภาพถ่ายและคุณลักษณะที่สำคัญของภาพทีละเคส โดยใช้ใช้ทฤษฎีการประมวลผลภาพต่างๆตามที่ได้ศึกษามา และยังกล่าวถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาระบบ รวมถึงข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและพัฒนาระบบที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และพัฒนาระบบที่มีความใกล้เคียงนี้ได้ต่อไป

6.1การทดลองในการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบ กระบวนการที่สำคัญต่อการพัฒนาระบบแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ 1.ส่วนของการทำ Preprocessing 2. ส่วนของการตรวจจับหาเส้นด้วยเทคนิคของ ฮัฟทรานส์ฟอม และ 3.คือการแยกระหว่างเส้นกับลวดลาย ซึ่งได้มีการทำการทดลองเพื่อตรวจสอบถึงความถูกต้องในการพัฒนาระบบได้ดังนี้

6.1.1ผลการทดลองการทำ Preprocessing

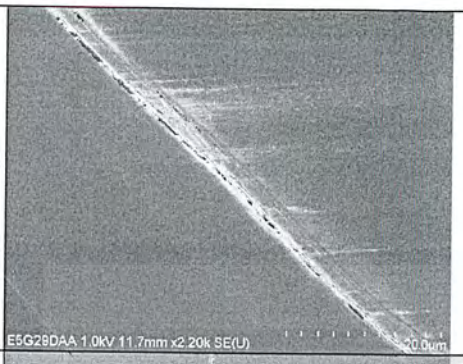
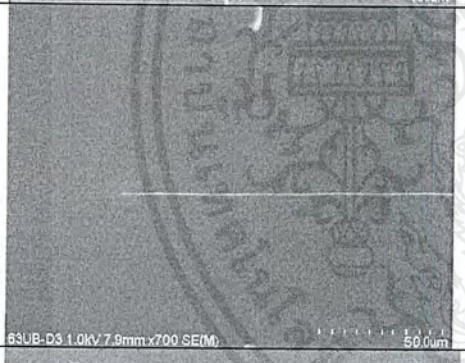
ในการทดลองนี้ สามารถทำการทดลองได้โดยการหาค่าอัตราการซูมที่อยู่บนภาพ ที่ระบบสามารถทำการประมวลผลออกมาได้ด้วยวิธีการทำการเข้าคู่รูปแบบ(Template Matching) ซึ่งเป็นการตัดส่วนบริเวณที่เป็นตัวอักษรบนภาพนำมาเปรียบเทียบกับเทมเพลตที่เราได้สร้างไว้ เพื่อที่จะได้ทราบว่าตัวอักษรที่อยู่บนภาพคืออะไร ทำให้ทราบถึงคุณลักษณะที่สำคัญบนภาพที่จะนำมาทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไปได้ และยังทำการทดลองหาค่า scale ของค่าขีดแบ่งที่อยู่บนภาพ โดยค่า scale สามารถหาได้จากการนำระยะค่าขีดแบ่งหารด้วยอัตราการซูม โดยประโยชน์ของการหาค่า scale คือ ทำให้สามารถรู้ได้ว่า ขนาดภาพจริงมีขนาดกี่ไมครอน ต่อ พิกเซล

<u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

นำภาพที่ต้องการทดลองมาประมวลผลด้วยอัลกอริทึมของระบบ และนำมาเปรียบเทียบกับการสังเกตุอัตราการซูมที่อยู่บนภาพด้วยสายตา และ การใช้เครื่องมือ เช่น Photoshop และเครื่องคิดเลขในการหาค่า scale บนภาพ

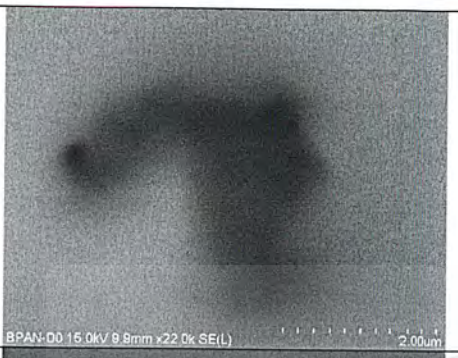
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงภาพผลการทดลองการทำPreprocessing

ภาพ	zoom	scale
	20	0.099
	100	0.396
	50	0.284
	200	0.793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 (ต่อ) แสดงภาพผลการทดลองการทำPreprocessing

ภาพ	zoom	scale
	**2**	**0.099**
	10	0.066
	3	0.013
	4	0.016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองทั้งหมด 8 รูป ค่าที่เกิดจากการประมวลผลด้วยอัลกอริทึมของระบบ และค่าที่จากการใช้สายตาและเครื่องมือตรงกันทั้งหมด 8 รูป ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ผลการทดลองให้ค่าที่ถูกต้องทั้งหมด 100 %

6.1.2 ผลการทดลองการหามุมของเส้นด้วยเทคนิคฮัฟทรานฟอม

ในการทดลองนี้จะเลือกทำการทดลองในส่วนของการหาค่ามุมของรอยเส้นตรงที่อยู่บนภาพถ่ายผิวจานฮาร์ดดิสก์ เพราะค่ามุมที่หาได้สามารถใช้เป็นคุณลักษณะในการเปรียบเทียบกับภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลเพื่อดึงภาพที่คล้ายคลึงกันออกมาได้ และในการทดลองสามารถหาเครื่องมือที่ใช้ในการทำการทดลองได้ง่าย เช่น ครึ่งวงกลม

ขั้นตอนการทดลอง

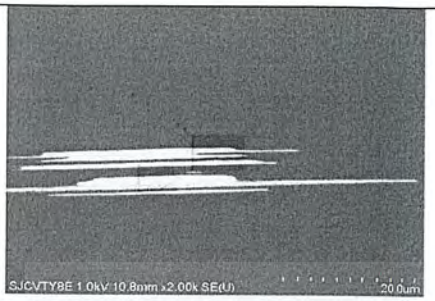
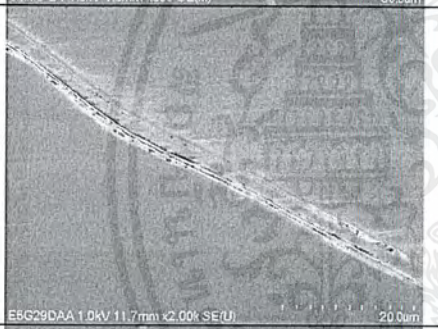
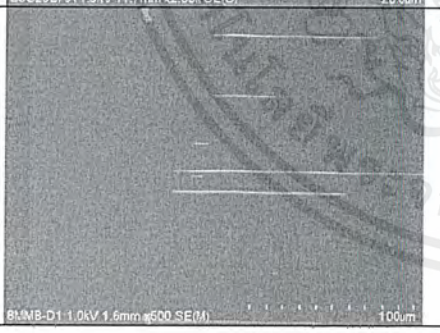
นำภาพที่ได้มาประมวลผลด้วยอัลกอริทึมฮัฟทรานฟอม และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่ผ่านการวัดโดยใช้เครื่องมือเช่น ครึ่งวงกลม หรือ โปรแกรม Photoshop

ตารางที่ 6.2 แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการหามุมของเส้นด้วยเทคนิคฮัฟทรานฟอม

ภาพ	Theta	result
	20	Correct
	179	Correct

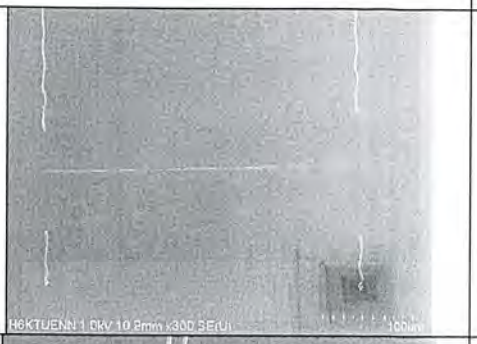
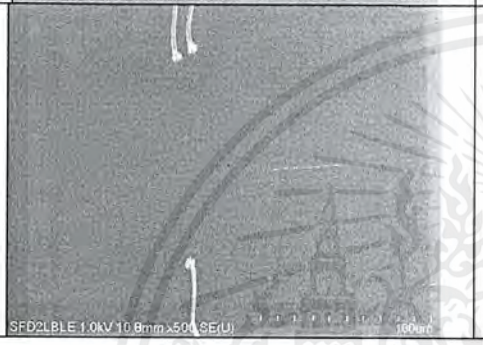
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการหามุมของเส้นด้วยเทคนิคฮัฟทรานฟอม

ภาพ	Theta	result
	182	Correct
	180	Correct
	153	Correct
	179	Correct

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการหามุมของเส้นด้วยเทคนิคฮัฟทรานฟอม

ภาพ	Theta	result
	181	Correct
	184	Correct

ผลการทดลอง

จากการทดลองทั้งหมด 8 รูป ค่าที่เกิดจากการประมวลผลด้วยอัลกอริทึมของระบบ และค่าที่จากการใช้สายตาและเครื่องมือตรงกันทั้งหมด 8 รูป ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ผลการทดลองให้ค่าที่ถูกต้องทั้งหมด 100 %

6.1.3 ผลการทดลองการแยกระหว่างเส้นกับลวดลาย

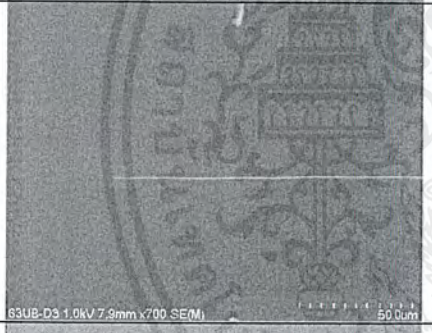
ในการทดลองนี้ เป็นการทดลองการประมวลผลของระบบเพื่อแยกลักษณะของรอยตำหนิที่เป็นเส้นตรงและลวดลายออกจากกัน โดยการทดลองนี้สามารถแยกได้ด้วยสายตาของมนุษย์เทียบกับผลที่ได้จากการประมวลผลของระบบ

ขั้นตอนการทดลอง

นำภาพที่ต้องการทดลองมาประมวลผลด้วยอัลกอริทึมของระบบ และนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะของรอยขีดข่วนที่อยู่บนภาพด้วยสายตา

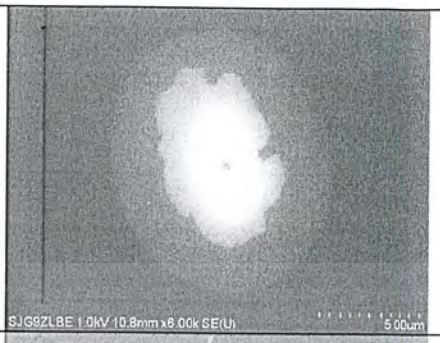
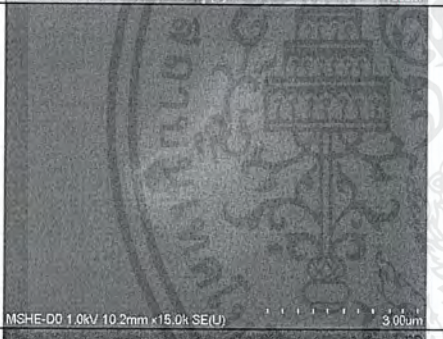
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการแยกระหว่างรอยตำหนิที่เป็นเส้นและลวดลาย

ภาพ	Detect	result
	Line	**Correct**
	Line	Correct
	Line	Correct
	Texture	Correct

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 (ต่อ) แสดงตัวอย่างภาพการทดลองการแยกระหว่างรอยตำหนิที่เป็นเส้นและลวดลาย

ภาพ	Detect	result
	Texture	Correct
	Line	Incorrect
	Texture	Correct
	Line	Incorrect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองทั้งหมด 8 รูป ค่าที่เกิดจากการประมวลผลด้วยอัลกอริทึมของระบบ และค่าที่จากการใช้สายตาและเครื่องมือตรงกันทั้งหมด 6 รูป ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ผลการทดลองให้ค่าที่ถูกต้องทั้งหมด 75 %

หมายเหตุ

จากผลการทดลองที่เกิดขึ้น ความผิดพลาดจากการประมวลผลเกิดจาก รอยตำหนิที่อยู่บนรูปภาพที่มีลักษณะเป็นลวดลาย พบว่ามีรอยตำหนิที่มีลักษณะเป็นเส้นอยู่บนรูปภาพนั้นด้วย ทำให้การประมวลผลเกิดความผิดพลาด เนื่องจาก รอยตำหนิที่เป็นเส้นนั้น ถือเป็นสิ่งรบกวนบนภาพ ทำให้การทำงานเกิดความผิดพลาด ผลที่ได้จากการทดลองจึงมีความถูกต้องเพียง 75%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2สรุปผลการออกแบบและการพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบในครั้งนี้ ระบบสามารถทำการค้นคืนรูปภาพที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลด้วยการใช้ภาพตัวอย่างในการค้นคืนภาพได้ โดยในการค้นคืนภาพสามารถเลือกทางเลือกที่ช่วยในการค้นคืนที่ทำให้ได้การค้นคืนที่ใกล้เคียงกับภาพตัวอย่าง และถูกต้อง ตรงความต้องการของผู้ใช้ที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถทำการนำเข้า หรือจัดเก็บ ภาพที่ผ่านการวินิจฉัยแล้ว รวมถึงคุณลักษณะสำคัญของรูปภาพลงฐานข้อมูลได้อีกด้วย โดยในการเลือกรูปภาพตัวอย่าง เมื่อเลือกรูปภาพที่ต้องการจะค้นคืน หรือ เลือกรูปภาพสำหรับการนำเข้าข้อมูลนั้น ระบบจะสามารถประมวลผลเพื่อหาคุณลักษณะสำคัญของภาพให้ทันที ทำให้เกิดความสะดวก และรวดเร็วต่อการใช้งานของผู้ใช้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกรอกข้อมูลเอง จึงช่วยลดระยะเวลาในการทำงานของผู้ใช้ลงได้อีกด้วย

6.3 ปัญหาและอุปสรรค

จากการศึกษาทฤษฎีและในระหว่างลงมือปฏิบัติ พัฒนาระบบ ได้พบกับปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน ดังนี้

การทำการดึงคุณลักษณะภาพเพื่อใช้ในการนำมาประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะที่อยู่ในฐานข้อมูลนั้น บางภาพมีลักษณะที่เรียกว่าสิ่งรบกวนอยู่บนภาพเป็นจำนวนมาก ทำให้การคำนวณหาคุณลักษณะเกิดความผิดพลาด และผลที่ได้ทำให้ไม่ถูกต้อง 100 %

6.4 ข้อเสนอแนะ

พัฒนาในส่วนติดต่อผู้ใช้และฐานข้อมูลให้สามารถนำเข้าภาพและข้อมูลได้ครั้งละหลายภาพ โดยอาจนำเข้าเป็นไฟล์เอ็กเซล ที่รวมข้อมูลหลายสิบภาพเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อความรวดเร็วในการทำงานมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] นันทวัฒน์ สร้อยอัมพรกุล. 2552. "ระบบคืนค้นรูปภาพรอยตำหนิบนพื้นผิวฮาร์ดดิสก์จากตัวอย่างภาพ." ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

[2] สภา จรรยาชัชวัลย์. 2553. **Learning OpenCV**. [Online].เข้าถึงได้จาก http://sapachan.blogspot.com/2010/04/learning-opencv-delaunay-triangulation.html.

[3] Rafael, C. G. et al. **Digital Image Processing Using MATLAB.** New Jersey: Prentice Hall.

[4] Rafael,C.G. and Richard, E. W. 2002. **Digital Image Processing.** New Jersey: Prentice Hall.

[5] Gary, B. and Adrian K. 2008. **Learning OpenCV.** Sebastopol: O'Reilly Media.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

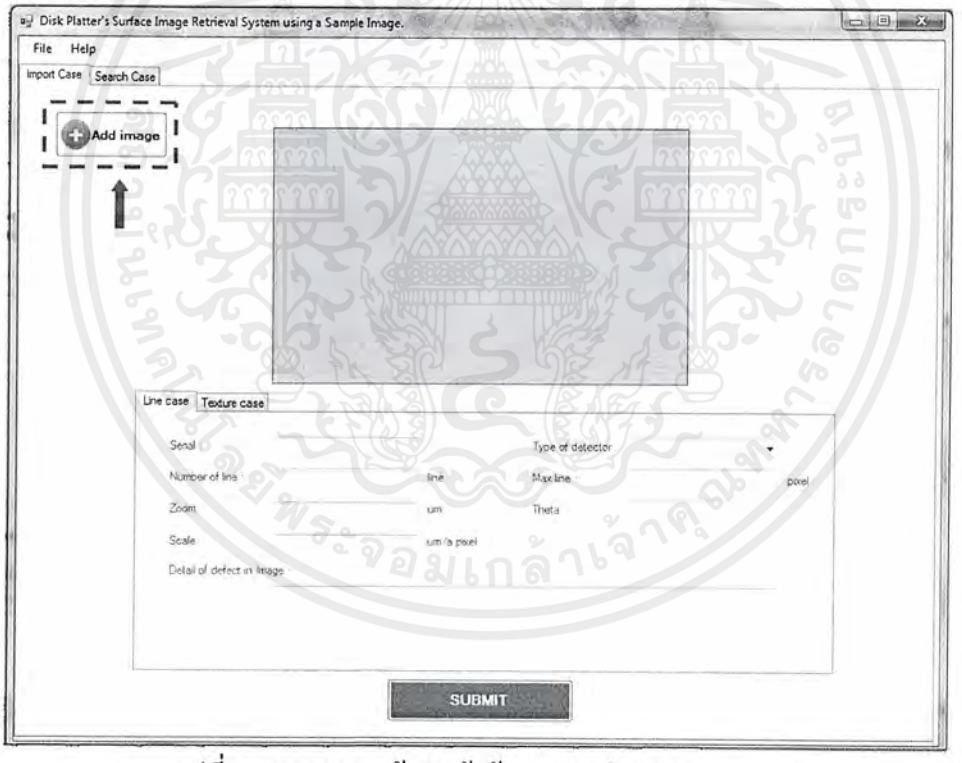
ในการใช้งานโปรแกรม ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยการเปิดโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2008 โดยเปิดโปรแกรมชื่อ Content based image retrieval system โดยเลือกเมนู Rebuild Solution จากนั้นเลือกเมนู Start Debugging โปรแกรมจะสามารถทำงานได้ทันที

โปรแกรมจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักดังนี้

1. ส่วนของการนำเข้าข้อมูล
2. ส่วนของการค้นคืนข้อมูล

1. การเลือกภาพที่ต้องการนำเข้าลงฐานข้อมูล

ผู้ใช้สามารถเลือกรูปภาพที่ต้องการนำเข้าข้อมูลด้วยการกดปุ่ม “Add image”

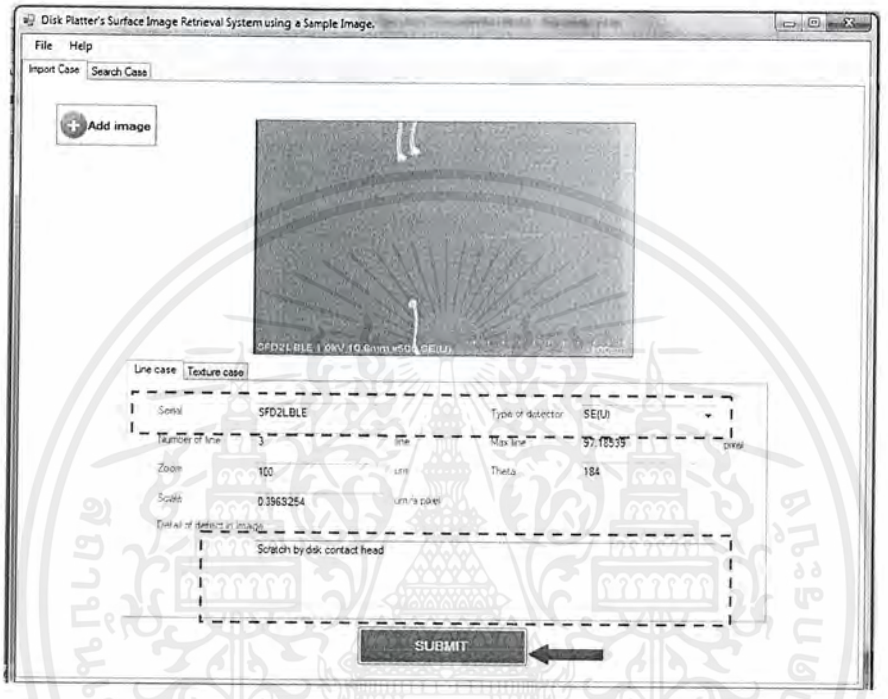


รูปที่ 1 แสดงภาพหน้านำเข้าข้อมูลและปุ่ม Add image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใส่รายละเอียดข้อมูลภาพ

ระบบจะทำการประมวลผลเพื่อดึงคุณลักษณะที่สำคัญส่วนหนึ่งของภาพออกมาทันทีเพื่อความรวดเร็วในการกรอกข้อมูล ทั้งนี้ทั้งนั้นผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลในส่วนของ Serial , Type of detector และรายละเอียดของภาพเอง ลงกล่องข้อความ และกดปุ่ม “SUBMIT” เพื่อนำข้อมูลลงสู่ฐานข้อมูล



รูปที่ 2 แสดงภาพการกรอกข้อมูลส่วนสำคัญลงกล่องข้อความ

3. การดูผลการนำเข้าข้อมูล

เมื่อข้อมูลทำการนำเข้าลงสู่ฐานข้อมูลสำเร็จ จะปรากฏข้อความ“Success! Your case has been Record.” ดังภาพที่ ก.3 และหากข้อมูลเคยผ่านการนำเข้าไปแล้ว จะปรากฏข้อความ “Fail ! Your case cannot be Record” เพื่อแสดงสถานะว่า ไม่สามารถนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลได้ เนื่องจากข้อมูลเคยถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูลแล้ว ดังภาพที่ ก.4

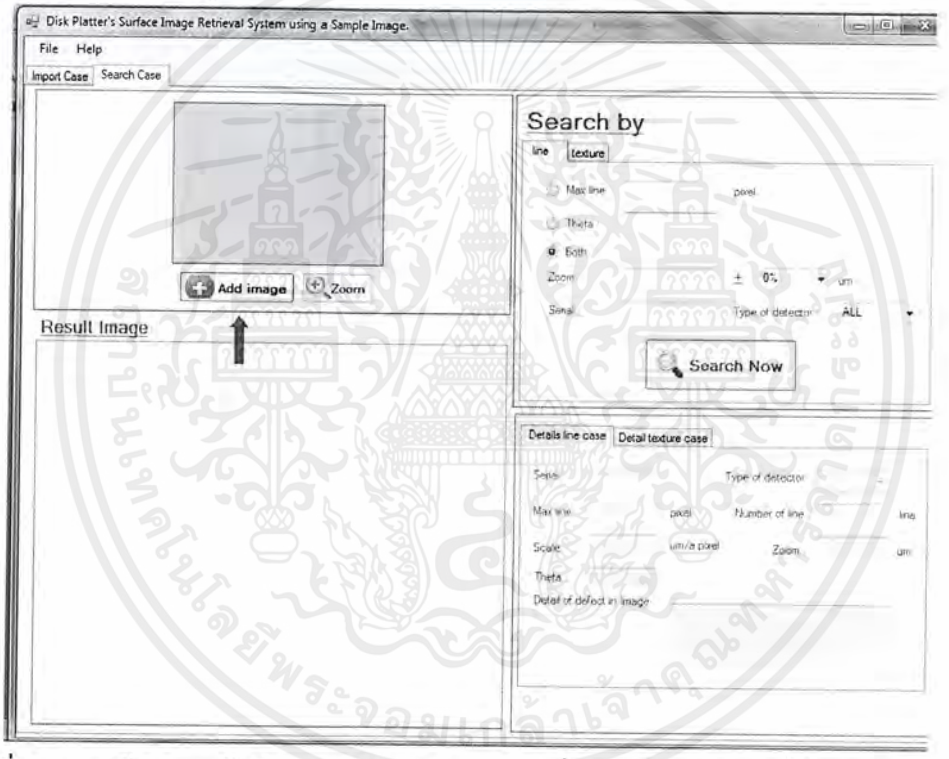
รูปที่ 3 ภาพข้อความที่แสดงการนำเข้าข้อมูลสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.4 ภาพข้อความที่แสดงการนำเข้าข้อมูลไม่สำเร็จ

4. การเลือกรูปภาพที่จะนำไปใช้เปรียบเทียบกับภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล

ผู้ใช้สามารถเลือกรูปภาพที่ต้องการนำไปวินิจฉัยด้วยการคลิกที่ปุ่ม “Add image” เช่นเดียวกับการนำเข้าข้อมูล



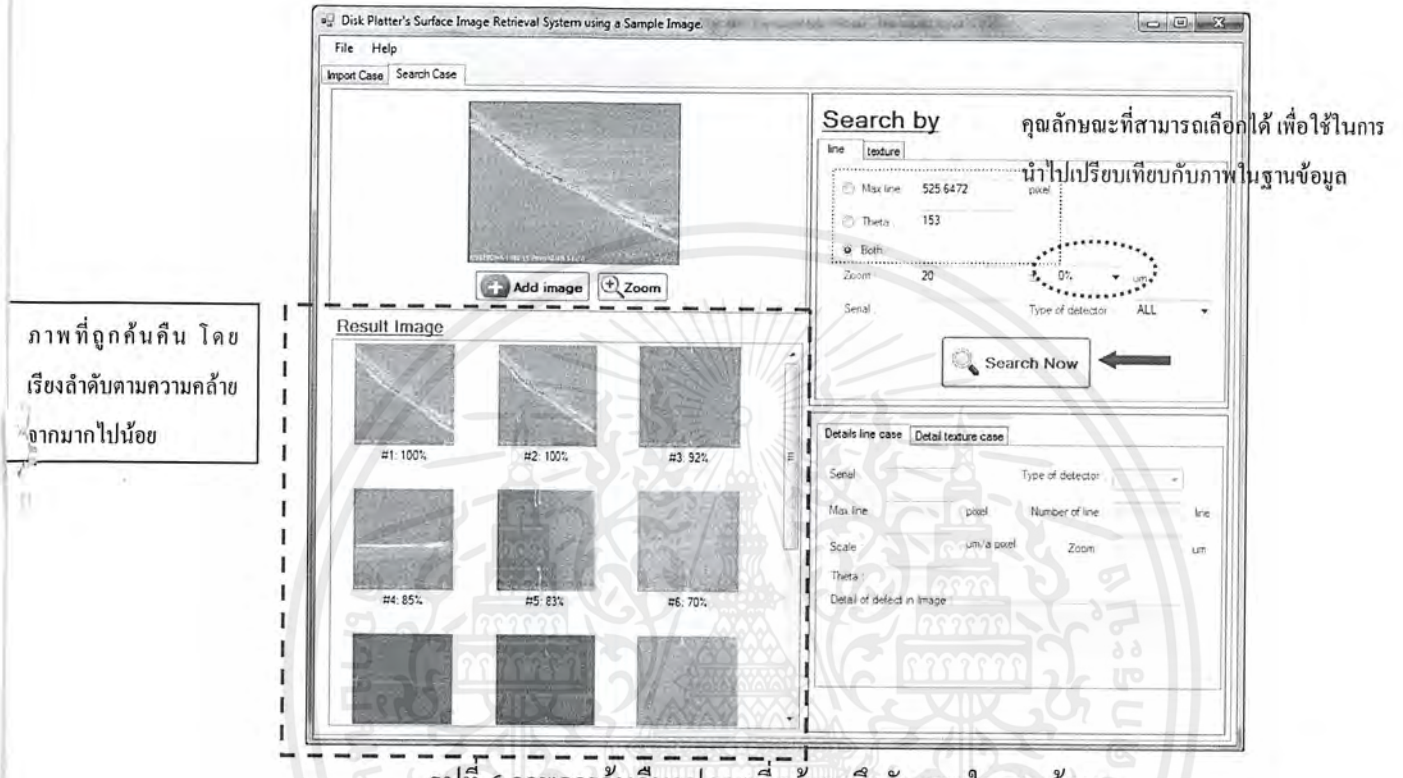
รูปที่ 5 ภาพหน้าจอการค้นคืน และปุ่ม “Add image” เพื่อการเลือกรูปภาพที่ต้องการวินิจฉัย

5. กรอกข้อมูลที่ต้องการเพื่อการค้นหาที่แม่นยำมากขึ้น

ผู้ใช้สามารถใช้คำค้นอื่นเพิ่มเติมนอกจากการเลือกรูปภาพเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ โดยเมื่อทำการเลือกรูปภาพแล้ว ระบบจะแสดงข้อมูลคุณลักษณะของรูปภาพให้เช่นเดียวกับการนำเข้าข้อมูล ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าจะใช้คุณลักษณะใดของรูปภาพในการนำไปเปรียบเทียบ โดยมีคุณลักษณะที่สามารถนำไปเปรียบเทียบได้ 2 คุณลักษณะคือ Max line คือ ความยาวเส้นที่ยาวที่สุด และ Theta มุมของเส้นตรงที่เกิดบนภาพ หรือสามารถเลือกได้ทั้ง 2 อย่าง โดยการเลือก Both นอกจากนี้ยังสามารถเลือกอัตราการซูมที่ใกล้เคียงอัตราการซูมที่ต้องการได้ โดยเลือกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซนต์ความใกล้เคียงบวกลบ อัตรการซูมของภาพที่ถูกเลือกขึ้นมา หรือเลือกกรอก Serial และ Type of detector ในกรณีที่รู้ข้อมูลส่วนนี้ของรูปที่ต้องการค้นหา จากนั้นกดปุ่ม Search now ภาพที่ถูกค้นคืนจะถูกแสดงโชว์ออกมาสู่ผู้ใช้ ดังรูปที่ ก.6

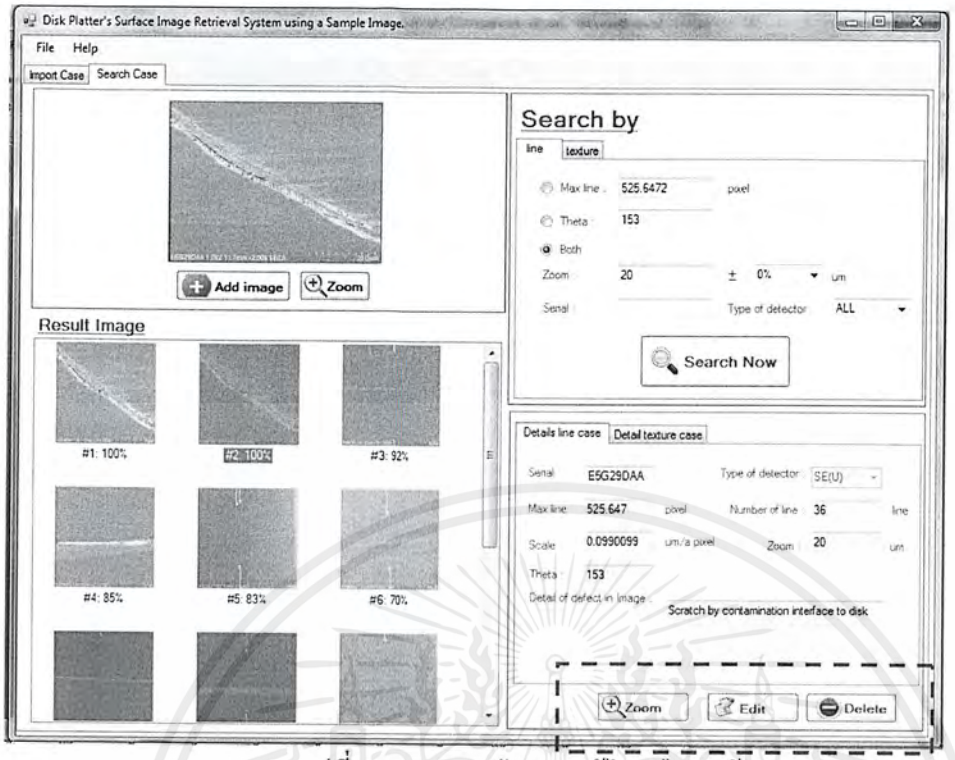


รูปที่ 6 ภาพการค้นคืนรูปภาพที่คล้ายคลึงกับภาพในฐานข้อมูล

6. การแก้ไขข้อมูลภาพที่ถูกค้นคืน

ผู้ใช้สามารถแก้ไขหรือลบข้อมูลภาพที่ถูกค้นคืนได้ด้วยการเลือกรูปภาพที่ต้องการ หากต้องการแก้ไข้ข้อมูล เลือกปุ่ม Edit หาก ต้องการลบภาพ เลือกปุ่ม Delete ดังภาพที่ ก.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 ภาพแสดงปุ่มการแก้ไขหรือลบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวศริยา กางแก้ว
วัน เดือน ปีเกิด	2 มีนาคม 2532
ที่อยู่	11/98 หมู่ 5 ถนนสุคนธสวัสดิ์ แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพ 10230
โทรศัพท์	086-808-3581
อีเมล	jun_monkey@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	
2553	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	นายสิทธิเทพ นราทอง
วัน เดือน ปีเกิด	23 มีนาคม 2532
ที่อยู่	109 ถนน รักษ์ชนะอุทิศ2 อำเภอ สุไหงโกลก จังหวัด นราธิวาส 96120
โทรศัพท์	081-092-7444
อีเมล	what_zup_yo@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	
2553	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้