ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ระบบรู้จำอาคาร

BUILDING RECOGNITION SYSTEM

H003357

โดย

พิศมัย ธนูรัตน์

PISAMAI DHANURAT

วัน เดือน ปี 22 มิ.ย. 2550
เลขทะเบียน 03357
เลขเรียกหนังสือ ลพ. พ751ร 2549
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

b11756128
ก129 ท086ห

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BUILDING RECOGNITION SYSTEM

PISAMAI DHANURAT

A SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1/ 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบรู้จำอาคาร
นักศึกษา	นางสาวพิศมัย ธนูรัตน์
รหัสประจำตัว	47066608
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์

บทคัดย่อ

การรู้จำอาคารเป็นแนวคิดที่น่าสนใจ เนื่องจากปัจจุบันมีการพัฒนาอุปกรณ์ถ่ายภาพ และการพัฒนาแนวคิดทางด้านภูมิศาสตรสารสนเทศ (GIS) ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาระบบสำหรับการรู้จำอาคาร ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานที่หลากหลาย ดังนั้นจึงทำการพัฒนาระบบรู้จำอาคาร เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การค้นหาข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งอาคาร สถานที่ต่าง ๆ ได้ โดยการพัฒนาระบบนี้อาศัยหลักการการรู้จำอาคาร ด้วยวิธีการ Localized color histograms ซึ่งเป็นการนำรูปภาพมาสร้าง Hue Image และ ฮิสโทแกรมในขั้นตอนการรู้จำอาคาร และทำการพัฒนาระบบด้วยโปรแกรมด้วยภาษาเชิงวัตถุ คือภาษาจาวา เพื่อพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์ ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

การพัฒนาระบบตามหลักการรู้จำอาคาร จากการทดสอบระบบพบว่า ระบบสามารถทำงานได้ดี ความถูกต้องของการทำงานขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบของรูปภาพที่นำเข้ามาทดสอบในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Building Recognition System
Student	Miss Pisamai Dhanurat
Student ID	47066608
Degree	Master of Science
Programme	Information Technology
Year	2006
Advisor	Asst. Prof. Dr. Thanarat Chalidabhongse

ABSTRACT

Building Recognition is interesting idea. In the present, photographic instruments and Geographic Information System (GIS) are developed building recognition can be applied to work together. There are useful so Building Recognition System is developed . The system can be extended to use in many applications such as searching location of buildings or places . The development was done by using Localized color histograms which is building recognition concept . That is creating hue image and histogram in building recognition process. System was developed by using Object Oriented Programming as Java language.

This project is follow by building recognition concept. Performance of building recognition system from experiment is well. The element of building photograph is effect to system performance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบนี้ ประสบความสำเร็จไปได้ ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ธนารัตน์ ชลิดาพงศ์ ที่เป็นผู้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ถึงขั้นตอน วิธีต่างๆ ในโครงการพัฒนาระบบงาน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อ ที่ช่วยให้กำลังใจในการพัฒนา ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณสุชีรา ที่ช่วยให้กำลังใจและคำปรึกษาในการพัฒนาโครงการพัฒนาระบบนี้ และขอขอบคุณ คุณ ต้นที่ให้คำปรึกษาและข้อแนะนำเกี่ยวกับการใช้งาน Java จนสามารถพัฒนาระบบได้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการพัฒนาระบบ นี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษา หรือผู้ค้นคว้าที่สนใจ โดยหากว่าการพัฒนาระบบนี้มีข้อผิดพลาดประการใดผู้เขียนขอน้อมรับเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

พิศมัย ธนูรัตน์

กันยายน 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ II

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ IV

สารบัญ V

สารบัญรูป VII

สารบัญตาราง VIII

บทที่1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหาและแนวคิดการพัฒนาระบบ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ 2

1.3 ขอบเขตการพัฒนาระบบ 2

1.4 ขั้นตอนการพัฒนาระบบ 2

1.5 ทรัพยากรที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีการรู้จำอาคาร 4

2.1 Localized color histograms 4

2.2 การค้นหาจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกัน 5

2.2.1 การกำหนดสมาชิกกลุ่มพิกเซล 5

2.2.2 การสร้างข้อมูล Indexing vector 7

2.2.3 การค้นคืนภาพอาคาร 7

2.3 หลักการ SUSAN 10

2.3.1 วิธี SUSAN ในการค้นหาเส้นขอบ 11

2.3.2 วิธี SUSAN ในการค้นหามุม 13

2.4 หลักการทางสถิติ 14

2.5 หลักการและเทคนิคการพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา 14

2.5.1 การใช้ Java Image Processing API ในการจัดการข้อมูลภาพ 15

บทที่ 3 ระบบรู้จำอาคาร 17

3.1 อัลกอริทึมและขั้นตอนการทำงานของระบบรู้จำอาคาร 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 ลักษณะของระบบรู้จำอาคาร 24
3.2.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบรู้จำอาคาร 25
3.3 ฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร 30
3.3.1 การจัดเตรียมฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร 30
3.3.2 ลักษณะฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร 31
บทที่ 4 การทดสอบระบบและผลการทดลอง 33
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ 33
4.2 การทดสอบระบบ 33
4.3 การทดลองและผลการทำงานของระบบ 38
4.3.1 ภาพอาคารที่ไม่อยู่ในมุมมองหน้าตรง 40
4.3.2 ภาพอาคารที่ปรากฏเพียงบางส่วนของอาคาร หรือภาพอาคารที่ซูมในระยะต่างๆ 42
4.3.3 ภาพอาคารในมุมมองด้านตรงทั้งอาคาร และภาพที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูล 43
4.4 สรุปผลการทดสอบระบบ 44
4.5 ปัญหาและข้อจำกัดในการพัฒนาระบบ 45
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 46
5.1 บทสรุปโครงการการพัฒนาระบบ 46
5.2 ข้อเสนอแนะจากการพัฒนาระบบรู้จำอาคาร 46
บรรณานุกรม 48
ภาคผนวก 49
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม 50
คู่มือการใช้ระบบรู้จำอาคาร (Building Recognition System) 53
ประวัติผู้เขียน 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ภาพตัวอย่างฮิสโทแกรม 4

2.2 ภาพอาคารเดียวกันที่มีการกำหนดกลุ่มสมาชิกพิกเซล 6

2.3 ภาพอาคารเดียวกันที่มีพื้นหลังและมุมมองที่ต่างกัน 8

2.4 ภาพอาคารเดียวกันที่มุมมองต่างกัน ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มพิกเซล 9

2.5 Circular mask 4 Circular mask ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันในรูปภาพตัวอย่าง 11

2.6 การใช้วิธี SUSAN ในการค้นหามุม เพื่อการหามุมในรูปภาพ 13

3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบที่ใช้ในการรู้จำอาคาร 17

3.2 โค้ดที่ใช้ในการแปลงข้อมูลภาพให้เป็น Hue Image 20

3.3 โค้ดที่ใช้ในการแปลงข้อมูลภาพ Hue เป็นฮิสโทแกรม 22

3.4 ลักษณะของระบบรู้จำอาคาร 24

3.5 หน้าต่างสำหรับเลือกรูปภาพเพื่อเป็นอินพุตของระบบ 25

3.6 หน้าจอระบบแสดง Corner Detection หลังจากประมวลผล 26

3.7 หน้าจอระบบแสดง Histogram หลังจากประมวลผล 27

3.8 หน้าจอระบบแสดง Hue Image หลังจากประมวลผล 28

3.9 หน้าจอระบบแสดง แสดงข้อความเมื่อไม่พบภาพอาคารที่ตรงกับที่ต้องการทดสอบ 29

4.1 Corner Detection ของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบเซตของข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ฐาน 34

ข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลภาพที่นำเข้าทดสอบ 34

4.2 ฮิสโทแกรมของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบกรณีที่ภาพทดสอบตรงกับภาพต้นแบบ ในฐานข้อมูล 35

4.3 Hue Imageของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบกรณีที่ภาพทดสอบตรงกับภาพต้นแบบ 36

4.4 ข้อมูลภาพที่ทดสอบในระบบแต่ไม่พบภาพที่สอดคล้องกับเซตของข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร 37

4.5 ส่วน Recognition result ของระบบรู้จำอาคาร ในกรณีที่พบภาพต้นแบบในฐานข้อมูลตรง กับภาพที่นำเข้ามาทดสอบในระบบ 38

4.6 เซตของข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ดาต้าดิกส์ชันนารี ในการเก็บข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร 31

4.1 ผลการทดสอบระบบโดยใช้ภาพที่ทดสอบในลักษณะมุมมองที่ไม่ใช่หน้าตรง 41

4.2 ผลการทดสอบระบบโดยใช้ภาพที่ทดสอบในลักษณะบางส่วนของอาคาร หรือซูม ระยะต่าง ๆ 42

4.3 ผลการทดสอบระบบโดยใช้ภาพอาคารในมุมมองด้านตรงทั้งอาคารและภาพที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูล 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหาและแนวคิดการพัฒนาระบบ

มนุษย์มีความสามารถในส่วนของความจำที่มีขอบเขตจำกัด จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลต่าง ๆ จำนวนมากหรือเป็นเวลานาน บางครั้งอาจเกิดความสับสนหรือไม่สามารถจำข้อมูลที่สำคัญได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยเครื่องมือช่วยในการเก็บข้อมูล ปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาก้าวหน้าอย่างมาก จึงมีเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างง่ายดาย

ลักษณะของการเก็บข้อมูลมีหลายรูปแบบ รูปแบบที่เป็นที่นิยมรูปแบบหนึ่งคือ การเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของภาพถ่าย เทคโนโลยีทางด้านการถ่ายภาพพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกสบายมากขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพที่สามารถใช้งานได้ง่ายและพกพาสะดวก เช่น กล้องดิจิตอล (Digital Camera) หรือแม้แต่กล้องดิจิตอลที่ติดตั้งอยู่ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้สามารถบันทึกภาพถ่ายในโอกาสที่ต้องการ ภาพถ่ายที่ได้จากกล้องดิจิตอลสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ต่อไปได้

ปัจจุบันมีสิ่งปลูกสร้างที่ถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์เกิดขึ้นมากมาย ตัวอย่างเช่น อาคารต่าง ๆ สถานที่ในเมืองใหญ่ สถานที่บางแห่งเป็นสถานที่สำคัญ หรือบางแห่งเป็นสถานที่ที่เป็นจุดสังเกต แต่สภาพแวดล้อมของบริเวณโดยรอบอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา และมนุษย์มีขอบเขตการรับรู้และการจดจำที่จำกัด บางครั้งเมื่ออยากทราบถึงรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่นั้น ๆ ว่าเป็นสถานที่ใด ตำแหน่งที่ตั้งอยู่ตรงไหน อาจก่อให้เกิดความสับสน หรือไม่สามารถจดจำรายละเอียดข้อมูลได้ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมีเข้ามามีบทบาทในการสนับสนุนการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอาคาร สถานที่ต่าง ๆ ให้มีความถูกต้องและสะดวกมากขึ้น ทำให้สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้งานให้เกิดประโยชน์และมีความสะดวกสบายเพิ่มมากขึ้น

การประยุกต์การใช้งานเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการค้นหารายละเอียดข้อมูลอาคาร สถานที่ โดยการพัฒนาระบบเพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอาคาร สถานที่ต่าง ๆ นั้น ระบบที่ใช้สำหรับการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอาคาร หรือสถานที่ต่าง ๆ ต้องอาศัยการรู้จำอาคารเป็นส่วนสำคัญ ดังนั้นการพัฒนาระบบที่ใช้สำหรับการค้นคืนภาพอาคาร เพื่อใช้ในการค้นหาภาพอาคารที่สนใจโดยมีการเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพอาคารที่มีในระบบกับภาพอาคารที่สนใจ โดยมีการคืนค่าเป็นภาพอาคารที่ตรงกัน สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้หลากหลายและเป็นประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ

- ศึกษาวิธีการจัดการกับข้อมูลภาพโดยอาศัยเทคโนโลยีของจาวา รวมถึงการศึกษาการใช้งาน Java Image Processing API ต่างๆ เพื่อพัฒนาระบบที่ใช้เพื่อการค้นคืนภาพอาคารจากภาพถ่ายกล้องดิจิตอล (Digital Camera)
- ศึกษาหลักการทาง Image Processing ที่จำเป็นสำหรับการรู้จำอาคาร หรือวัตถุต่าง ๆ รวมถึงวิธีการต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการจำแนกภาพของวัตถุ
- สามารถนำความรู้ในด้านการรู้จำอาคารมาพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์ สำหรับนำภาพอาคารต่าง ๆ มาประมวลผล และสามารถจำแนกอาคารต่างๆได้

1.3 ขอบเขตการพัฒนาระบบ

ระบบรู้จำอาคารที่พัฒนาขึ้นมีขอบเขตของระบบ ดังต่อไปนี้

- พัฒนาระบบสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์บนระบบปฏิบัติการ Windows
- ข้อมูลนำเข้า (Input) ที่ใช้ทดสอบระบบเป็นภาพถ่ายจากกล้องดิจิตอล (Digital Camera) โดยที่ชนิดของแฟ้มข้อมูลเป็น Jpg
- ภาพถ่ายที่ใช้ทดสอบระบบเป็นภาพถ่ายอาคารในแนวราบ
- ภาพถ่ายที่ใช้ทดสอบระบบเป็นภาพถ่ายอาคารเต็มอาคารเท่านั้น โดยที่ไม่มีส่วนประกอบอื่น ๆ ภายในภาพ หรือมีน้อยที่สุด

1.4 ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบรู้จำอาคารมีขั้นตอนโดยสรุป ดังต่อไปนี้

- ศึกษาทฤษฎีและแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาระบบรู้จำอาคาร (Building recognition)
- ออกแบบระบบ และขั้นตอนการทำงานของระบบรู้จำอาคาร (Building recognition)
- พัฒนาโปรแกรมระบบรู้จำอาคาร โดยใช้ภาษาจาวา และAPI (Application Program Interface) ต่าง ๆ
- ทดสอบขั้นตอนการทำงานและแก้ไขโปรแกรมระบบรู้จำอาคาร
- สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมระบบรู้จำอาคาร ประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ทรัพยากรที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง 1.7 GHz และมีหน่วยความจำอย่างน้อย 512 MB
- ติดตั้ง Java 2 Platform Standard Editions เวอร์ชัน1.5.0 ขึ้นไป

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้เพื่อรู้จำอาคาร
- สามารถนำโปรแกรมรู้จำอาคารไปพัฒนาต่อเป็นโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ เช่น โปรแกรมการค้นหาข้อมูลอาคารสถานที่จากภาพถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

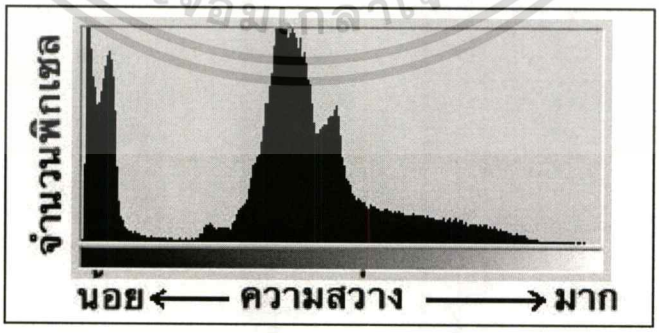
หลักการและทฤษฎีการรู้จำอาคาร

หลักการและทฤษฎีที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบรู้จำอาคาร ที่จะกล่าวถึงในบทนี้จะเสนอเทคนิค และหลักการที่ใช้สำหรับระบบรู้จำอาคาร ซึ่งการจัดการปัญหาการรู้จำอาคารโดยใช้วิธีการจำแนกโครงสร้างของภาพบนพื้นฐานของ localized color histograms ซึ่งคำนวณจากโครงสร้างองค์ประกอบหลักในรูปภาพ ซึ่งจะทำให้สามารถค้นคืนรูปภาพตัวอย่างที่เหมือนกับภาพที่เป็นต้นแบบ

นอกจากกระบวนทางด้านการรู้จำอาคารแล้ว ในบทนี้จะเสนอเทคนิควิธีการที่ใช้ในการพัฒนาระบบ โดยออกแบบและพัฒนาระบบภายใต้รูปแบบการทำงาน (Framework) ของจาวา

2.1 Localized color histograms (Wei and Jana, 2005)

ฮิสโทแกรมเป็นกราฟแสดงจำนวนพิกเซลที่ความสว่างต่าง ๆ ของภาพ ซึ่งแกนนอนเป็นระดับความสว่างที่แบ่งระดับเป็น 256 ระดับ (มักเรียกว่าระดับสีเทาหรือ gray level) โดยมีค่าตั้งแต่ 0-255 เมื่อระดับสีเทามีค่าต่ำหมายถึงมีความสว่างน้อยจะมองเห็นเป็นสีดำ ค่าระดับสีเทามากหมายถึงความสว่างมากจะมองเห็นเป็นสีขาว แกนตั้งของกราฟ แสดงจำนวนพิกเซลในแต่ละระดับความสว่างซึ่งเป็นค่าสัมพัทธ์ ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 2.1 เนื่องจากฮิสโทแกรมเป็นกราฟแสดงจำนวนพิกเซลในระดับสีเทาต่าง ๆ กัน ลักษณะของแท่งกราฟจึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของภาพด้วย



รูปที่ 2.1 ภาพตัวอย่างฮิสโทแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของฮิสโทแกรมขึ้นอยู่กับตัวอย่างรูปภาพ และยังมีข้อดีในการสามารถแบ่งแยกและตำแหน่งของรายละเอียดต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงยาก ตัวแทนของอาคารที่มีลักษณะเด่นสามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัด อาคารประกอบด้วยโครงสร้างเชิงภูมิศาสตร์ เช่น เส้นขนาน เส้นออโธกอนอล (Orthogonal line) และโครงสร้างในแนวระนาบ เส้นขนานจะตัดกับรูปภาพในแนวระนาบที่จุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกัน ถ้าพิจารณาสภาพแวดล้อมของเมือง ทิศทางของเส้นที่สำคัญโดยทั่วไปจะอยู่ในแนวแกนออโทโกนอลทั้งสามแกนของเฟรมโคออดิเนต (แกน x, y, z)

การคำนวณการกระจายของสีจากพิกเซลซึ่งรวบรวมด้วยทิศทางที่เส้นขนานบรรจบกัน ฮิสโทแกรมเปลี่ยนแปลงได้ยากถึงแม้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงพื้นหลังและถูกปิดบังไว้ เหตุผลที่ใช้ localized color histogram คือ พิกเซลมีส่วนทำให้ฮิสโทแกรมถูกจำกัดอยู่ในพื้นที่อาคารในภาพ ซึ่งแบ่งพิกเซลออกเป็นหลายๆกลุ่ม และแต่ละกลุ่มก็จะมีความสัมพันธ์กับฮิสโทแกรม

2.2 การค้นหาจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกัน

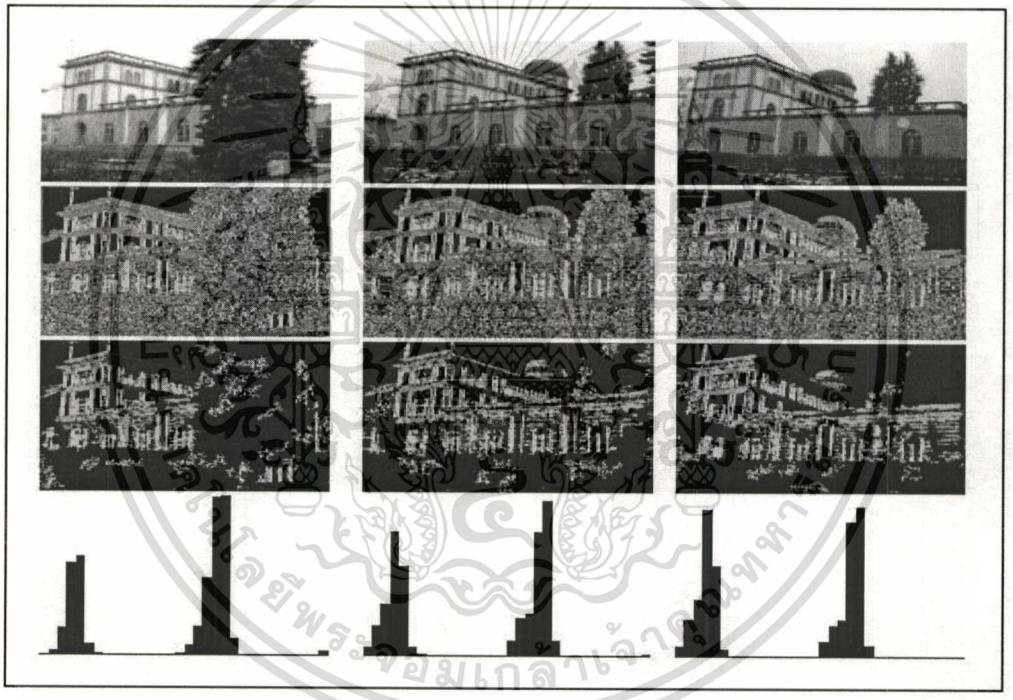
การค้นหาทิศทางของจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกันในรูปภาพซึ่งเกี่ยวข้องกับโครงสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นที่มีอยู่ การค้นหา Line segment ทำโดยการจัดกลุ่มของเส้นที่เหมือนกันไปในทิศทางของจุดภายในภาพที่เส้นขนานบรรจบกัน (vanishing point) และการประมาณค่าจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกัน โดยการใช้วิธีการ Expectation maximization algorithm (EM) โดยทั่วไป EM algorithm รวบรวมจากการทำซ้ำหลายครั้ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับ initialization stage ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของจุดสูงสุดของฮิสโทแกรม สำหรับอาคารที่ไม่มีแนวโน้มขององค์ประกอบหลัก กระบวนการประมาณค่าจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกันจะสิ้นสุดลง เนื่องจากไม่มีเส้นตรงสนับสนุน กรณีนี้จะข้ามขั้นตอนแรกของการรู้จำ และการเข้าคู่ (matching) ขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่ตั้ง

2.2.1 การกำหนดสมาชิกกลุ่มพิกเซล

จากขั้นตอนการค้นหาจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกันจะได้ principal orientation ของการค้นหา line segment กระบวนการ EM จะคืนค่าจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกัน จำนวน 2-3 ค่า ซึ่งตรงกับทิศทางหลัก v_x,v_y และ v_z ในเฟรมโคออดิเนต ซึ่งสามารถกำหนดชื่อและอ้างถึงทิศทาง ได้โดยกำหนดให้ ด้านซ้าย (v_x), ด้านขวา (v_y) และvertical (v_z)บนพื้นฐานของโคออดิเนตของจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกันที่มีลักษณะเหมือนกันที่เกี่ยวข้องกับจุดศูนย์กลางของรูปภาพ ซึ่งหมายถึง สิ่งที่เหมือนกันสำหรับขอบเขตของรอบ ๆ ภายนอกและภายในระนาบที่สัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทางของจุดในภาพที่เส้นขนานบรรจบกันคำนวณจากแต่ละพิกเซลในรูปภาพที่มี gradient magnitude เหนือ threshold จะจัดให้ไปอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง (ด้านซ้าย, vertical และด้านขวา) ถ้าความแตกต่างระหว่าง gradient direction และ principal direction v_x, v_y และ v_z น้อยกว่าบาง threshold นอกจากนี้พิกเซลถูกจัดเป็นเส้นรอบนอกและตัดออกไป ท้องฟ้าซึ่งเป็นพื้นหลังจะถูกตัดออกไป ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 2.2 พิกเซลที่เป็น background clutter (เช่น ต้นไม้ หรือสนามหญ้า) ยังคงอยู่ พิกเซลที่อยู่ในพื้นที่ที่ซึ่งเกิดการเปลี่ยน gradient direction บ่อยครั้ง พิกเซลที่อยู่ใกล้เคียงไม่น่าเป็นไปได้ที่จะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ดังนั้น clutter ที่มีอยู่จะถูกตัดออก โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เชื่อมโยงกัน(connected component analysis)สำหรับแต่ละกลุ่มพิกเซลที่ถูกแบ่งออก และตัดองค์ประกอบที่เชื่อมโยงกันกลุ่มเล็ก ๆนั้นออก



รูปที่ 2.2 ภาพอาคารเดียวกันที่มีการกำหนดกลุ่มสมาชิกพิกเซล

จากรูปที่ 2.2 ภาพแถวบนสุด แสดงรูปภาพต้นแบบที่ใช้สำหรับการศึกษา แถวที่สอง แสดงกลุ่มของพิกเซลที่ถูกกำหนด แถวที่สาม แสดงกลุ่มของพิกเซลที่ถูกกำหนดหลังจากทำการวิเคราะห์องค์ ประกอบของพื้นหลัง แถวสุดท้าย แสดง Indexing Vector ของแต่ละภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การสร้างข้อมูล Indexing vector

ขั้นตอนต่อไปจะพิจารณา principal direction เฉพาะข้อมูลสีของพิกเซลเท่านั้น ซึ่งไม่เหมือนกับเทคนิค Color indexing ซึ่งพิกเซลของสีถูกแสดงอยู่ในรูปแบบ RGB แต่ขั้นตอนนี้ใช้ข้อมูลในรูปแบบของ hue ที่เป็นหนึ่งมิติ รูปแบบ RGB ถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบ (Y,C_b,C_r) ซึ่งอธิบายโดย

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2125 & 0.7154 & 0.0721 \\ -0.1150 & -0.3850 & 0.5000 \\ 0.5000 & -0.45400 & 0.0460 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \tag{2.1}$$

การคำนวณค่า hue สามารถทำได้โดย

$$H = \arctan(C_b, C_r)/\Pi \quad -1 \le H \le 1 \tag{2.2}$$

ฮิสโทแกรม hue ของแต่ละกลุ่มพิกเซลจะถูกคำนวณและแบ่งออกเป็น 16 กลุ่ม การหลีกเลี่ยงสิ่งที่เป็นผลกระทบ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ฮิสโทแกรมเปลี่ยน เมื่อค่าบางค่าเปลี่ยนจากกลุ่มหนึ่งเป็นอีกกลุ่มหนึ่ง โดยใช้ linear interpolation เพื่อจัดน้ำหนักโดยการจัดกลุ่มของฮิสโทแกรมที่เหมาะสมกับระยะห่างระหว่างค่ากับค่าศูนย์กลางของกลุ่ม เวคเตอร์ของฮิสโทแกรม 3 เวคเตอร์ h_x, h_y และ h_z ถูกเชื่อมเข้าด้วยกันเป็น indexing vector h เพื่อเป็นตัวแทนแต่ละรูป ข้อดีของการใช้เฉพาะข้อมูล hue คือ การแสดงฮิสโทแกรมแบบ hue ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อแสงสว่างเปลี่ยนแปลง indexing vector มีผลกระทบมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ indexing vector อื่น ๆ ฮิสโทแกรม hue สามารถแยกแยะได้ทั้งหมด ซึ่งเกี่ยวข้องกับพิกเซลวัตถุ (อาคาร) ที่ถูกจัดกลุ่มตามทิศทาง ซึ่งspatial information จะเป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยใน indexing vector

2.2.3 การค้นคืนภาพอาคาร

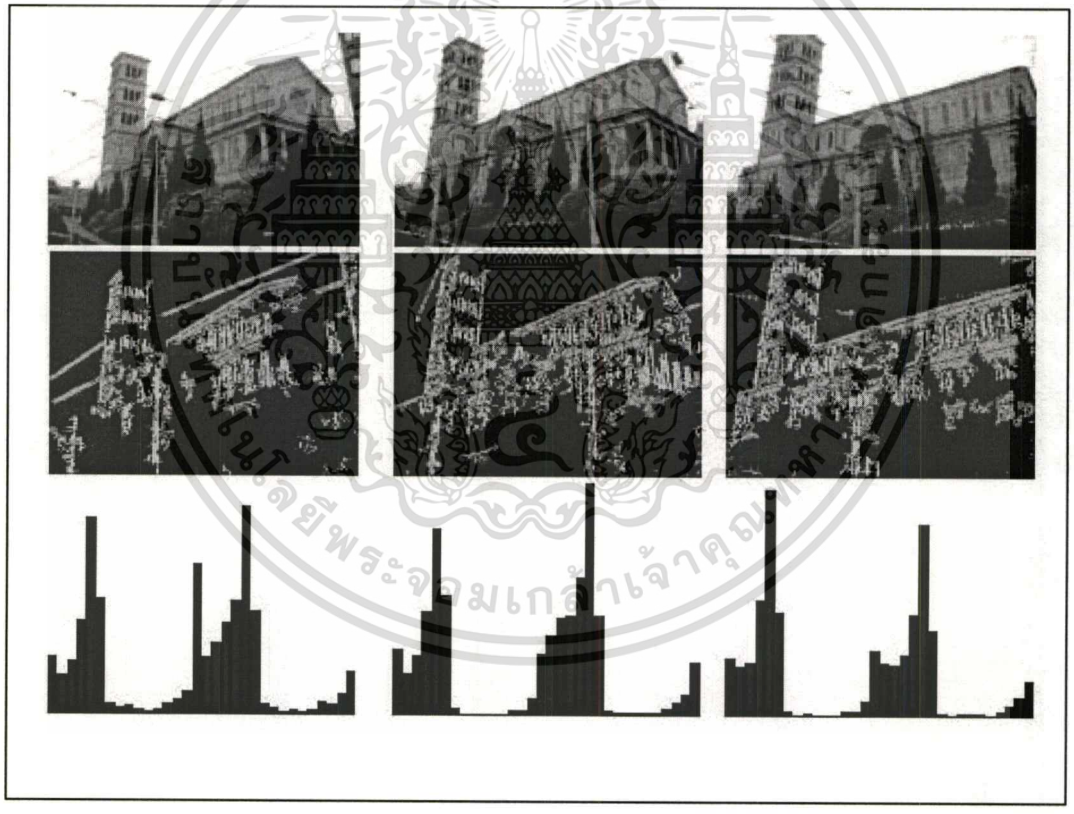
ตัวแทนแต่ละรูปภาพ กำหนดเป็น indexing vector แบบ $16 \times 3 = 48$ มิติ การค้นคืนอาคารสามารถทำได้โดยเปรียบเทียบฮิสโทแกรมเวคเตอร์ของรูปที่ทดสอบ และรูปภาพตัวอย่าง ระยะห่างระหว่าง 2 indexing vectors เป็นผลรวมของระยะห่างฮิสโทแกรมแต่ละค่า 3 ค่า

$$d(h^1, h^2) = d(h_x^1, h_x^2) + d(h_y^1, h_y^2) + d(h_z^1, h_z^2) \tag{2.3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งมุมมองอาคาร มีผลกับการเปลี่ยนแปลงกลุ่มพิกเซล พิกเซลที่เป็นของกลุ่มด้านซ้ายในรูปหนึ่งอาจเป็นกลุ่มด้านขวาในรูปอื่น ตัวอย่างเช่น พิกเซลใน front facade เป็นของกลุ่มที่ต่างกันจากรูปภาพ 2 รูป ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และรูปที่ 2.4 ดังนั้นถ้าระยะห่างถูกคำนวณโดยสูตรด้านบน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่มองภาพ จะมีผลกระทบทำให้ผลลัพธ์เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย

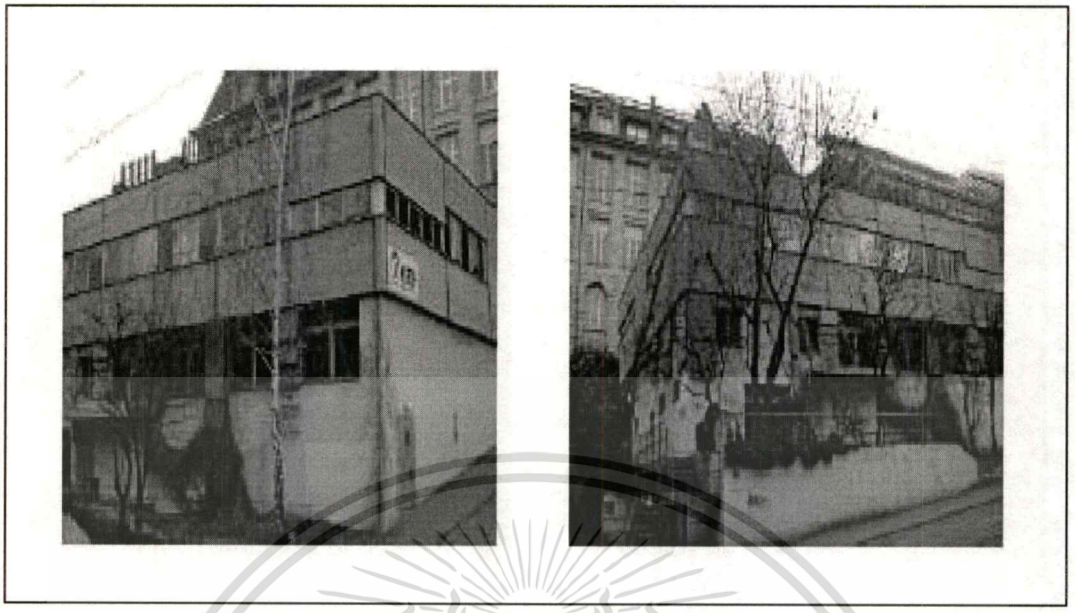
ปัญหานี้แก้ไขโดยการรวมฮิสโทแกรมของกลุ่มด้านซ้ายและกลุ่มด้านขวา เช่น พิจารณากลุ่มของพิกเซลสองกลุ่มเป็นหนึ่งกลุ่มใหญ่ และแสดงการกระจายของสีโดยใช้ฮิสโทแกรมเดียว ผลพลอยได้ คือ Indexing vector ที่สั้นกว่าซึ่งมีผลดีต่อการจัดเก็บและการเปรียบเทียบ การรวมฮิสโทแกรม 3 ฮิสโทแกรมเป็นฮิสโทแกรมเดียวทำให้ความสามารถในการแยกแยะที่สูญเสียไปนั้นดีขึ้น



รูปที่ 2.3 ภาพอาคารเดียวกันที่มีพื้นหลังและมุมมองที่ต่างกัน

รูปที่ 2.3 แถวบนสุด แสดงรูปภาพต้นแบบที่ถ่ายในมุมมองที่แตกต่างกัน แถวที่สอง แสดงกลุ่มพิกเซลที่ถูกกำหนดกลุ่ม แถวสุดท้าย แสดง Indexing Vector ของแต่ละภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ภาพอาคารเดียวกันที่มุมมองต่างกัน ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มพิกเซล

การเปรียบเทียบรูปภาพที่ทดสอบโดยรูปภาพต้นแบบที่แตกต่างกันสามารถใช้หน่วยวัดระยะ ห่างที่ต่างกัน พิจารณาระยะห่าง L_1, L_2 และ χ^2 รูปแบบของระยะห่าง χ^2 นี้ไม่เป็นเมทริกซ์ ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยกำหนดให้ indexing vector ของรูปภาพที่ทดสอบเป็น h_t และโมเดลรูปภาพเป็น h_p ซึ่งระยะห่าง χ^2 อธิบายโดย

$$\chi^2(h_t, h_p) = \sum_k \frac{(h_t(k) - h_p(k))^2}{h_t(k) + h_p(k)} \tag{2.4}$$

โดยที่ k เป็นจำนวนกลุ่มฮิสโทแกรม ซึ่ง descriptor ขนาดเล็ก ทำให้การเปรียบเทียบเร็วขึ้น เป็นข้อดีโดยเฉพาะ เมื่อจัดการโดยฐานข้อมูลขนาดใหญ่มาก ผลลัพธ์การรู้จำขั้นแรกคือสับเซตของรูปภาพต้นแบบซึ่งจะถูกพิจารณาต่อไปในขั้นที่สอง โดยที่ cardinality ของสับเซตขึ้นอยู่กับความไม่แน่ชัดของการรู้จำ ซึ่งสามารถคำนวณได้ โดย

$$Am = \frac{\chi_i^2}{\frac{1}{n-1}(\sum_i \chi_i^2)} \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ i = 1,2,3,…,n และ χ_i^2 ลำดับที่ i เป็นผลลัพธ์ระยะห่างที่ใกล้ที่สุด ค่าความไม่แน่ชัดจะน้อยมากเมื่อรูปภาพเป็นรูปที่ง่ายต่อการแยกแยะ และค่าความไม่แน่ชัด จะมีค่าเข้าใกล้ 1 เมื่อการกำหนดรูปภาพทำได้ยาก จำนวนของผลลัพธ์ถูกกำหนดเป็นรายการ N_r สามารถคำนวณโดย

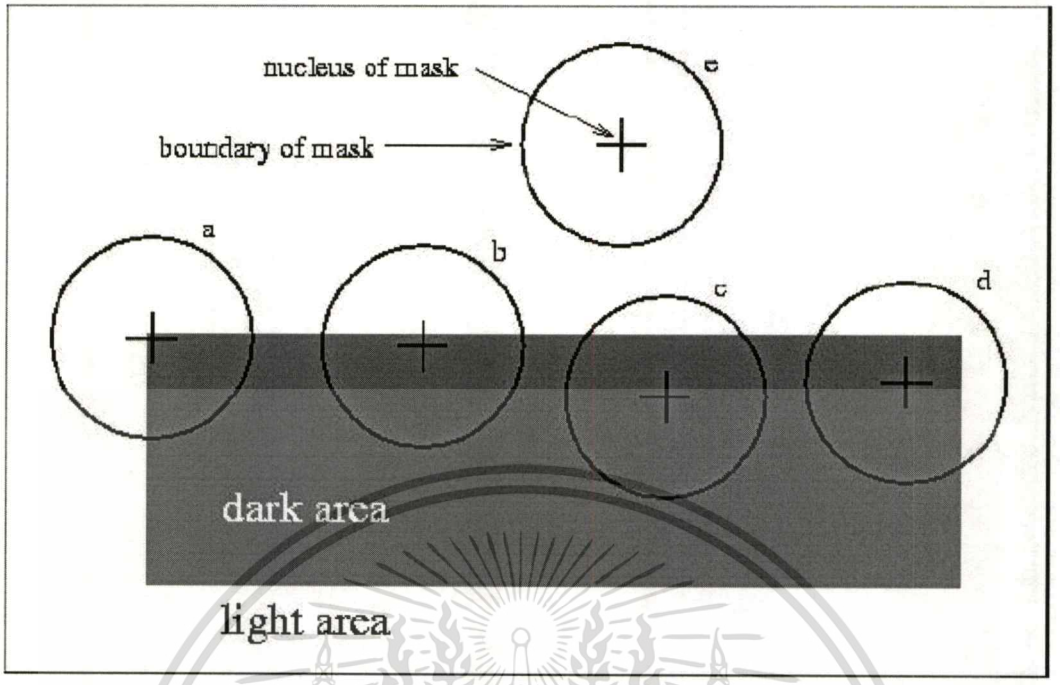
$$N_r = \lceil N_m * Am^2 \rceil \tag{2.6}$$

ซึ่ง N_m เป็นขนาดรายการที่ใหญ่ที่สุด เมื่อกลุ่มของรูปภาพต้นแบบที่ใกล้เคียงที่สุดแสดงขึ้นมาอย่างเห็นได้ชัด การรู้จำขั้นตอนแรกอาจจะคืนค่าเพียงภาพเดียวเท่านั้น และทำให้ไม่จำเป็นต้องทำการรู้จำขั้นตอนที่สอง ถ้ามีรูปภาพต้นแบบที่ใกล้เคียงรูปตัวอย่างจำนวนมาก จะจัดรายการของกลุ่มรูปภาพต้นแบบที่ใกล้เคียงซึ่งมีรูปภาพต้นแบบที่ถูกต้องประกอบอยู่ด้วย เมื่อแต่ละ object model มีรูปภาพต้นแบบที่หลากหลายในฐานข้อมูล ค่าระยะห่าง χ^2 ที่น้อยที่สุดจะถูกนำมาคำนวณขนาดของรายการ

2.3 หลักการ SUSAN (Stephen and Brady, 1997)

หลักการของ SUSAN เป็นการใช้ค่าประมาณของ Circular masks (ช่อง หรือ แก่น) จากแนวคิดของแต่ละจุดในภาพมีความสัมพันธ์กันของความสว่างของพื้นที่รอบข้าง ซึ่งเป็นพื้นฐานของหลักการของ SUSAN พื้นที่นี้เรียกว่า USAN (Univalue Segment Assimilating Nucleus) ที่จะประกอบด้วยข้อมูลทั่ว ๆ ไปของโครงสร้างรูปภาพ จากขนาดและลักษณะสำคัญของ USAN จะทำให้สามารถจำแนกองค์ประกอบ และค้นหาเส้นขอบต่าง ๆ ในภาพได้ กระบวนการทางภาพจะให้ผลลัพธ์ เป็นค่าส่วนกลับของพื้นที่ USAN ที่จะประกอบด้วยเส้นขอบและลักษณะโครงสร้างเด่นที่ปรากฏขึ้นมาเพิ่มเติมลักษณะของเส้นขอบที่จะเป็นการเพิ่มลักษณะของ SUSAN (Smallest Univalue Segment Assimilating Nucleus) ความหนาแน่นของ SUSAN ที่จะใช้สำหรับจัดรูปการกับพารามิเตอร์ที่เป็นพื้นฐานและง่ายกว่าอัลกอลิทึมอื่น ๆ ที่ใช้สำหรับการค้นหาเส้นขอบของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Circular mask 4 Circular mask ที่ตำแหน่งต่าง ๆ กันในรูปภาพตัวอย่าง

2.3.1 วิธี SUSAN ในการค้นหาเส้นขอบ

ขั้นตอนที่ใช้สำหรับจัดการข้อมูลของแต่ละพิกเซลในภาพเป็นดังนี้

- วางตำแหน่งของพื้นที่วงกลมที่ปกปิดรอบ ๆ จุดพิกเซลที่ต้องการค้นหา
- คำนวณค่าจำนวนของพิกเซลที่อยู่ในวงกลมที่ถูกนำมาปิด ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการหาค่าความสว่างของจุดศูนย์กลาง ซึ่งเรียกว่า USAN
- ลบค่าขนาดของ USAN ออกจากค่า Threshold ซึ่งจะให้ค่าความหนาแน่นของเส้นขอบในภาพ
- นำค่าที่ได้จากการคำนวณ USAN ในการหาทิศทางของเส้นขอบ

การใช้หลักการ SUSAN ในการหาเส้นขอบ มีการพัฒนาโดยใช้การประมาณค่ามาร์ควงกลม (Circular masks) โดยให้ค่าวงกลมจำนวน 37 พิกเซล หรือ 3 x 3 mask โดยที่ mask จะใช้กับการให้น้ำหนักเป็นค่าคงที่ หรือ การให้น้ำหนักแบบ Gaussian weighting การ mask ที่ตำแหน่งของแต่ละจุดในภาพ สำหรับความสว่างของแต่ละจุดของพิกเซล ภายในเส้นขอบวงกลม(mask) จะเป็นการเปรียบเทียบกับค่าของจุดศูนย์กลาง

ถ้าหากค่าความแตกต่างของค่าความสว่างมีค่าน้อยกว่าค่า Threshold "t" จะได้ผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบเป็น 1 แต่ถ้าไม่เป็นตามนั้นจะให้ค่าเป็นศูนย์ การเปรียบเทียบ สำหรับค่า Total "N"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นจำนวนของพิกเซลใน USAN เช่นถ้ามีพื้นที่ของ USAN ค่า t จะเป็นค่าที่มากที่สุดของความแตกต่างขององค์ประกอบ ที่จะใช้ในการค้นหา และค่าที่น้อยที่สุดของส่วนรวมของส่วนที่รบกวนรูปภาพจะเป็นค่าที่ไม่ต้องสนใจ

ค่า N จะเป็นการเปรียบเทียบกับ ค่า fixed threshold "g" ซึ่งจะมีค่าเป็น 3xN max / 4 ซึ่งค่าจะคำนวนจากการวิเคราะห์ค่าคาดหวัง ในส่วนที่เป็นส่วนที่ถูกรบกวนในภาพ

สำหรับอัลกอลิทึมนี้จะได้ค่า C ดังนี้

$$C = \exp\left(\left(\frac{d}{t}\right)\times 6\right) \tag{2.7}$$

จากสมการนี้จะใช้กับพิกเซล ที่มีความรบกวนของความสว่างเพียงเล็กน้อย ของทุก ๆ ค่าที่เข้าใกล้ค่า Threshold ซึ่งรูปสมการจะให้ค่าที่เท่ากันระหว่าง ค่าที่เหมาะสมของthreshold และฟังก์ชันพื้นฐาน กล่าวคือจะเป็นการนับจำนวนของพิกเซลที่มีความสว่างใกล้เคียงกัน และความสว่างที่แตกต่างกันของแต่ละพิกเซลในภาพ

แนวโน้มของเส้นขอบเขต จะมีความสัมพันธ์กับภาพซึ่งจะพบได้ในสองแนวทางซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของจุดที่เป็นเส้นขอบ กล่าวคือจะมีเส้นขอบระหว่างพิกเซล และเส้นขอบที่เกิดในพิกเซล ซึ่งแนวโน้มของเส้นขอบจะคำนวณได้จาก การหาแกนที่ยาวที่สุดของความสมมาตรของ USAN ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$m(X-X_o)^2 * (R_0) = SUM\left[\left((X-X_o)^2 * C(R,R_0)\right)\right] \tag{2.8}$$

$$m(Y-Y_o)^2 * (R_0) = SUM\left[\left((Y-Y_o)^2 * C(R,R_0)\right)\right] \tag{2.9}$$

$$m(X-X_o)(Y-Y_o) * (R_0) = SUM\left[\left((X-X_o)(Y-Y_o) * C(R,R_0)\right)\right] \tag{2.10}$$

โดยที่ R_0 เป็นจุดศูนย์กลาง (Nucleus)

$R(R_0)$ เป็นศูนย์กลางของ USAN ของ R_0

$C = \exp\left(\left(\frac{d}{t}\right)\times 6\right)$

m เป็นค่าเฉลี่ย (mean)

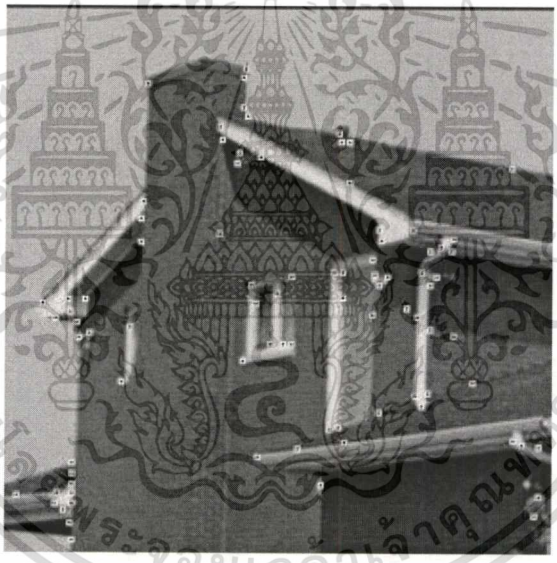
SUM เป็นค่าผลรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของสมการ 2.8 และสมการ 2.9 จะช่วยในการบอกตำแหน่งของเส้นขอบ ส่วนสมการ 2.10 แสดงถึงความลาดชัน โดยจะหาผลรวมของอีกส่วนหนึ่งของค่า USAN ซึ่งใกล้กับจุดศูนย์กลางของจุดที่ค้นหา เส้นขอบที่ได้รับจากสมการด้านบนเป็นส่วนที่ขวางกั้นที่แสดงถึงเส้นขอบ

2.3.2 วิธี SUSAN ในการค้นหามุม

ขั้นตอนการค้นหามุมในภาพมีลักษณะคล้ายกับการค้นหาเส้นขอบอย่างมาก โดยเริ่มแรกทุก ๆ พิกเซลภายใน Circular mask จะนำมาเปรียบเทียบและหาผลรวมของค่าที่คล้ายกันของค่าที่ได้จากการค้นหาเส้นขอบ การคำนวนค่า USAN ในแต่ละพิกเซลในภาพจะแนวทางในการพิจารณาเส้นขอบภายในรูป ซึ่งค่าของ USAN ที่มีค่าน้อยที่สุดของทั้งสองด้านของเส้นขอบ จะเป็นด้านหนึ่งของจุดมุมในภาพ โดยที่ค่า USAN ที่น้อยที่สุดในที่นี้ก็ค่าค่า SUSAN นั่นเอง ตำแหน่งที่น้อยที่สุดของค่า USAN จะแสดงถึงจุดมุมที่มีในรูปภาพ



รูปที่ 2.6 การใช้วิธี SUSAN ในการค้นหามุม เพื่อการหามุมในรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หลักการทางสถิติ

ระบบรู้จำอาคารที่ได้พัฒนาขึ้นนอกจากจะศึกษาวิธีการรู้จำอาคารด้วยวิธี Localized color histograms ยังได้ศึกษาวิธีการทางสถิติมาช่วยในขั้นตอนการเลือกรูปแบบอาคารที่น่าจะเป็นอาคารต้นแบบของภาพอาคารที่ใช้ทดสอบ

สถิติที่นำมาใช้คือสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ เพราะสามารถใช้งานได้งานกว่าสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์จากคำกล่าวที่ว่า "สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ถูกแนะนำให้ใช้แทนสถิติแบบใช้พารามิเตอร์ เนื่องจากสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ไม่จำเป็นต้องมีข้อจำกัดเบื้องต้น (Assumption) ที่ใช้ในการทดสอบ ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่ายกว่าสถิติที่ใช้พารามิเตอร์" (อุมาพร จันทศร. 2541 : 1)

การทดสอบว่าการแจกแจงของข้อมูลที่ต้องการทดสอบมีลักษณะเหมือนกับการแจกแจงของข้อมูลต้นแบบหรือไม่ โดยใช้การทดสอบการแจกแจง (Tests of Goodness of Fit) ด้วยวิธีการทดสอบไคสแควร์ (The Chi-Square Goodness of Fit Test) ซึ่งมีสมมติฐานในการทดสอบ คือ $H_0 : F_x(X) = F_0(X)$ for all X การยอมรับสมมติฐานในการทดสอบ ทำได้โดยการคำนวณค่าจากสูตร

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} (O_i - E_i)^2 / E_i \qquad (2.11)$$

เมื่อคำนวณค่า χ^2 แล้ว หากค่าที่ได้อยู่ในช่วงของค่าที่กำหนด ก็จะสรุปว่ายอมรับสมมติฐานในการทดสอบ $H_0 : F_x(X) = F_0(X)$ for all X คือ การแจกแจงของข้อมูลที่ต้องการทดสอบมีลักษณะเหมือนกับการแจกแจงของข้อมูลต้นแบบ

สำหรับในระบบรู้จำอาคารนั่นก็คือ จากการคำนวณค่าทางสถิติแล้วจะช่วยในการพิสูจน์ว่าระบบรู้จำอาคารสามารถคัดเลือกภาพต้นแบบ ได้ตรงกับภาพตัวอย่างที่นำเข้ามาทดสอบในระบบหรือไม่

2.5 หลักการและเทคนิคการพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา

แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในปัจจุบันเป็นลักษณะการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ โดยขบวนการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุได้นำโครงสร้างข้อมูลและฟังก์ชันสำหรับการจัดการข้อมูล มารวมเข้าไว้ด้วยกันเป็นองค์ประกอบส่วนเดียวกันรวมเรียกว่า อ็อบเจ็ค(Object) และใช้วิธีการส่งเมสเซส (Message) ไปยังอ็อบเจ็คต่างๆเพื่อให้อ็อบเจ็ค (Object) สนองตอบความต้องการของตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุมีสิ่งสำคัญสองประการคือ คลาส(Class) และคุณสมบัติของการสืบทอดคุณสมบัติ (Inheritance) โปรแกรมไม่ได้ถูกเขียนเพื่อสำหรับ อ็อปเจ็คแต่ละตัว แต่เขียนสำหรับคลาสที่เปรียบเสมือนคุณสมบัติสำหรับทุก ๆ อ็อปเจ็ค (Ackstein,Loy,Wood. 1998:8)

การพัฒนาระบบรู้จำอาคาร สำหรับการพัฒนาระบบในการศึกษานี้ ได้เลือกพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา(Java) โดยภาษาจาวาเองเป็นภาษาที่พัฒนาในเชิงวัตถุ ซึ่งภาษาเชิงวัตถุเองมีคุณสมบัติเด่นที่ดีอย่างเช่น

- คุณสมบัติการนำมาใช้ใหม่ (Reusable)
- คุณสมบัติการถ่ายทอด (Inheritance)
- คุณสมบัติการเข้ากันได้กับระบบปฏิบัติการใด ๆ (Portable)

2.5.1 การใช้ Java Image Processing API ในการจัดการข้อมูลภาพ (Rusås . 2003)

การจัดการข้อมูลภาพในรูปแบบต่างๆในปัจจุบันสามารถใช้ API ที่ให้บริการจัดการข้อมูลภาพ ซึ่งมีความสะดวกในขั้นตอนการพัฒนาในปัจจุบันมี API จำนวนมากที่สามารถจัดการข้อมูลภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนของการพัฒนาระบบรู้จำอาคารนี้ได้เลือกใช้ Java Image Processing API ซึ่งในปัจจุบัน ได้รับการพัฒนามาจนถึงเวอร์ชันที่ 2 ซึ่งผู้ที่พัฒนา Java Image Processing เป็นกลุ่มนักศึกษาที่ Høgskolen i Østfold (Østfold College) ที่ได้รวบรวมฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานเพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลภาพ

การใช้งานของ Java Image Processing API จะประกอบด้วยคลาสพื้นฐานเพื่อการใช้งานในการจัดการข้อมูลภาพ คือ

- RGBImage เป็น instance ของ BufferedImage ที่ใช้ในการจัดการเรื่องการเปิด การบันทึกและการเขียนข้อมูลภาพ โดย RGBImage เป็นคลาสที่สามารถใช้งานได้ง่ายและยังมีMethods ที่ใช้สำหรับการสร้าง BufferedImage รวมถึงการจัดการข้อมูลภาพในแต่ละพิกเซล โดยMethod จะสร้างข้อมูลเมทริกซ์จาก ข้อมูลภาพ
- IntensityImage เป็นคลาสที่จะสามารถจัดการข้อมูลภาพที่เป็น gray scale และให้ข้อมูลภาพที่เป็นอะเรย์ของเมทริกซ์ในแต่ละพิกเซล
- BinaryImage เป็นคลาสที่จะสามารถจัดการข้อมูลภาพที่เป็น Binary (ภาพขาว-ดำ)
- HSIImage เป็นคลาสที่จะสามารถในการจัดการข้อมูลภาพที่เป็นองค์ประกอบของ hue, saturation และ intensity และมี Method ที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลระหว่าง HIS และ RGB
- HSVImage เป็นคลาสที่จะสามารถในการจัดการข้อมูลภาพที่เป็นองค์ประกอบของ hue, saturation และ intensity แต่ข้อแตกต่างของHSV กับ HIS คือแต่ละองค์ประกอบมีความหลากหลายและเป็นอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Java Image Processing กับการจัดการข้อมูลภาพช่วยให้สามารถจัดการกับข้อมูลในแต่พิกเซลได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

บทที่ 3

ระบบรู้จำอาคาร

ระบบรู้จำอาคารเป็นระบบสำหรับค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอาคาร ซึ่งอาศัยหลักการการรู้จำอาคาร (Building Recognition) เพื่อใช้ค้นหาภาพอาคารที่สนใจ โดยมีการเปรียบเทียบข้อมูลภาพอาคารที่มีอยู่ในระบบกับภาพอาคารที่สนใจ มีการแสดงผลลัพธ์ของการรู้จำภาพอาคาร และข้อมูลเกี่ยวกับอาคารที่ตรงกับภาพอาคารที่มีอยู่ในระบบ

3.1 อัลกอริทึมและขั้นตอนการทำงานของระบบรู้จำอาคาร

กระบวนการทำงานของระบบรู้จำอาคารประกอบด้วยขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3.1 อินพุตของระบบรู้จำอาคารคือภาพถ่ายที่ได้จากกล้องถ่ายรูปดิจิตอล หรือภาพถ่ายจากกล้องที่ติดตั้งอยู่ในโทรศัพท์มือถือ โดยขั้นตอนแรกของกระบวนการทำงานของระบบคือ การนำภาพถ่ายที่เป็นอินพุตมาหาค่า Hue แล้วนำค่า Hue ที่ได้ มาสร้างเป็นฮิสโทแกรม ทำการเปรียบเทียบฮิสโทแกรมของภาพถ่ายที่เป็นอินพุตกับฮิสโทแกรมของภาพถ่ายต้นแบบที่มีอยู่ในฐานข้อมูล เพื่อหาฮิสโทแกรมที่เหมือนกัน เมื่อได้ภาพถ่ายต้นแบบแล้วจึงนำมาหาทางสถิติ เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องตรงกันของภาพถ่ายที่เป็นอินพุตกับภาพถ่ายต้นแบบ

รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบที่ใช้ในการรู้จำอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรายละเอียดขั้นตอนของการประมวลผลของระบบรู้จำอาคารที่แสดงดังรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบ ดังนี้

- Prepare image in database ในขั้นตอนการ Prepare image in database เป็นส่วนที่จะนำภาพที่ต้องการให้ระบบเรียนรู้ เข้าบันทึกในระบบ โดยในขั้นตอนนี้ระบบจะรับข้อมูลภาพ ชื่ออาคาร และรายระเอียดของอาคาร เข้าบันทึกในระบบ
- Open image for test ในขั้นตอนการ Open image for test เป็นส่วนที่จะนำภาพที่ต้องการทดสอบในระบบรู้จำอาคาร เข้าสู่ระบบ โดยระบบจะให้เลือก Folder ที่เป็นที่เก็บข้อมูลภาพ ที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วทำการดึงข้อมูลภาพที่ต้องการทดสอบเข้าทำการทดสอบในระบบรู้จำอาคาร
- Load image for training systems ในขั้นตอนการ Load image for training systems จะเป็นขั้นตอนการเปิดข้อมูลภาพที่เก็บอยู่ในระบบ แล้วนำข้อมูลภาพทั้งหมดในระบบเข้าสู่ระบบรู้จำอาคารเพื่อเตรียมสำหรับขั้นตอนการรู้จำอาคาร
- Convert image to Hue image ในขั้นตอนการ Convert image to Hue ระบบจะทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลภาพที่ต้องการทดสอบ ให้อยู่ในรูปแบบของภาพแบบ Hue (Hue Image) ตามขั้นตอน การแปลงข้อมูลภาพเป็น Hue Image โดยอัลกอลิทึมที่ใช้สำหรับการแปลงข้อมูลภาพ เป็น Hue Image ทำได้โดยตัวอย่างที่แสดงดังรูปที่ 3.2 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้อัลกอลิทึมจากสมการที่ 2.1 และ 2.2 ในการคำนวณค่าจากการอ่านค่าของข้อมูลในแต่ละพิกเซลของภาพมาแปลงเป็น Hue Image
- Calculate and draw histogram ในขั้นตอนการ Calculate and draw histogram ระบบจะนำข้อมูลภาพที่ได้แปลงให้อยู่ในรูปแบบของ Hue(Hue Image) มาคำนวณและสร้างเป็นฮิสโทแกรม ของแต่ละภาพที่ต้องการทดสอบ รวมทั้งแปลงข้อมูลของฮิสโทแกรมเป็นชุดของข้อมูล เพื่อใช้ในขั้นตอนการรู้จำอาคาร การสร้าง ฮิสโทรแกรมจากข้อมูล Hue Image จะใช้อัลกอลิทึมตามตัวอย่างโค้ดดังรูปที่ 3.3 ซึ่งจะแสดงขั้นตอนในการคำนวณค่าเพื่อสร้างเป็นฮิสโทรแกรมของ Hue Image ของภาพ
- Building recognition ในขั้นตอนนี้ ระบบจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลชุดของ ฮิสโทแกรม ของภาพที่นำเข้าสู่ระบบ จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนการรู้จำอาคาร โดยอาศัยข้อมูลของฮิสโทแกรม เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูลภาพของระบบด้วยวิธีการทางสถิติ ตามสมการที่ 2.4 ซึ่งในขั้นตอนนี้จะพิจารณาค่าที่เหมาะสมของภาพที่นำเข้าทดสอบในระบบเปรียบเทียบกับภาพที่เก็บอยู่ภายในฐานข้อมูลภาพ แล้วเลือกค่าที่เหมาะสมจากการเปรียบเทียบจากทุก ๆ ค่าจากภาพในฐานข้อมูล จะได้ภาพที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูลที่ตรงกับภาพที่นำเข้าสู่ระบบ หลังจากผ่านขั้นตอนในการคัดเลือกภาพแล้ว จะนำภาพที่ได้จากฐานข้อมูลภาพมาทำการเปรียบเทียบกับภาพที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาทดสอบในระบบรู้จำอาคาร โดยในขั้นตอนนี้จะทำการหาขอบมุมของตึกด้วยหลักการ SUSAN ตามสมการที่ 2.10 ซึ่งจะได้ภาพที่แสดงจุดของขอบมุมที่มีในภาพ ระบบจะคำนวณหาค่าขอบมุมของภาพที่นำเข้าทดสอบและภาพที่คัดเลือกได้จากฐานข้อมูลภาพของระบบ และทำการเข้าคู่กันระหว่างจุดที่สนใจในภาพที่นำเข้าทดสอบกับภาพที่ผ่านการคัดเลือกจากฐานข้อมูลภาพในขั้นตอนแรก โดยระบบจะเข้าคู่จุดมุมที่มีค่าของ SUSAN ที่มีค่าใกล้เคียงกัน และมีตำแหน่งของจุดบนภาพที่ไม่ห่างกันมาก คือ จุดบนภาพที่ได้ไม่ควรห่างกันเกิน 10 พิกเซล

- Select match image and display result ในขั้นตอนนี้ระบบจะทำการคัดเลือกข้อมูลภาพในฐานข้อมูล ภาพที่ได้รับการคัดเลือกจากขั้นตอนการรู้จำอาคาร (Building recognition)และ แสดงผลลัพธ์ซึ่งเป็นรายละเอียดของอาคาร ที่บันทึกเข้าไว้ในระบบในขั้นตอนทดสอบ Prepare image in database

ในการนำเข้าข้อมูลภาพที่เป็นรูปแบบปกติ (RGB format) ระบบนี้จะแปลงข้อมูลภาพที่นำเข้าให้อยู่ในรูปแบบ Hue image ซึ่งโค้ดจะแสดงถึงการอ่านข้อมูลในแต่ละพิกเซล การแปลงข้อมูลภาพให้เป็นรูปแบบ Hue สามารถแสดงโค้ดของระบบดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
public void HuefromRGBImage(RGBImage image) {
        short[][] red = image.getRed();
        short[][] green = image.getGreen();
        short[][] blue = image.getBlue();
        int rows = image.getHeight();
        int cols = image.getWidth();
        this.hue = new short[rows][cols];
        double H, S, I;
        short sector, r, g, b, h, t;
        double sum, t1, t2, theta, minrgb;
        for (int row = 0; row < rows; row++)
        {
          for (int col = 0; col < cols; col++)
            {
              r = red[row][col];
              g = green[row][col];
              b = blue[row][col];
              sum = r + g + b;
              if (r == g && r == b)
                {
                  // black, gray or white
                  hue[row][col] = (short)0;
                } else {
                        if (g == 0 && b == 0)
                  {
```

รูปที่ 3.2 โค้ดที่ใช้ในการแปลงข้อมูลภาพให้เป็น Hue Image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    // only red
                    t = 0;
                }
                else if ((r == 0 && b == 0) || (b == 0 && g == 0))
                {
                    // only green or blue
                    t = (L-1)/3;
                }
                else
                {
                    t1 = 0.5 * ((r-g) + (r-b));
                    t2 = Math.sqrt((r-g)*(r-g) + (r-b)*(g-b));
                    theta = Math.acos (t1/t2);
                    t = (short)((L-1) * theta/(2*Math.PI));
                }
                if (b <= g)
                    hue[row][col] = t;
                else
                    hue[row][col] = (short)((L-1) - t);
                minrgb = r;
                if (g < minrgb)
                    minrgb = g;
                if (b < minrgb)
                    minrgb = b;
            }
        }
    }
}
```

รูปที่ 3.2 (ต่อ) โค้ดที่ใช้ในการแปลงข้อมูลภาพให้เป็น Hue Image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ระบบหลังจากทำการแปลงข้อมูลภาพให้เป็น Hue Image แล้วจะนำข้อมูลภาพที่ได้ไปสร้างฮิสโทแกรมของภาพนั้น ๆ โดยสำหรับขั้นตอนการสร้างฮิสโทแกรมของระบบรู้จำอาคาร สามารถแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบได้ดังโค้ดรูปที่ 3.3

```
/**
*   @param g  graphics object of current frame
*      x  the x coordinate of histogram image to be showed
*      y  the x coordinate of histogram image to be showed
*      height the height of the histogram image
*      space  the space between two lines in the histogram.
*/
public void drawHistogram(Graphics g, String title, int x, int y,
                    int height, int space, double[] inputHistogram) {
   double max = 0;
   if (inputHistogram != null) {
      for (int j = 0; j < 256; j++) {
        if (inputHistogram[j] > max)
          max = inputHistogram[j];
      }
   }  // set up font
   g.setFont(new Font("Arial", Font.PLAIN, 11));
   FontMetrics fm = g.getFontMetrics();
   int ascent = fm.getAscent();
   int lineHeight = fm.getHeight();
   // draw title
   int titleWidth = fm.stringWidth(title);
   g.setColor(Color.black);
   g.drawString(title, x + (256*space - titleWidth)/2, y + ascent);
   y += lineHeight;
   height -= lineHeight;
```

รูปที่ 3.3 โค้ดที่ใช้ในการแปลงข้อมูลภาพ Hue เป็นฮิสโทแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

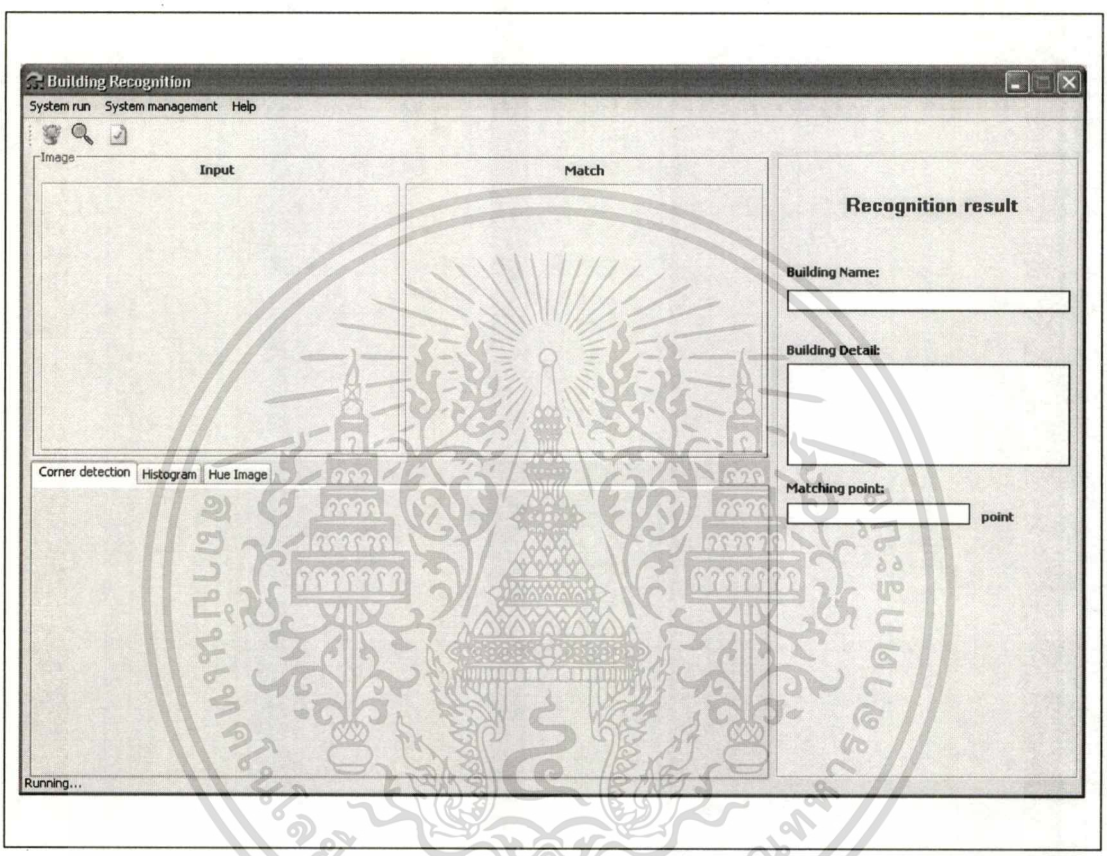
```
    // draw background
    Rectangle   histRect = new Rectangle(x, y, 256*space, height);
    g.setColor(Color.white);
    g.fillRect(histRect.x, histRect.y, histRect.width, histRect.height);
    // draw bars
    g.setColor(Color.ORANGE);
    if (inputHistogram != null) {
       for (int i = 0; i < 256; i++)
          g.drawLine(x + ((i + 1) * space), y + height,
                x + ((i + 1) * space),
                y +
                height - (int) (height * inputHistogram[i] / max));
    }
    // draw horizontal labels
    g.setColor(Color.black);
    g.drawString("256", (x + (space * 256)) - 8, y + height + ascent + 2);
    g.drawString("128", (x + (space * 128)) - 8, y + height + ascent + 2);
    g.drawString("  0", (x + (space *   0)) - 8, y + height + ascent + 2);
}
```

รูปที่ 3.3 (ต่อ) โค้ดที่ใช้ในการแปลงข้อมูลภาพ Hue เป็นฮิสโทแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ลักษณะของระบบรู้จำอาคาร

ระบบรู้จำอาคาร (Building Recognition) เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา ซึ่งระบบรู้จำอาคารมีลักษณะโปรแกรมเป็นแบบ GUI (Graphic User Interface) ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลักษณะของระบบรู้จำอาคาร

จากรูปที่ 3.4 ระบบรู้จำอาคารประกอบด้วย เมนู 3 เมนู คือ

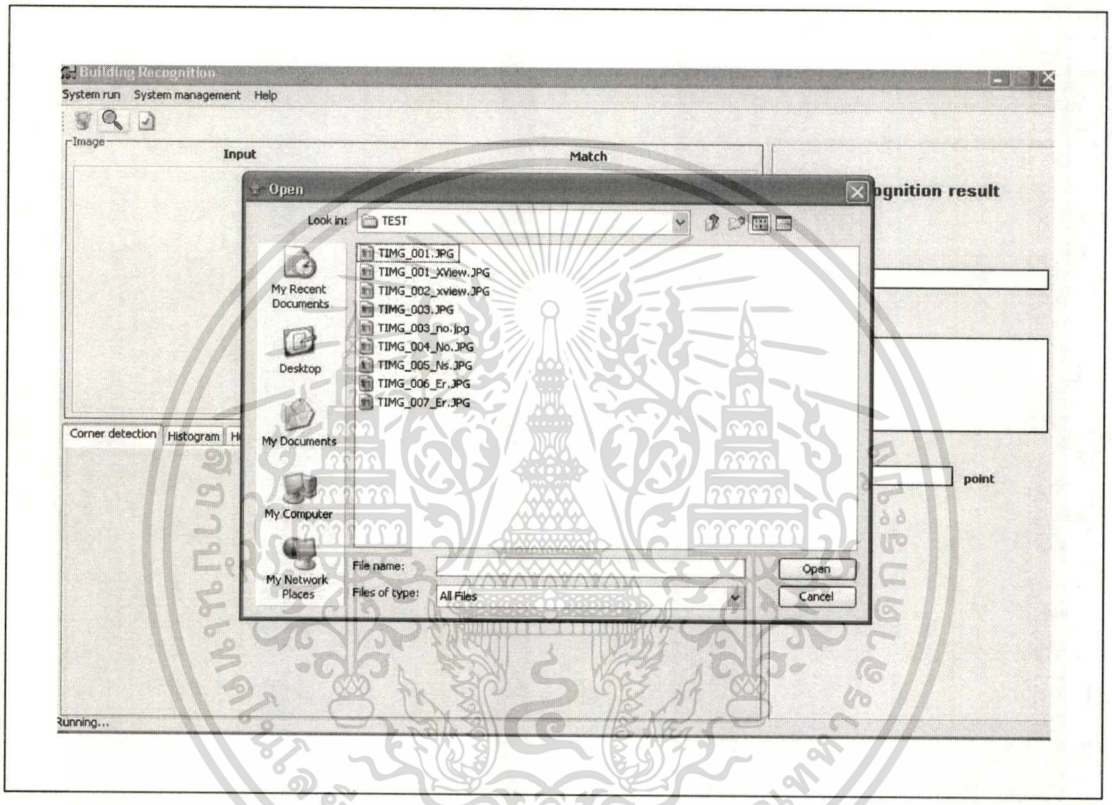
- System run เป็นเมนูเกี่ยวกับการประมวลผลการรู้จำอาคาร
- System management เป็นเมนูเกี่ยวกับการจัดการข้อมูลในระบบรู้จำอาคาร
- Help เป็นเมนูเกี่ยวกับคู่มือการใช้งานระบบรู้จำอาคาร
- ระบบมีปุ่มที่เป็น Quick Launch เข้าสู่เมนูต่าง ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบรู้จำอาคาร

ระบบรู้จำอาคาร มีขั้นตอนการทำงาน ดังต่อไปนี้

- System run เป็นส่วนที่มีไว้เพื่อประมวลผลการรู้จำอาคาร เมื่อผู้ใช้งานเลือกการทำงานนี้ ระบบจะแสดงหน้าต่างเพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกรูปภาพเพื่อเป็นอินพุตของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 หน้าต่างสำหรับเลือกรูปภาพเพื่อเป็นอินพุตของระบบ

หลังจากนั้นเมื่อระบบทำการประมวลผลแล้วจะแสดงผลลัพธ์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

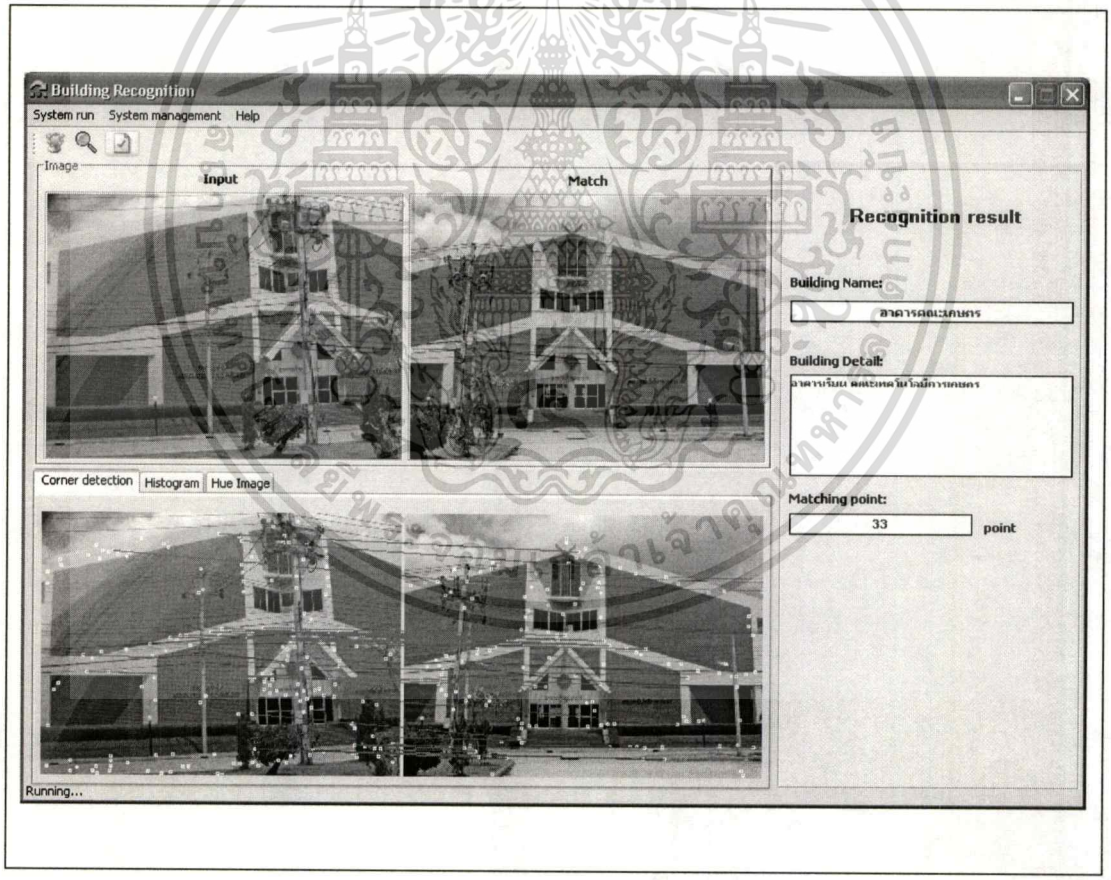
- Image เป็นส่วนที่แสดงรูปภาพที่ใช้ในการประมวลผล ประกอบด้วย
  - ➢ ส่วนที่แสดงรูปภาพ คือรูปภาพที่เป็นอินพุตของระบบ และรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลการรู้จำอาคาร
  - ➢ ส่วนที่แสดง Corner Detection คือ การแสดงขอบมุมของตึกและการเข้าคู่กันของรูปภาพที่เป็นอินพุตของระบบ และรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลการรู้จำอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนที่แสดง Histogram คือ ฮิสโทแกรมของรูปภาพที่เป็นอินพุตของระบบ และรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลการรู้จำอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 3.7
- ส่วนที่แสดง Hue Image คือ รูป Hue Image ของรูปภาพที่เป็นอินพุตของระบบ และรูปภาพที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผลการรู้จำอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 3.8

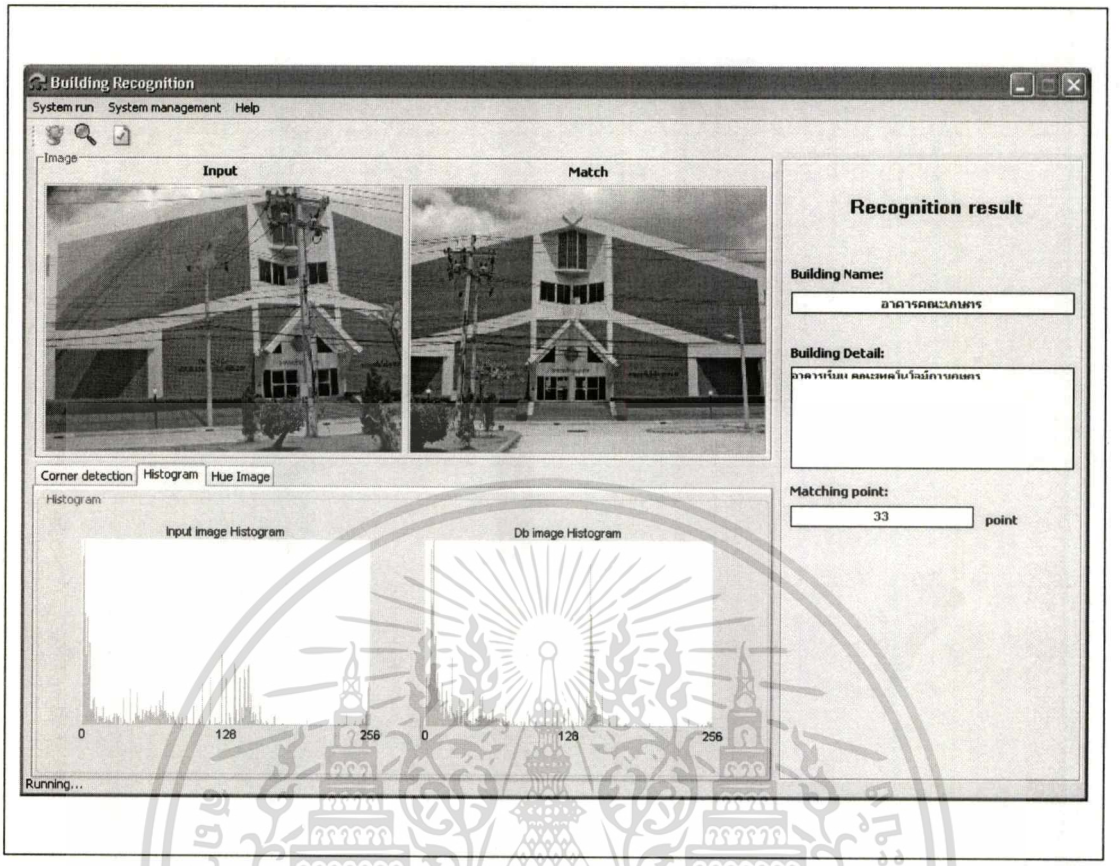
- Recognition Result เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลผลลัพธ์จากการประมวลผลการรู้จำอาคาร ประกอบด้วย

- ส่วนที่แสดงรายละเอียดข้อมูลของอาคาร คือชื่อของอาคาร และตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร หรือรายละเอียดต่างๆของอาคาร
- ส่วนที่แสดงจำนวน Matching Point



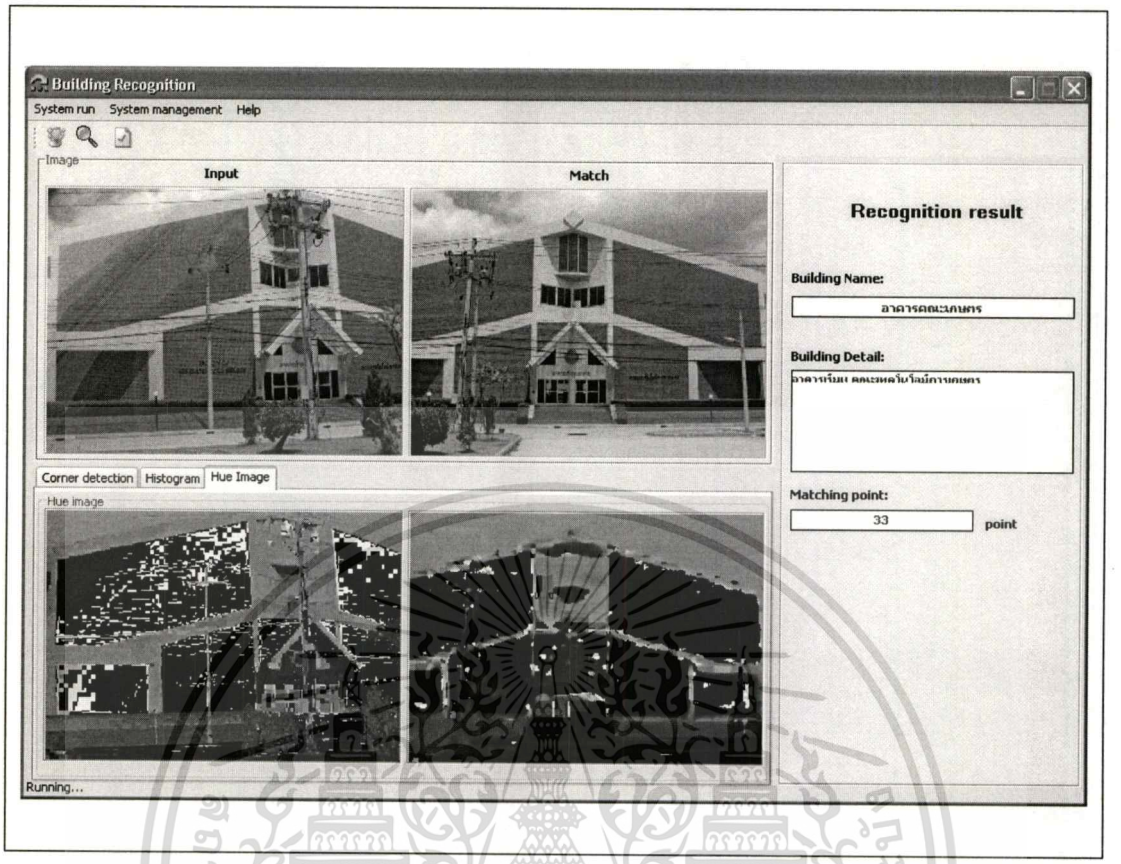
รูปที่ 3.6 หน้าจอระบบแสดง Corner Detection หลังจากประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 หน้าจอระบบแสดง Histogram หลังจากประมวลผล

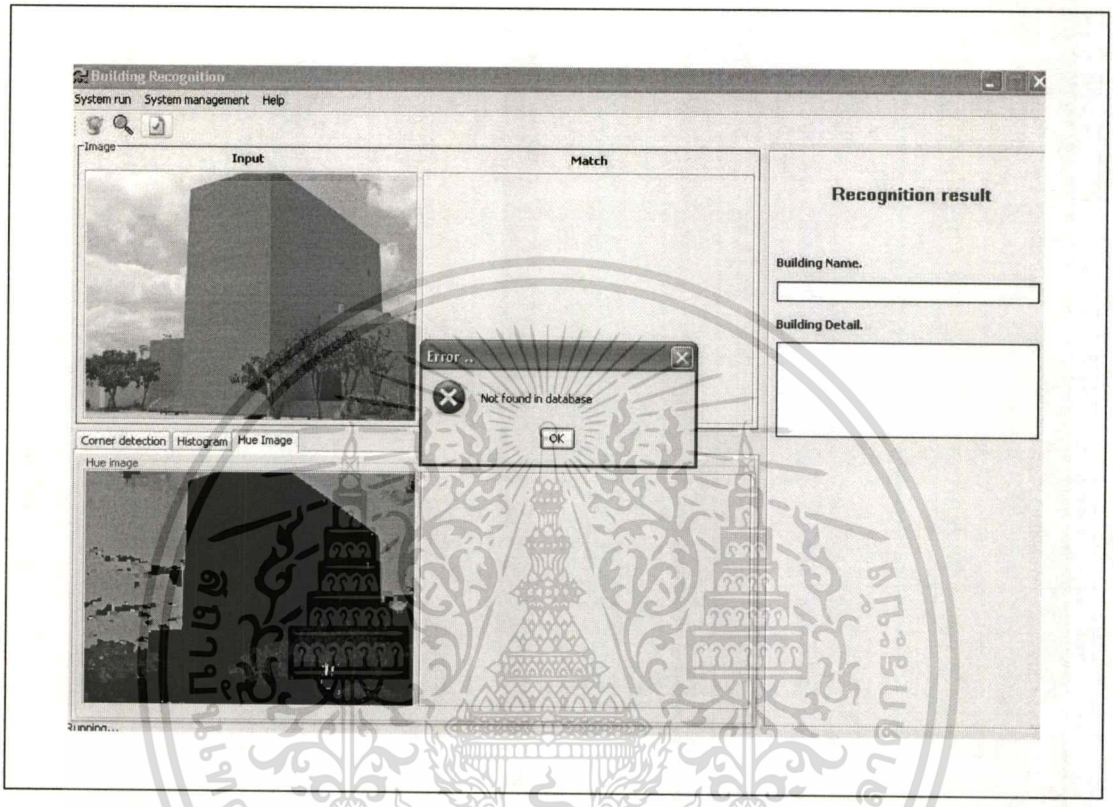
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 หน้าจอระบบแสดง Hue Image หลังจากประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในกรณีที่ ไม่พบภาพอาคารที่สามารถจับคู่กับภาพเป็นอินพุตได้ระบบจะแสดงข้อความแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบว่าไม่พบภาพอาคารที่ตรงตามข้อมูลภาพที่นำเข้ามาทดสอบภายในระบบรู้จำอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 หน้าจอระบบแสดง แสดงข้อความเมื่อไม่พบภาพอาคารที่ตรงกับที่ต้องการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

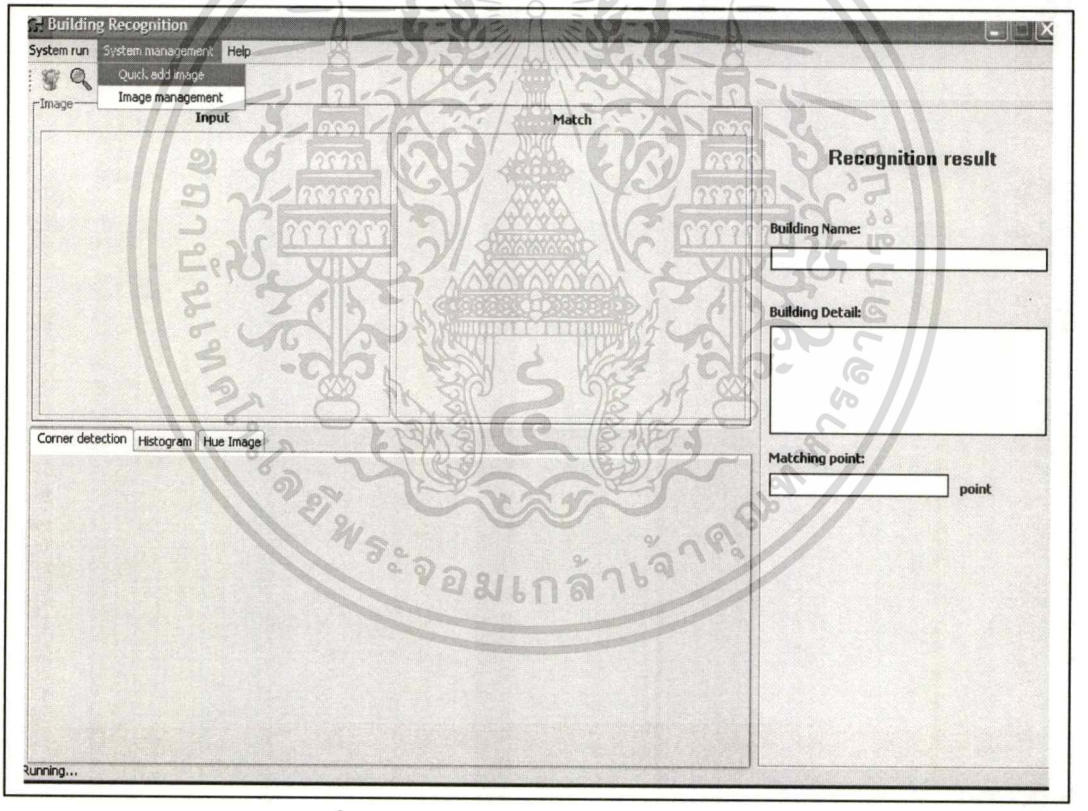
3.3 ฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร

ระบบรู้จำอาคาร มีส่วนที่เป็นฐานข้อมูลของระบบ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงของระบบ

3.3.1 การจัดเตรียมฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร

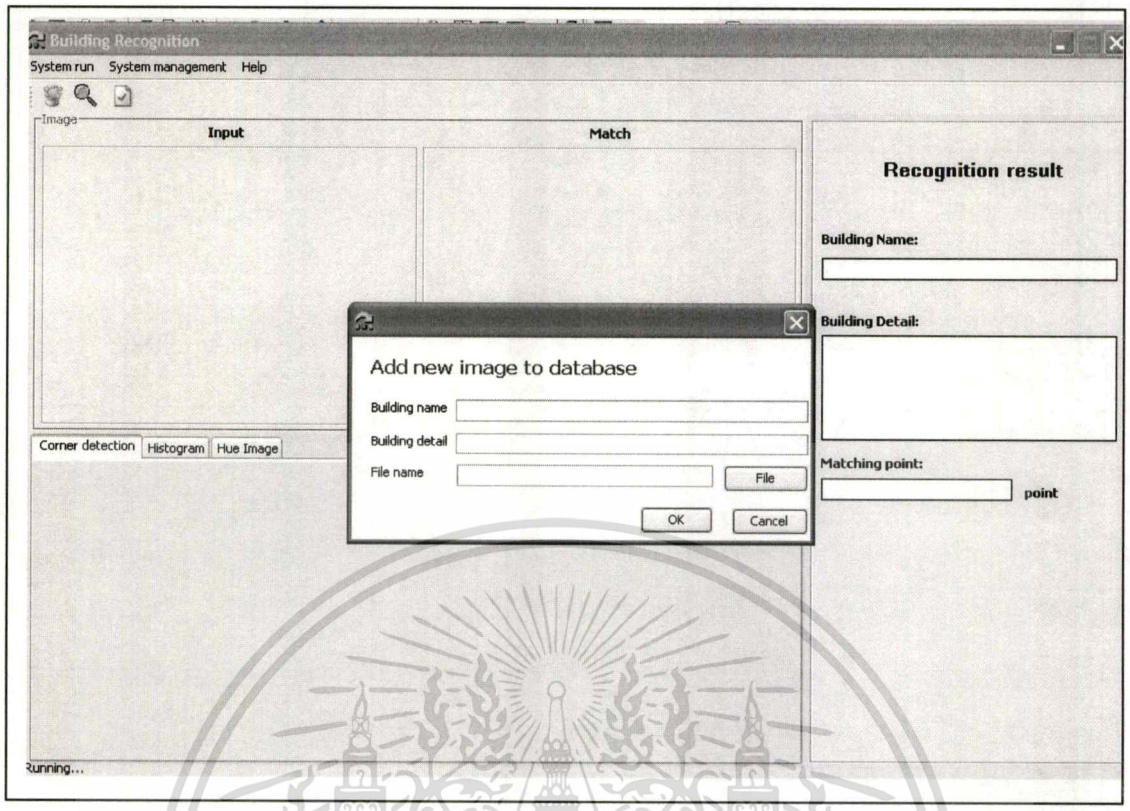
การจัดเตรียมฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงของระบบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- System Management เลือก Quick add image ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ระบบจะแสดงหน้าต่างให้บันทึกข้อมูลชื่ออาคารและรายละเอียดของอาคาร และเลือกรูปภาพที่จะนำเข้าสู่ระบบดังแสดงในรูปที่ 3.11 แล้วเลือกปุ่ม OK ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลของระบบ



รูปที่ 3.10 แสดงหน้าจอเมนู Quick add image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงหน้าจอเพื่อทำรายการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบ

3.3.2 ลักษณะฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร

ฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร จะเก็บข้อมูลรหัสรูปภาพอาคารต้นแบบ รูปภาพอาคารต้นแบบ ชื่ออาคาร และรายละเอียดของอาคาร เพื่อช่วยในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลภาพได้อย่างรวดเร็ว

รายละเอียดของฐานข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ดาต้าดิกส์ชันนารี ในการเก็บข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร

Column name	*Data type*	*Description*
ID	IDENTITY	รหัสรูปภาพอาคาร
NAME	Varchar(100)	ชื่ออาคาร
DETAIL	Varchar(255)	รายละเอียดอาคาร
IMAGE	Varchar(255)	ที่เก็บรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรู้จำอาคารที่อาศัยการเก็บข้อมูล ด้วย H2 Database Engines (H2 Group.2006) ซึ่งเป็นระบบเก็บข้อมูลแบบ SQL ที่เปิดให้นำไปใช้ได้ฟรี โดยมีลักษณะเด่นคือ เป็นระบบเก็บข้อมูลที่มีความรวดเร็ว เขียนและพัฒนาด้วยจาวา ซึ่งง่ายต่อการนำมาพัฒนาแบบฝังอยู่ภายในแอพพลิเคชันจะช่วยให้สดวกในการใช้งานโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมก่อน

การเก็บข้อมูลภาพของระบบจะเก็บเฉพาะข้อมูลรายละเอียดของภาพอาคารไว้ในระบบฐานข้อมูล ส่วนภาพอาคารจะเก็บแยกเอาไว้ในโฟลเดอร์ข้อมูลภาพของระบบ โดยใช้การอ้างอิงตำแหน่งของภาพจากข้อมูลในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบระบบและผลการทดลอง

4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

การทดสอบระบบรู้จำอาคาร มีอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทดสอบระบบ ดังต่อไปนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลางความเร็ว 1.7 GHz
- ติดตั้ง Java 2 Platform Standard Editions เวอร์ชัน 1.5.0
- กล้องถ่ายภาพดิจิตอล ยี่ห้อ Canon รุ่น IXUS750

การทดสอบระบบโดยภาพที่นำมาใช้ในการทดสอบระบบได้มาด้วยการใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอลในการเก็บภาพเพื่อใช้ในการทดสอบ โดยทำการตั้งค่ากล้องถ่ายภาพดิจิตอลไว้ที่ความละเอียดระดับ 320 x 240 พิกเซล ในการเก็บภาพเพื่อนำเข้ามาทดสอบในระบบรู้จำอาคาร

4.2 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบรู้จำอาคาร โดยนำภาพที่ต้องการทดสอบเข้าสู่ระบบ เพื่อทำการประมวลผลการรู้จำอาคาร สำหรับการทดสอบระบบรู้จำอาคาร จะต้องนำเข้าเซตของข้อมูลภาพ ที่จำใช้สำหรับขั้นตอนการรู้จำอาคาร ซึ่งภาพที่ถูกใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลภาพ ที่จะต้องนำเข้าสู่ระบบในขั้นตอนการทดสอบระบบ ซึ่งในขั้นตอนการนำข้อมูลภาพเข้าสู่ระบบจะต้องใส่ข้อมูลชื่อภาพ และรายละเอียดของภาพ

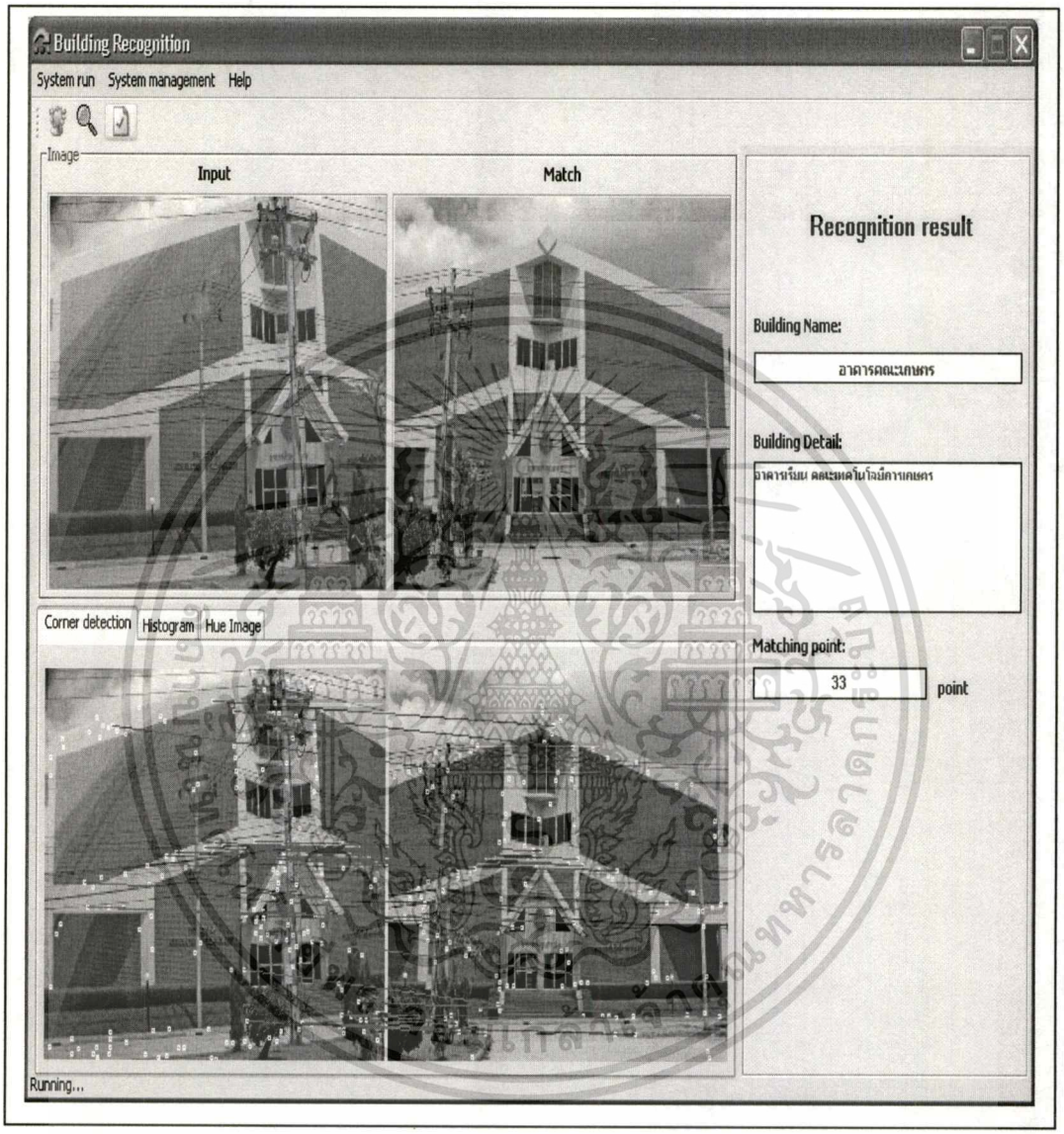
ขั้นตอนทดสอบระบบรู้จำอาคารเริ่มจาก การเลือกภาพที่ต้องการทดสอบเข้าสู่ระบบ ระบบจะทำการแปลงภาพที่ต้องการทดสอบ ให้อยู่ในรูปแบบของภาพแบบ Hue (Hue Image) แล้วนำมาสร้างเป็นฮิสโทแกรม (Histogram) เมื่อระบบประมวลผลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะแสดงผลลัพธ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. Image ส่วนนี้ระบบแสดงผลลัพธ์รูป Corner Detection รูป Hue Image และรูปฮิสโทแกรมของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบขึ้นมา

กรณีรูปภาพที่ทดสอบตรงกับรูปภาพต้นแบบในฐานข้อมูล ระบบจะแสดงผลลัพธ์รูป Corner Detection ของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 รูป Hue Image ของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และรูปฮิสโทแกรมของภาพที่ทดสอบและภาพ

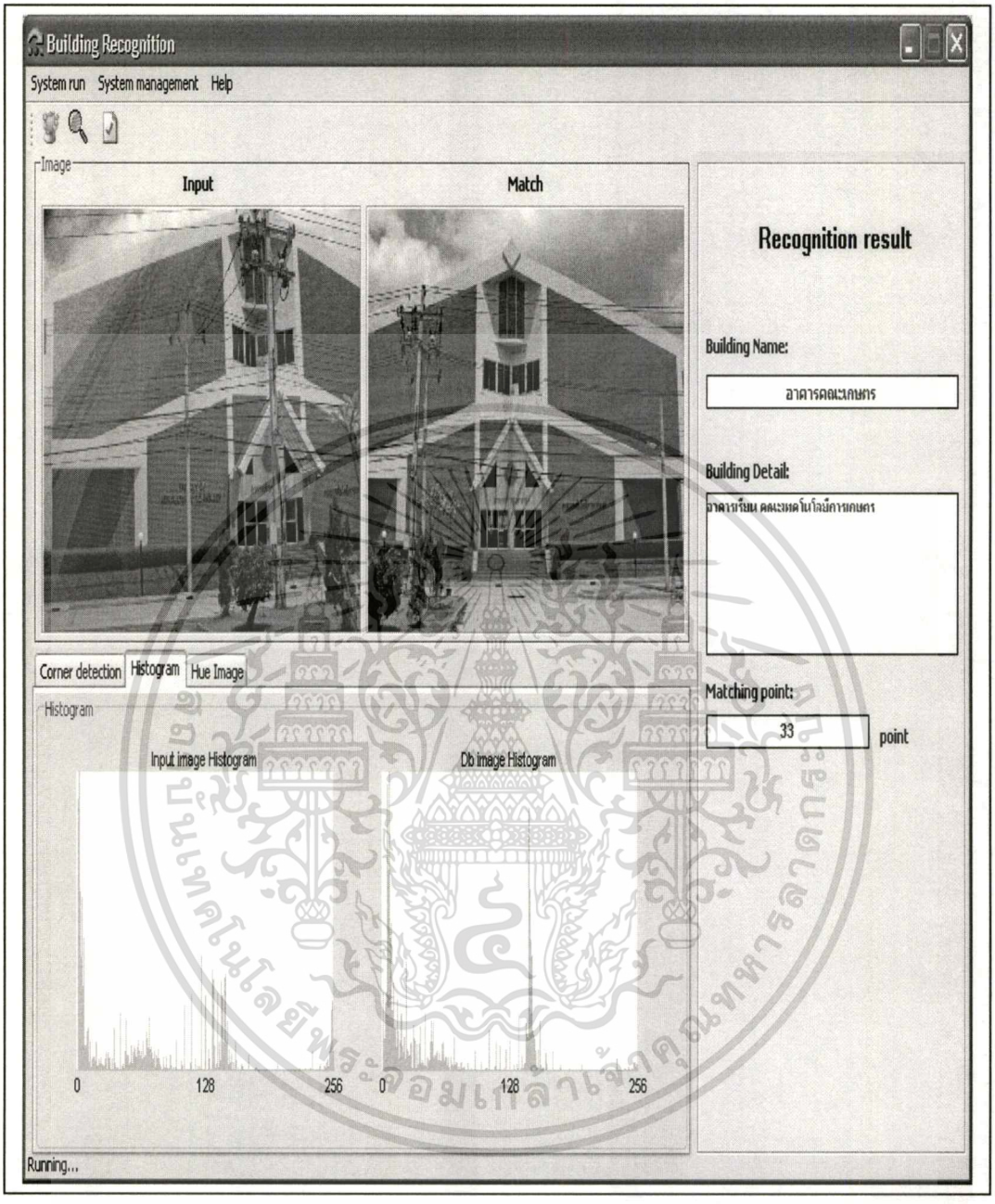
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นแบบขึ้นมา ถ้ามองด้วยสายตารูปฮิสโทแกรมของรูปภาพจะมีลักษณะใกล้เคียง ดังแสดงในรูปที่ 4.3



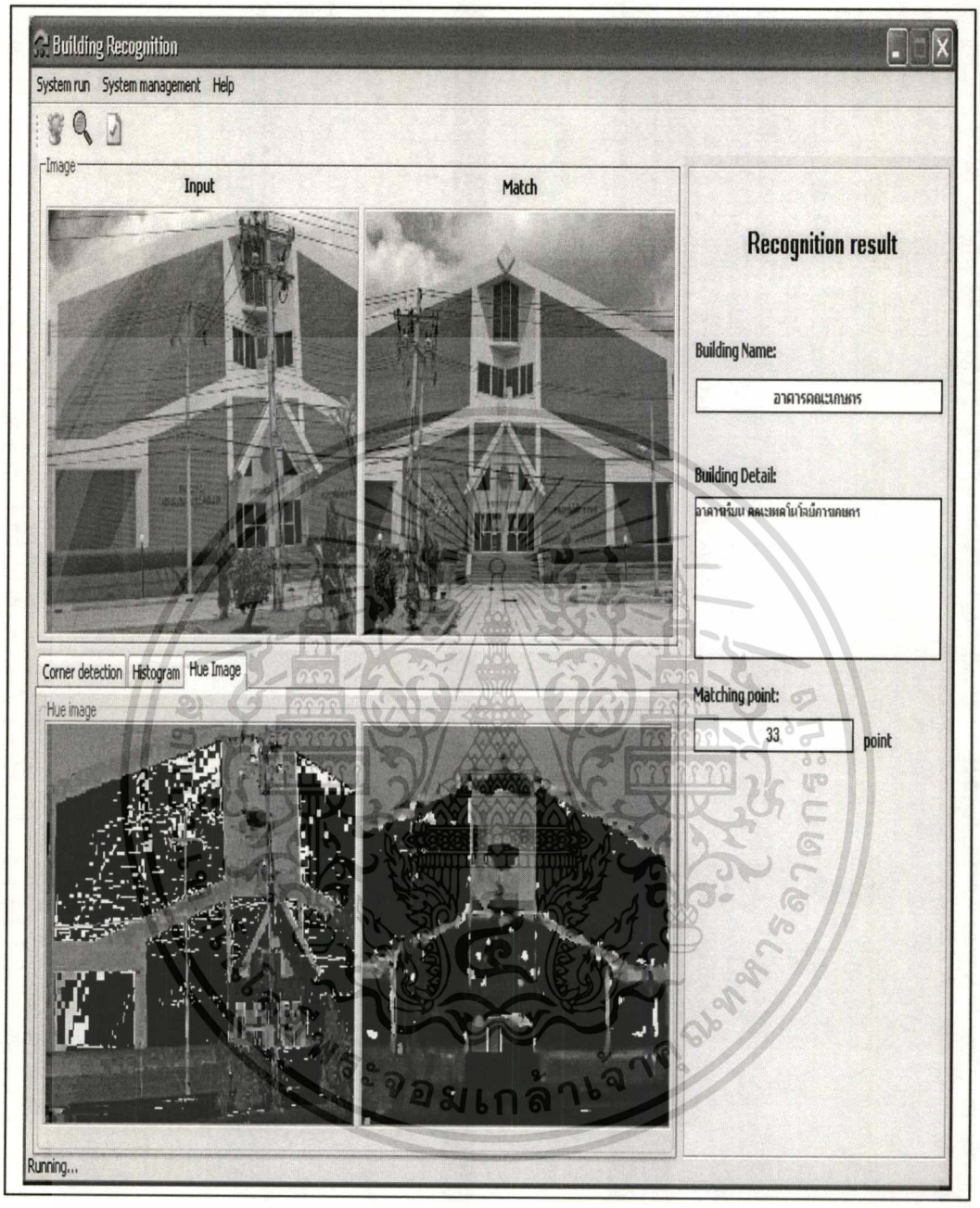
รูปที่ 4.1 Corner Detection ของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบเซตของข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลภาพที่นำเข้าทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ฮิสโทแกรมของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบกรณีที่ภาพทดสอบตรงกับภาพต้นแบบในฐานข้อมูล

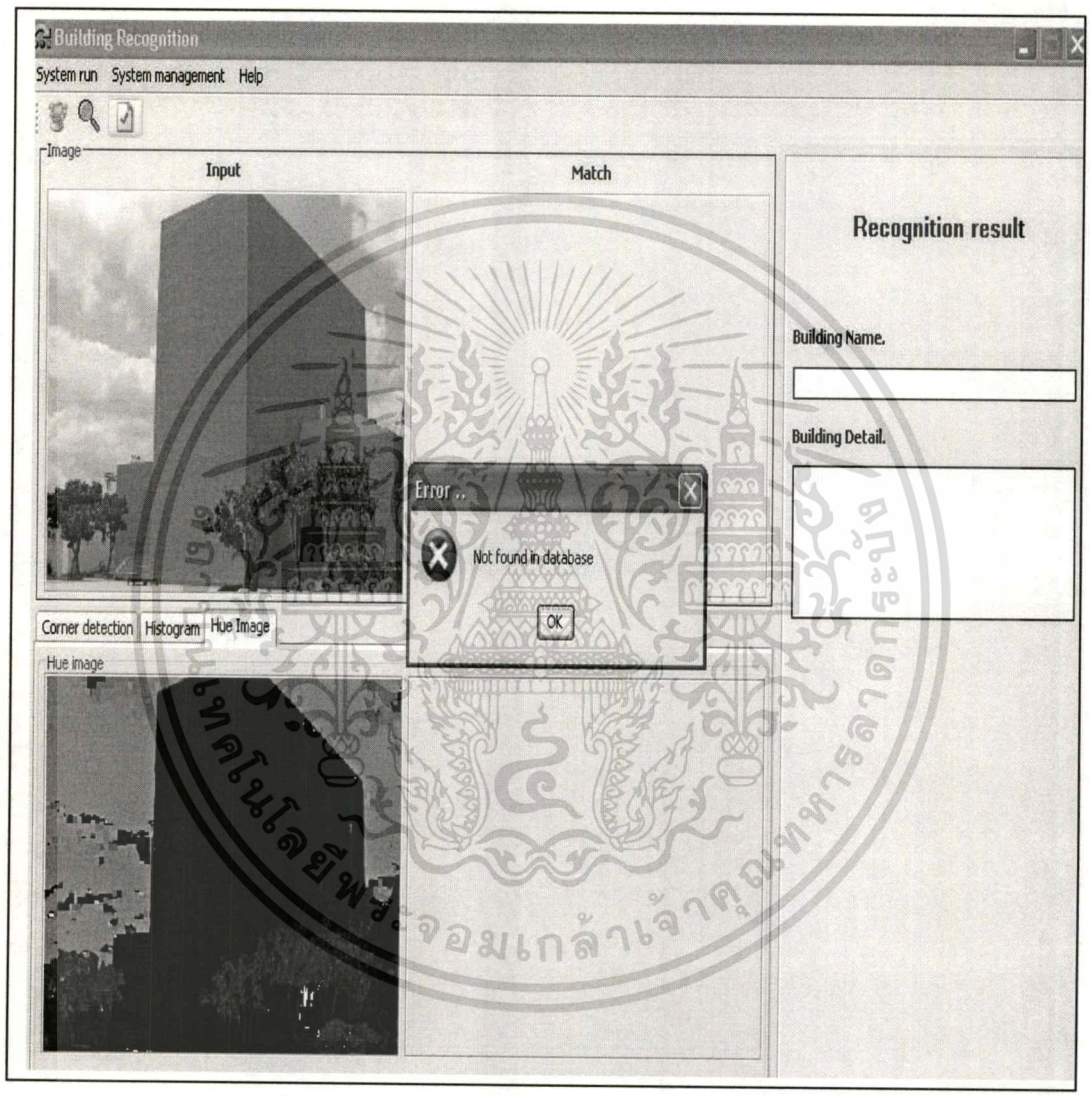
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 Hue Imageของภาพที่ทดสอบและภาพต้นแบบกรณีที่ภาพทดสอบตรงกับภาพต้นแบบในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีรูปภาพที่ทดสอบไม่ตรงกับรูปภาพต้นแบบในฐานข้อมูล ระบบจะแสดงข้อความแจ้งให้ทราบว่าไม่พบข้อมูลภาพทดสอบ มีลักษณะสอดคล้องกับภาพต้นแบบในฐานข้อมูลของระบบ สำหรับกรณีที่ไม่พบภาพที่สอดคล้องกับภาพที่ทดสอบในฐานข้อมูลระบบ จะแสดงการทำงานดังรูปที่ 4.4

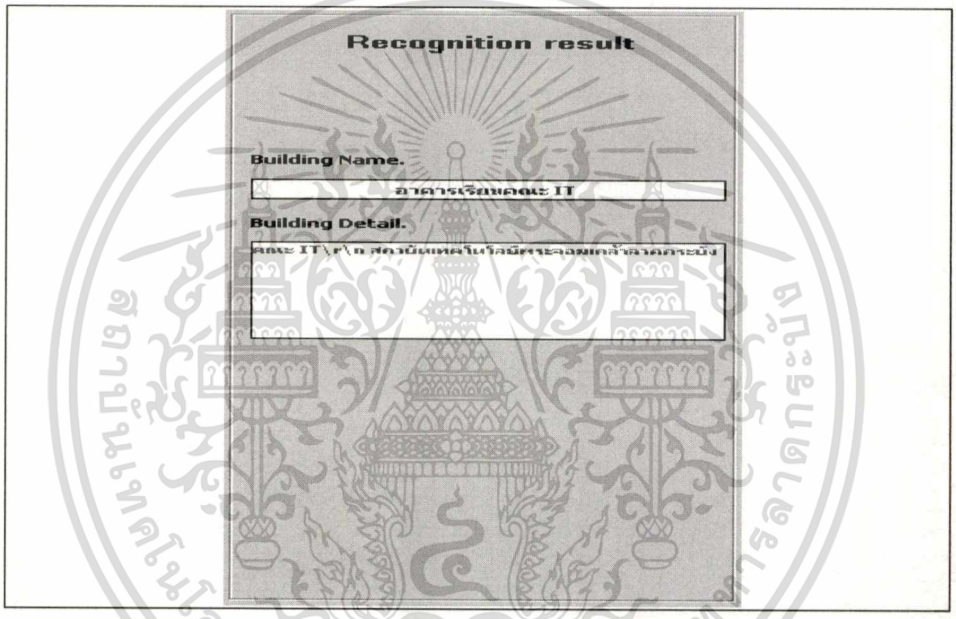


รูปที่ 4.4 ข้อมูลภาพที่ทดสอบในระบบแต่ไม่พบภาพที่สอดคล้องกับเซตของข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูลของระบบรู้จำอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Recognition Result ส่วนนี้ระบบแสดงรายละเอียดของภาพอาคารที่ระบบรู้จำอาคารได้เลือก จากภาพต้นแบบที่ได้บันทึกเข้าไว้ในฐานข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร โดยในส่วนนี้ระบบจะแสดง ชื่ออาคาร รายละเอียดของอาคารที่ได้บันทึกเอาไว้ขณะที่ ระบบสร้างฐานข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร

กรณีรูปภาพที่ทดสอบตรงกับรูปภาพต้นแบบในฐานข้อมูล ระบบจะแสดงผลลัพธ์รายละเอียดของภาพอาคารนั้น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ซึ่งจะแสดงชื่อของภาพอาคาร และรายละเอียดของอาคารของภาพอาคารที่ระบบพบว่าเข้าคู่กับ ภาพที่ทดสอบระบบ แต่หากว่าไม่พบข้อมูลภาพที่สามารถเข้าคู่ กับภาพที่นำเข้าทดสอบ ระบบจะไม่แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของอาคาร



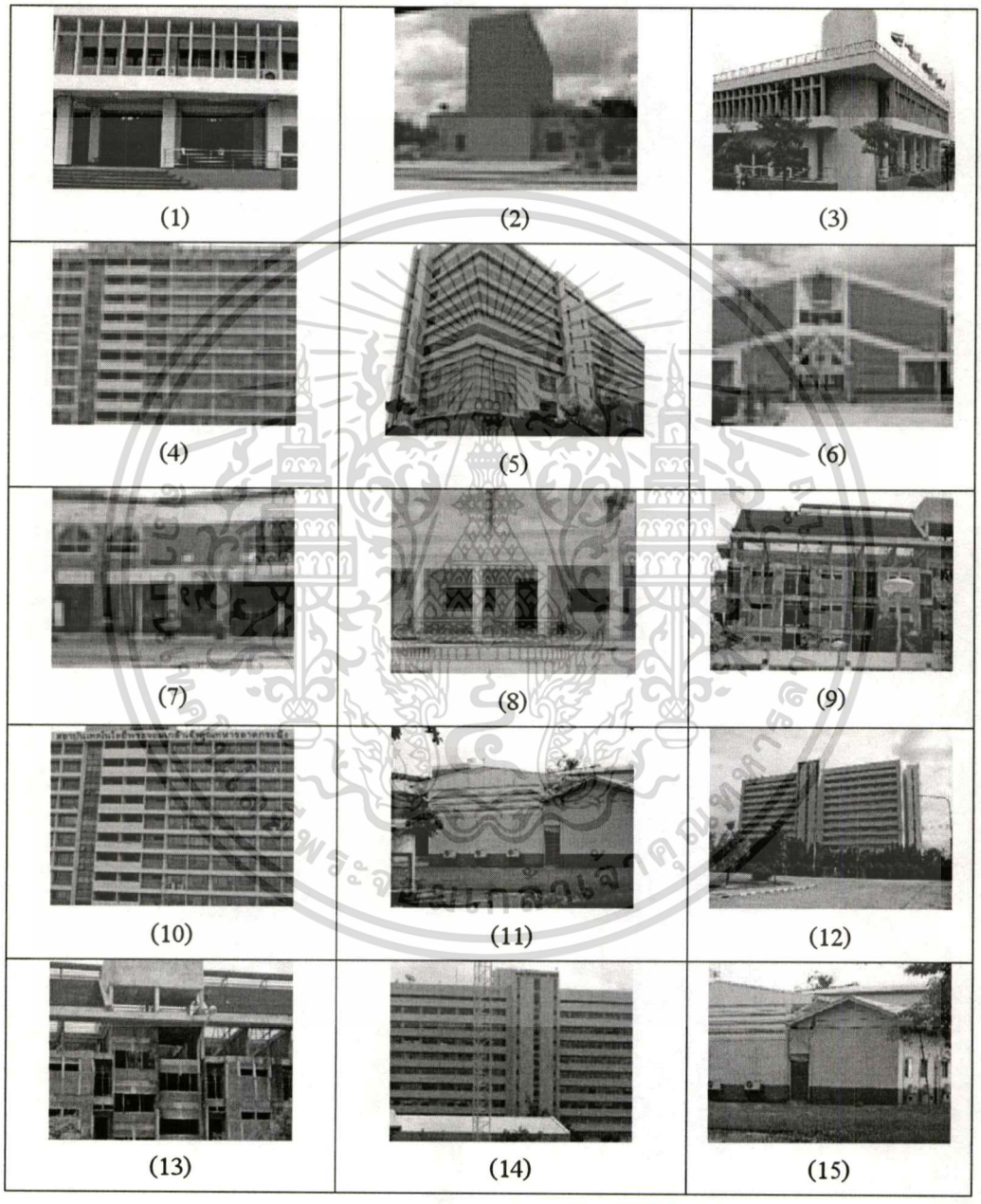
รูปที่ 4.5 ส่วน Recognition result ของระบบรู้จำอาคาร ในกรณีที่พบภาพต้นแบบในฐานข้อมูลตรงกับภาพที่นำเข้ามาทดสอบในระบบ

4.3 การทดลองและผลการทำงานของระบบ

ขั้นตอนการทำงานและการทดสอบระบบ สำหรับในขั้นตอนนี้จะนำเข้าข้อมูลภาพต้นแบบที่ใช้สำหรับขั้นตอนการรู้จำของระบบ โดยจะนำเข้าเซตของข้อมูลภาพเพื่อสร้างชุดของฐานข้อมูลภาพอาคาร สำหรับให้ระบบเรียนรู้ในขั้นตอนการรู้จำอาคารของระบบ โดยแสดงเซตของฐานข้อมูลภาพที่ใช้ในการเรียนรู้ของระบบรูจำอาคารดังรูปที่ 4.5 ซึ่งเป็นภาพอาคารต่างๆ ในลักษณะต่างๆกัน ตามมุมมองที่อาจจะเกิดขึ้นได้จริง เช่นมุมมองหน้าตรง หรือมุมมองในระยะใกล้ไกล ในลักษณะต่างๆของบางภาพอาคาร เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบการทำงานของระบบการรู้จำ

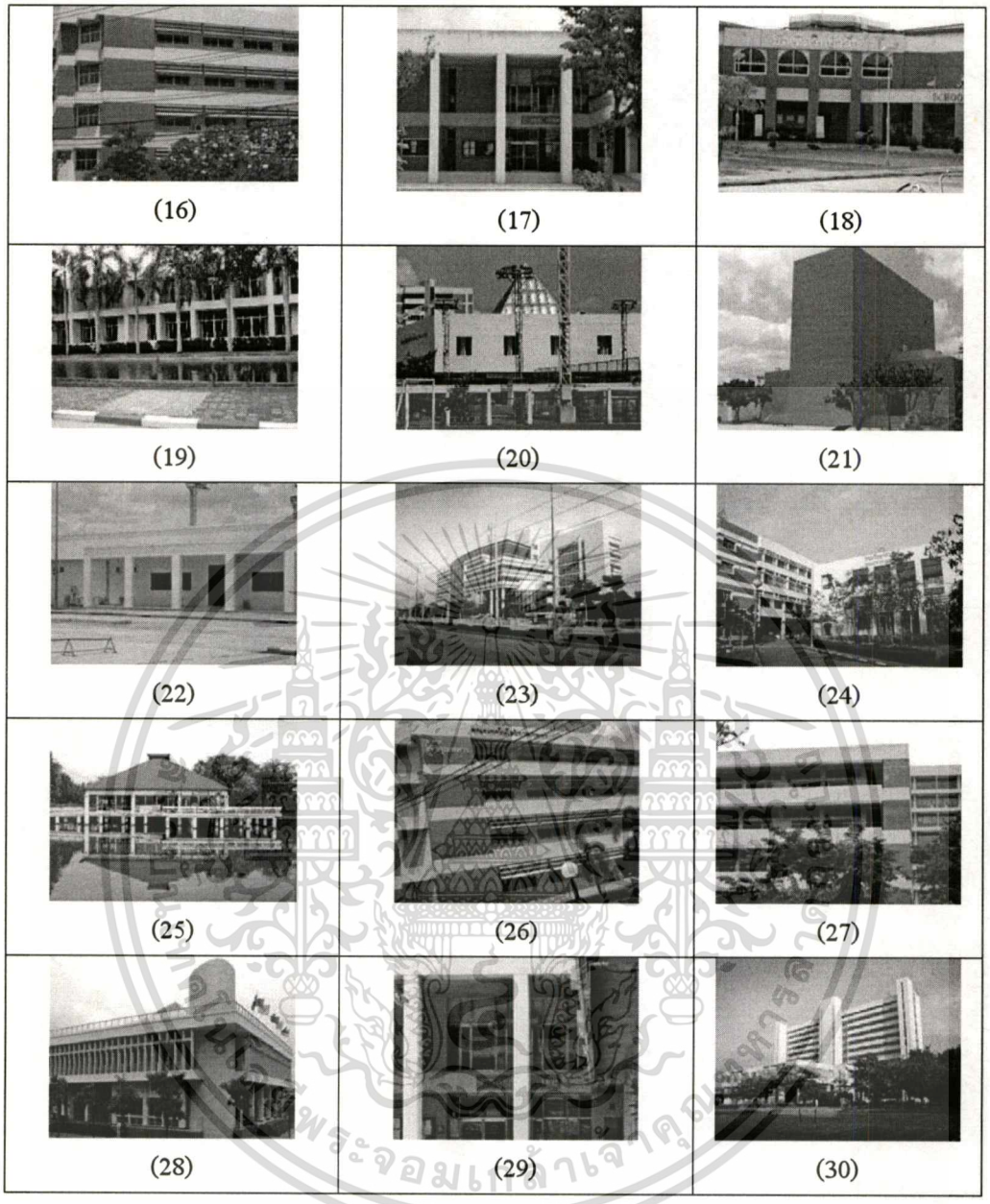
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร เพื่อที่จะสามารถทดสอบการทำงานของระบบ ในบางกรณีที่อาจเกิดขึ้นได้ เพราะในบางครั้ง ภาพอาคารที่นำเข้ามาสู่ระบบ อาจไม่ใช่ภาพในลักษณะภาพอาคารหน้าตรง เต็มอาคารเพียงเท่านั้น ทำให้ในขั้นตอนการทดสอบระบบรู้จำอาคารนี้ ออกแบบกรณีทดสอบการทำงาน โดยทดสอบภาพอาคารในลักษณะต่าง ๆ ด้วย



รูปที่ 4.6 เซตของข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 (ต่อ) เซตของข้อมูลภาพที่นำเข้าสู่ฐานข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร

ในขั้นตอนการการทดสอบระบบรู้จำอาคารแบ่งการทดสอบอาคารเป็น 3 กรณีทดสอบ โดยแบ่งตามลักษณะของภาพอาคารที่นำเข้ามาทดสอบ สามารถแบ่งกรณีของการทดสอบได้ดังนี้

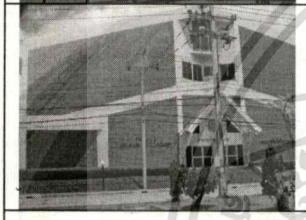
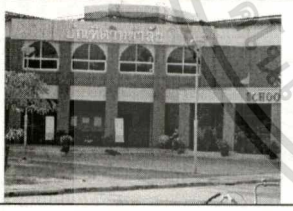
4.3.1 ภาพอาคารที่ไม่อยู่ในมุมมองหน้าตรง

จากเซตของข้อมูลภาพที่ใช้สำหรับขั้นตอนการเรียนรู้ของระบบ ดังรูปที่ 4.6 ทำการทดสอบระบบที่ นำภาพที่ทดสอบระบบ ที่เป็นภาพอาคารที่อยู่ในฐานข้อมูลภาพของระบบ แต่เป็นมุมมองอื่น ๆ ของอาคารเช่น มุมมองในแนวเฉียง หรือไม่อยู่ในมุมมองเดียวกับภาพที่ได้ถูกบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาไว้ในฐานข้อมูลภาพของระบบรู้จำอาคาร จากนั้นทำการทดสอบการรู้จำอาคารด้วยภาพทดสอบที่ไม่ใช่ภาพหน้าตรงดังกล่าว โดยทำการทดสอบระบบภาพละ 5 ครั้ง แสดงผลของการทดสอบระบบรู้จำอาคารดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบระบบโดยใช้ภาพที่ทดสอบในลักษณะมุมมองที่ไม่ใช่หน้าตรง

การทดลองครั้งที่ / ภาพที่ใช้ทดสอบ	รูปภาพที่พบ					รูปภาพเป้าหมาย	เปอร์เซ็นต์ (%) ความถูกต้อง
	1	2	3	4	5		
	5	5	5	5	5	5	100
	6	6	6	6	6	6	100
	3	3	3	3	3	3	100
	7	7	7	6	7	7	80

จากผลการทดสอบระบบรู้จำอาคารโดยใช้ภาพอาคาร ทดสอบในลักษณะที่ไม่ใช่หน้าตรงนำเข้ามาทดสอบในระบบพบว่าผลการทดสอบมีความถูกต้องค่อนข้างสูง โดยจากผลการทดสอบจากตารางที่ 4.1 พบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยถึง 95 % จึงแสดงให้ทราบว่า มุมมองที่แตกต่างไปของภาพที่นำมาทดสอบกับภาพต้นแบบที่ถูกบันทึกเข้าไว้ในฐานข้อมูลภาพ ไม่ทำให้ระบบทำงานผิดพลาดได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ภาพที่นำมาทดสอบควรเป็นภาพของอาคารในลักษณะที่เป็นภาพอาคารเต็มมองเห็นทั้งโครงสร้าง กล่าวคือภาพควรจะประกอบด้วยเส้นขอบของลักษณะของอาคาร เพื่อที่การทำงานในขั้นตอนการสร้าง Hue Image จะได้สามารถจำแนกส่วนที่เป็นอาคารกับส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ใช่อาคารในภาพได้อย่างถูกต้อง และสามารถสร้างฮิสโทแกรมของภาพของอาคารที่สนใจได้อย่างถูกต้อง

4.3.2 ภาพอาคารที่ปรากฏเพียงบางส่วนของอาคาร หรือภาพอาคารที่ซูมในระยะต่างๆ

สำหรับการทดสอบในกรณีทดสอบที่ 2 ทำการทดสอบภาพของอาคารในฐานข้อมูลดังรูปที่4.5 โดยใช้ภาพทดสอบที่เป็นบางส่วนของภาพอาคารในฐานข้อมูล หรือภาพที่ซูมในระยะต่าง ๆ เพื่อทดสอบความสามารถในการรู้จำอาคารของระบบรู้จำอาคาร โดยทำการทดสอบระบบกับภาพตัวอย่าง ภาพละ 5 ครั้ง แสดงผลการทดสอบระบบรู้จำอาคารดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบโดยใช้ภาพที่ทดสอบในลักษณะบางส่วนของอาคาร หรือซูมระยะต่าง ๆ

การทดลองครั้งที่ / ภาพที่ใช้ทดสอบ	รูปภาพที่พบ					รูปภาพเป้าหมาย	เปอร์เซ็นต์ (%) ความถูกต้อง
	1	2	3	4	5		
	1	1	1	1	1	1	100
	6	7	6	6	6	6	80
	3	22	28	3	22	3,28	60
	8	8	8	1	8	8	80
	8	8	7	7	8	4	0

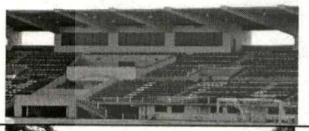
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบการรู้จำอาคารของระบบโดยใช้ภาพที่แตกต่างจากภาพต้นแบบในฐานข้อมูล โดยใช้ภาพที่มีลักษณะบางส่วนของอาคาร หรือภาพที่มีการซูมในระยะต่างๆกัน จากผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2 พบว่า หากใช้ภาพที่เป็นบางส่วนของอาคารจะทำให้ความถูกต้องของภาพที่เข้ามาทดสอบในระบบมีความถูกต้องลดลง จากผลการทดลองมีความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ที่ 64% แต่เมื่อดูจากผลการทดลองจะพบว่ามีบางภาพจะให้ความถูกต้อง 0% ซึ่งแสดงถึงความผิดพลาด

4.3.3 ภาพอาคารในมุมมองด้านตรงทั้งอาคาร และภาพที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูล

การทดสอบในกรณีทดสอบนี้ เป็นการทดสอบการทำงานของระบบเพื่อยืนยันความถูกต้องของการทำงานของระบบโดยใช้ภาพทดสอบที่เป็นภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลภาพจำนวน 3 ภาพ และภาพที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูล จำนวน 2 ภาพเพื่อทดสอบความถูกต้อง และความสามารถในการจำแนกภาพอาคารในขั้นตอนการรู้จำของระบบ โดยใช้รูปในการทดสอบดังกล่าวในการทดสอบจำนวน 5 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงได้ดังตารางที่4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบโดยใช้ภาพอาคารในมุมมองด้านตรงทั้งอาคารและภาพที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูล

ภาพที่ใช้ทดสอบ \ การทดลองครั้งที่	รูปภาพที่พบ					รูปภาพเป้าหมาย	เปอร์เซ็นต์ (%) ความถูกต้อง
	1	2	3	4	5		
	5	5	5	5	5	5	100
	6	6	6	6	6	6	80
	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่มี	100
	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่มี	100
	29	29	17	ไม่พบ	ไม่พบ	29	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบโดยใช้ภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลจำนวน 3 ภาพ และภาพที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูลจำนวน 2 ภาพเข้าทดสอบในระบบรู้จำอาคาร พบว่าระบบสามารถยืนยันความถูกต้องของภาพที่อยู่ในฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง 73.33% และยังสามารถแยกภาพที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลภาพภายในระบบได้อย่างถูกต้องเช่นกัน

4.4 สรุปผลการทดสอบระบบ

ระบบการรู้จำอาคารที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถสรุปการทำงาน จากผลการทดสอบระบบในด้านต่าง ๆ ได้ ดังนี้

- การรู้จำอาคารที่มีภาพอยู่ในระบบและไม่มีภาพอยู่ในระบบ จากการทดสอบระบบพบว่าการทำงานในการแยกแยะภาพว่าอยู่ในฐานข้อมูลภาพหรือไม่ จากข้อมูลของการทดสอบจะเห็นได้ว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง แม้ว่าภาพที่ใช้ในการทดสอบบางภาพจะไม่ได้ประกอบด้วยภาพของอาคารแต่เพียงอย่างเดียว โดยอาจมีองค์ประกอบอื่นๆในภาพบางอย่าง เช่น ต้นไม้ แต่ก็ไม่ทำให้การทำงานมีความคลาดเคลื่อนอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งทำให้เห็นว่าขั้นตอนการรู้จำอาคารที่อาศัยการแยกภาพอาคารออกจากภาพทั้งหมด ด้วยวิธีการสร้าง Hue Image สร้างสามารถแยกภาพอาคารออกจากภาพทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- การรู้จำอาคารจากภาพที่อยู่ในลักษณะบางส่วนของอาคาร หรือซูมในระยะต่างๆจากการทดสอบการทำงานของระบบ พบว่าความถูกต้องของการทำงานจะลดน้อยลงอย่างมาก อาจเป็นเพราะการใช้ภาพที่ทำการซูมในระยะต่างๆนั้น ภาพของอาคารที่นำมาทดสอบไม่ได้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นขอบมุมของอาคาร ทำให้ในขั้นตอนการรู้จำของระบบไม่สามารถแยกส่วนที่เป็นตึกออกจากองค์ประกอบของภาพทั้งหมดได้ เมื่อนำข้อมูลมาสร้างเป็นฮิสโทแกรมจึงไม่ได้เป็นฮิสโทแกรมของภาพอาคารที่สนใจ แต่เป็นฮิสโทแกรมขององค์ประกอบทั้งหมดในภาพ จึงทำให้ในขั้นตอนการรู้จำอาคารของระบบที่ได้พัฒนา นำข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบของภาพทั้งหมดมาพิจารณา จึงทำให้การรู้จำอาคารเกิดความผิดพลาดได้

- การรู้จำอาคารจากภาพที่อยู่ในลักษณะมุมมองที่ไม่ใช่หน้าตรงของอาคาร จากการทดสอบพบว่าการทำงานของระบบรู้จำอาคาร ให้ความถูกต้องค่อนข้างสูง ที่เป็นเช่นนั้นเป็นเพราะภาพที่เป็นมุมมองที่ไม่ใช้หน้าตรงของอาคารที่นำมาทดสอบ เป็นภาพของทั้งอาคารเช่นเดียวกับภาพต้นแบบที่อยู่ฐานข้อมูลภาพในระบบรู้จำอาคาร ซึ่งหลังจากการทำงานในขั้นตอนการรู้จำของอาคารระบบสามารถสร้างฮิสโทแกรมของอาคาร และทำการเปรียบเทียบ กับภาพต้นแบบที่อยู่ในฐานข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ทำให้ระบบสามารถค้นคืนภาพอาคารที่สนใจได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ปัญหาและข้อจำกัดในการพัฒนาระบบ

สำหรับการพัฒนาระบบรู้จำอาคาร ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ยังมีข้อจำกัดในการทำงานของระบบรู้จำอาคาร และปัญหาในการแยกแยะภาพอาคารที่อาจเกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1. ภาพอาคารที่นำมาทดสอบ หากเป็นภาพในระยะใกล้มากๆ ไม่สามารถเห็น โครงสร้างทั้งหมดของอาคารได้ ระบบรู้จำอาคารจะไม่สามารถรู้จำอาคารได้อย่างถูกต้อง
2. ระบบไม่สามารถ แยกองค์ประกอบอื่นๆในภาพที่ไม่ใช้อาคารได้ดีนัก ดังนั้นหากภาพอาคารที่นำมาทดสอบมีสิ่งอื่นที่ไม่ใช่อาคารจำนวนมาก หรือสิ่งอื่นในภาพมีลักษณะเด่นกว่า ภาพของอาคารในภาพ จะทำให้ระบบรู้จำอาคารทำงานผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปโครงการการพัฒนาระบบ

ระบบรู้จำอาคาร (Building Recognition System) เป็นระบบที่ใช้เพื่อการรู้จำอาคาร ซึ่งได้ศึกษาทฤษฎีที่ใช้สำหรับการรู้จำอาคาร และนำมาพัฒนาระบบรู้จำอาคาร โดยลักษณะการทำงานของระบบ คือ นำรูปภาพอาคารที่ต้องการทราบข้อมูลมาประมวลผล ระบบจะแสดงผลลัพธ์รูป Hue Image รูปฮิสโทแกรม และรายละเอียดข้อมูลอาคาร ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นยังพบข้อพกพร่อง และปัญหาอันเกิดจากข้อจำกัดต่าง ๆ ของโปรแกรมที่พัฒนา และข้อจำกัดของอัลกอลิทึมที่เลือกนำมาพัฒนา

จากการทดลองการทำงานของระบบรู้จำอาคารพบว่าประสิทธิภาพการทำงานในขั้นตอนการรู้จำอาคารมีความถูกต้องในการทำงานค่อนข้างสูง นอกจากนี้พบว่าระบบไม่สามารถทำงานได้ถูกต้อง หากรูปภาพที่เป็นอินพุตไม่ได้เป็นภาพถ่ายอาคารเต็มอาคาร เช่น รูปภาพมีส่วนประกอบของต้นไม้ ท้องฟ้า หรือสนามหญ้าอยู่ภายในภาพ เป็นต้น ความสว่างภายในรูปภาพ เป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีผลต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ

5.2 ข้อเสนอแนะจากการพัฒนาระบบรู้จำอาคาร

ระบบรู้จำอาคารเป็นระบบเพื่อใช้ในการรู้จำอาคาร เพื่อสนับสนุนการนำข้อมูลที่มีอยู่และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน ซึ่งทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เกิดประโยชน์มากขึ้นและสามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย

การพัฒนาระบบรู้จำอาคารให้มีประสิทธิภาพ ยังมีทฤษฎีและอัลกอลิทึมที่สามารถนำมาพัฒนาระบบรู้จำอาคารให้ระบบมีความสมบูรณ์ขึ้น เช่น การนำทฤษฎีการค้นหาจำนวนชั้นของอาคารมาประยุกต์เพิ่มเติม เพื่อเพิ่มความถูกต้องให้กับการค้นคืนอาคารมากขึ้น หรือพัฒนาระบบให้สามารถรู้จำอาคารจากรูปภาพอาคารที่นำเข้าสู่ระบบที่มีมุมมองหลากหลาย เช่น จากรูปภาพอาคารที่เป็นมุมมองด้านบนของอาคาร หรือรูปภาพอาคารเพียงบางส่วน เป็นต้น เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบและเพิ่มความสะดวกในการถ่ายภาพให้มากขึ้น

ระบบรู้จำอาคารสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การนำระบบรู้จำอาคารประยุกต์กับระบบค้นหาข้อมูลอาคารสถานที่ผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยการถ่ายภาพอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่จากกล้องดิจิตอลที่ติดตั้งอยู่ในโทรศัพท์มือถือ แล้วส่งข้อมูลรูปภาพมาประมวลผลยังระบบค้นหาข้อมูลอาคาร ซึ่งอาศัยการรู้จำอาคารเป็นส่วนสำคัญ เพื่อทำให้ทราบเกี่ยวกับรายละเอียดข้อมูลสถานที่นั้น ๆ ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

อุมาพร จันทศร. 2541. **"สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์."** กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

Ackstein,Loy,Wood. 1998. **Java Swing**. United States of America : O'Reilly & Associates

H2 Group. 2006 . **H2 Database Engines**. [Online]. Available: http://www.h2database.com/

Rusås. 2003. **Java Image Processing API. Version 2.** [Online]. Available: http://www.ia.hiof.no/~por/imageprocAPI/version2/

Stephen M. Smith and Brady J.Michael. 1997, **SUSAN-A new approach to low level image processing,** International Journal of Computer Vision23(1)

Wei Zhang and Jana Kosecka. **Localization Based on Building Recognition,** IEEE Workshop on Computer Vision Applications for the Visually Impaired, Satellite Workshop of CVPR 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งระบบรู้จำอาคาร ผู้ใช้งานจำเป็นจะต้องติดตั้ง J2SE Version 1.5.0 ขึ้นไป ซึ่งสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมนี้ได้จาก http://www.sun.com เมื่อติดตั้งจาวา เรียบร้อยแล้วจึงจะทำการติดตั้งโปรแกรมระบบรู้จำอาคาร ดังขั้นตอนดังต่อไปนี้

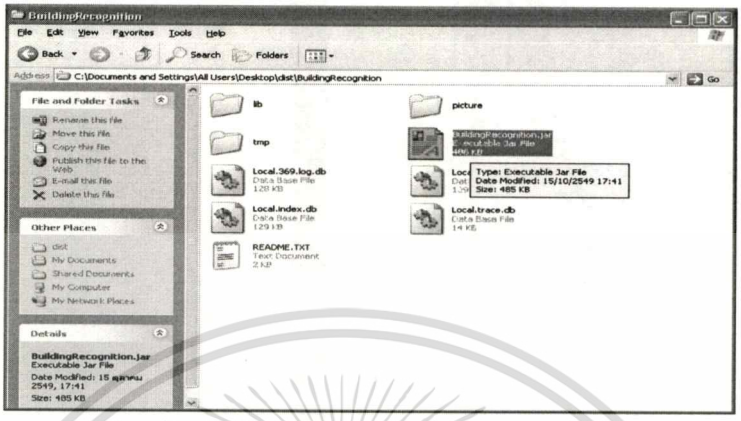
1. เปิดโปรแกรม BuildingRecognition.exe โปรแกรมจะแสดงตำแหน่งที่ต้องการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการติดตั้ง ดังรูป

รูปที่ 1 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม

เลือกตำแหน่งติดตั้งโดยคลิกเลือกที่ ปุ่มBrowse.. จากนั้นกดปุ่ม Install

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อระบบทำการติดตั้งโปรมแกรมจนสมบูรณ์ ให้เปิดไปที่ตำแหน่งที่ได้ติดตั้งโปรแกรมไว้ดังรูป



รูปที่ 2 หน้าจอการติดตั้งโปรแกรม

ที่ตำแหน่งที่ได้ติดตั้งโปรแกรมสามารถคลิกรัน โปรแกรมได้จากตรงนี้

3. หลังจากติดตั้งเสร็จ ระบบสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์

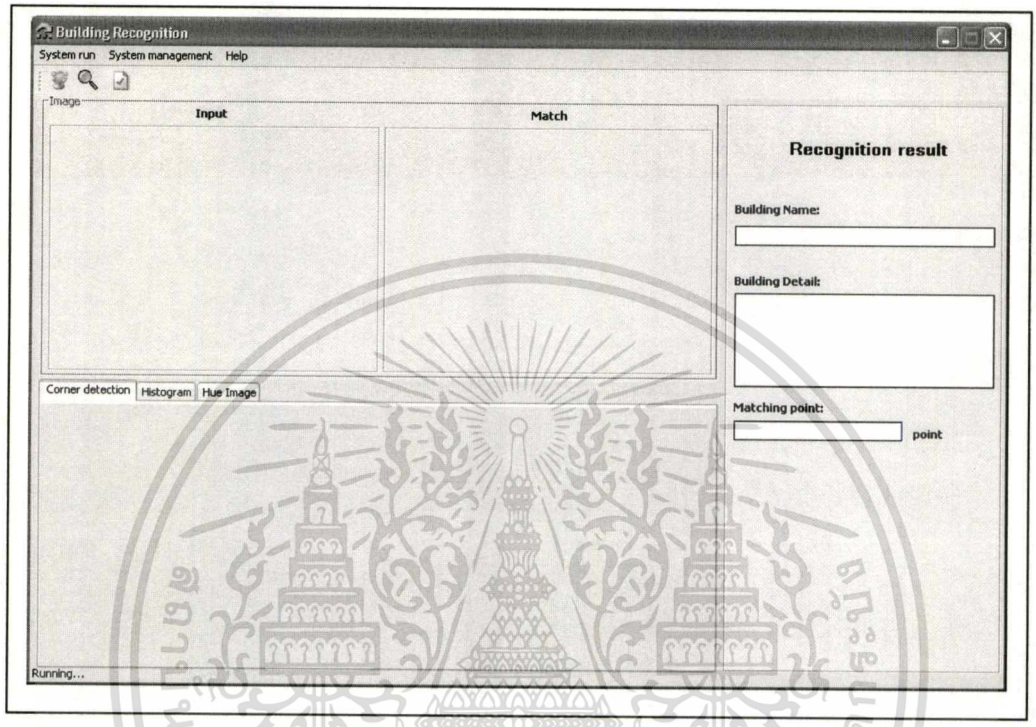
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้ระบบรู้จำอาคาร (Building Recognition System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรู้จำอาคาร เป็นระบบที่ใช้สำหรับการค้นหาข้อมูลอาคาร จากรูปภาพอาคาร ซึ่งอาศัยการรู้จำอาคาร (Building Recognition) เป็นส่วนสำคัญ เมื่อเข้าสู่ระบบจะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 3



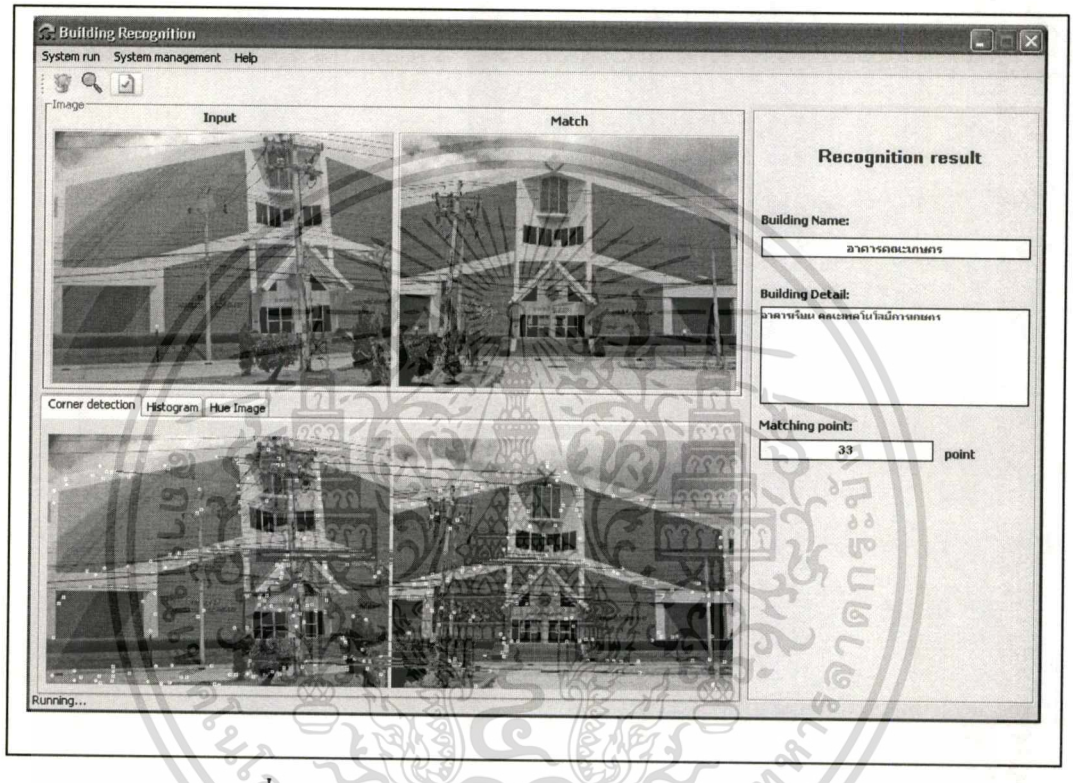
รูปที่ 3 หน้าจอระบบรู้จำอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบรู้จำอาคาร ประกอบด้วยเมนูหลัก 3 เมนู คือ

1. System Run สำหรับการประมวลผลของระบบ ซึ่งประกอบด้วยเมนูย่อย 4 เมนู คือ

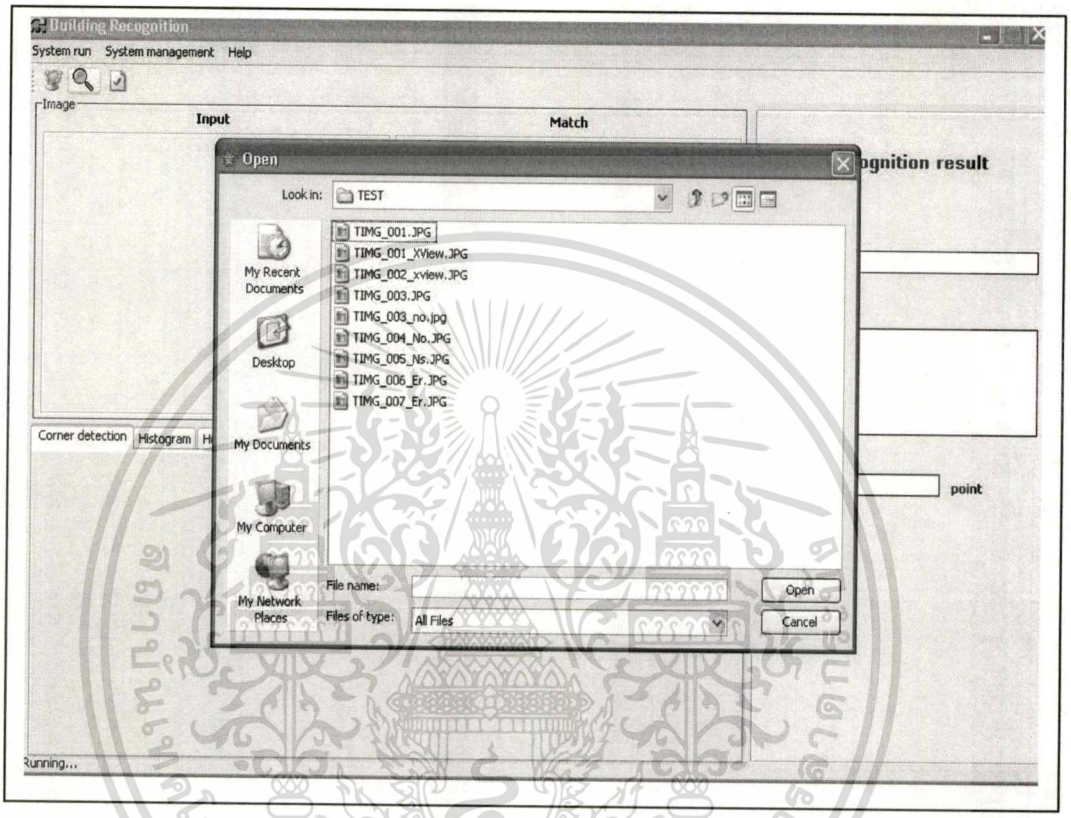
- Recognition เมนูนี้สำหรับประมวลผลการรู้จำอาคาร และแสดงผลลัพธ์การค้นหา เมื่อเลือกเมนูนี้ ระบบจะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้าจอระบบรู้จำอาคารแสดงผลลัพธ์การค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Open Image เมนูนี้สำหรับการนำเข้ารูปภาพอาคารเพื่อทำการทดสอบ เมื่อเลือกเมนูนี้ ระบบจะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 5



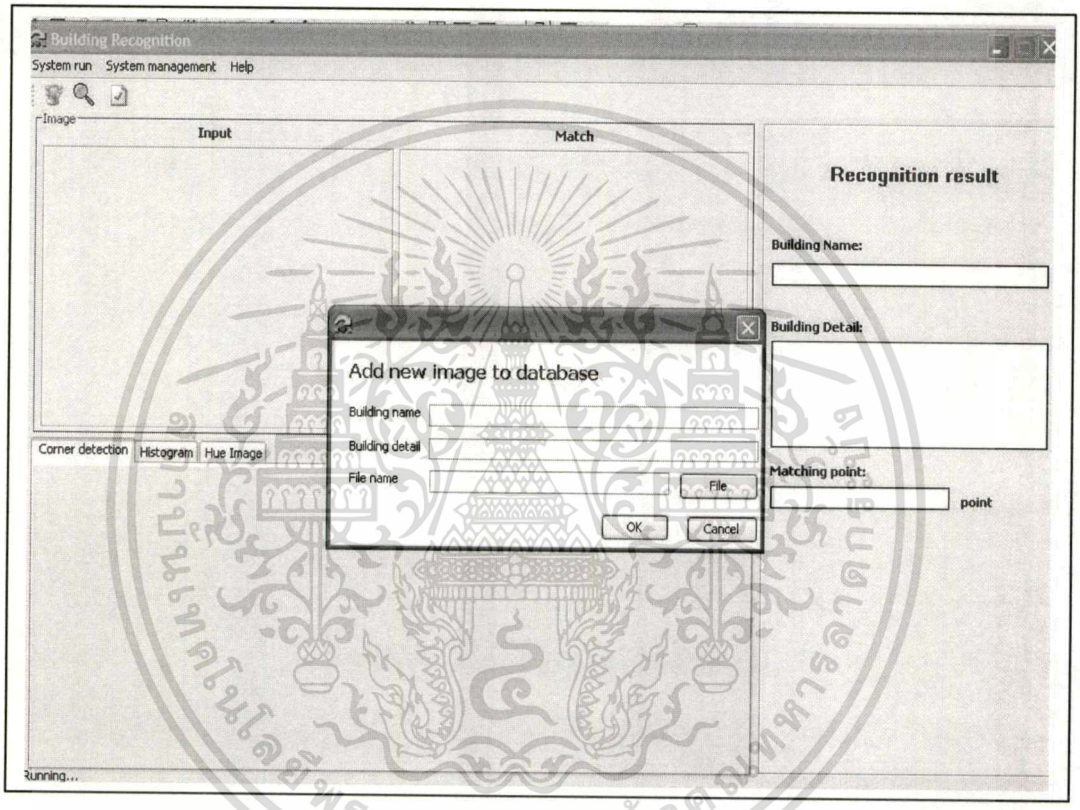
รูปที่ 5 หน้าจอนำเข้ารูปภาพอาคารเพื่อทำการทดสอบ

- Reset เมนูนี้สำหรับ reset ค่าหน้าจอระบบ
- Exit เมนูนี้สำหรับออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. System Management สำหรับการจัดการฐานข้อมูลของระบบ ประกอบด้วยเมนูย่อย 2 เมนู คือ

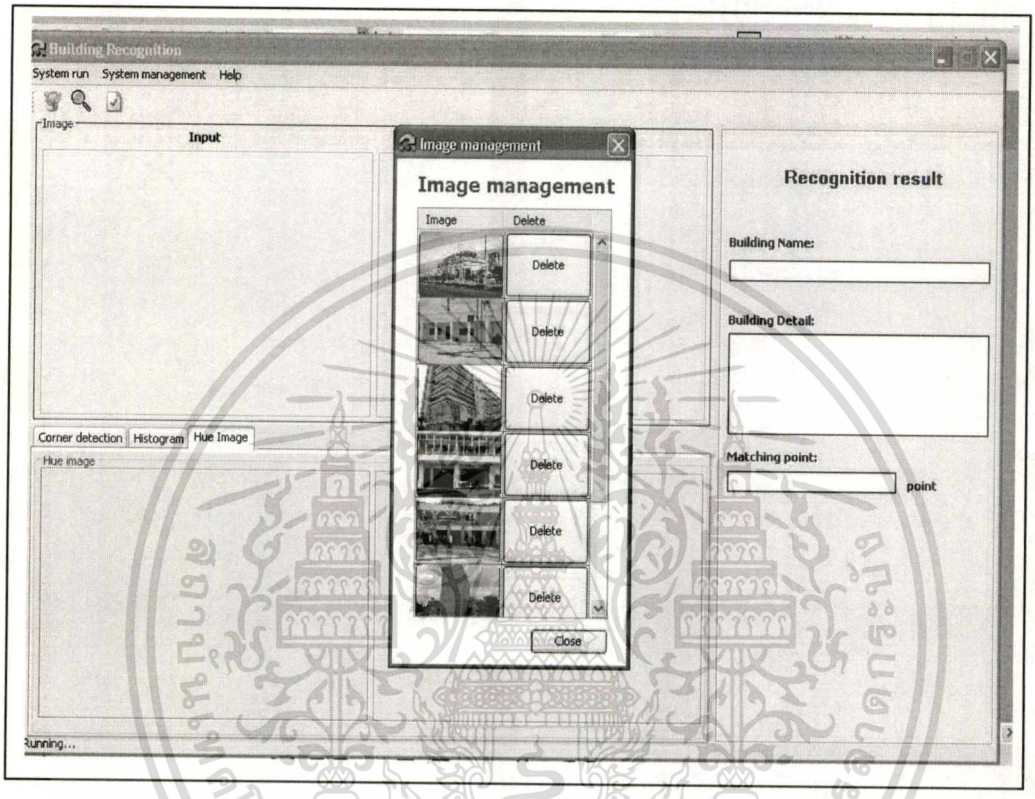
- Quick add image เมนูนี้สำหรับการบันทึกข้อมูลของอาคารเข้าสู่ฐานข้อมูลของระบบ ประกอบด้วย รหัสรูปภาพอาคาร รูปภาพอาคาร ชื่ออาคาร และรายละเอียดของอาคาร เมื่อเลือกเมนูนี้ระบบจะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 หน้าจอบันทึกข้อมูลอาคารเข้าสู่ฐานข้อมูลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

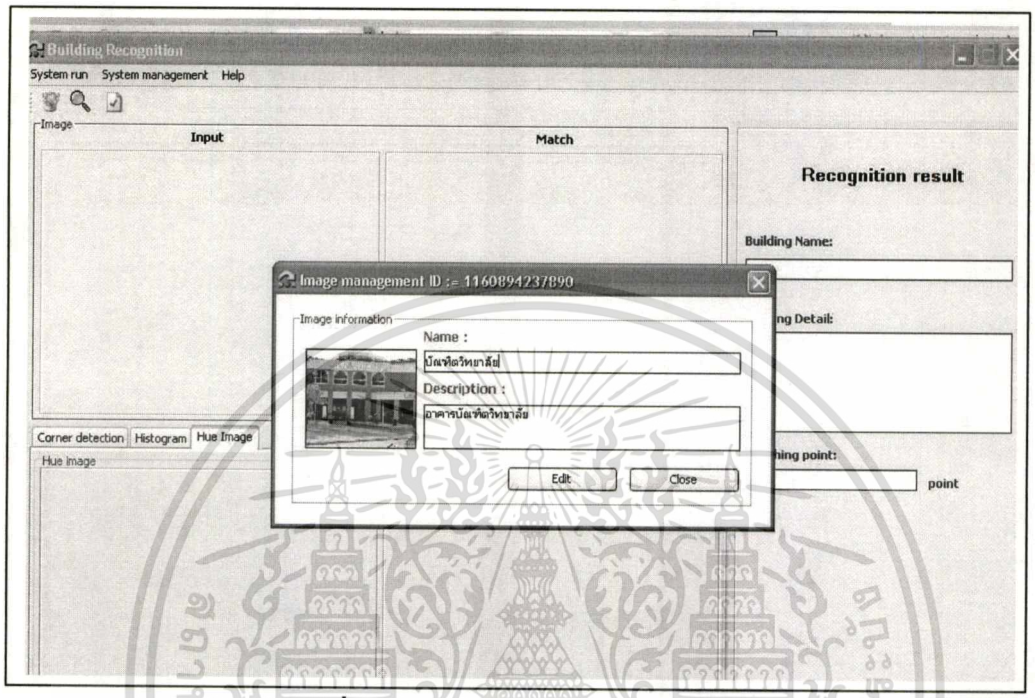
- Image management เมนูนี้สำหรับการแก้ไข หรือการลบข้อมูลอาคารที่มีอยู่ในระบบ เมื่อเลือกเมนูนี้ระบบจะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้าจอสำหรับทำการแก้ไขหรือลบข้อมูลอาคารในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

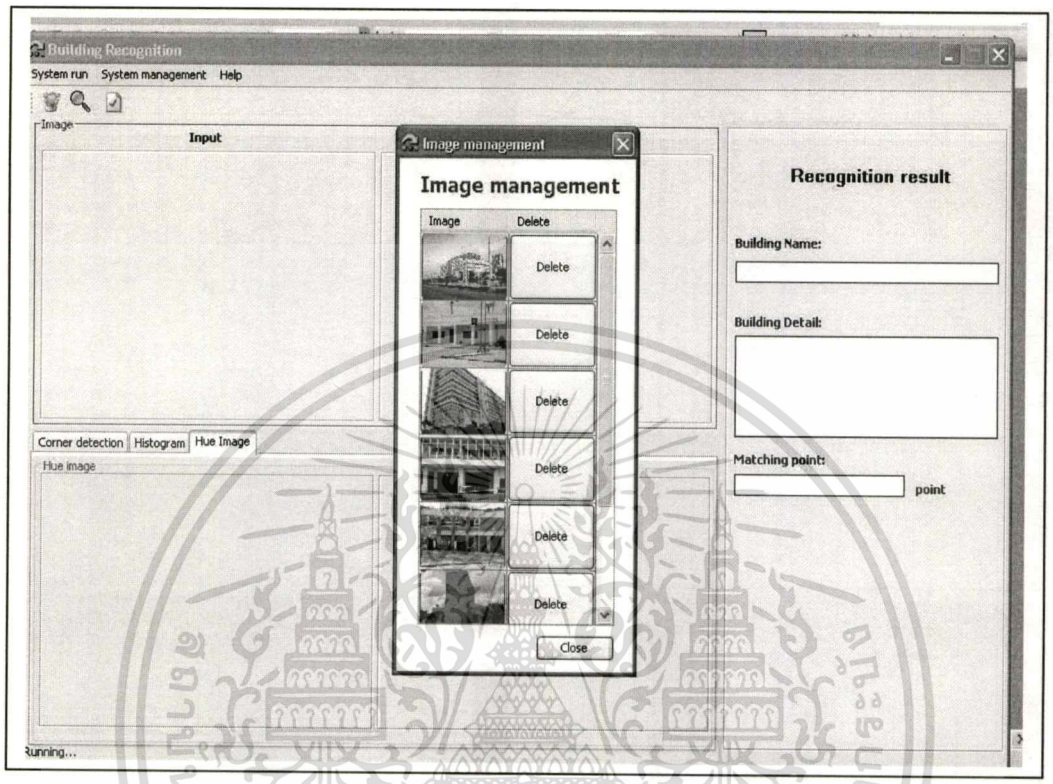
กรณีการแก้ไขข้อมูลอาคาร ระบบจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 8 เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้ว click Edit



รูปที่ 8 หน้าจอบันทึกข้อมูลอาคารเข้าสู่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีการลบข้อมูลอาคาร เลือก ปุ่ม Delete ดังรูปที่ 9

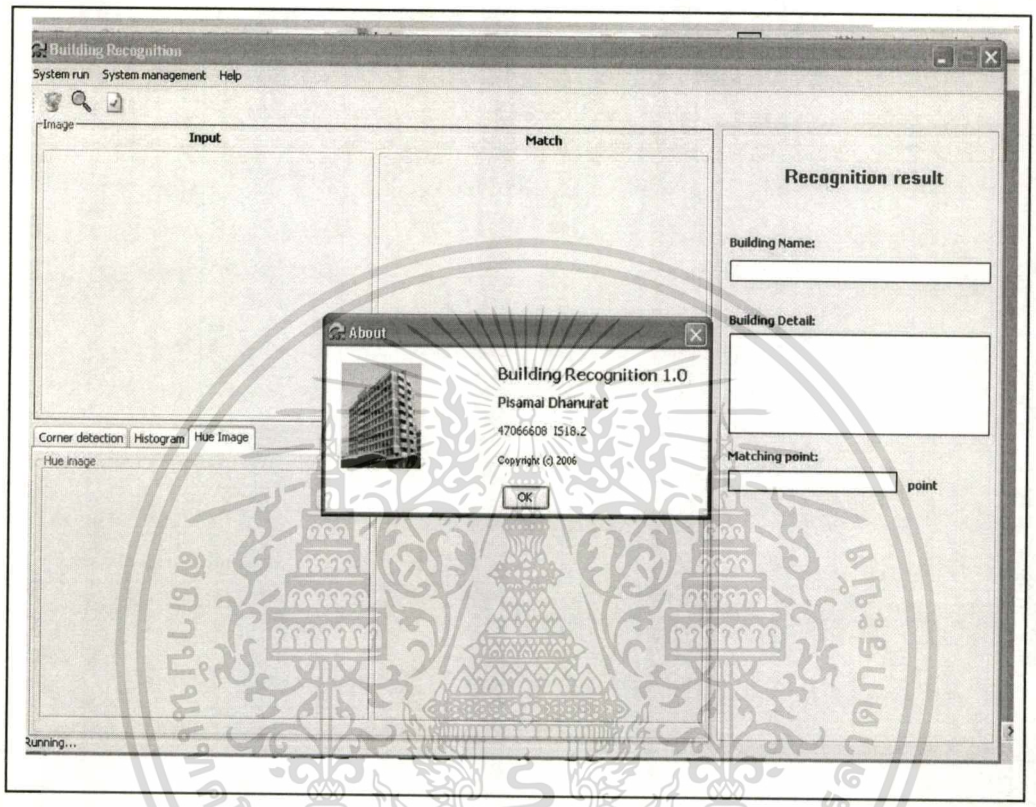


รูปที่ 9 หน้าจอลบข้อมูลออกจากระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมนู Help ประกอบด้วยเมนูย่อย คือ

- About เมื่อเลือกเมนูนี้ระบบจะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 หน้าจอ about

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นางสาว พิศมัย ธนูรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	28 ตุลาคม 2524
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้