ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบตรวจจับลายน้ำดิจิทัลสำหรับภาพถ่าย

DIGITAL WATERMARKING SYSTEM FOR PHOGRAPHIC IMAGES

H004766

โดย

จุฑามาส โฉมงาม

ปรารถนา จูฑะพงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ณฐพล พันธุวงศ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....04766.....
วัน,เดือน,ปี.....- 8 ต.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

b.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIGITAL WATERMARKING SYSTEM

FOR PHOGRAPHIC IMAGES

JUTHAMARD CHOMNGAM

PRATTHANA CHUDAPONGSE

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2 / 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

FACULTY ON INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2550

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบตรวจจับลายน้ำดิจิทัลสำหรับภาพถ่าย

ผู้จัดทำ

1. **จุฑามาส โฉมงาม 47070066**
2. **ปรารถนา จูฑะพงษ์ 47070085**

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(อาจารย์ณฐพล พันธุวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	ระบบตรวจจับลายน้ำดิจิทัลสำหรับภาพถ่าย
นักศึกษา	นางสาวจุฑามาส โฉมงาม 47070066
	นางสาวปรารถนา จูฑะพงษ์ 47070085
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ณฐพล พันธุวงศ์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอการใช้ลายน้ำดิจิทัลในการเพิ่มข้อมูลประกอบ เพื่อสร้างข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปภาพ โดยรูปภาพไม่เสียหายและยังคงความสวยงามเหมือนเดิม โดยมีขอบเขตการวิจัยคือ รูปภาพที่นำมาใช้จะต้องไม่ถูกตัดแบ่งส่วนภาพ สามารถใช้ข้อมูลที่เป็นสำเนาแสดงผลถาวรได้แต่ต้องนำข้อมูลมาเข้าในเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อน สามารถรับข้อมูลเข้าได้จากทั้งทางแสกนเนอร์และกล้องเว็บแคม เพื่อที่จะนำรูปภาพนั้นมาทำการฝังลายน้ำดิจิทัลซึ่งลายน้ำดิจิทัลนี้จะมีค่าเป็นดรรชนีที่เก็บค่าของที่อยู่ของเวบไซต์ และทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บไซต์นั้นๆ ในโครงงานนี้ยังมีเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้เพื่อนำมาแก้ปัญหาที่พบในการนำลายน้ำดิจิทัลมาใช้ในโครงงานนี้ และเทคนิคการฝังลายน้ำดิจิทัลแบบอื่นๆ ไว้เพื่อให้บุคคลที่สนใจนำไปศึกษาเพื่อหาความรู้เพิ่มเติมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Digital Watermarking System For Photographic Images
Student	Miss. Juthamard Chomngam 47070066
	Miss Pratthana Chudapongse 47070085
Degree	Bachelor of Science
Programme	Information Technology
Academic Year	2007
Advisor	Mr. Natapon Pantuwong

ABSTRACT

Educations in this instance are about using digital watermarking for creating data annotation of the digital image without damage. The scopes in this project are , the digital image must not crop and be able to use this program with hard copy of the digital image. These data must operate in computer before used as hard copy. The input of this program can be inputted by scanner and webcam. The watermark in the digital image is the index of universal resource locator (URL) and the program will redirect to this URL. This project also mention about the solutions that solve the problem in embedding techniques which are used in this project, and other embedding techniques for people who interest in this subject.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ณฐพล พันธุวงศ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ มาโดยตลอดและช่วยให้มีประสบการณ์ทำงานที่ดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ที่มีประโยชน์ ช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ และเป็นตัวอย่างที่ดีในการศึกษาเล่าเรียนและการทำงาน

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่แบ่งปันประสบการณ์ที่ดีอีกทั้งได้ให้การช่วยเหลือทั้งความรู้ และกำลังใจเพื่อให้โครงงานนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านและผู้ที่อยู่เบื้องหลังที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในยามที่ลำบาก ช่วยอยู่เคียงข้างและคอยเป็นกำลังใจให้เสมอมา

จุฑามาส โฉมงาม

ปรารถนา จูฑะพงษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 4

1.3 หลักการสำคัญ 4

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 5

1.5 ขั้นตอนและวิธีการศึกษาโครงงาน 5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ทั่วไปที่ใช้ในโครงงาน 6

2.1 รูปภาพดิจิทัล 6

2.2 ลายน้ำดิจิทัล 8

2.3 ปัญหาของการสร้างลายน้ำดิจิทัล 12

2.4 การเลือกขอบเขต (Domain) ในการฝังลายน้ำดิจิทัล 14

2.5 ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในการฝังลายน้ำดิจิทัล 14

2.6 เทคนิคการหาตำแหน่งในการฝังลายน้ำดิจิทัล 21

2.7 บลายด์ดีเทคชั่น 24

2.8 เทคนิคในการถ่ายภาพ 25

2.9 เครื่องมือใช้ในการพัฒนาโปรแกรม 26

บทที่ 3 ขั้นตอนการฝังและตรวจจับลายน้ำดิจิทัล 27

3.1 ขั้นตอนการฝังลายน้ำดิจิทัล 27

3.2 ขั้นตอนการตรวจจับลายน้ำดิจิทัล 29

3.3 การนำไปใช้งาน 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.4 การประยุกต์ใช้ลายน้ำดิจิทัลในด้านอื่นๆ 32

บทที่ 4 กระบวนการทำงานของระบบ 40

4.1 หน้าจอการตั้งค่าโปรแกรม 41

4.2 หน้าจอการฝังลายน้พดิจิทัล 42

4.3 หน้าจอการตรวจจับลายน้ำดิจิทัล 45

บทที่ 5 สรุปผลโครงงาน และ ข้อเสนอแนะ 48

บรรณานุกรม 49

ประวัติผู้เขียน 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงการสื่อสารของลายน้ำดิจิทัล 1

1.2 แสดงการสื่อสารของลายน้ำดิจิทัล 2

1.3 แสดงการสื่อสารของการสื่อสารทั่วไป 3

2.1 การสร้างรูปภาพดิจิทัลโดยใช้กล้องวีดีทัศน์ (Video Camera) การสุ่มสัญญาณ(Sampling)และการกำหนดขนาดสัญญาณ (Quantizing) 7

2.2 การแปลงรูปภาพแอนาลอกและรูปภาพดิจิทัล 7

2.3 แสดงรูปตัวอย่างภาพที่มีลายน้ำที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า 9

2.4 แสดงรูปตัวอย่างภาพที่มีลายน้ำที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า 9

2.5 แสดงการแบ่งลักษณะของลายน้ำดิจิทัล 11

2.6 แสดงการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัล 11

2.7 แสดงการตรวจสอบข้อมูลลายน้ำดิจิทัล 12

2.8 แสดงภาพของ Affine Transform 13

2.9 แสดง Projective Projection 13

2.10 แสดงรูปภาพที่มีความผิดเพี้ยนเชิงทัศนมิติ (Perspective Distortion) 14

2.11 ลักษณะของซีโรทรีภายในบล็อกขนาด 8×8 พิกเซล 16

2.12 แสดงขั้นตอนของวิธีการแผ่สเปกตรัม (Spread Spectrum) 20

2.13 แสดงภาพตัวอย่างของค่าอัตราส่วนไขว้ 21

2.14 แสดงเส้นการใช้เส้นทะแยงมุมในการหาจุดตัด 22

2.15 แสดงจุดต่างๆที่ได้จากการคำนวณค่าอัตราส่วนไขว้ 23

2.16 แสดงการลากเส้นเพื่อหาจุดในการฝังลายน้ำ 23

2.17 แสดงจุดที่มีลายน้ำดิจิทัลและจุดรอบๆ 24

2.18 แสดงขอบและบริเวณที่จับรูป 25

3.1 แสดงวิธีการเลื่อนบิต (shift bit) 28

3.2 แสดงความแตกต่างของการใช้ค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัล (α) ที่แตกต่างกัน 29

3.3 แสดงตัวอย่างการหาความสัมพันธ์แบบที่ 1 30

3.4 แสดงตัวอย่างการหาความสัมพันธ์แบบที่ 2 30

3.5 แสดงตัวอย่างการหาความสัมพันธ์แบบที่ 3 30

3.6 แสดงการตั้งค่า Threshold 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.7 แสดงโครงสร้างของระบบ....32
3.8 ตัวอย่างเครื่องที่ใช้เก็บข้อมูลของกล้องวงจรปิด....33
3.9 รูปภาพแสดงขั้นตอนของการฝังลายน้ำดิจิทัล....34
3.10 แสดงขั้นตอนของการถอดรหัสข้อมูลลายน้ำดิจิทัล....35
3.11 แสดงขั้นตอนวิธีของ Spread Spectrum....36
3.12 แสดงรายละเอียดของคลาสไดอะแกรม....37
4.1 แสดงหน้าจอหลักที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้....40
4.2 แสดงหน้าจอปรับแต่งโปรแกรมและการเพิ่มข้อมูลที่อยู่เวบต์....41
4.3 แสดงรายละเอียดของไฟล์ wm_url.txt....41
4.4 แสดงหน้าจอการฝังลายน้ำดิจิทัลและการเลือกค่ากำลังลายน้ำดิจิทัล....42
4.5 แสดงการเลือกข้อมูลที่อยู่เว็บไซต์....43
4.6 แสดงหน้าจอผลลัพธ์เมื่อกดปุ่ม Embed....44
4.7 แสดงหน้าจอผลลัพธ์เมื่อกดปุ่ม View....44
4.8 แสดงหน้าจอการตรวจจับลายน้ำดิจิทัล....45
4.9 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Browse และเลือกรูปภาพ....46
4.10 แสดงหน้าจอการตรวจจับลายน้ำดิจิทัลเมื่อกดปุ่ม Detect....47
4.11 แสดงหน้าจอผลลัพธ์เมื่อกดปุ่ม Go To URL แล้ว....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงรายละเอียดของคลาส Point....37
3.2 แสดงรายละเอียดของคลาส Common....38
3.3 แสดงรายละเอียดของคลาส WebPageLinker....38
3.4 แสดงรายละเอียดของคลาส Embedder....39
3.5 แสดงรายละเอียดของคลาส Detecter....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

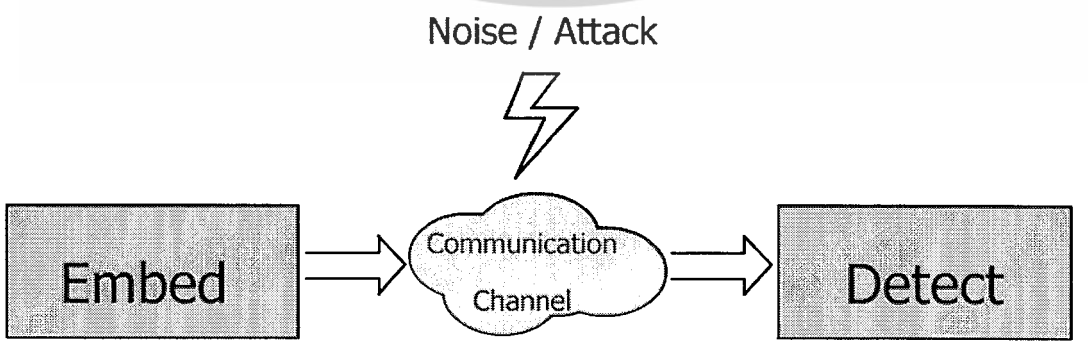
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอินเตอร์เน็ต (Internet) เป็นสื่อที่ผู้คนใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถใช้เป็นสื่อเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างง่ายดาย โดยไม่จำกัดเพศ วัย ของผู้ใช้ อาชญากรรมบนอินเตอร์เนตจึงสามารถเกิดขึ้นได้อย่างง่ายดายเช่นกัน อาชญากรรมที่สามารถพบเห็นได้บ่อยที่สุดคือ การละเมิดลิขสิทธิ์ของข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นซอฟต์แวร์ หรือไฟล์รูปภาพก็ตาม นักพัฒนาซอฟต์แวร์จึงได้มีการคิดค้นวิธีการป้องกันการกระทำที่เป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ของชิ้นงานต่างๆขึ้น วิธีการหนึ่งที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น คือ " การฝังลายน้ำดิจิทัล " (Digital Watermarking) ชนิดของข้อมูลส่วนใหญ่ที่ถูกละเมิดลิขสิทธิ์นั้นจะเป็นข้อมูลที่เป็นรูปภาพ ดังนั้น โครงงานนี้จึงศึกษาการฝังลายน้ำดิจิทัลเพื่อป้องกันปัญหาและอาชญากรรมต่างๆและเพิ่มประโยชน์ให้กับข้อมูลรูปภาพเป็นหลัก

วิธีการฝังลายน้ำดิจิทัลถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์ของข้อมูลชนิดที่เป็นรูปภาพในด้านต่างๆ เช่น การฝังลายน้ำดิจิทัลเพื่อป้องกันลิขสิทธิ์ (Copyright) เพื่อใช้ยืนยันความเป็นเจ้าของและไม่ให้ผู้ใดนำชิ้นงานนั้นๆไปแอบอ้าง การฝังลายน้ำดิจิทัลเพื่อทำการยืนยันข้อมูล (Authentication) ว่าไม่ได้ถูกดัดแปลงหรือแก้ไขมาก่อน และอีกวิธีหนึ่งที่ใช้เพิ่มประโยชน์ให้กับข้อมูลรูปภาพคือ การฝังลายน้ำดิจิทัลเพื่อเพิ่มข้อมูลประกอบ (Data Annotation) เป็นการนำลายน้ำดิจิทัลไปประยุกต์ใช้ โดยฝังลายน้ำเพื่อใส่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรูปภาพนั้นๆเพิ่มเติมลงไป โดยหลักการของเทคนิคการฝังลายน้ำดิจิทัลสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ ดังนี้

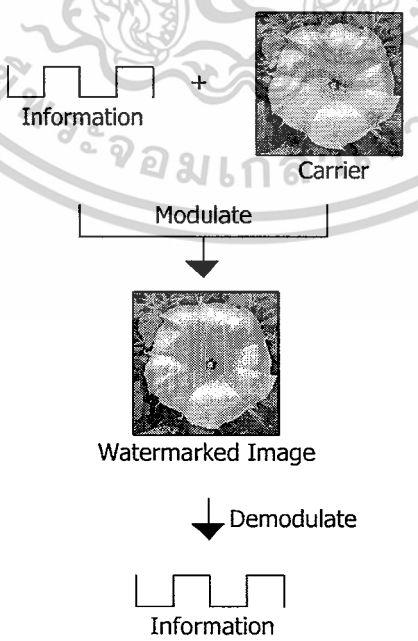


รูปที่ 1.1 แสดงการสื่อสารของลายน้ำดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

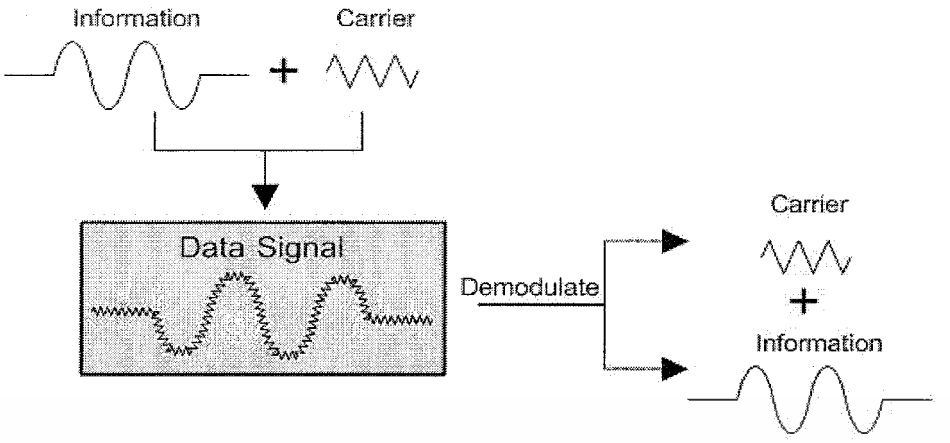
ขั้นตอนของการฝังลายน้ำดิจิทัลจะประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการฝังข้อมูล (Embed) เป็นขั้นตอนที่ทำการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลลงไปในรูปภาพ โดยเทคนิคที่ใช้ในขั้นตอนนี้มีมากมาย เช่น ลีสต์ซิกนิฟิแคนต์บิต (Least Significant Bit หรือ LSB) เป็นต้น เมื่อฝังข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็สามารถนำรูปภาพไปใช้ได้ตามปกติ ในระหว่างการสื่อสารนั้นอาจมีสัญญาณรบกวน (Noise) ทำให้กำลังของสัญญาณข้อมูลถูกบั่นทอนลง หรืออาจมีการดักโจมตี (Attack) ข้อมูลเพื่อทำให้เกิดความเสียหายกับข้อมูลรูปภาพที่มีการฝังลายน้ำดิจิทัล หรือรูปภาพเกิดการบิดเบือน (Distortion) ในลักษณะต่างๆทำให้รูปภาพหรือลายน้ำที่อยู่ในรูปภาพนั้นเกิดความเสียหายได้ การเลือกเทคนิคในการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลลงในรูปภาพจึงต้องคำนึงถึงปัญหาเหล่านี้ด้วย และอีกขั้นตอน คือขั้นตอนของการตรวจจับข้อมูลลายน้ำดิจิทัล (Detect) โดยจะทำการตรวจจับและถอดข้อมูลลายน้ำดิจิทัลออกมาจากรูปภาพที่มีการฝังลายน้ำดิจิทัลไว้แล้วเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ

ลักษณะการสื่อสารของวิธีการลายน้ำดิจิทัลนี้จะสามารถเปรียบเทียบได้กับการสื่อสารของข้อมูลทั่วๆไป คือการสื่อสารแบบทั่วไปนั้นเมื่อเราต้องการที่จะส่งข้อมูลออกไปยังช่องการสื่อสารจำเป็นต้องใช้คลื่นพาห์ (Carrier) เพื่อมากล้ำสัญญาณกับสัญญาณข้อมูลที่เราต้องการจะส่งแล้วเมื่อส่งถึงฝั่งผู้รับ ผู้รับจะทำแยกสัญญาณที่ส่งมาเพื่อแยกระหว่างสัญญาณข้อมูลกับคลื่นพาห์ออกจากกัน เปรียบเทียบได้กับการใช้เทคนิคลายน้ำดิจิทัล คือจะทำการนำบิตข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิจิทัล (เช่น เลขฐานสอง) มาฝังลงบนรูปภาพ ซึ่งรูปภาพจะเปรียบเสมือนเป็นคลื่นพาห์นำตัวสัญญาณข้อมูลส่งไปยังผู้รับ เมื่อฝังบิตข้อมูลลงไปในรูปภาพแล้วรูปภาพนั้นก็จะกลายเป็นรูปภาพที่มีข้อมูลลายน้ำดิจิทัลฝังอยู่(Watermarked Image) และเมื่อเราทำการถอดรหัสลายน้ำออกก็จะได้เป็นบิตข้อมูลที่เราฝังไว้นั่นเอง จะแสดงได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงการสื่อสารของลายน้ำดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3 แสดงการสื่อสารของการสื่อสารทั่วไป

ปัญหาที่พบของการใช้วิธีการสื่อสารแบบลายน้ำดิจิทัล คือภาพที่ทำการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลนั้นอาจมีการถูกบิดเบือนไปไม่ว่าจะเป็น การบีบอัดข้อมูล การตัดแบ่งส่วนรูปภาพ(Crop) การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง และการบิดเบือนเชิงเรขาคณิต (Geometric Distortion) ในลักษณะของความผิดเพี้ยนเชิงทัศนมิติ(Perspective Distortion) มีผลทำให้การมองรูปภาพในแต่ละมุมมองจะมองเห็นไม่เหมือนกันและขนาดก็จะไม่สัมพันธ์กับความเป็นจริง จึงจำเป็นต้องแก้ไขปัญหานี้เพื่อที่จะสามารถนำวิธีการสื่อสารของลายน้ำดิจิทัลมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น วิธีการแก้ปัญหาต่างๆสิ่งที่ควรจะคำนึงถึงก็คือคุณสมบัติของลายน้ำดิจิทัล ซึ่งได้แก่

- ความทนทาน (Robustness) ไม่ว่าสื่อที่มีการฝังลายน้ำดิจิทัลจะถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ข้อมูลลายน้ำก็จะยังคงอยู่ไม่เปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลาย
- ความสามารถในการซ่อนข้อมูล (Imperceptibility) คือสื่อที่ได้ผ่านการฝังลายน้ำ ดิจิทัลแล้ว จะต้องไม่ถูกรับรู้ได้ด้วยประสาทของมนุษย์
- ปริมาณข้อมูลที่สามารถบรรจุได้ (Capacity) คือสามารถบรรจุข้อมูลลายน้ำดิจิทัลลงในสื่อให้ได้ในปริมาณมากที่สุด

ความสัมพันธ์ของทั้ง 3 สิ่งนี้เป็นปฏิภาค (Trade off) ต่อกัน คือไม่สามารถจะออกแบบให้ลายน้ำดิจิทัลที่สร้างขึ้นมามีคุณสมบัติให้ครบทั้ง 3 ข้อนี้ได้เลย ดังนั้นจึงต้องมองถึงในเรื่องของการนำไปใช้ว่าเราจะนำเอาการสื่อสารแบบลายน้ำดิจิทัลนี้ไปใช้เพื่อประโยชน์อะไร เช่น หากต้องการนำเอาลายน้ำดิจิทัลไปใช้ในด้านป้องกันลิขสิทธิ์ (Copyright) ก็จะต้องให้ลายน้ำดิจิทัลนั้นมีคุณสมบัติในด้านของความทนทาน (Robustness) หรือถ้าต้องการจะนำไปใช้ในเรื่องของการยืนยันข้อมูล (Authentication) จะต้องให้ลายน้ำดิจิทัลนั้นมีคุณสมบัติในการซ่อนข้อมูล (Imperceptibility) หรือจะใช้ประโยชน์ในเรื่องของการเพิ่มข้อมูลประกอบ (Data Annotation) ลายน้ำดิจิทัลนั้นจะต้องมีคุณสมบัติในเรื่องของปริมาณของข้อมูลที่ต้องการบรรจุ (Capacity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาการฝังและตรวจจับลายน้ำดิจิทัลที่มีความทนทานต่อภาพที่มีการบิดเบือนเชิงเรขาคณิต (Geometric Distortion)

1.2.2 เพื่อศึกษาและพัฒนาการฝังลายน้ำดิจิทัล เพื่อเพิ่มข้อมูลประกอบและเชื่อมโยงกับหน้าต่างๆ (web page) บนอินเทอร์เน็ต

1.3 หลักการสำคัญ

ปัจจุบัน สื่อประเภทต่างๆ ที่ใช้ในอินเทอร์เน็ตมีหลายรูปแบบมากขึ้น ซึ่งเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปแบบของข้อมูลดิจิทัล เช่น สื่อประเภทสื่อประสม (Multimedia) ที่เป็นข้อมูลภาพและเสียง แต่รายละเอียดของสื่อที่อยู่ในรูปของข้อมูลดิจิทัลนั้นมีน้อยเกินไป จึงได้มีการคิดค้นวิธีเพิ่มข้อมูลประกอบให้กับสื่อประเภทดิจิทัลนี้ให้มีมากขึ้น ซึ่งก็คือการฝังลายน้ำดิจิทัลลงในรูปภาพดิจิทัล การฝังลายน้ำดิจิทัลในสื่อประเภทรูปภาพนี้ ลายน้ำดิจิทัลที่ถูกฝังนั้นต้องมีความทนทานต่อการรบกวนต่างๆ เช่น การรบกวนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของสื่อ หรือการบีบอัดของข้อมูลสื่อนั้นๆ และต้องทำให้ลายน้ำดิจิทัลนั้นมีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนต่างๆที่อาจเกิดขึ้นระหว่างส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายได้ด้วย

ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.1 โครงงานนี้ทำการฝังลายน้ำดิจิทัลลงไปในรูปภาพเพื่อเพิ่มข้อมูลประกอบให้กับรูปภาพ โดยจะฝังข้อมูลที่เป็น URL ของเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับรูปภาพหรือรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ในรูปภาพลงไปในรูปภาพนั้นๆ รูปภาพเหล่านี้ได้มาจากการใช้กล้องเว็บแคม(web cam) หรือแสกนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยเครื่องแสกนเนอร์(scanner) ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำให้ลายน้ำดิจิทัลที่ฝังลงไปในรูปภาพนั้นมีความทนทานต่อการบิดเบือนที่อาจเกิดขึ้นขณะที่ทำการป้อนข้อมูลรูปภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ การบิดเบือนที่อาจเกิดขึ้นนี้เรียกว่า การบิดเบือนเชิงเรขาคณิต(Geometric Distortion) ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยใช้การหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการฝังลายน้ำดิจิทัลที่ทำให้เกิดการบิดเบือนเชิงเรขาคณิตนี้ส่งผลกระทบน้อยที่สุด ทฤษฎีค่าอัตราส่วนไขว้ (Cross ratio value) คือ ทฤษฎีที่จะนำมาใช้คำนวณหาตำแหน่งต่างๆบนรูปภาพเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สามารถทำการฝังลายน้ำดิจิทัลลงไปได้เพื่อให้รูปภาพดิจิทัลที่มีลายน้ำนั้น ทนทานต่อการบิดเบือนเชิงเรขาคณิต การเพิ่มประสิทธิภาพให้กับลายน้ำดิจิทัลที่ใช้เพื่อเพิ่มข้อมูลประกอบอีกอย่างหนึ่งคือการทำให้ลายน้ำดิจิทัลมีความทนทานต่อสื่อรบกวนต่างๆ ซึ่งในโครงงานนี้จะนำทฤษฎีการแผ่สเปกตรัม (Spread Spectrum) มาใช้ โดยวิธีการนี้จะนำเอารหัสข้อมูลที่ต้องการฝังลงในรูปภาพมาทำการกล้ำสัญญาณ(Modulate)ให้มีกำลังของสัญญาณต่ำที่สุดที่จะสามารถใช้สื่อสารได้ เพื่อเป็นการซ่อนเร้นข้อมูลไม่ให้สามารถดักจับสัญญาณที่ส่งหรือจะมารบกวน โดยเป็นการลดโอกาสที่ผู้ไม่ประสงค์ดีจะมาขัดขวางหรือดักจับสัญญาณการสื่อสารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 ภาพที่นำมาทำการเก็บข้อมูลลายน้ำดิจิทัลต้องไม่ถูกทำการตัดแบ่งส่วนภาพ (Crop)

1.4.2 สามารถใช้โปรแกรมนี้ได้กับข้อมูลที่เป็นสำเนาแสดงผลถาวร (Hard Copy) และข้อมูล ที่เป็นข้อมูลดิจิทัล โดยข้อมูลเหล่านี้จะต้องมีการนำมาบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เสียก่อน ซึ่งสามารถนำข้อมูลบันทึกได้ทั้งวิธีแสกนจากเครื่องแสกนเนอร์ (Scanner) และการจับภาพจากกล้องเว็บแคม (Webcam)

1.5 ขั้นตอนและวิธีการศึกษาโครงงาน

1.5.1 กำหนดโครงงาน จุดประสงค์ และขอบเขตของโปรเจค

1.5.2 ทฤษฎีและหลักการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงาน

1.5.3 ศึกษาปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขปัญหา

1.5.4 ทดลองเขียนโปรแกรม

1.5.5 ทำการปรับปรุงและสรุปผล

1.5.6 จัดทำเอกสารประกอบวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เข้าใจและสามารถสร้างระบบการตรวจจับลายน้ำดิจิทัลที่มีความทนทานต่อการบิดเบือนเชิงเรขาคณิตได้

1.6.2 เข้าใจและสามารถสร้างระบบการฝังลายน้ำดิจิทัลที่มีความทนทานต่อการบิดเบือนเชิงเรขาคณิตได้

1.6.3 เข้าใจและสามารถสร้างระบบเชื่อมโยงเอกสารบนอินเทอร์เน็ตด้วยภาพถ่ายซึ่งผ่านการฝังลายน้ำดิจิทัลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้ทั่วไปที่ใช้ในโครงงาน

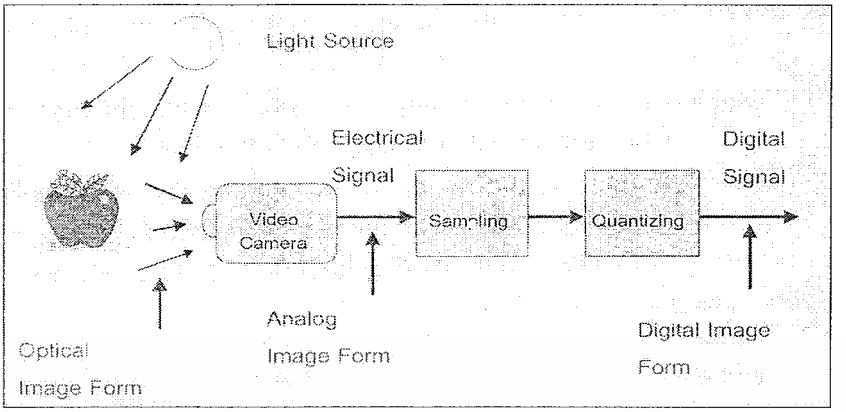
โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือนำลายน้ำดิจิทัลมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มข้อมูลประกอบให้กับรูปภาพ และเนื่องจากการฝังลายน้ำดิจิทัลต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของลายน้ำดิจิทัลเป็นหลัก อันได้แก่ ความทนทาน(Robustness) ความสามารถในการซ่อนข้อมูล (Imperceptibility) และปริมาณข้อมูลที่สามารถบรรจุได้ (Capacity) ทั้ง 3 คุณสมบัตินี้จะเป็นปฏิภาคต่อกัน ดังนั้นจึงต้องมีทฤษฎีและแนวคิดเพื่อนำมาพัฒนาให้การฝังลายน้ำดิจิทัลเพื่อเพิ่มข้อมูลประกอบมีคุณสมบัติเหล่านี้

2.1 รูปภาพดิจิทัล

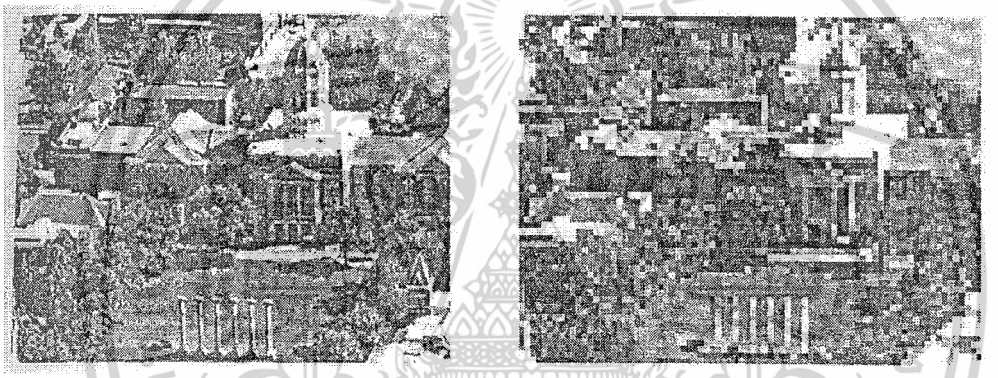
รูปภาพที่มองเห็นได้โดยสายตามนุษย์จะเป็นรูปภาพที่อยู่ในรูปแบบของพลังงานแสง (Pattern of Light Energy) ที่เรียกว่ารูปภาพแสง (Optical Image) มนุษย์สามารถมองเห็นวัตถุต่างๆ ได้เนื่องจากมีแสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่องมากระทบวัตถุ และวัตถุนั้นๆ สะท้อนแสงมาเข้าตาของมนุษย์ นั่นคือมนุษย์มองเห็นสัญญาณแสง (Optical Signal) ที่เป็นสัญญาณแอนาลอก แบบสองมิติ เมื่อเราต้องการถ่ายทอดสิ่งที่มนุษย์เห็นออกมาเป็นรูปภาพ (Image) เราจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานรูปอื่นๆ เช่นพลังงานเคมี สำหรับรูปถ่ายจากฟิล์ม (Film) กล้องถ่ายรูปหรือ พลังงานไฟฟ้า สำหรับกล้องวีดีทัศน์ เป็นต้น

จากนั้นเมื่อต้องการสร้างรูปภาพดิจิทัล เราจำเป็นต้องใช้การสุ่มสัญญาณและการกำหนดขนาดของสัญญาณ ทำการแปลงรูปภาพแอนาลอกเป็นรูปภาพดิจิทัลในทางปฏิบัติอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงรูปภาพแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลนั้นมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น เครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) สำหรับแปลงภาพถ่ายที่อยู่ในรูปแบบของพลังงานทางเคมีเป็นรูปภาพดิจิทัล หรือตัวจับเฟรม (Frame Grabber) ทำหน้าที่จับภาพแต่ละเฟรม (Frame) จากกล้องวีดีทัศน์ และแปลงเป็นรูปภาพดิจิทัล ดังรูปที่ 2.1 แต่ในปัจจุบันเราสามารถเปลี่ยนรูปภาพแสงเป็นรูปภาพดิจิทัลได้โดยตรงโดยใช้กล้องถ่ายภาพนิ่งหรือภาพยนตร์ดิจิทัล ซึ่งจะเป็นการรวมการเปลี่ยนรูปภาพแสงเป็นรูปภาพสัญญาณไฟฟ้า และการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัลอยู่ในอุปกรณ์เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การสร้างรูปภาพดิจิทัลโดยใช้กล้องวีดีทัศน์ (Video Camera) การสุ่มสัญญาณ (Sampling)และการกำหนดขนาดสัญญาณ (Quantizing)



รูปที่ 2.2 การแปลงรูปภาพแอนาลอกและรูปภาพดิจิทัล

วิธีการนี้ดังกล่าวข้างต้นมักจะเรียกกันโดยทั่วๆไปว่า การดิจิไทเซชั่นภาพ (Image Digitization) จากลักษณะของรูปภาพดิจิทัลได้ในรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่ารูปภาพดิจิทัลเสมือนว่าเป็นการแบ่งรูปภาพแอนาลอกเป็นช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกกันว่า พิกเซล (Pixel) หรือชื่อเต็มๆว่า Picture Element นั่นคือเมื่อสิ้นสุดกระบวนการแปลงรูปภาพแอนาลอกรูปภาพดิจิทัลที่ได้ก็คือค่าสุ่มตัวอย่างที่เรียงเป็นลักษณะแถวลำดับ (Array) สองมิติ หรือที่เรียกว่า (Matrix) โดยที่ค่าตัวเลขแต่ละตัวจะเป็นค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของสัญญาณภาพของสัญญาณภาพแอนาลอกที่ตำแหน่งพิกเซลต่างๆ ซึ่งถูกปรับลดหรือเพิ่มให้เป็นไปตามค่าความเข้มแสงไม่ต่อเนื่องที่กำหนดชุดหนึ่งๆ ที่เรียกว่าค่าระดับเทา (Gray Scale) รูปภาพดิจิทัลจะอ้างถึงในรูปแมททริกซ์คือ f(x,y) โดยที่ ตัวแปร x และ y จะเป็นระยะทาง หรือจะหมายถึงลำดับของ “แถว”(row) และ “หลัก” (column) ของแมทริกซ์ f(x,y) จะหมายถึงพิกเซลของรูปภาพมีค่าเท่ากับค่าความเข้มแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ลายน้ำดิจิทัล

ลายน้ำดิจิทัล เป็นรูปแบบของการซ่อนข้อมูล มักจะใช้กับรูปภาพเป็นส่วนใหญ่เพื่อซ่อนข้อมูลที่ใช้ในการแสดงสิทธิ์ความเป็นเจ้าของ เพื่อป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่ประสงค์ดีมาแอบอ้างหรือนำข้อมูลไปใช้โดยมิได้รับอนุญาติ และด้วยจุดประสงค์เหล่านี้จึงทำให้ลายน้ำดิจิทัลจำเป็นต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญคือต้องมีความทนทานสูงต่อการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เพื่อไม่ให้ข้อมูลลายน้ำดิจิทัลที่ทำการฝังลงไปในรูปภาพเกิดความเสียหาย

ภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัล คือ วิธีการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัล อาจกล่าวได้ว่าคือ สเตกาโนกราฟฟี (Steganography) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการสื่อสารอย่างลับๆ ซึ่งส่วนมากจะเป็นการใส่หรือซ่อนข้อมูลลับลงในข้อมูลชนิดอื่นๆ วิธีการของการของการสื่อสารลับนั้นจะอาศัยสมมุติฐานที่ว่าไม่มีใครรู้ว่าได้มีการใส่ข้อมูลลับลงในตัวข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารอยู่ ดังนั้นข้อมูลลับจะไม่สามารถถูกกู้กลับคืนมาได้หากว่ามีการกระทำใดๆ กระทบต่อตัวข้อมูลที่เป็นสื่อนั้น ซึ่งวิธีการนี้มักใช้งานร่วมกับข้อมูลที่เป็นเพลง, วีดีโอ และกราฟิกบนเครื่องคอมพิวเตอร์

สเตกาโนกราฟฟี เป็นกลไกในการติดต่อสื่อสารที่สามารถซ่อนการมีอยู่ของตัวเอง จุดมุ่ง หมายของสเตกาโนกราฟฟีคือซ่อนข้อมูลอย่างหนึ่งไว้ในข้อมูลอีกอย่างหนึ่ง โดยมิให้ผู้อื่นเห็นสิ่งที่ซ่อนเอาไว้ การประยุกต์ใช้ในงานด้านลิขสิทธิ์มี 2 ลักษณะคือ ฟิงเกอร์พรินติ้ง(Fingerprinting) และ วอเตอร์มาร์กกิ้ง (Watermarking)

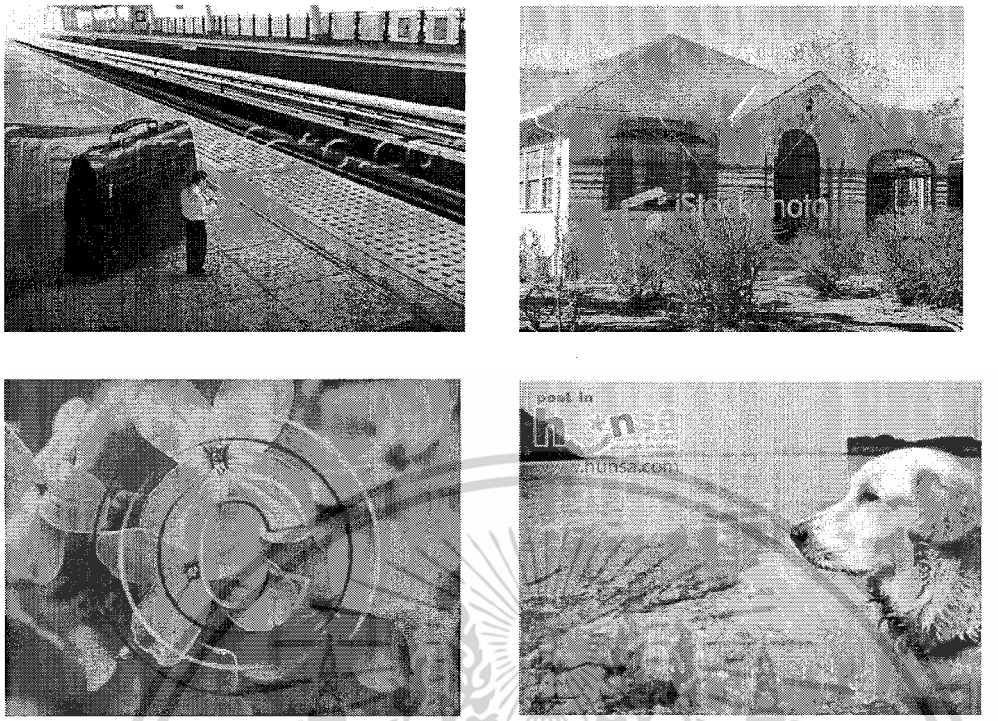
- ฟิงเกอร์พรินติ้ง (Fingerprinting) คือ การซ่อนตัวเลข (Serial number) ที่สามารถระบุตัวตนไว้ใช้ตรวจหาการละเมิดลิขสิทธิ์
- วอเตอร์มาร์กกิ้ง (Watermarking) คือ การซ่อนข้อมูลลิขสิทธิ์ (Copyright message) ไว้บนไฟล์ เพื่ออ้างสิทธิ์อ้างความเป็นเจ้าของในผลงานหรือข้อมูลต่างๆ เพื่อมิให้บุคคลอื่นนำไปใช้แอบอ้างได้ว่าเป็นผลงานของตน

ลายน้ำดิจิทัลสามารถแบ่งออกตามลักษณะออกมาได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.2.1 ลายน้ำดิจิทัลชนิดมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible Watermarking)

เป็นลายน้ำดิจิทัลที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงสิทธิ์ในการเป็นเจ้าของในสื่อ ดิจิทัลโดยลายน้ำดิจิทัลชนิดมองเห็นได้นี้จะมีลักษณะเป็นภาพซ้อนที่จะใส่เข้าไปในภาพหลักที่ต้องการ แต่ยังสามารถมองเห็นลักษณะเดิมของภาพหลักได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น รูปภาพตามเว็บไซต์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างภาพที่มีลายน้ำที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

2.2.2 ลายน้ำดิจิทัลชนิดมองไม่เห็น (Invisible Watermarking)

ลายน้ำดิจิทัลชนิดไม่มองเห็น เป็นลายน้ำดิจิทัลที่ใส่เข้าไปในภาพแล้วไม่สามารถมอง เห็นได้ แต่สามารถตรวจสอบโดยใช้เทคนิคทางการประมวลสัญญาณ ซึ่งใช้ในด้านการตรวจสอบความเป็นเจ้าของในผลงานนั้นๆเพื่อเป็นประโยชน์ในการฟ้องร้องดำเนินคดีกับผู้ไม่ประสงค์ดีที่คิดจะแอบอ้างมาสร้างผลประโยชน์ให้กับตน และยังทำให้ภาพนั้นมีความสวยงามเหมือนเดิม

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างภาพที่มีลายน้ำที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

การทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลชนิดมองไม่เห็นยังแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 การทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลแบบเปราะบาง (Fragile)

การทำภาพพิมพ์ลายน้ำแบบนี้จะง่ายต่อการโจมตีคือหากข้อมูลมัลติมีเดียนั้นมีการปรับปรุงแก้ไขก็จะทำให้ลายน้ำที่อยู่ในข้อมูลมัลติมิเดียนั้นถูกทำลายหรือสูญเสียไป วิธีการนี้เหมาะที่จะใช้ในการพิสูจน์ว่าข้อมูลที่มีการเผยแพร่อยู่นั้นเป็นตัวจริง และยังไม่ได้ถูกดัดแปลงหรือแก้ไข

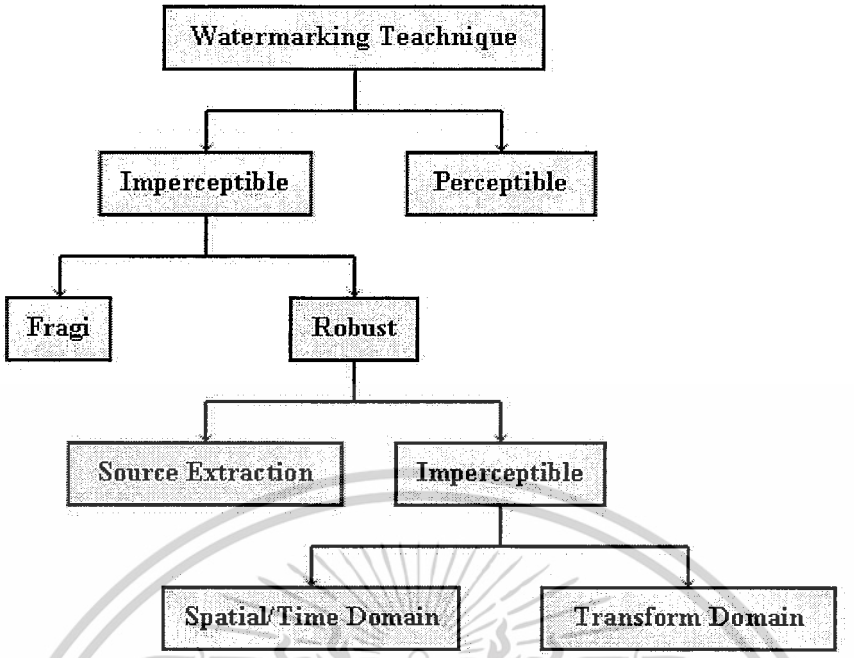
2.2.2.2 การทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลแบบทนทาน (Robust)

การทำภาพพิมพ์ลายน้ำชนิดนี้จะมีความคงทนต่อการโจมตีคือหากมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลมัลติมีเดีย ลายน้ำที่มีอยู่ในข้อมูลจะยังคงอยู่กับข้อมูลและสามารถเรียกคืนกลับมาได้ หากการกระทำกับภาพไม่สูงพอ อย่างไรก็ตามสัญญาณลายน้ำที่ถูกใส่ไว้อาจถูกทำลายลงได้ แต่คุณภาพของข้อมูลที่มีลายน้ำนั้นจะต้องเสียหายไปด้วยเช่นกัน

ลายน้ำดิจิทัลทั้งสองชนิดต่างก็ช่วยยับยั้งการละเมิดลิขสิทธิ์ในสื่อดิจิทัลได้เหมือนกันแต่ก็มีข้อได้เปรียบและเสียเปรียบแตกต่างกันในบางจุดคือลายน้ำดิจิทัลชนิดที่มองเห็นได้จะมีประโยชน์ในด้านที่สามารถสื่อถึงสิทธิความเป็นเจ้าของได้อย่างชัดเจน เช่น เมื่อเราใส่ข้อมูลลายน้ำดิจิทัลเข้าไปแล้วจะทำให้ผู้ที่ต้องการทำการขโมยข้อมูล เพื่อหวังผลทางการค้าไม่อยากดำเนินการเพราะมีความจำเป็นต้องลบตัวข้อมูลลายน้ำดิจิทัลออกก่อน ซึ่งต้องอาศัยเวลาในการทำมากและวิธีการที่ใช้นั้นค่อนข้างยุ่งยาก เช่น การใช้โปรแกรมประเภทอิมเมจอีดิตติ้ง(Image-Editing) อย่าง Adobe Photoshop ในการลบตัวข้อมูลลายน้ำดิจิทัลออก

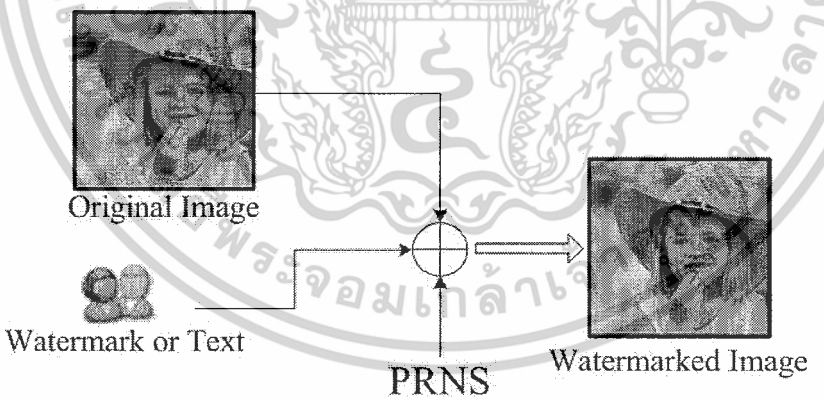
สำหรับลายน้ำดิจิทัลชนิดที่มองไม่เห็นมีข้อได้เปรียบในการไม่ทำให้ภาพมีตำหนิ นอก จากนี้จะทำให้เกิดความกังวลของผู้ที่ต้องการจะทำการขโมยข้อมูล เนื่องจากไม่แน่ใจว่าสื่อนั้นๆ ได้ถูกใส่ข้อมูลลายน้ำดิจิทัลเอาไว้หรือไม่ เพราะถ้าสื่อสิ่งพิมพ์นั้นมีลายน้ำดิจิทัลฝังอยู่ การจะนำไปใช้เพื่อผลประโยชน์ทางการค้าจำเป็นต้องทำการลบตัวข้อมูลลายน้ำดิจิทัลออกก่อน ซึ่งจะต้องใช้เวลาและวิธีการที่ใช้ค่อนข้างซับซ้อนทางการประมวลผลภาพ (image processing) เช่น การปรับขนาด (scaling) การตัดแบ่งส่วนภาพ (cropping) หรือการหมุน (rotation) ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของลายน้ำดิจิทัลชนิดที่มองไม่เห็นก็คือภาพที่ได้หลังจากถูกใส่ตัวข้อมูลลายน้ำดิจิทัล ไม่ถูกลดคุณค่าและความสวยงามลง ซึ่งคุณสมบัตินี้จะมีค่าแปรผกผันกับความคงทนของสัญญาณลายน้ำดิจิทัลที่ถูกใส่เอาไว้ในตัวข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



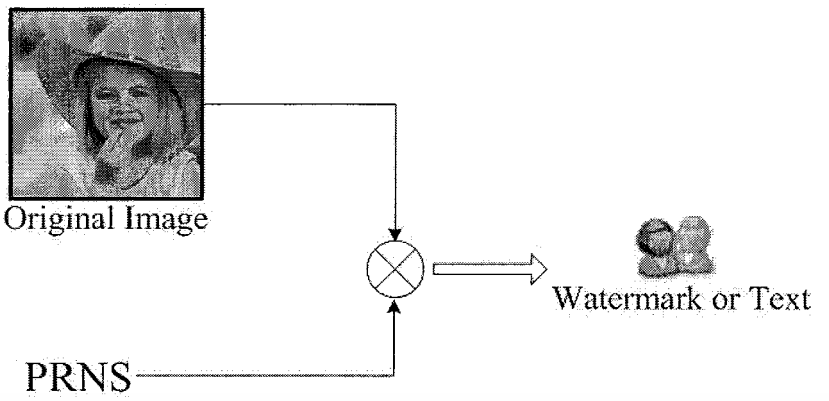
รูปที่ 2.5 แสดงการแบ่งลักษณะของลายน้ำดิจิทัล

สำหรับการทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลทุกประเภทจะประกอบด้วยขั้นตอนทั่วๆไปที่เหมือนกันคือ การใส่ลายน้ำดิจิทัล (Watermark Embedding) และการตรวจสอบ (detection) หรือการถอดรหัสข้อมูลลายน้ำดิจิทัล (Watermark Detecting) ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.6 แสดงการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงตรวจสอบข้อมูลลายน้ำดิจิทัล

2.3 ปัญหาของการสร้างลายน้ำดิจิทัล

แบ่งตามลักษณะความเสียหายของลายน้ำดิจิทัลก็อาจแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

- การที่ทำให้ลายน้ำดิจิทัลหายไป หรือถูกตัดออกไป (Robustness attacks)
- การที่ทำให้ไม่สามารถตรวจจับลายน้ำดิจิทัลได้ (Presentation Attacks)

แบ่งตามการประมวลผลภาพหรือการแก้ไขภาพนั้นก็จะแบ่งได้เป็นอีก 2ลักษณะ คือ

2.3.1 การแก้ไขโดยการประมวลสัญญาณ

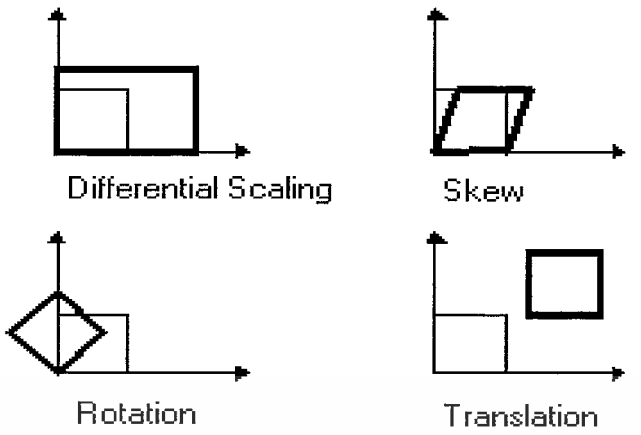
- การปรับความคมชัด ถ้าทำมากๆจะทำให้ลายน้ำดิจิทัลมีคุณภาพลดลงได้ ส่งผลให้การตรวจสอบลายน้ำทำได้ยากขึ้น
- การเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบคอร์รีเลท (Correlate) และแบบไม่เป็นคอร์รีเลท (Non-correlate) เข้าไปในเนื้อหาที่มีการฝังลายน้ำดิจิทัลอยู่
- การบีบอัดแบบ JPEG ที่มีการสูญเสีย นับว่าเป็นตัวที่ใช้วัดได้ว่าลายน้ำดิจิทัลที่ได้ทำการฝังไปนั้นมีความทนทานมากน้อยแค่ไหน

2.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Manipulations)

มีรูปแบบที่สำคัญอยู่ 2 รูปแบบ

2.3.2.1 การแปลงเชิงสัมพรรค (Affine Transform) เช่น การหมุน การปรับขนาด การเฉือน การเลื่อน การบีบอัดข้อมูลรูปภาพ เป็นต้น ดังที่แสดงในรูปที่ 2.7 แสดงถึงลักษณะต่างๆของการแปลงเชิงสัมพรรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

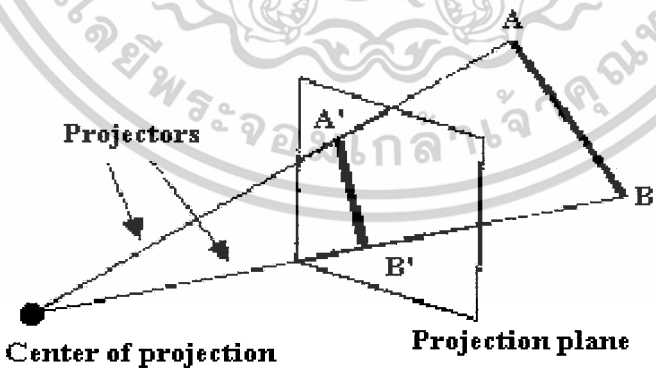


รูปที่ 2.8 แสดงภาพของ Affine Transform

2.3.2.2 การแปลงเชิงภาพฉาย (Projective Transform) มี 2 แบบ คือ

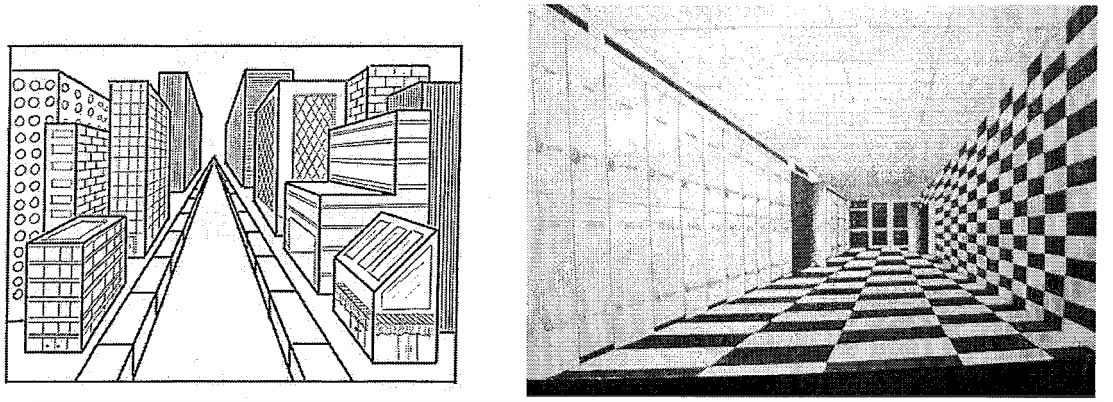
- การฉายเชิงตั้งฉาก (Orthogonal Projection)
- การฉายเชิงทัศนมิติ (Perspective Projection)

ซึ่งปัญหาที่น่าสนใจก็คือการแปลงเชิงภาพฉายแบบการฉายเชิงทัศนมิติ (Perspective Projection) ซึ่งเป็นปัญหาพบได้ในโครงงานนี้ เนื่องจากมีการรับภาพจากกล้องเว็บแคมซึ่งภาพที่ได้จะมีลักษณะเป็นการฉายเชิงทัศนมิติกล่าวคือภาพที่ได้จะมีความลึกเป็นไปตามธรรมชาติ ทำให้เห็นวัตถุต่างๆ ที่อยู่ในภาพอยู่ในตำแหน่งต่างๆกันไป และด้วยขนาดที่ต่างกันไปตามระยะจากจุดมองไปจนกระทั่งลับหายไปจากสายตา ณ จุดใดจุดหนึ่ง เช่น ถ้าวัตถุที่อยู่ใกล้ตาเราจะมองเห็นวัตถุนั้นขนาดใหญ่แต่ถ้าวัตถุใดอยู่ไกลออกไปก็จะเห็นวัตถุนั้นมีขนาดเล็กลงไปเรื่อยๆจนกลายเป็นจุด



รูปที่ 2.9 แสดง Projective Projection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงรูปภาพที่มีความผิดเพี้ยนเชิงทัศนมิติ (Perspective Distortion)

เมื่อเกิดการเคลื่อนไหวของตำแหน่งของจุดมุมมองจะส่งผลถึงมุมมองของเพอสเพคทีฟด้วย ทำให้ส่งผลกระทบถึงขั้นตอนของการตรวจจับลายน้ำดิจิทัลได้เพราะมุมมองที่เปลี่ยนไปอาจทำให้ไม่สามารถตรวจจับลายน้ำดิจิทัลได้ จึงจำเป็นต้องนำเทคนิคต่างๆเข้ามาช่วยเพื่อทำให้การตรวจจับลายน้ำดิจิทัลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เทคนิคที่ใช้แก้ปัญหานี้ก็ได้แก่การคำนวณหาค่าอัตราส่วนไขว้ ดังจะได้อธิบายในหัวข้อต่อๆไป

2.4 การเลือกขอบเขต (Domain) ในการฝังลายน้ำดิจิทัล

ขอบเขต(Domain) ของการฝังลายน้ำดิจิทัลแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

- ขอบเขตทางพื้นที่ (Spatial Domain) จะทำการฝังลายน้ำดิจิทัลในโดเมนสปาเชียลของรูปภาพต้นฉบับ
- ขอบเขตทางความถี่ (Frequency Domain) จะทำการฝังลายน้ำดิจิทัลในโดเมนของความถี่ของภาพที่ได้จากการทำงานของดีสครีตโคซายน์ทรานส์ฟอร์ม (Discrete Transform) ฟูรีเยร์ทรานส์ฟอร์ม (Fourier Transform) หรือเว็ฟเล็ตทรานส์ฟอร์ม (Wavelet Transform) กับภาพต้นฉบับ

ซึ่งแต่ละขอบเขตจะมีความทนทานที่แตกต่างกัน เช่น ลายน้ำดิจิทัลในขอบเขตของความถี่นั้นจะมีความทนทานต่อการบีบอัดข้อมูล หรือการแทรกข้อมูลรบกวน แต่ลายน้ำดิจิทัลในขอบเขตทางพื้นที่จะมีความทนทานต่อการบิดเบือนทางเรขาคณิต (Geometric Distortion) เช่น การเปลี่ยนแปลงขนาด การหมุน และการบิดเบือนทางทัศนมิติ (Perspective Distortion) เป็นต้น ดังนั้นวิธีที่จะใช้ในการฝังลายน้ำดิจิทัลในแต่ละขอบเขตจึงมีวิธีที่แตกต่างกัน

2.5 ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ในการฝังลายน้ำดิจิทัล

ข้อมูลรูปภาพจะประกอบไปด้วยจุดภาพ (pixel) ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะประกอบด้วยบิตข้อมูล จำนวนของบิตข้อมูลในจุดภาพจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับว่ารูปภาพนั้นเป็นรูปภาพชนิดใด เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพแบบสเกลสีเทา (Grayscale) ในแต่ละจุดภาพจะประกอบด้วยบิตข้อมูล 8 บิต รูปภาพแบบ RGB ในแต่ละจุดภาพประกอบด้วยบิตข้อมูลจำนวน 24 บิต เป็นต้น การฝังลายน้ำดิจิทัลจะฝังข้อมูลที่ต้องการลงในบิตข้อมูลเหล่านี้

2.5.1 วิธี LSB (Least Significant Bit)

เป็นวิธการฝังบิตข้อมูลลงในบิตข้อมูลของจุดภาพที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด เพื่อให้รูปภาพถูกแก้ไขเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด โดยตาของมนุษย์ไม่สามารถสังเกตได้ถึงความปลี่ยนแปลงนั้น ตัวอย่างเช่น ข้อมูลลายน้ำดิจิทัลที่เราต้องการฝัง คือ 01000010 ซึ่งมีทั้งหมด 8 บิต ดังนั้น จึงต้องมีจุดภาพทั้งหมด 8 จุดภาพเพื่อนำมาฝัง ข้อมูล

บิตข้อมูลของรูปภาพ		บิตข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง
(00110100 00010011)		(00110100 00010011)
(01000010 11001010)	ฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลลงในบิตข้อมูลรูปภาพ	(01000010 11001010)
(01000111 10011001)		(01000110 10011000)
(00101101 11100100)		(00101101 11100100)

ข้อดี ของการฝังลายน้ำด้วยวิธี LSB คือ สามารถฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลได้ในปริมาณที่มากและสามารถซ่อนข้อมูลลายน้ำดิจิทัลจากความสามารถในการรับรู้ของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี

ข้อเสีย ของวิธีนี้คือ ความทนทานต่ำเพราะทำการฝังแค่หนึ่งบิตข้อมูลและเป็นบิตข้อมูลที่มีนัยสำคัญน้อยสุด ดังนั้นหากเกิดการเปลี่ยนแปลงกับรูปภาพ ซึ่งสาเหตุอาจจะมาจากสัญญาณรบกวน (noise) หรือสาเหตุอื่นๆ ก็จะทำให้ลายน้ำดิจิทัลถูกทำลายไปได้โดยง่าย

2.5.2 การเลือกสุ่มจุดภาพ (Patchwork)

เป็นวิธีการเชิงสถิติภายใต้ข้อสมมติฐานที่ว่าแต่ละพิกเซลภายในรูปภาพมีค่าความสว่างใกล้เคียงกันและอิสระจากกัน ดังนั้นจึงทำการสุ่มเลือกพิกเซลขึ้นมาจำนวน n คู่ และปรับแต่งค่าสัญญาณความสว่างในแต่ละคู่ของจุดภาพในลักษณะที่ว่า ค่าสัญญาณความสว่างของจุดภาพจุดแรกจะเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย ของจุดภาพจุดที่สองจะลดลงหนึ่งหน่วย และค่าของตำแหน่งที่ได้ทำการแก้ไขไปก็จะกลายเป็นรหัสลับที่จะใช้ในการพิสูจน์ลิขสิทธิ์บนตัวรูปภาพได้ แต่วิธีการนี้ไม่สามารถทนทานต่อการแปลงเชิงสัมพรรคได้

2.5.3 เท็กซ์เจอร์บล็อกโค้ดดิ้ง (Texture Block Coding)

มีวิธีการคือเลือกเอาส่วนหนึ่งของภาพไปฝังไว้ในอีกส่วนหนึ่งของภาพที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆขึ้นกับรูปภาพก็จะทำให้เกิดผลกระทบกับทั้ง 2 บริเวณมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ในกระบวนการตรวจสอบลายน้ำสามารถทำได้โดยคำนวณหาค่าสัมพันธ์แบบออโต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

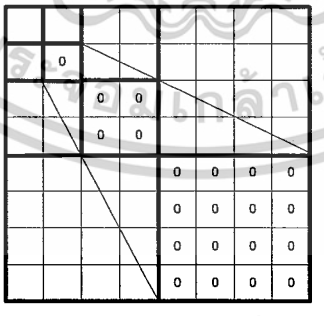
(Autocorrelation) ซึ่งก็มีความทนทานค่อนข้างสูง แต่ก็ยังมีข้อเสีย เช่น ไม่มีการใช้รหัสลับเพื่อแสดงสิทธิ์ของเจ้าของ สามารถทำได้กับบางรูปที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และถ้าบางรูปอาจคล้ายกันโดยบังเอิญก็จะทำให้ตรวจสอบหาลายน้ำดิจิทัลไม่เจอ เป็นต้น

2.5.4 การกล้ำความลึกของสัญญาณ (Amplitude Modulation based Techniques)

เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วที่สุดโดยการเปลี่ยนแปลงค่าขนาดสัญญาณต้นฉบับ (Amplitude of original signal) โดยตรงตามขนาดของสัญญาณลายน้ำดิจิทัล เช่นการเปลี่ยนค่าขนาดของพิกเซลภายในรูปภาพ (image pixel) ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการกล้ำความลึกของสัญญาณดังกล่าว โดยการใส่สัญญาณลายน้ำลงไปในช่องสัญญาณแสงสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของพิกเซลภายในรูปภาพ ผลลัพธ์ที่ได้จะแตกต่างกับรูปภาพต้นฉบับเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากสายตามนุษย์จะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณแสงสีน้ำเงินน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับสัญญาณแสงสีอื่นๆ นั่นคือสีแดงและเขียว

2.5.5 การนับจำนวนซีโรทรีของค่าสัมประสิทธิ์ (Zerotrees Coefficients based techniques)

วิธีการนับจำนวนซีโรทรีของค่าสัมประสิทธิ์จากการแปลงDCTซึ่งวิธีการนี้ถือเป็นกระบวนการหนึ่งที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลชนิดรูปภาพ โดยหลักการในกระบวนการใส่ลายน้ำดิจิทัลรูปภาพต้นฉบับจะถูกแบ่งออกเป็นบล็อกๆขนาด 8x8 พิกเซลเพื่อทำการแปลง DCT จากนั้นค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะผ่านกระบวนการที่เรียกว่า ควอนไทเซชัน (Quantization) ตามมาตราฐานการการบีบอัดข้อมูลทั่วไปเช่น JPEG และตัวสัญญาณลายน้ำจะถูกใส่ภายหลังกระบวนการควอนไทเซชันนี้เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสัญญาณลายน้ำและคุณภาพของรูปให้น้อยที่สุด อย่างไรก็ตามเราจำเป็นต้องหาจำนวนของซีโรทรีที่มีอยู่ภายในข้อมูลบล็อกนั้นเสียก่อน ลักษณะของซีโรทรีดังกล่าวได้ถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.11 ลักษณะของซีโรทรีภายในบล็อกขนาด 8×8 พิกเซล

2.5.6 การแผ่สเปกตรัม (Spread Spectrum)

วิธีนี้ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในระบบ สื่อสารไร้สาย เพราะสามารถทนทานได้สูงโดยอาศัยเทคนิคการมอดูเลชั่นในระบบสื่อสารที่เรียกว่า “Spread Spectrum Technique” ซึ่งนำขนาดความกว้างของช่องสัญญาณที่มากกว่าการมอดูเลชั่นแบบอื่น ทำให้สามารถลดขนาดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารลงในแต่ละช่วงความถี่ลงได้ส่งผลให้การตรวจจับทำได้ยากเนื่องจากระดับสัญญาณมีความถี่ที่ต่ำมาก นับได้ว่าอยู่ระดับเดียวกับสัญญาณรบกวนเลยก็ว่าได้ ซึ่งถือเป็นข้อดีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการซ่อนลายน้ำดิจิทัลลงในรูปภาพ โดยเปรียบช่องสัญญาณเป็นรูปภาพที่ต้องการซ่อนข้อมูลลายน้ำดิจิทัลและลายน้ำดิจิทัลเปรียบเสมือนกับสัญญาณข้อมูลที่ต้องการส่ง แต่สิ่งที่สำคัญของการส่งข้อมูลคือลายน้ำดิจิทัลที่เป็นข้อมูลจะต้องไม่ทำให้ภาพต้นฉบับเปลี่ยนแปลงไป คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของเทคนิคนี้คือมีความคงทนต่อการรบกวนสูง ซึ่งจะทำให้ลายน้ำดิจิทัลมีความทนทานต่อการประมวลผลภาพ ซึ่งมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$I' = I+\alpha W$$

หมายเหตุ I' = ค่าความสว่างของภาพที่ทำการฝังลายน้ำไปแล้ว

I = ค่าความสว่างของสื่อรูปภาพ

α = ค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัล

w = ข้อมูลที่ต้องการฝังลายน้ำดิจิทัล (Watermark bit)

โดยการใช้เทคนิคนี้จะมีการนำเทคนิคอื่นๆมาประกอบด้วย ได้แก่

2.5.6.1 ชิปเรท (Chip-rate)

คือค่าคงที่ ที่ใช้ในการกำหนดขนาดของสัญญาณลายน้ำดิจิทัลในการกระจายสัญญาณลายน้ำดิจิทัลออก ซึ่งหากชิปเรทมีค่ามากก็จะทำให้ความ สามารถในการกู้คืนสัญญาณลายน้ำดิจิทัลมีความถูกต้องมากขึ้น ทั้งนี้ขนาดของสัญญาณลายน้ำดิจิทัลที่สามารถใส่ลงบนรูปภาพต้นฉบับยังขึ้นอยู่กับค่าของชิปเรทด้วยเช่นเดียวกัน เพราะฉะนั้นหากค่าชิปเรทมากเกินก็จะทำขนาดของสัญญาณลายน้ำน้อยลงตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น เรากำหนดค่าให้ค่าชิปเรทเท่ากับ 5 ดังนั้น ในข้อมูล 1 bit จะถูกแทนด้วยค่าจำนวน 5 ค่า ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปในการสร้างสัญญาณลายน้ำดิจิทัล

2.5.6.2 ชุดสัญญาณสุ่มเทียม (Pseudo Random Noise Sequence: PRNS)

โดยทำการสุ่มค่าขึ้นมา เพื่อให้ได้ค่าที่ออกมาอยู่ในรูปของเซต ซึ่งเซตที่ได้จากการสุ่มนี้จะไม่สามารถคาดเดาได้ และในการสุ่มทุกครั้งจะได้ค่าเป็นเซตเดียวกัน หากค่ากุญแจรหัสลับที่นำมาสุ่มมีค่าเท่ากันตัวอย่าง เช่น Secret key คือ ABC123 ชุดสัญญาณสุ่มเทียมที่ได้อาจจะเป็นเซตของ {1, 0, 0, 1, 0,…} ซึ่งหากนำเอาค่า “ABC123” มาสุ่มอีกหลายๆครั้งค่าที่ได้ก็ยังจะคงเป็นเซตเดียวกันเสมอ ดังนั้นการสร้างชุดสัญญาณสุ่มเทียมจึงมีจุดประสงค์เพื่อที่จะทำให้ รหัสที่ใส่ไว้ไม่สามารถถูกถอดออกได้โดยง่าย ดังนั้นจึงเป็นการยากต่อผู้ไม่ประสงค์ดีที่จะทำการลักลอบถอดรหัสของข้อมูลลายน้ำดิจิทัล โดยปราศจากกุญแจรหัสลับที่ใช้ในการสร้างสัญญาณรบกวนแบบสุ่มเทียมที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
04766

2.5.6.3 ค่าความแรงของสัญญาณลายน้ำ (α)

คือค่าคงที่ ที่ใช้ในการบวกเพิ่มหรือลดให้กับภาพต้นฉบับ ซึ่งหากค่าความแรงนี้มีค่ามากก็จะทำให้สัญญาณลายน้ำที่จะสามารถเรียกกลับ คืนมามีความถูกต้องมากขึ้น และในขณะเดียวกันก็จะทำให้รูปภาพเกิดการสูญเสียมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นในการพิจารณาเลือกใช้ค่าขนาดความแรงของสัญญาณลายน้ำจึงต้องขึ้นอยู่กับค่าขนาดของชิปเรทด้วย เพื่อให้ภาพที่ได้ไม่เกิดความสูญเสียมากจนเกินไป และสัญญาณลายน้ำที่ใส่ยังมีความคงทนมากพอที่จะสามารถเรียกกลับคืนมาได้

2.5.6.4 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)

เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือระหว่างข้อมูลที่สังเกตุได้จากกลุ่มตัวอย่างเดียวกันหรือจากกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกัน

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือค่าสังเกตที่ใช้บอกปริมาณความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร

สมการการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$$r_{XY} = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

ค่าที่ได้เรียกว่าค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00

- ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าใกล้ +1.00และ-1.00 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันมาก
- ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าใกล้ 0.00 แสดงว่าสัมพันกันน้อย
- ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็น 0.00 แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

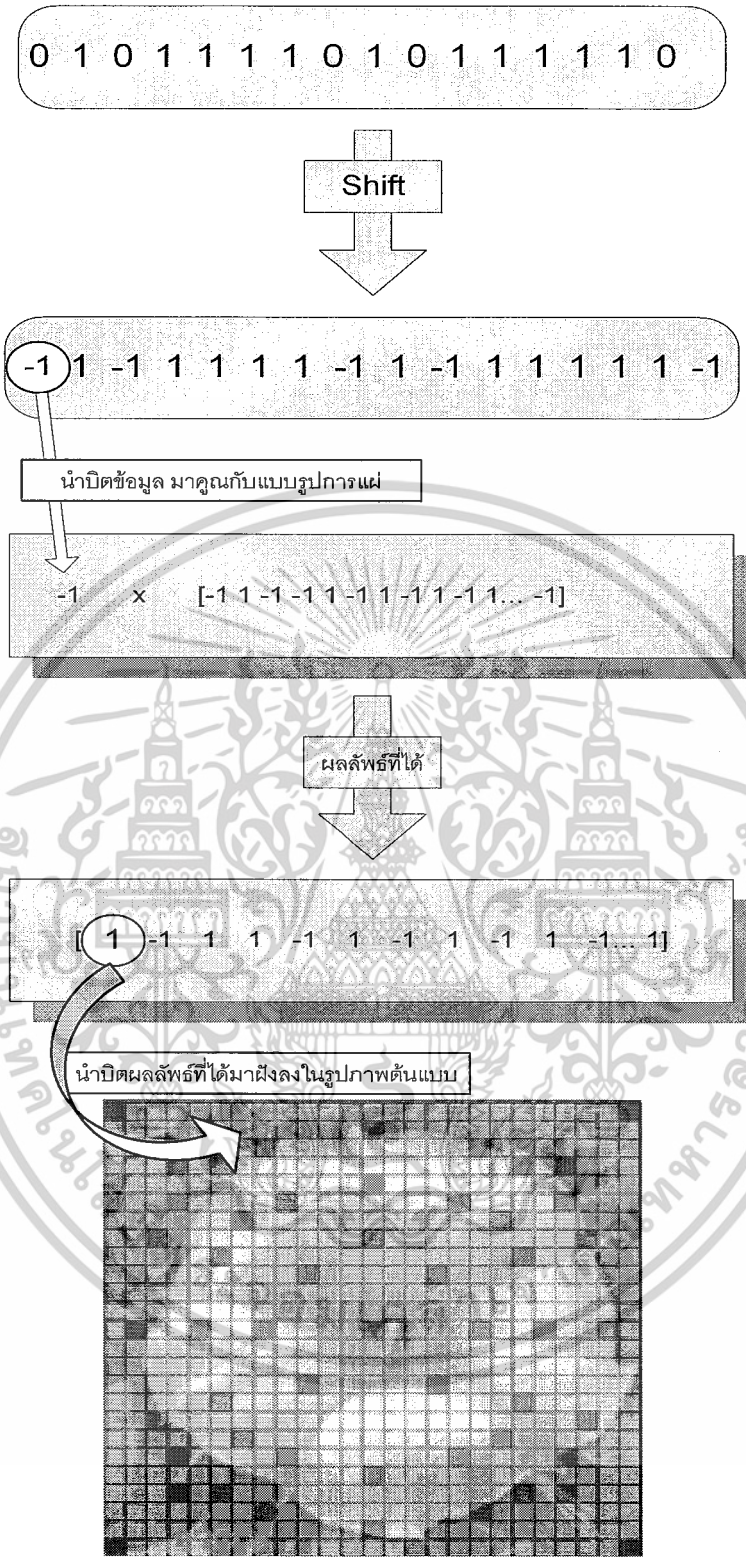
หลักการการแผ่สเปกตรัม (Spread spectrum) จึงสามารถสรุปได้คือ ในขั้นตอนการฝังลายน้ำดิจิทัล สัญญาณลายน้ำดิจิทัลจะถูกสร้างมาจากการนำข้อมูลที่ต้องการส่ง ซึ่งจะเป็นลำดับของเลขฐานสองแล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของชุดข้อมูลที่ประกอบด้วยสมาชิก {-1, 1} จากนั้นข้อมูลจะถูกกระจายออกด้วยความถี่ที่เท่ากับชิปเรท (chip rate) ซึ่งปริมาณข้อมูลที่ได้จะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าของค่าชิปเรท ตัวอย่างเช่น ตัวอักษร A ถูกแทนด้วยค่าเลขฐาน 2 ทั้งหมด 5 bit “00011” ดังนั้นทุก bit จะถูกกระจายออกตามจำนวนชิปเรท สมมุติว่าเรากำหนดให้ค่าชิปเรทเท่ากับ 5 นั่นคือ เลข 0 bit แรก จะถูกแทนค่าด้วยค่าใหม่ทั้งหมด 5 ค่า ดังนั้น ตัวอักษร A 1 ตัวจะถูกกระจายออกด้วยค่าของชิปเรททั้งหมดเท่ากับ 25 ค่า อันเป็นที่มาของชื่อการกระจายแถบความถี่นั่นเอง หลังจากนั้นจะมีส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่สร้างสัญญาณสุ่มเทียม (Pseudo random) ก็จะได้ชุดสัญญาณเทียมขึ้นมา ทำการผสมสัญญาณของข้อมูลที่ได้กระจายแล้วกับชุดของสัญญาณสุ่มเทียม เพื่อให้ได้ชุดของสัญญาณลายน้ำดิจิทัลซึ่งพร้อมนำไปฝังไว้บนภาพต้นฉบับ ทั้งนี้ความแรงของสัญญาณลายน้ำดิจิทัลสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมได้ด้วยการปรับที่ค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัล (α) โดยค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัลจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของรูปภาพที่ใส่ลายน้ำดิจิทัล

ในขั้นตอนการตรวจจับจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Correlation Coefficient) มาเปรียบเทียบระหว่างลายน้ำดิจิทัลที่ถูกฝังอยู่ในรูปภาพกับแบบรูปการแผ่เพื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของบิตข้อมูลโดยจะนำค่าความสัมพันธ์มาเปรียบเทียบในกราฟที่ตั้งค่าขีดแบ่ง (Threshold) และนำมาถอดข้อมูลลายน้ำดิจิทัลเพื่อให้ได้บิตข้อมูลที่ถูกฝังอยู่ต่อไป โดยขั้นตอนของเทคนิคการแผ่สเปรกตรัมนี้แสดงได้ดังรูปภาพรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงขั้นตอนของวิธีการแผ่สเปกตรัม (Spread Spectrum)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เทคนิคการหาตำแน่งในการฝังลายน้ำดิจิทัล

สำหรับรูปภาพที่มีการรับภาพจากกล้องเวบแคม (Webcam) อาจจะเกิดปัญหาที่สำคัญคือการแปลงภาพฉายเชิงทัศนมิติ (Perspective Projection Transform) ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของการบิดเบือนเชิงเรขาคณิต (Geometric Distortion) ขั้นตอนวิธีในการแก้ไขปัญหานี้ได้แก่การใช้ค่าอัตราส่วนไขว้ (Cross Ratio) มาคำนวณหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการฝังลายน้ำดิจิทัล โดยอาศัยหลักการการไม่แปรผันตามการแปลงเชิงภาพฉายของระยะห่างระหว่างจุดบนเส้นตรง ซึ่งระยะห่างเหล่านี้คำนวณโดยค่าอัตราส่วนไขว้ เพื่อให้ลายน้ำดิจิทัลมีความสามารถทนทานต่อการแปลงภาพฉายเชิงทัศนมิติ ได้

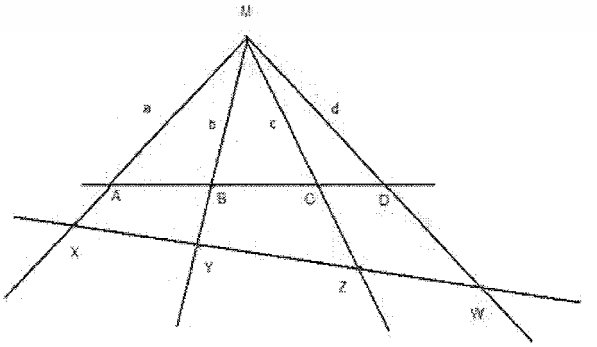
2.6.1 ค่าอัตราส่วนไขว้ (Cross Ratio) หลักการของอัตราส่วนไขว้ คือ การที่รูปภาพเปลี่ยนแปลงจากระนาบหนึ่งไปยังอีกระนาบหนึ่ง โดยที่ค่าอัตราส่วนของจุดแต่ละจุดที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันนั้นจะมีค่าเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

จะได้ว่า (ABCD) แทนค่าอัตราส่วนไขว้

$$(ABCD) = \frac{CA}{CB} : \frac{DA}{DB} \qquad \text{หรือ} \qquad (ABCD) = \frac{CA}{CB} \times \frac{DB}{DA}$$

และเมื่อเราทำการสลับจุดบนเส้นตรงใดๆ ก็จะไม่มีผลต่อค่าอัตาส่วนไขว้

$$(ACBD) = \frac{BA}{BC} : \frac{DA}{DC}$$



รูปที่ 2.13 แสดงภาพตัวอย่างของค่าอัตราส่วนไขว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปด้านบนจะสรุปโดยใช้หลักการค่าอัตราส่วนไขว้ ได้ดังนี้

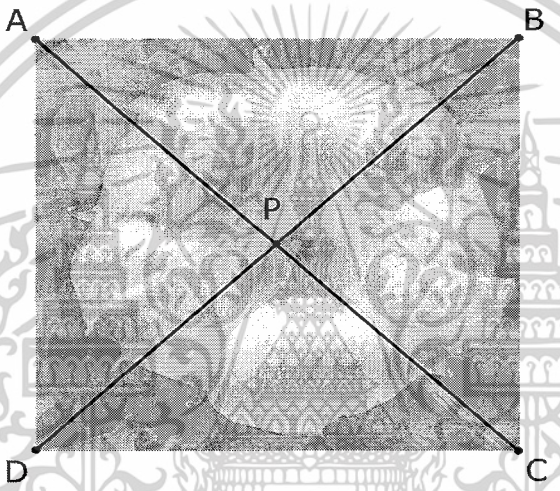
$$(ABCD) = M(ABCD) = M(XYZW) = (XYZW)$$

ค่าอัตรส่วนไขว้ของเส้นตรง ABCD กับ ค่าอัตราส่วนไขว้ของเส้นตรง XYZW จะมีค่าเท่ากันตามหลักการของค่าอัตราส่วนไขว้ (Cross Ratio)

ขั้นตอนการหาตำแหน่งในการฝังลายน้ำดิจิทัลโดยใช้อัตราส่วนไขว้

2.6.1.1 กำหนดค่าอัตราส่วนไขว้ เพื่อใช้หาตำแหน่งในการฝังลายน้ำดิจิทัล โดยใช้สมการดังได้อธิบายไปในข้างต้น

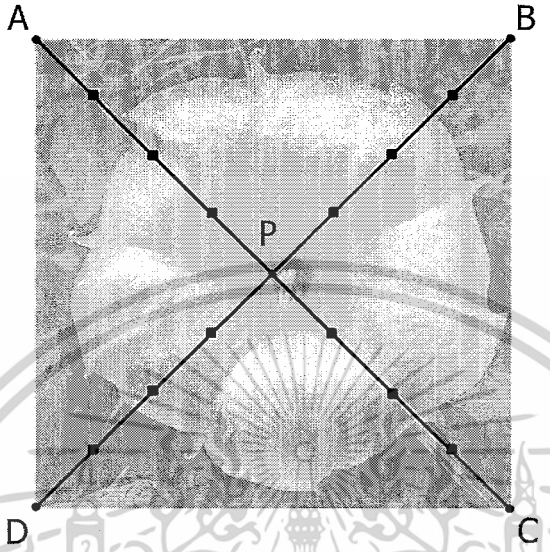
2.6.1.2 กำหนดเส้นทะแยงมุม 2 เส้นจากรูปภาพต้นแบบโดยใช้จุดมุมทั้ง 4 จุดของภาพ(A,B,C,D)ที่จะนำมาฝังลายน้ำดิจิทัล เพื่อให้ได้จุดตัด(P)



รูปที่ 2.14 แสดงเส้นการใช้เส้นทะแยงมุมในการหาจุดตัด

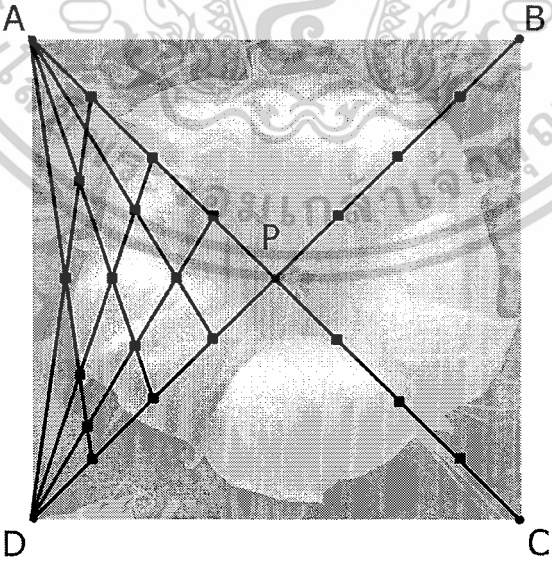
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.3 ทั้ง 3 จุดบนเส้นทะแยงมุม 1 เส้น (เช่น บนเส้น AC ได้แก่จุด A, C และP) จะถูกนำมาใช้คำนวณหาจุดอื่นๆบนเส้นทะแยงมุมต่อไป โดยอาศัยการแก้สมการค่าอัตราส่วนไขว้ ที่กำหนดค่าไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 2.15 แสดงจุดต่างๆที่ได้จากการคำนวณค่าอัตราส่วนไขว้

2.6.1.4 จุดที่คำนวณได้บนเส้นทะแยงมุมจากขั้นตอนที่ 3 ไม่เพียงพอที่จะนำมาฝังลายน้ำดิจิทัล จึงต้องทำการหาจุดเพิ่ม โดยใช้วิธีการลากเส้นจากจุดมุมของรูปภาพมาที่จุดบนเส้นทะแยงมุมที่ได้จากขั้นตอนที่ 3



รูปที่ 2.16 แสดงการลากเส้นเพื่อหาจุดในการฝังลายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.5เมื่อทำการลากเส้นตามขั้นตอนที่ 4 แล้ว ดังนั้นก็จะได้จุดต่างๆ ที่จะสามารถใช้ในการฝังลายน้ำดิจิทัลเพิ่มมากขึ้น และนำจุดที่หาได้ดังกล่าวไปใช้งานต่อไป

2.7 บลายด์ดีเทคชัน (Blind Detection)

เนื่องจากเราทำการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลลงไปในรูปภาพแล้วนั้น จะส่งผลทำให้ความสว่างของรูปภาพเดิมนั้นเปลี่ยนไป เราจึงจำเป็นต้องใช้เทคนิค Blind Detection เนื่องจากตอนที่เราทำการตรวจจับลายน้ำนั้นเราจะไม่มีข้อมูลของความสว่างของรูปภาพเดิม จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคนี้เพื่อใช้หาข้อมูลของค่าความสว่างของรูปภาพเดิมให้ได้ใกล้เคียงที่สุด ซึ่งจะมีผลต่อการตรวจจับลายน้ำ โดยหลักการของเทคนิค Blind Detection คือ สมมติให้ค่าความสว่างของ pixel ณ บริเวณเดียวกันจะมีค่าความสว่างทีใกล้เคียงกัน จึงนำค่าความสว่างของบริเวณรอบๆจุดที่เราต้องการตรวจจับลายน้ำดิจิทัลมาทำการคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณนี้ก็จะถือว่าเป็นค่าความสว่างเดิมของรูปภาพก่อนการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัล

	1	2	3
A	133	132	135
B	138	138	131
C	136	132	135

รูปที่ 2.17 แสดงจุดที่มีลายน้ำดิจิทัลและจุดรอบๆ

จากรูปให้จุด (B,2) เป็นจุดที่เราต้องการตรวจจับลายน้ำดิจิทัล สมมติว่า ณ บริเวณใกล้เคียงกันจะมีค่าความสว่างที่ใกล้กัน จึงได้นำเอาค่าความสว่างของบริเวณรอบๆซึ่งได้แก่ จุด(A,1), (A,2), (A,3), (B,1), (A,3), (C,1), (C,2) และ (C,3) ซึ่งมีค่า 133,132,135,138,131,136,132,135 ตามลำดับมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งได้ดังนี้

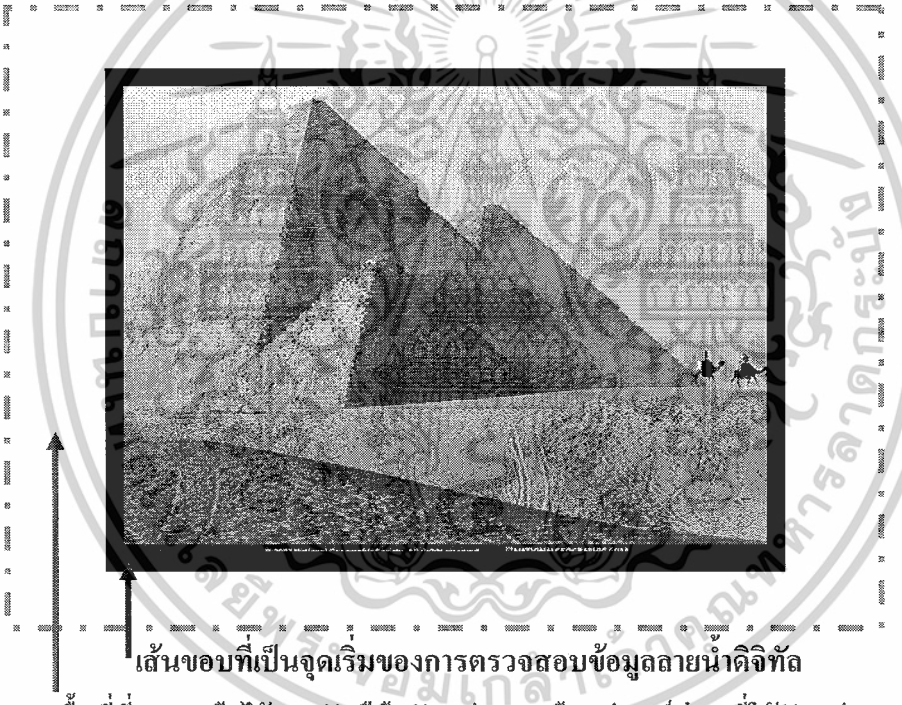
$$\frac{133+132+135+138+131+136+132+135}{8}=138$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงถือว่าค่าความสว่างที่เท่ากับ 138 นี้เป็นค่าของความสว่างของรูปภาพดิมก่อนฝังลาย-น้ำดิจิทัล และนำค่าที่ได้ไปใช้ในการหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่างของรูปถาพเดิมกับค่าความสว่างหลังการฝังลายน้ำดิจิทัล เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

2.8 เทคนิคในการถ่ายภาพ

ในการที่จะถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคมเพื่อนำรูปภาพที่มีการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เวลาที่เราจะจับภาพเราจำเป็นต้องจับภาพเฉพาะส่วนที่มีแต่รูปภาพเท่านั้นเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในการตรวจสอบลายน้ำดิจิทัลได้ เนื่องจากเวลาที่เราจะถ่ายรูปอาจจะต้องมีสิ่งแวดล้อมอื่นๆนอกจากรูปภาพติดเข้ามาในภาพที่ได้ทำการถ่ายไว้ เช่น นิ้วมือผู้ถ่าย หรืออาจจะเป็นสิ่งแวดล้อมต่างๆขณะที่ได้มีการถ่ายภาพ เป็นต้น



รูปที่ 2.18 แสดงขอบและบริเวณที่จับรูป

จากรูปที่ 2.17 จะสังเกตุเห็นพื้นที่ที่เป็นสีขาว นั่นคือพื้นที่ที่สมควรเหลือไว้ใช้จับรูปภาพ แต่ส่วนของรูปภาพที่เราจะใช้ในการตรวจสอบข้อมูลลายน้ำดิจิทัลนั้น จริงๆแล้วจะเริ่มตั้งแต่ส่วนของกรอบสีดำลงไปถึงรูปภาพด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 เครื่องมือใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

2.9.1 Microsfot Visual Studio 2005

2.9.2 OpenCV Library

OpenCV เป็น Open Source Computer Vision Library ของบริษัท Intel ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการประมวลผลรูปภาพ ซึ่งเป้าหมายหลักของ OpenCV Library คือ การทำ real time computer vision ตัวอย่างขอบเขตของ OpenCV เช่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction : HCI), การระบุวัตถุ(Object Identification), การแบ่งส่วนของภาพ(Segmentation), การจดจำ(Recognition), การจดจำใบหน้า (Face Recognition), การจดจำท่าทาง(Gesture Recognition), การติดตามการเคลื่อนไหว (Motion Tracking), โครงสร้างจากการเคลื่อนไหว (Structure From Motion : SFM) และ Mobile Robotic

OpenCV ทำงานร่วมกับ Intel® Processing Library (IPL) ที่ใช้งานกับคำสั่งระดับต่ำที่ใช้กับรูปภาพดิจิทัล นอกจากการทำงานพื้นฐานต่างๆ เช่น binarization, filtering, image statistic, pyramids แล้ว ส่วนใหญ่ OpenCV ยังใช้ได้กับ library สำหรับการเทคนิคการวัด (การตรวจวัดของกล้อง : Camea Collaboration), การตรวจจับจุดเด่น (Feature) และการติดตาม (Optical Flow), การวิเคราะห์รูปร่าง (Geometry, Contour Processing), การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion Templates, Estimators), 3D reconstruction (View Morphing), การระบุวัตถุและการจดจำ (Histogram, Embedded Hidden Markov Models, Eigen Objects) ซึ่งเหล่านี้เป็นการใช้ขั้นตอนวิธี (algorithm) ระดับสูง

2.9.3 wxWidgets เป็นlibrary ที่ใช้ในการสร้างอินเทอร์เฟส (interface)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการฝังและตรวจจับลายน้ำดิจิทัล

ในการสร้างลายน้ำดิจิทัลนั้น สามารถจะแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะได้แก่ ขอบเขตทางพื้นที่ (Spatial Domain) และ ขอบเขตทางความถี่ (Frequency Domain) ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะนี้ก็จะมีลักษณะของการนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาว่าจะนำไปพัฒนาในด้านใด และโครงงานฉบับนี้จะนำเสนอการพัฒนาของลายน้ำดิจิทัลในด้านของการเพิ่มข้อมูลประกอบ (Annotation) ซึ่งต้องการลายน้ำดิจิทัลที่สามารถบรรจุข้อมูลได้ในปริมาณมากและมีความทนทานต่อการบิดเบือนเชิงเรขาคณิต (Geometric Distortion) เช่น การหมุน การเปลี่ยนแปลงขนาด หรือการเคลื่อนที่ เป็นต้น ดังนั้นจึงได้เลือกใช้การสร้างลายน้ำดิจิทัลในขอบเขตทางพื้นที่(Spatial Domain) เพราะมีคุณสมบัติทนทานต่อการบิดเบือนเชิงเรขาคณิตซึ่งจะทำให้นำประโยชน์จากการฝังลายน้ำดิจิทัลไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อได้ขอบเขตของการฝังลายน้ำดิจิทัลแล้วก็จะมาทำการเลือกอัลกอริทึมที่จะใช้ในการฝังลายน้ำดิจิทัล วิธีที่เลือกใช้ได้แก่วิธีการหาค่าอัตราส่วนไขว้ (รายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 2) และต่อมาจึงคิดหาวิธีที่ที่จะใช้ในการซ่อนหรือปกปิดลายน้ำวิธีที่เลือกใช้คือการแผ่สเปกตรัม (Spread Spectrum) เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถซ่อนข้อมูลลายดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ (รายละเอียดได้กล่าวไว้ใบทที่ 2)

โครงงานฉบับนี้จะอธิบายการฝังลายน้ำดิจิทัลออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของการฝังลายน้ำ ดิจิทัล และส่วนของการตรวจสอบลายน้ำดิจิทัล

3.1 ขั้นตอนการฝังลายน้ำดิจิทัล

3.1.1 ทำการตรวจสอบว่าเป็นรูปภาพแบบ Gray scale หรือเป็นภาพสี

3.1.2 ถ้าเป็นภาพแบบ Gray scale ก็นำไปทำขั้นตอนต่อไปได้เลย แต่ถ้าเป็นชนิดภาพภาพสีก็จะนำมาเข้าสู่ขั้นตอนการแปลงข้อมูลภาพจากแบบ RGB เป็นแบบ HSI ที่ต้องแปลงข้อมูลภาพก็เพราะว่าข้อมูลของความสว่างจะเป็นข้อมูลที่เรานำมาใช้ในการฝังลายน้ำดิจิทัล

3.1.3 หาตำแหน่งที่ใช้ในการฝังลายน้ำดิจิทัลโดยทำการหาค่าอัตราส่วนไขว้ (Cross ratio) ซึ่งวิธีการหาได้กล่าวไว้แล้วในบทที่2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

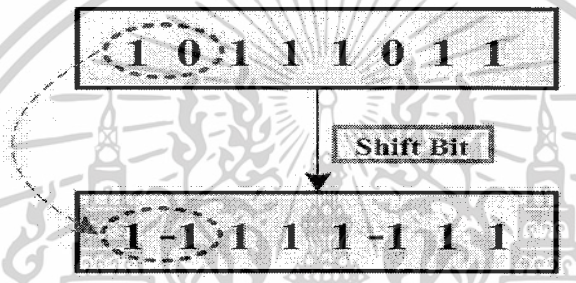
3.1.4เมื่อได้ตำแหน่งที่จะใช้ฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลแล้ว จึงทำการปกปิดลายน้ำโดยใช้วิธีการของการแผ่สเปกตรัม (Spread spectrum) คือการนำสัญญาณมากล้ำกับสัญญาณข้อมูลให้มีกำลังน้อยที่สุดที่จะสามารถสื่อสารได้เพื่อไม่ให้สามารถถูกตรวจจับได้โดยง่าย

จากสมการ

$$I' = I+\alpha W$$

3.1.4.1 หาค่า W

นำบิตข้อมูลของลายน้ำดิจิทัลที่ต้องการจะฝังนำมาทำเลื่อนบิต (shift bit) เพื่อให้ค่าของข้อมูลมีความแตกต่างกันมากขึ้น เพื่อจะช่วยให้การตรวจจับลายน้ำดิจิทัลนั้นสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น



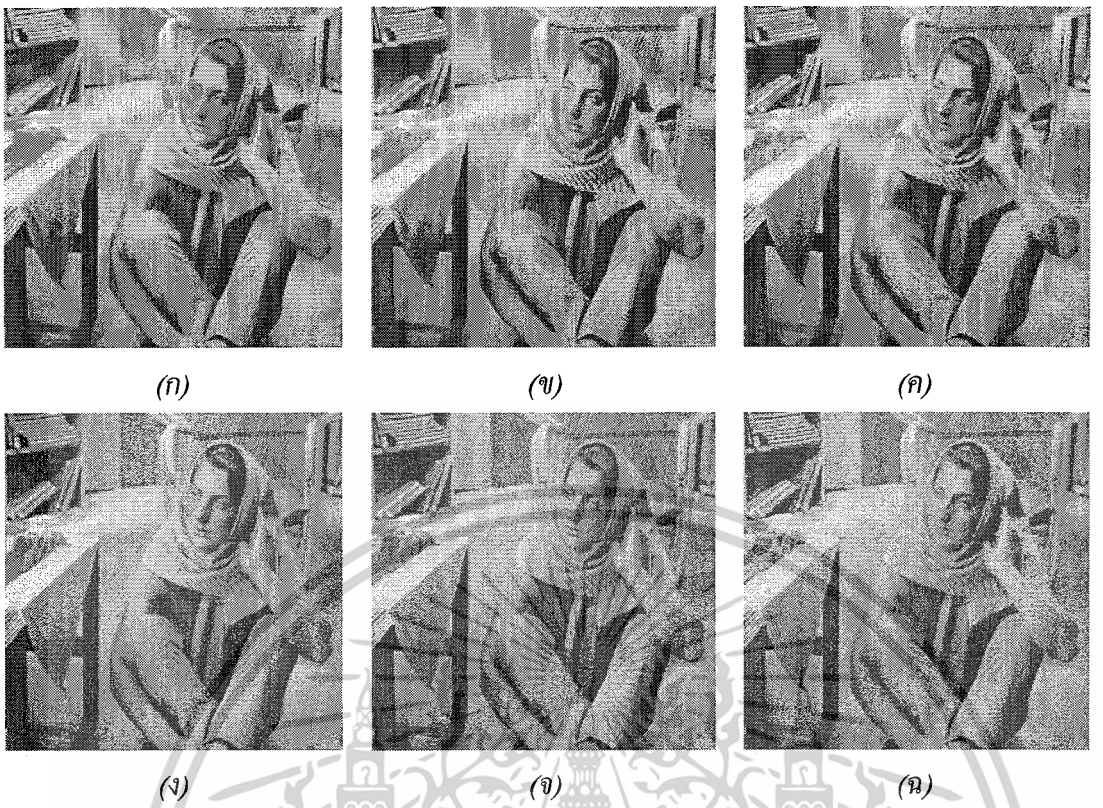
รูปที่ 3.1 แสดงวิธีการเลื่อนบิต (shift bit)

นำข้อมูลที่ผ่านการเลื่อนบิต (shift bit) แล้วนำมาคูณกับค่าของรูปแบบที่ทำการสุ่มค่าขึ้นมา ในแต่ละรูปแบบจะกำหนดให้มีจำนวน 400 บิต แล้วจึงนำไปเข้าในสมการและจะทำวิธีนี้ซ้ำไปเรื่อยๆจนครบจำนวนบิตข้อมูลที่ต้องการจะทำการฝัง

3.1.4.2 หาค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัล (α)

ค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัลนั้นจะส่งผลต่อการมองเห็นลายน้ำดิจิทัลที่ได้ทำการฝังลงไปในสื่อรูปภาพ ยิ่งค่ากำลังมีค่ามากก็จะทำให้ลายน้ำดิจิทัลสามารถมองเห็นได้ง่ายขึ้น เราสามารถกำหนดค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัลได้ตามที่ต้องการขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่ในโครงงานนี้เลือกใช้ค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัลที่มีค่าน้อยเพื่อช่วยในการซ่อนเร้นข้อมูลลายน้ำดิจิทัลที่ได้ทำการฝัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ) (ฉ)

รูปที่ 3.2 แสดงความแตกต่างของการใช้ค่ากำลังของลายน้ำดิจิทัล (α) ที่แตกต่างกัน

โดยที่ภาพ (ก) เป็นภาพต้นฉบับ และเรียงลำดับจากภาพ (ข) - (ฉ) เรียงจากน้อยไปมาก

3.1.5 จากกนั้นนำค่า w และα ที่หาได้นำมาเข้าสมการที่ (1) โดยการนำทั้ง 2 ค่ามาคูณกัน แล้วนำไปบวกกับค่าความสว่าง (I) ของสื่อรูปภาพ ก็จะได้ค่าความสว่างของข้อมูลลายน้ำดิจิทัล

3.1.6 ทำการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลลงในสื่อรูปภาพตามจุดต่างๆที่ได้คำนวณค่าไว้ และควรที่จะทำการฝังรอบข้างของ ณ ตำแหน่งนั้นๆด้วย เพื่อกันความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากการคำนวณ

3.2 ขั้นตอนการตรวจจับลายน้ำดิจิทัล

3.2.1 ตรวจสอบสื่อรูปภาพว่ามีการฝังลายน้ำหรือไม่ โดยการหาตำแหน่งของการฝังลายน้ำจากวิธีการคำนวณหาค่า cross ratio

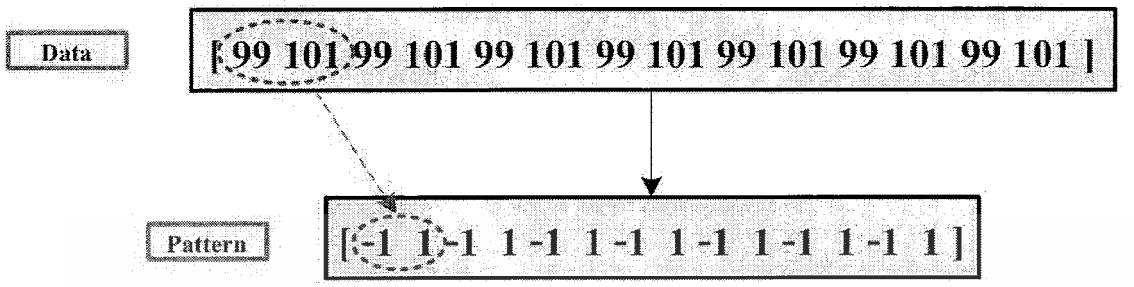
3.2.2 เมื่อได้ตำแหน่งทั้งหมดของการฝังลายน้ำแล้ว จึงนำมาจัดเรียงเป็นชุด ชุดละ 400 บิท ซึ่งจะเท่ากับจำนวนบิทของ Pattern ที่ได้นำมาคูณไว้ในขั้นตอนของการฝังลายน้ำ

3.2.3 นำเอาชุดข้อมูลที่ได้จัดเรียงไว้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลของ Pattern เพื่อหาความสัมพันธ์โดยใช้ค่าของ Correlation Coefficient เป็นตัวบอกความสัมพันธ์และค่าความสัมพันธ์นี้เองจะเป็นตัวที่บ่งบอกว่า ณ ตำแหน่งใดที่ตรวจพบข้อมูลของลายน้ำดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของการหาค่าความสัมพันธ์

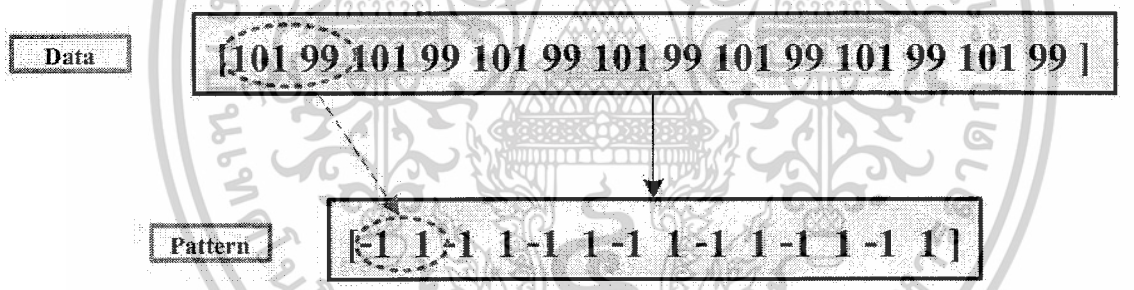
ตัวอย่างที่ 1



รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างการหาความสัมพันธ์แบบที่ 1

จากข้อมูลข้างต้น แสดงว่ามีความสัมพันธ์แบบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และค่า Correlation Coefficient มีค่าเป็น “1”

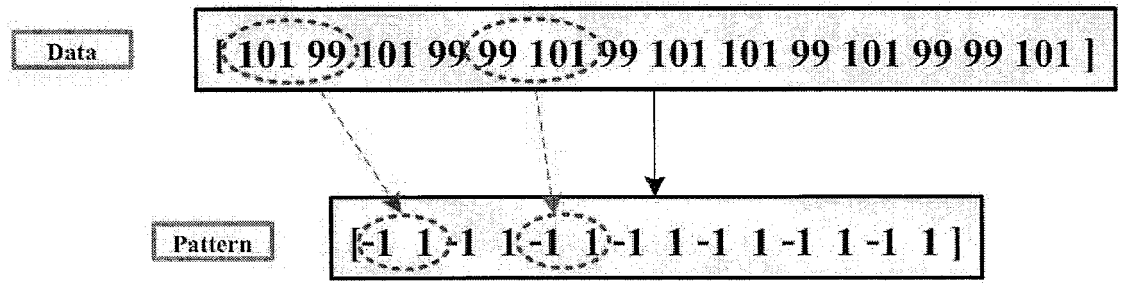
ตัวอย่างที่ 2



รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างการหาความสัมพันธ์แบบที่ 2

จากข้อมูลข้างต้น แสดงว่ามีความสัมพันธ์แบบตรงกันข้ามกัน หรือ ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย และค่า Correlation Coefficient มีค่าเป็น “-1”

ตัวอย่างที่ 3

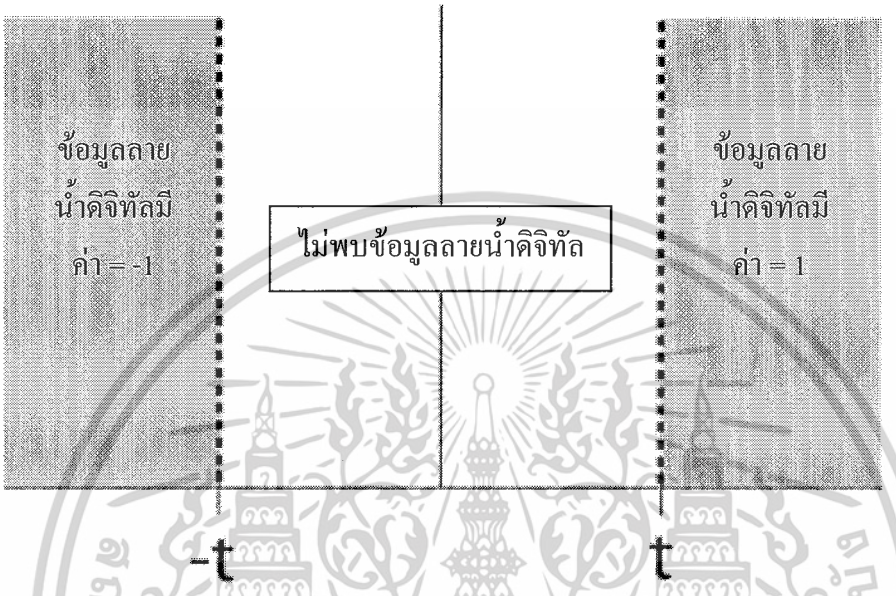


รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างการหาความสัมพันธ์แบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลข้างต้น แสดงว่ามีความสัมพันธ์บ้างในบางช่วง ซึ่งค่า Correlation Coefficient ที่คำนวณได้อาจจะได้ค่าที่อยู่ระหว่าง-1 ถึง 1 ไม่ใช่จำนวนเต็ม

3.2.4 นำค่า Correlation Coefficient มาเปรียบเทียบกับค่า Threshold เพื่อตรวจสอบว่า ณ ตำแหน่งใดได้มีการฝังลายน้ำดิจิทัลไว้ โดยที่ค่า Threshold นี้เราสามารถกำหนดเองได้ว่าจะกำหนดค่า Threshold ไว้เท่าไร



รูปที่ 3.6 แสดงการตั้งค่า Threshold

รูปภาพแสดงการกำหนดการนำค่า Correlation Coefficient มาเปรียบเทียบกับค่า Threshold เพื่อทำการตรวจจับลายน้ำ

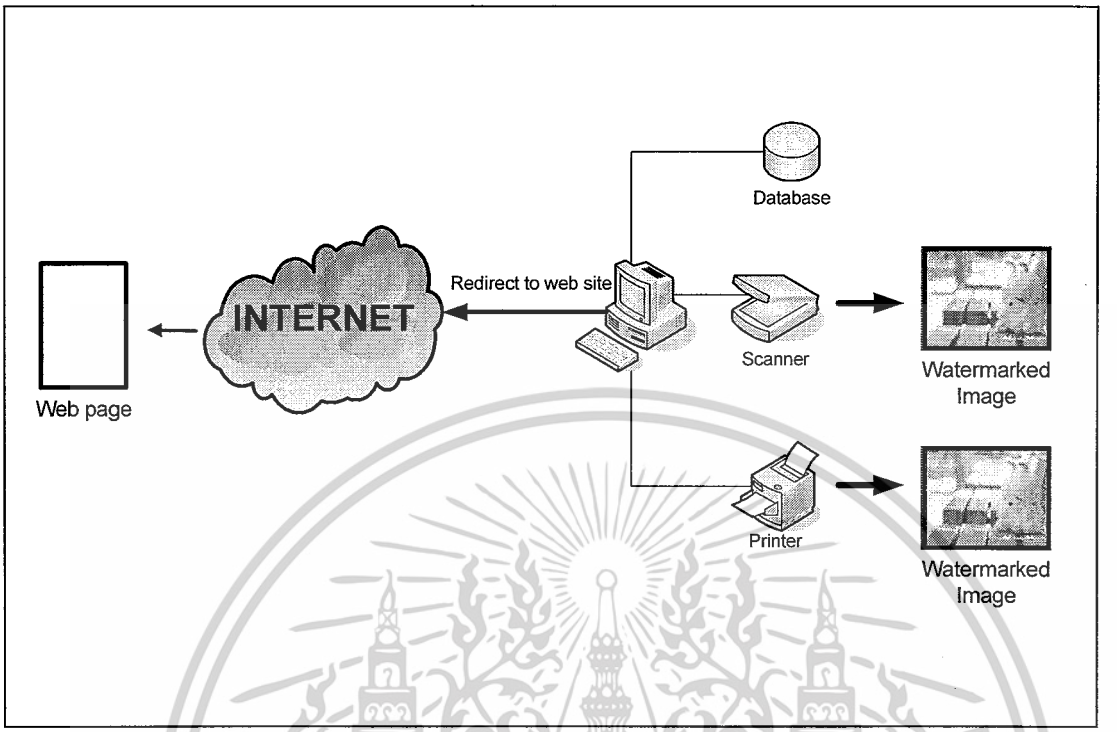
3.3 การนำลายน้ำดิจิทัลไปใช้งานในโครงงาน

เมื่อเราทำการถอดรหัสข้อมูลของลายน้ำดิจิทัลมาแล้ว ข้อมูลที่ได้มานั้นจะเป็นข้อมูลของ Index ที่จะนำไปค้นหาในฐานข้อมูลว่า Index นี้ตรงกับเว็บไซต์ใด เมื่อเราทำการค้นหาเสร็จเรียบร้อยและได้ที่อยู่ของเว็บไซต์ (URL) มาแล้ว จึงทำการ Redirect ไปยังหน้าเว็บเพจนั้น เพื่อหาข้อมูลประกอบให้กับสื่อที่เราสนใจต่อไป

โดยการรับข้อมูลรูปภาพเข้าจากทางกล้องเว็บแคมหรือเครื่องแสกนเนอร์ และนำข้อมูลที่นำเข้ามาทำการประมวลผลไม่ว่าจะเป็นทั้งการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลหรือถอดรหัสข้อมูลลายน้ำดิจิทัลถ้าทำการฝังข้อมูลลายน้ำดิจิทัลก็สามารถที่จะพิมพ์ภาพที่ทำการฝังลายน้ำดิจิทัลออกมาเป็นสำเนาถาวร (Hard Copy) ได้ หรือถ้าเรานำรูปที่มีการฝังลายน้ำดิจิทัลมาประมวลผลเพื่อทำการถอดรหัสข้อมูลลายน้ำดิจิทัล เมื่อได้ข้อมูลลายน้ำดิจิทัลมาแล้วก็นำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการค้นหาในฐานข้อมูลและเพื่อที่จะเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บเพจนั้นๆผ่านระบบอินเตอร์เนตได้ ซึ่งจะสามารถแสดงตัวอย่างให้ดูได้ดังในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปสถาปัตยกรรมโดยรวมของระบบ



รูปที่ 3.7 แสดงโครงสร้างของระบบ

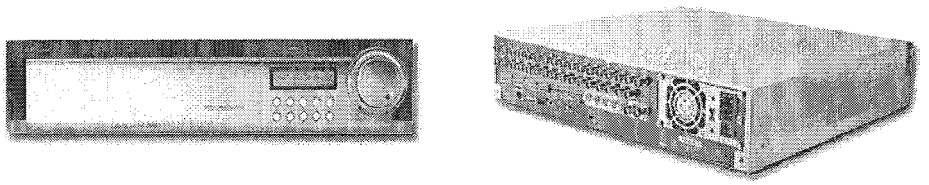
3.4 การประยุกต์ใช้ลายน้ำดิจิทัลในด้านอื่นๆ

3.4.1 เทคโนโลยีลายน้ำดิจิทัล เพื่อปกป้องเจ้าของคอนเทนต์ โดยบริษัท Macrovision และ Digimarc ที่ได้นำเสนอวิธีทำเครื่องหมายบนกระดาษด้วยลายเซ็นต์ที่ไม่สามารถลบออกได้ และมองเห็นได้ยากเพื่อให้ทราบถึงแหล่งที่มาของกระดาษหรือเจ้าของกระดาษนั้น

3.4.2 ลายน้ำดิจิทัลในการควบคุมสิทธิ์การใช้งาน เป็นวิธีการติดตามการกระจายไฟล์ภาพ วิดีโอหรือไฟล์เสียงบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นบริการเฝ้าติดตามที่จะสแกนการเปิดใช้งานเนื้อหาในไฟล์เหล่านั้นบนอินเทอร์เน็ต ระบบจะดาวน์โหลดไฟล์เสียง วิดีโอและภาพ จากนั้นจะสแกนหาลายน้ำดิจิทัล ถ้าพบลายน้ำที่รู้จักระบบจะติดต่อเจ้าของลายน้ำดิจิทัลนั้นและแจ้งการตรวจพบให้ทราบ เช่น ข้อมูลไฟล์เสียงและภาพวิดีโอที่ส่งผ่านทางออนไลน์ที่มี DRM ในการควบคุมสิทธิ์การเปิดใช้งานเพื่อให้เจ้าของไฟล์ได้รับค่าตอบแทนจากการเปิดหรือเล่นไฟล์นั้น

3.4.3 โทรทัศน์วงจรปิด ที่ช่วยทำให้ระบบรักษาความปลอดภัยมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจะใช้เทคโนโลยี Digital Watermark ป้องกันการตกแต่งภาพ จึงใช้เป็นหลักฐานสำคัญได้

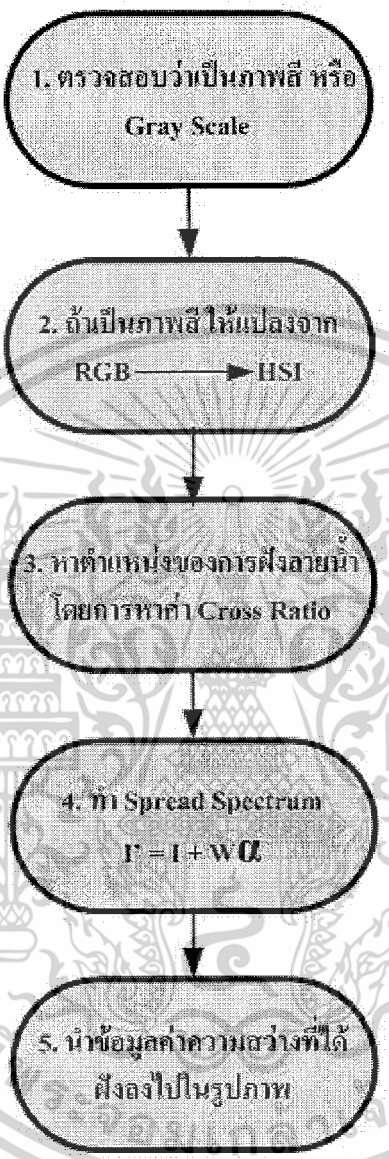
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างเครื่องที่ใช้เก็บข้อมูลของกล้องวงจรปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

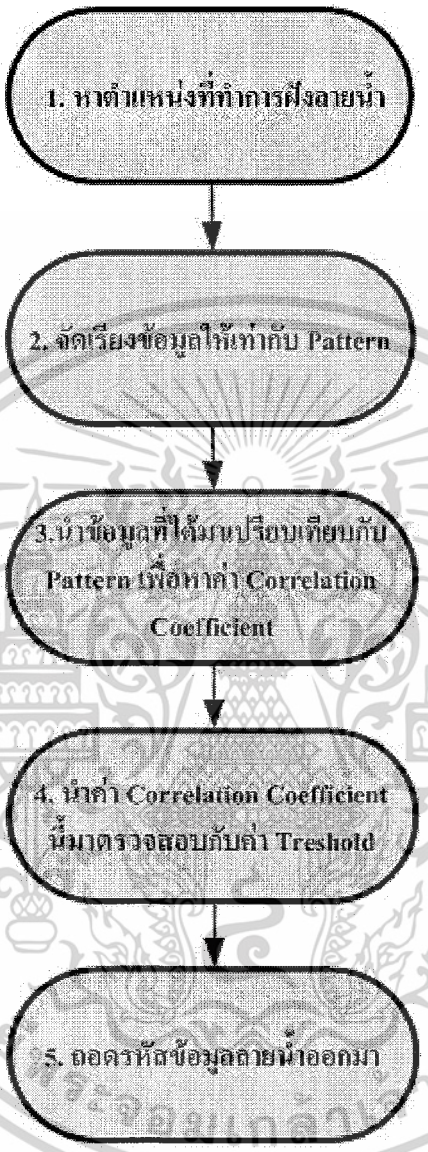
แผนภาพสรุปขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 3.9 รูปภาพแสดงขั้นตอนของการฝังลายน้ำดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แผนภาพสรุปขั้นตอนการทำงาน</u> (ต่อ)



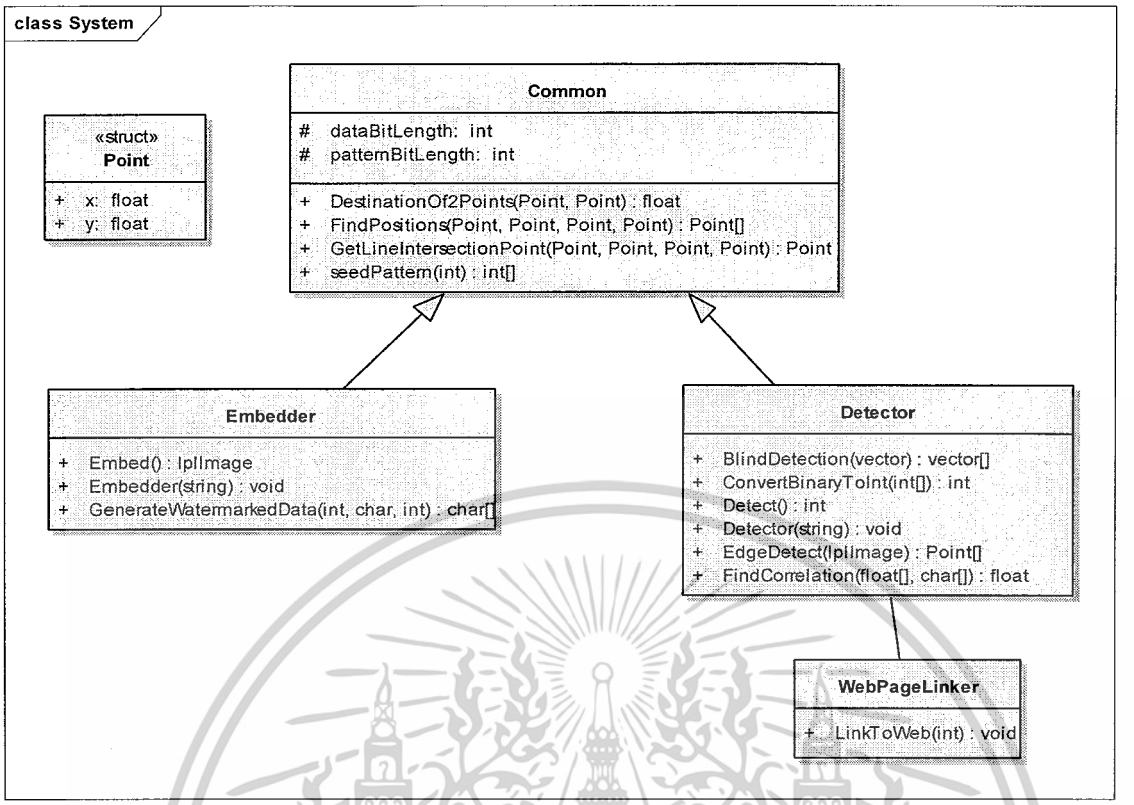
รูปที่ 3.10 แสดงขั้นตอนของการถอดรหัสข้อมูลลายน้ำดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แผนภาพสรุปขั้นตอนการทำงาน</u> (ต่อ)

รูปที่ 3.11 แสดงขั้นตอนวิธีของ Spread Spectrum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงคลาสไดอะแกรม

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของคลาส Point

Class Name	Point
Sub Class	-
Super Class	-
Description	เป็นคลาสที่เก็บค่าคู่อันดับ x, y
Attribute	
Name	Description
x	ค่าคู่อันดับ x
y	ค่าคู่อันดับ y
Operation	
Name	Description
-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดของคลาส Common

Class Name	Common
Sub Classes	Embedder, Detector
Super Class	-
Description	เป็นคลาสแม่ที่มีการประมวลผลเบื้องต้นที่คลาส Embedder และ คลาส Detector ต้องใช้ร่วมกัน
Attribute	
Name	Description
patternBitLength	จำนวนบิตของรูปแบบที่จะต้องนำมาทำการมอทดูเลท
dataBitLength	จำนวนบิตของข้อมูลที่ต้องการฝัง
seed	เลขตั้งต้นที่ใช้ในการสุ่มเทียม
Operation	
Name	Description
find2PointDistance	หาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด
findPosition	หาตำแหน่งทั้งหมดที่ทำการฝังลายน้ำ
getLineIntersection	หาจุดตัดของเส้นสองเส้น
seedPattern	หารูปแบบที่จะนำมามอทดูเลทโดยใช้การสุ่มเทียม

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของคลาส WebPageLinker

Class Name	WebPageLinker
Sub Class	-
Super Class	-
Description	เป็นคลาสที่ทำการเชื่อมต่อไปยังเวบเพจที่ทำการฝังข้อมูลลงในรูปภาพ
Attribute	
Name	Description
-	-
Operation	
Name	Description
linkToWeb	ทำการรับตัวแปร index จากคลาส Detector และนำมาเชื่อมต่อกับเวบเพจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของคลาส Embedder

Class Name	Embedder
Sub Class	-
Super Class	Common
Description	เป็นคลาสที่ทำการฝังลายน้ำลงในรูปภาพ
Attribute	
Name	Description
-	-
Operation	
Name	Description
Embedder	เป็นคอนสตรัคเตอร์ของคลาสทำหน้าที่รับรูปภาพเข้าสู่คลาส
generateWatermark Data	สร้างข้อมูลลายน้ำดิจิทัลที่ต้องการฝัง
embed	ทำกระบวนการฝังลายน้ำลงในรูปภาพ

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของคลาส Detector

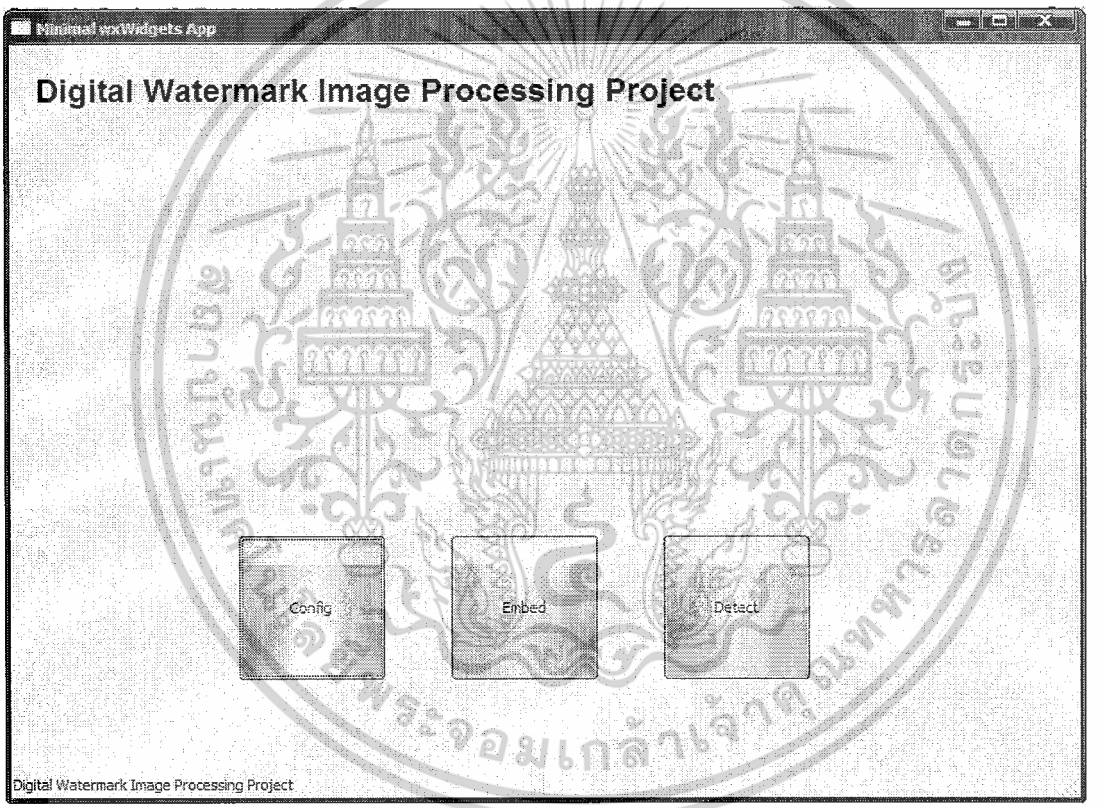
Class Name	Detector
Sub Class	-
Super Class	Common
Description	เป็นคลาสที่ทำการตรวจจับลายน้ำที่อยู่ในรูปภาพ
Attribute	
Name	Description
-	-
Operation	
Name	Description
Detector	เป็นคอนสตรัคเตอร์ของคลาส
edgeDetect	หาขอบของรูปภาพที่ต้องการตรวจจับ
blindDetection	ทำการหาส่วนต่างของค่าความสว่างที่เปลี่ยนไปจากการฝังลายน้ำ
findCorrelation	ทำการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
convertBinarytoInt	ทำการเปลี่ยนข้อมูลที่ได้เป็นบิตให้เป็นเลขฐาน 10
detect	ทำกระบวนการตรวจจับลายน้ำในรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

กระบวนการทำงานของระบบ

ขั้นตอนแรกเริ่มจากการรันแอพพลิเคชั่นขึ้นมาและจะพบกับหน้าจอในส่วนของที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ โดยที่หน้าจอแรกจะแสดงปุ่มที่จะใช้ในการเริ่มต้นการทำงาน คือ ปุ่ม Config และปุ่ม Embed ที่เป็นการทำงานของขั้นตอนการฝังลายน้ำดิจิทัลและปุ่ม Detect ที่เป็นการทำงานในขั้นตอนการตรวจจับลายน้ำดิจิทัล ดังในรูปที่ 4.1

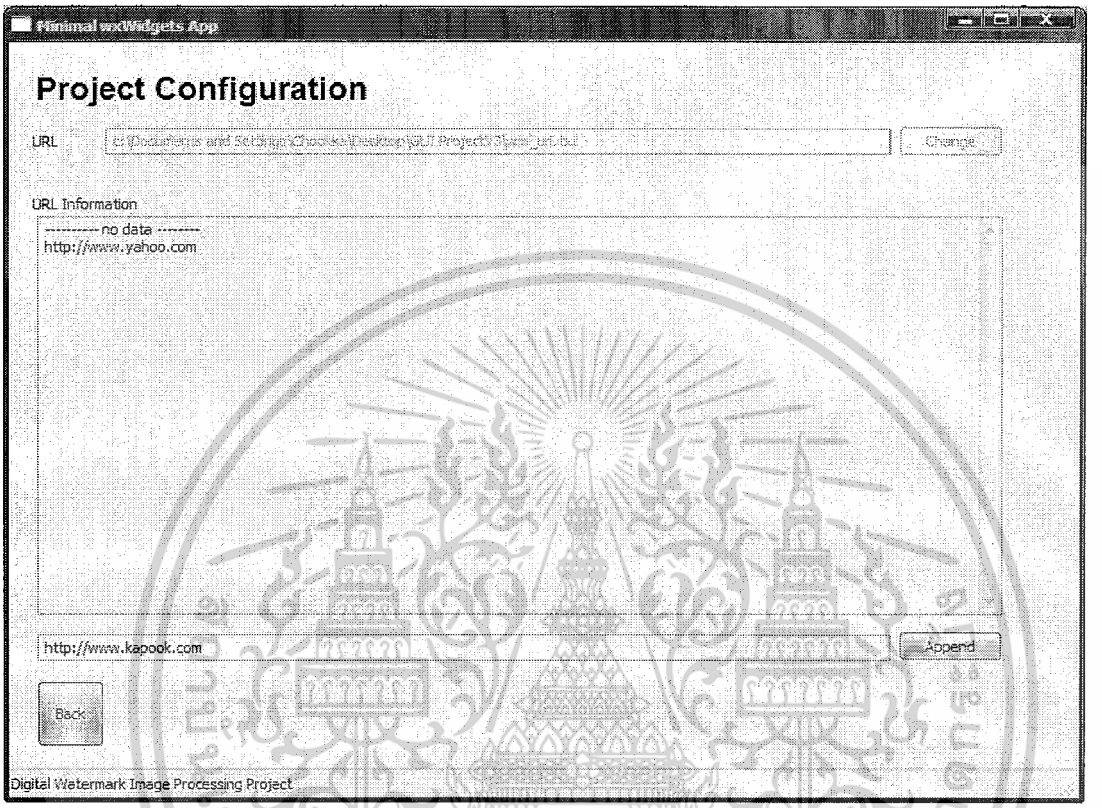


รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอหลักที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้

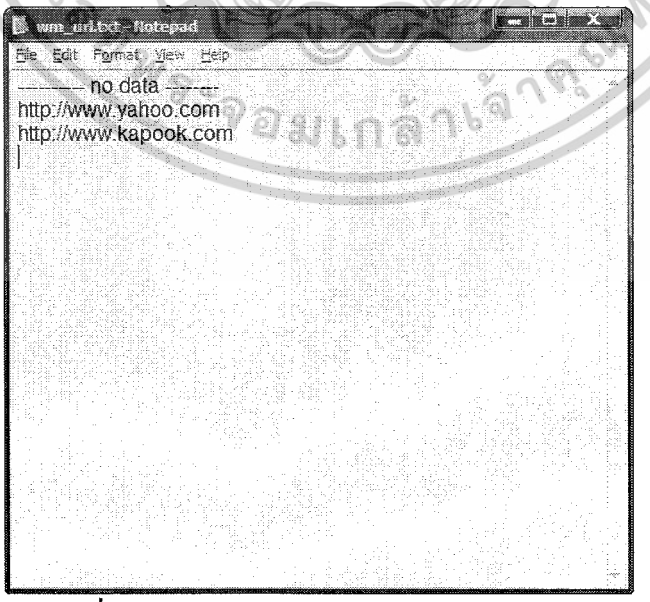
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 หน้าจอการตั้งค่าโปรแกรม

เมื่อกดปุ่ม Confog โปรแกรมจะแสดงหน้าจอการตั้งค่าขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลที่อยู่เวบไซต์ดังในรูปที่ 4.2 โดยโปรแกรมจะเก็บค่านี้ไว้ในไฟล์หนึ่งที่ชื่อ wm_url.txt ดังในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอปรับแต่งโปรแกรมและการเพิ่มข้อมูลที่อยู่เว็บไซต์

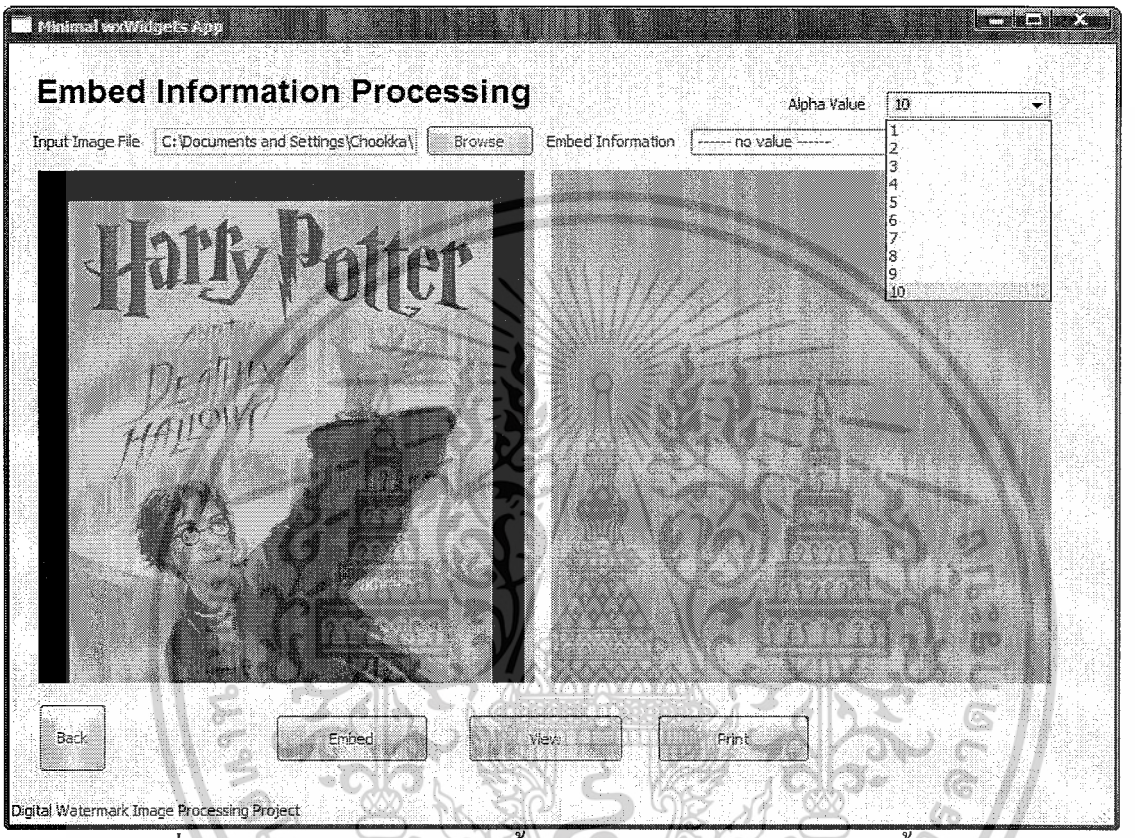


รูปที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของไฟล์ wm_url.txt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 หน้าจอการฝังลายน้ำดิจิทัล

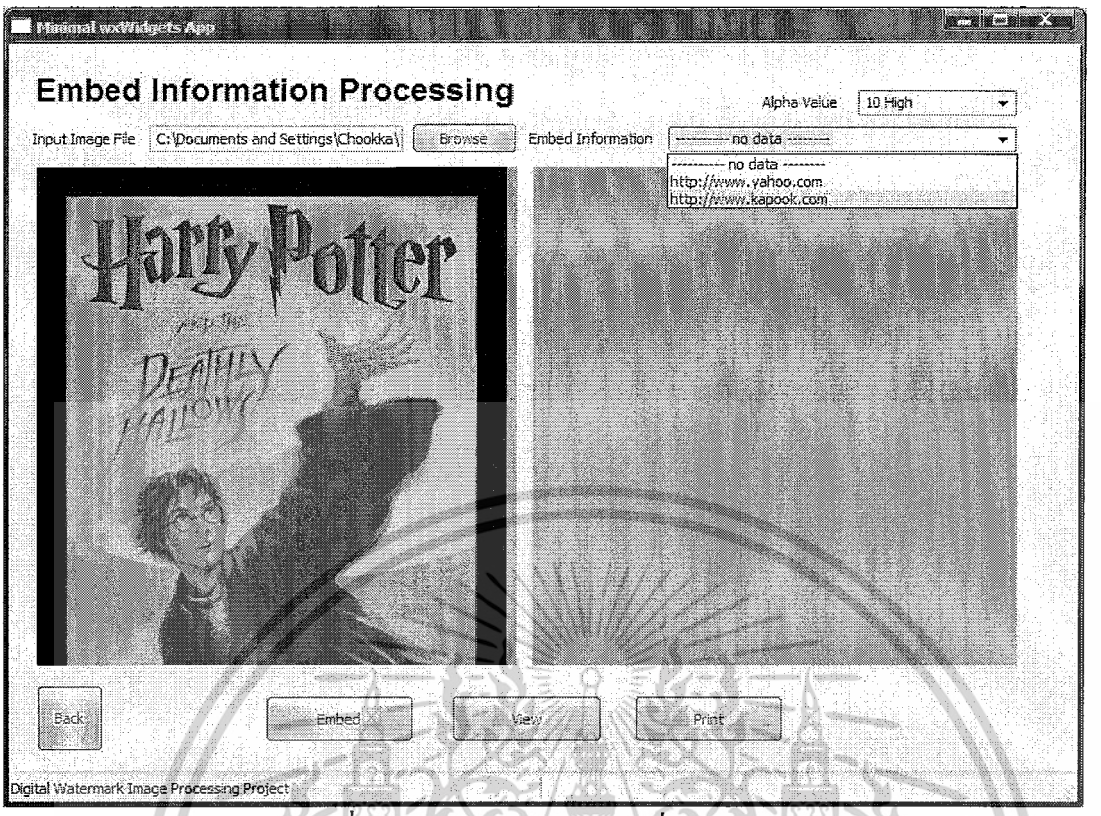
ที่หน้าจอการฝังลายน้ำดิจิทัล เท็กซ์บ๊อกซ์(Text Box) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกค้น (browse) รูปภาพจากไดเร็กทอรี่ (Directory) ที่ต้องการได้ และสามารถกำหนดค่ากำลังลายน้ำดิจิทัลได้ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1- 10 ดังในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอการฝังลายน้ำดิจิทัลและการเลือกค่ากำลังลายน้ำดิจิทัล

อีกเท็กซ์บ๊อกซ์หนึ่งคือ ข้อมูลลายน้ำที่ต้องการฝัง จากที่ผู้ใช้ใส่ข้อมูลของที่อยู่เวบไซต์ลงไปในหน้าการตั้งค่าโปรแกรม ซึ่งสามารถเลือกได้ว่าจะใส่ข้อมูลที่อยู่เวบไซต์ไหน ดังในรูปที่ 4.5

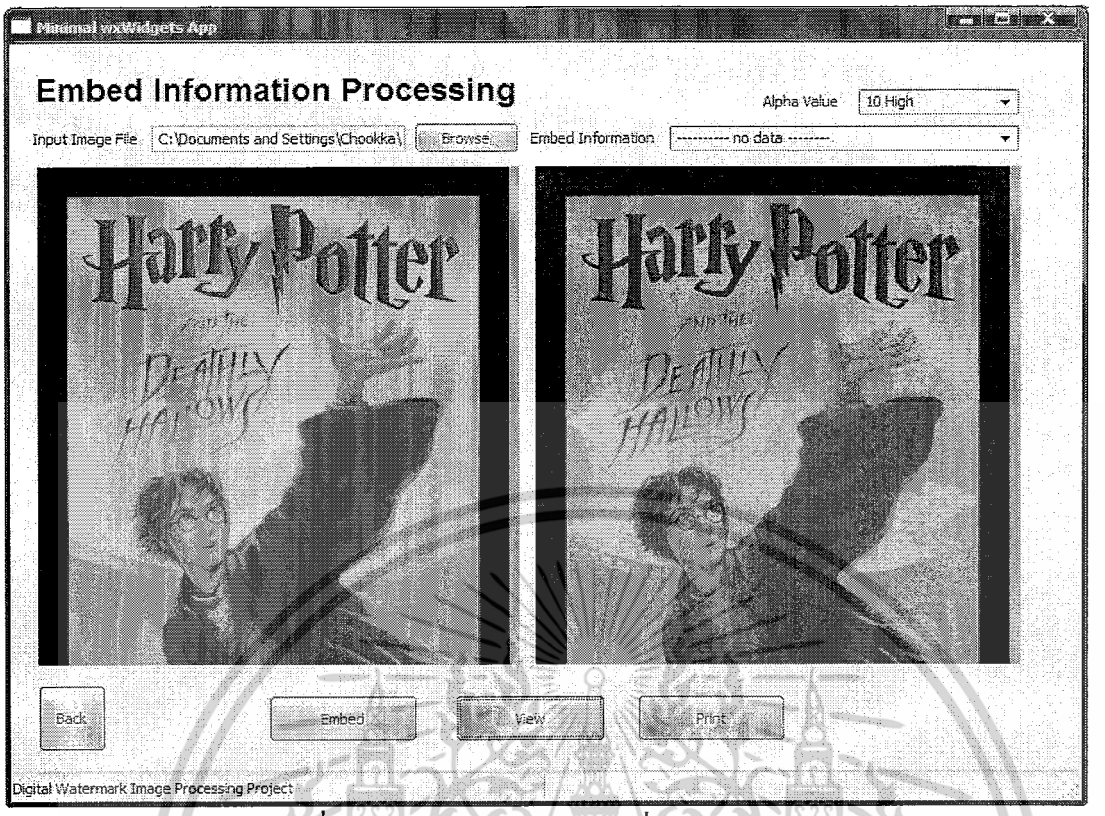
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงการเลือกข้อมูลที่อยู่เว็บไซต์

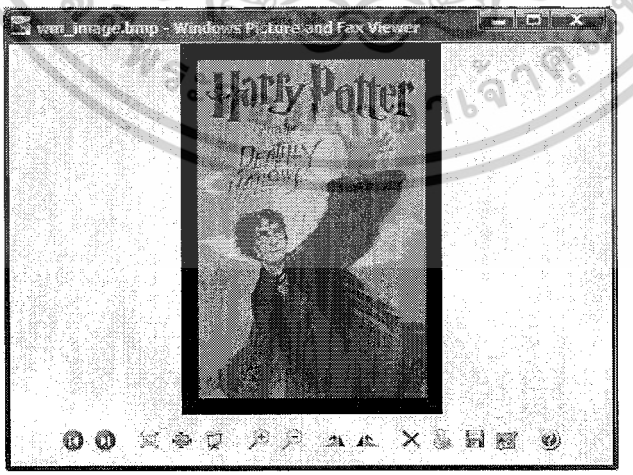
เมื่อกดปุ่ม Embed แล้วโปรแกรมจะทำการฝังข้อมูลลายน้ำลงในรูปภาพที่ผู้ใช้เลือกไว้ ด้วยค่ากำลังลายน้ำดิจิทัลและข้อมูลที่อยู่ของเวบไซต์ที่กำหนด ดังในรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอผลลัพธ์เมื่อกดปุ่ม Embed

เมื่อกดปุ่ม view หรือปุ่ม print โปรแกรมจะทำการเรียกโปรแกรม Windows Picture and Fax Viewer ขึ้นมาเพื่อทำการดูรูปภาพที่ทำการฝังลายน้ำแล้ว โดยจากจากโปรแกรมที่เรียกขึ้นมานี้ นอกจากผู้ใช้จะสามารถดูภาพพรีวิว (preview) ได้แล้วยังสามารถจัดเก็บ(save) และสั่งพิมพ์(print) ภาพที่มีลายน้ำดิจิทัลแล้วได้ดังในรูปที่ 4.7

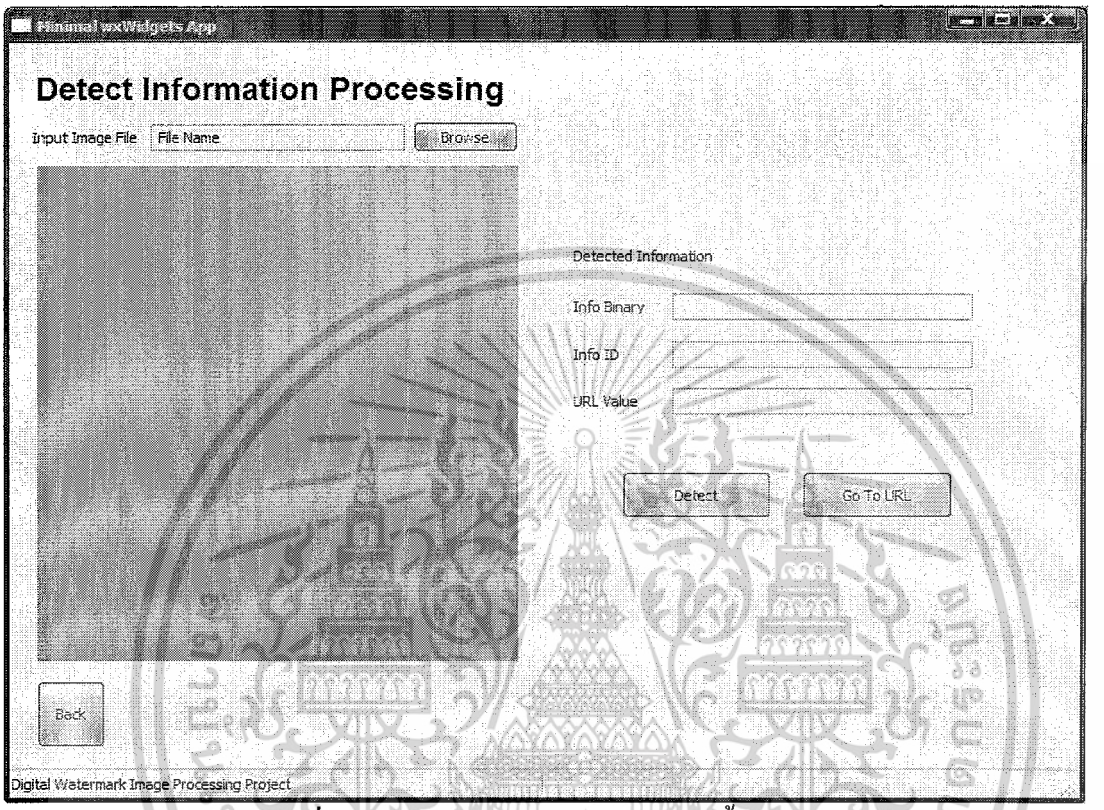


รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอผลลัพธ์เมื่อกดปุ่ม View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

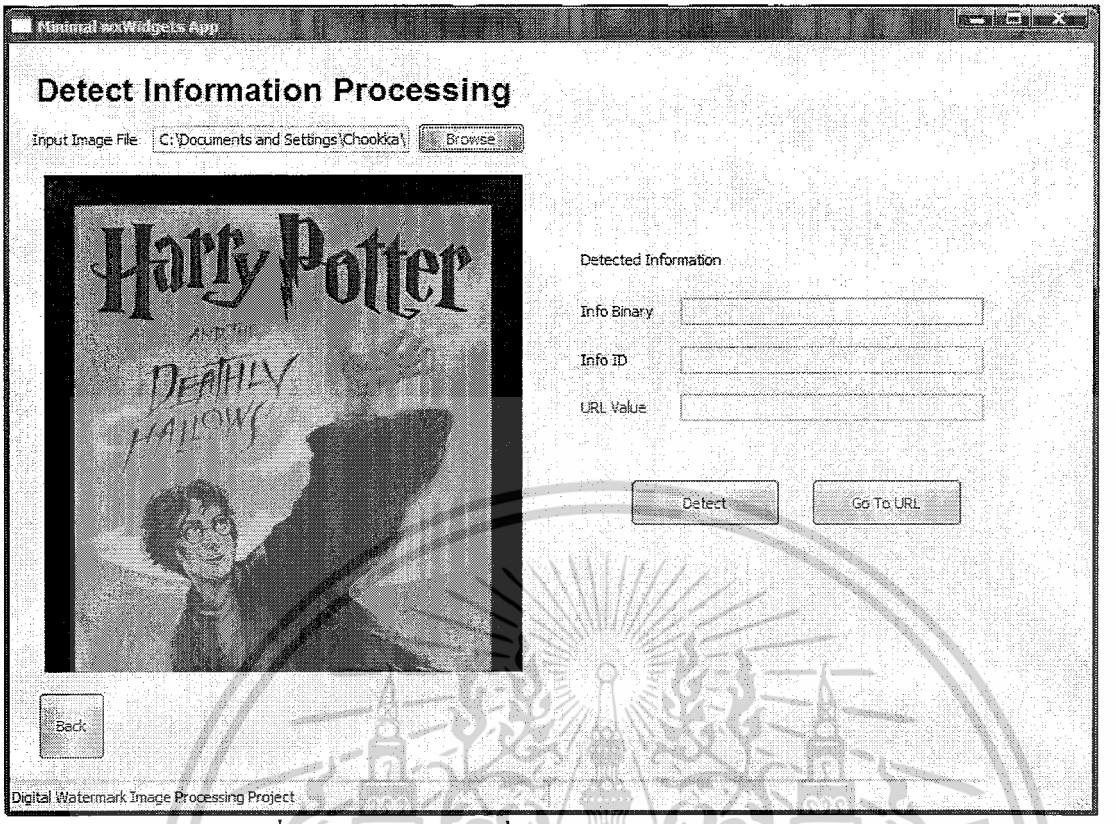
4.3 หน้าจอการตรวจจับลายน้ำดิจิทัล

ผู้ใช้สามารถเลือกค้นรูปภาพได้เช่นเดียวกับหน้าจอการฝังลายน้ำดิจิทัลดังในรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอการตรวจจับลายน้ำดิจิทัล

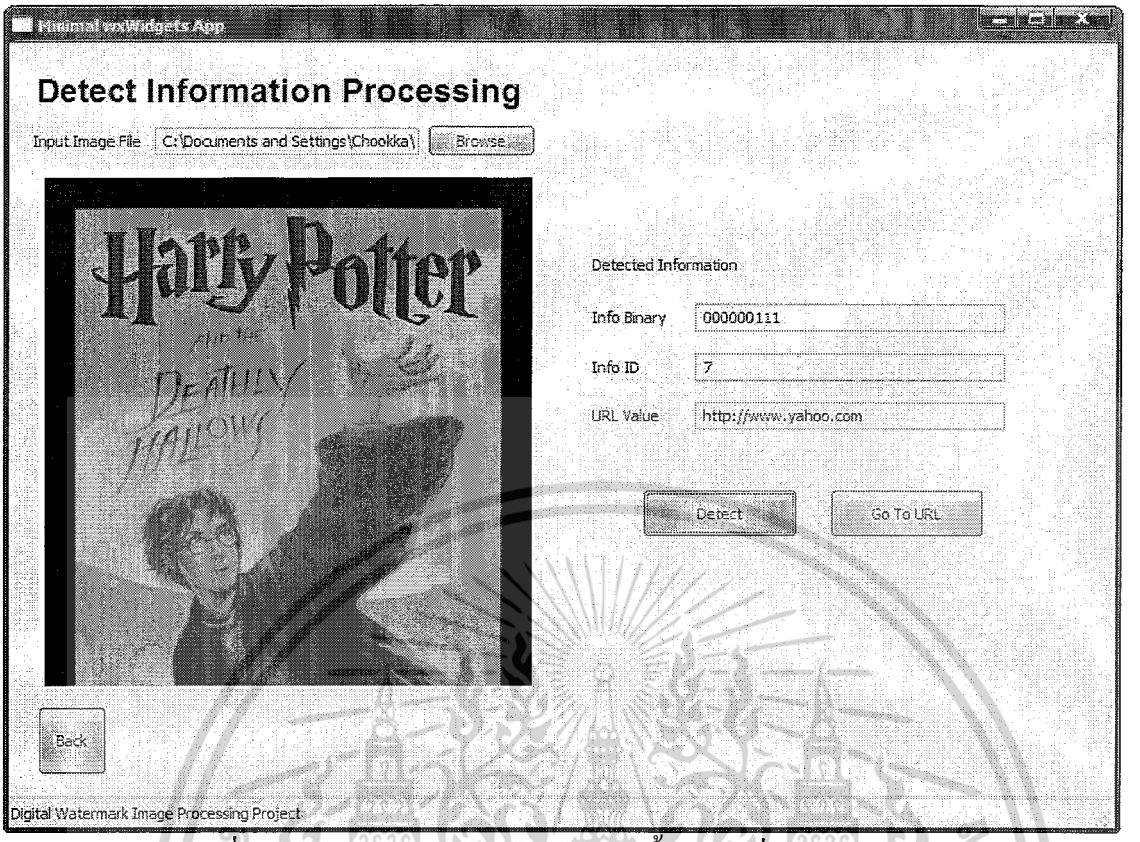
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Browse และเลือกรูปภาพ

เมื่อเลือกรูปภาพแล้ว และกดปุ่ม Dectect จะได้ทั้งข้อมูลที่เป็นเลขฐาน2 ซึ่งเป็นดัชนีของที่อยู่เว็บไซต์ออกมาซึ่งเป็นเลขที่ฝังจริงๆลงในรูปภาพ และได้เลขฐาน 10 ด้วย และได้ที่อยู่เวบไซต์เพื่อทำการเชื่อมต่อต่อไปดังรูปที่ 4.10 และ รูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอการตรวจจับลายน้ำดิจิทัลเมื่อกดปุ่ม Detect

เมื่อกดปุ่ม Go To URL โปรแกรมจะเรียกบราวเซอร์ขึ้นมาและ เชื่อต่อไปยังเว็บไซต์นั้น

รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอผลลัพธ์เมื่อกดปุ่ม Go To URL แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันอินเตอร์เน็ตมีความแพร่หลายมาก การใช้อินเตอร์เน็ตก็มีความหลากหลายเช่นเดียวกันไม่ว่าจะเป็นการใช้เพื่อการหาข้อมูลเพื่อให้ความบันเทิง ข้อมูลเกือบทุกอย่างบนอินเตอร์เน็ตก็สามารถถูกนำมาเป็นของตนเองได้อย่างง่ายดาย ดังนั้นจึงมีการละเมิดสิทธิ์เกิด ขึ้นมากมาย รูปภาพเป็นขอมูลสำคัญที่มีการละเมิดสิทธ์อย่างมากจึงได้มีการนำเอา เทคโนโลยีการฝังลายน้ำดิจิเข้ามาช่วยแก้ปัญหานี้ เทคโนโลยีการฝังลายน้ำยังถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่นๆอีก โครงงานนี้ทำการศึกษาการฝังลายน้ำดิจิทัลลงในรูปภาพ เพื่อเพิ่มข้อมูลประกอบให้กับรูปภาพนั้นๆ ช่วยให้เราสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมจากรูปภาพที่เราสนใจ โดยใช้เทคนิคของการฝังลายน้ำดิจิทัลเข้าไปในรูปภาพ และใช้เทคนิคการถอดลายน้ำดิจิทัลเพื่อตรวจสอบข้อมูลลายน้ำดิจิทัลที่ได้ทำการฝังลงไปและนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ ในการหาข้อมูลประกอบ โดยให้ข้อมูลที่ตรวจจับได้นั้นเป็นค่าดรรชนีของที่อยู่เวบไซต์เพื่อทำการเชื่อมต่อไปยังหน้าเว็บเพจนั้น แต่เนื่องจากจำนวนบิตข้อมูลที่ทำการฝังลงในรูปภาพนั้นในโครงงานนี้ใช้จำนวน 9 บิต บิตข้อมูลทั้ง 9 บิตนี้ จะถูกนำมาแปลงเป็นเลขฐานสิบแล้วถูกนำไปใช้เป็นเลขดัชนีของที่อยู่เว็บไซต์ ดังนั้นข้อมูลที่อยู่ของเว็บไซต์ทั้งหมดที่โปรแกรมจะสามารถทำการเก็บได้จะมี 511 เว็บไซต์ (ไม่รวมเลข 0) จึงควรมีการพัฒนาเทคนิคเพื่อให้จำนวนบิตที่ทำการฝังนั้นมีจำนวนมากขึ้น เพื่อที่จะสามารถเก็บข้อมูลดัชนีของเว็บไซต์ได้มากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ณฐพล พันธุวงศ์. 2549. "**เทคนิคการซ่อนลายน้ำดิจิตอลโดยใช้คุณลักษณะเด่นสำหรับรูปภาพที่ผ่านการแปลงเชิงภาพฉาย.**" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธรรมรงรัตน์ อมรรักษา และวัชร พิชยนันท์. 2546. "ภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัล: วิธีการป้องกันการละเมิดสิทธิทางปัญญาสำหรับรูปภาพ" **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.** 13(2): 54-63

ธำรงรัตน์ อมรรักษา, จริยา ปักษีสิงห์ และจตุพล จิตรพงษ์. 2544. "เทคโนโลยีสำหรับการป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์." **วิศวกรรมสาร.** 54(6)

ธนวัฒน์. มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2548. **Present** [Online]. Available. http://noc.nu.ac.th/sites/sc47/Present/เนื้อหา.doc

นงลักษณ์ เอี่ยมจำรัส และณัฐชัย วัชราภินชัย. 2550. **การสร้างภาพพิมพ์ล์ลายน้ำแบบดิจิทัลในแต่ละอัลกอลิทึม.** [สไลด์]. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มจธ. **Develop Digital Watermarking Technique for Copyright Protection** [Online]. Available. http://cpe.kmutt.ac.th/lab/mcl/Tech_Copyright.htm

วิยดา ยะไวท์. 2548. "เทคนิคลายน้ำดิจิตอลสำหรับรูปภาพที่บิดเบือนแบบเพอสเพคทีฟ" วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิริพร ผลสมบูรณ์. 2544 "เทคนิคการซ่อนลายน้ำดิจิตอลสำหรับรูปภาพที่ผ่านกระบวนการหมุนและการปรับขนาด." " วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Amornraksa, T and Phuertpan, R. 2000. "Digital Watermarking Method Based on Luminance Modification in Amplitude Modulation" **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.** 24(3) : 235-246

Gonzalez, R.C. and Woods, R.E., 1992, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA

Pholsomboon, S. and Vongpradhip, S. 2004. "Rotation, Scale, and Translation Resilient Digital Watermark Based on Complex Exponential Function" **ECTI TRANSACTIONS ON ELECTRICAL ENG., ELECTRONICS, AND COMMUNICATIONS.** 2(2) : 40-48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจุฑามาส โฉมงาม
วัน เดือน ปีเกิด	21 ธันวาคม 2527
ที่อยู่	117/302 หมู่บ้านบัวทอง ตำบลบางรักพัฒนา อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี 11110
โทรศัพท์เคลื่อนที่	089-520-9595
อีเมล	JUTHAMARDCH@GMAIL.COM
ประวัติการศึกษา	
2550	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปรารถนา จูฑะพงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	11 มีนาคม 2528
ที่อยู่	127/372 ซ.รามอินทรา 103/3 หมู่บ้านแมกไม้ ถนนรามอินทรา แขวงคันนายาว เขตคันนายาว กรุงเทพมหานคร 10230
โทรศัพท์เคลื่อนที่	084-647-8212
อีเมล	BUTTER_CHOOKKAHOO@HOTMAIL.COM
ประวัติการศึกษา	
2550	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้