การศึกษาเทคโนโลยีแบบจุด

The Study of Dot Pattern Technology

นายประสพโชค ภักดียนต์เจริญ รหัส 47380029

นายวุฒิพันธ์ ศรีชัยแก้ว รหัส 47380042

I 43851b0

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 30 พ.ค. 2551
เลขทะเบียน 05100012
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ป3949
2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน การศึกษาเทคโนโลยี Dot Pattern

ผู้ดำเนินโครงงาน นายประสพโชค ภักดียนต์เจริญ รหัส 47380029
นายวุฒิพันธ์ ศรีชัยแก้ว รหัส 47380042

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2550

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ
(ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ
(ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

.....กรรมการ
(ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

หัวข้อโครงงาน	การศึกษาเทคโนโลยี Dot Pattern
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวุฒิพันธ์ ศรีชัยแก้ว รหัส 47380042
	นายประสพโชค ภักดียนต์เจริญ รหัส 47380029
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ทำการศึกษาหลักการและทฤษฎีของเทคโนโลยี Dot Pattern ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการประมวลผลภาพที่ใช้ในการนำเสนอผลงานรูปแบบใหม่ให้ดูน่าสนใจ จากการนำเอาเทคนิคการพิมพ์ภาพแบบพิเศษมาใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์และสื่อมัลติมีเดีย โดยใช้การพิมพ์ภาพสองชั้นคือ ชั้นที่ประกอบด้วยรหัสในรูปแบบจุดเล็กๆด้วยหมึกที่มีส่วนผสมของสารคาร์บอนที่มีคุณสมบัติในการดูดซับรังสีอินฟาเรด และชั้นที่เป็นรูปภาพปกติที่เป็นหมึกที่ไม่มีส่วนประกอบของสารคาร์บอน ในการอ่านจะใช้การส่งรังสีอันฟาเรดไปยังสิ่งพิมพ์ที่มีรหัสซ่อนไว้แล้วให้แสงที่ตกกระทบภาพสะท้อนผ่านตัวกรองรังสีอินฟาเรดเข้าสู่กล้องแล้วนำภาพที่ได้ไปผ่านกรรมวิธีประมวลผลภาพ เพื่อถอดรหัสที่ซ่อนอยู่ในภาพไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล แล้วดึงสื่อมัลติมีเดียที่ตรงกันขึ้นมาแสดงผล เทคโนโลยีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็น การนำเสนอผลงาน การฝึกพัฒนาการของเด็ก การประยุกต์ใช้กับคนพิการ การอ่านแผนที่ สิ่งพิมพ์ต่างๆ และทุกอย่างที่สามารถแสดงผลโดยใช้สิ่งพิมพ์และสื่อมัลติมีเดียได้

Project Title	The study of Dot Pattern Technology.		
Name	Mr. Wuttipan	Srichaikaew	ID. 47380042
	Mr. Prasopchok	Pagdeeyoncharoen	ID. 47380029
Project Advisor	Dr. Panomkhawn Riyamongkol		
Major	Computer Engineering.		
Department	Electrical and Computer Engineering.		
Academic Year	2007		

.....

ABSTRACT

With the aim of realizing an easy and inexpensive method of realizing a "stealth" dot pattern, whose presence on a medium surface is not visually recognizable, merely through minor improvements in the existing printing technology, the present invention provides dots which form a dot pattern by printing these dots using an ink of any color reactive in the infrared or ultraviolet wavelength range on a medium surface on which a dot pattern is to be formed, for use with a dot pattern reading system that irradiates infrared or ultraviolet light on a medium surface having a dot pattern provided thereon, recognizes the dot pattern by reading the reflections of the light with an optical reading means, converts the dot pattern into the corresponding data, and outputs the text, voice, images and so forth contained in the data.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานคือ ท่านอาจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล และคณะกรรมการคือท่านอาจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง และท่านดร.สุชาติ แย้มเม่น ที่ได้สละเวลาให้คำแนะนำติชมและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และท่าน ดร.วิมลลักษณ์ สิงหนาท ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆ

ในโอกาสนี้ทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านที่มีส่วนร่วมในการทำโครงงานนี้ตลอดจนผู้เขียน ผู้คิดค้นทฤษฎีต่างๆ ที่โครงงานฉบับนี้ได้นำความรู้ที่ได้มาพัฒนาระบบทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายวุฒิพันธ์ ศรีชัยแก้ว

นายประสพโชค ภักดียนต์เจริญ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก

Abstract ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูปภาพ ..... ช

บทที่ 1 1

บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 แผนการดำเนินงาน 2

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.7 งบประมาณที่ใช้ 3

บทที่ 2 4

2.1 Dot Code System 4

บทที่ 3 15

วิธีการดำเนินงาน 15

3.1 ระบบรหัสจุดสี (COLOR DOT CODE SYSTEM) 15

บทที่ 4 26

ผลการทดลอง 26

4.1 ทดสอบโปรแกรมส่วนการเข้ารหัส 26

4.2 ทดสอบโปรแกรมส่วนการถอดรหัส 34

บทที่ 5 41

บทสรุป 41

5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง 41

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 42
5.3 สรุปผลการทดลอง 43
5.4 ข้อเสนอแนะ 44
เอกสารอ้างอิง 45
ประวัติผู้เขียนโครงงาน 46

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

5.1 ตารางสรุปผลการทดสอบโปรแกรม Dot Code Encoder.....41

5.2 ตารางแสดงการตอบสนอง requirements.....41

5.3 ตารางสรุปผลการทดสอบโปรแกรม Dot Code Decoder 41

5.4 ตารางแสดงการตอบสนอง requirements.....42

5.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรมเข้ารหัสและโปรแกรมถอดรหัส.....43

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงขั้นตอนการพิมพ์ Dot Pattern 6

2.2 แสดงขั้นตอนการพิมพ์ Dot Pattern..... 6

2.3 แสดงขั้นตอนการพิมพ์ Dot Pattern 7

2.4 แสดงรายละเอียดภายในของจุดที่พิมพ์..... 8

2.5 แสดงการแยก Dot ออกจาก ภาพที่พิมพ์แบบ AM..... 9

2.6 แสดงการแยก Dot ออกจาก ภาพที่พิมพ์แบบ AM..... 10

2.7 แสดงการแยก Dot ออกจาก ภาพที่พิมพ์แบบ AM..... 10

2.8 แสดงการแก้ปัญหาเมื่อพิมพ์ Dot ติดกัน..... 11

2.9 แสดงตำแหน่งของจุดที่เป็นข้อมูลกับจุดที่เป็นโครงสร้าง..... 12

2.10 ตัวอย่างของการพิมพ์รูปที่ได้การสแกนจากอินฟาเรดแล้ว..... 12

2.11 แสดงการพิมพ์ภาพส่วนที่ใช้หมึกที่มีคาร์บอนกับส่วนที่ใช้หมึกไม่มีคาร์บอน..... 13

2.12 ภาพอธิบายการสร้าง dot pattern โดยใช้ FM screen printing..... 14

3.1 แสดงหลักการทำงานของ Color Dot Code System..... 15

3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานและการแปลงข้อมูลของ Color Dot Code System..... 16

3.3 แสดงการแปลงข้อมูลของ Color Dot Code System..... 17

3.4 แสดงการแปลงข้อมูลจากรหัสสีให้เป็นสีต่างๆ..... 18

3.5 แสดงหลักการพิมพ์รหัสจุดสี..... 19

3.6 แสดงหลักการแปลงค่ากลับคืนของรหัสจุดสี..... 20

3.7 แสดงการเปรียบเทียบของข้อมูลที่ทิ้งไป..... 21

3.8 แสดงตัวอย่างที่นำหลักการใช้รหัสจุดสีมาใช้..... 22

3.9 แสดงตัวอย่างที่นำหลักการใช้รหัสจุดสีมาใช้..... 23

3.10 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรม Color Dot Code Encoder..... 24

3.11 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรม Color Dot Code Decoder..... 25

4.1 หน้าหลักโปรแกรมที่ยังไม่มีการรับอินพุตใดๆ..... 26

4.2 แสดงการรับอินพุตที่เป็นข้อความ..... 27

4.3 แสดงการกดปุ่มเพื่อดูผลการเข้ารหัส..... 27

4.4 แสดงผลการเข้ารหัส..... 28

4.5 เลือกฟังก์ชัน Save หรือ Save as จาก Menu File..... 28

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.6 แสดงการ Save File โดยใช้ปุ่ม Save Dot Code to image.....29
4.7 ตั้งชื่อไฟล์ก่อน save.....29
4.8 ผลการเข้ารหัสจากคำว่า Engineer.....30
4.9 แสดงการค้นหาไฟล์เสียง.....30
4.10 แสดงการเลือกไฟล์เสียงที่มีนามสกุลไฟล์เป็น .wav.....31
4.11 แสดงที่อยู่ของไฟล์เสียง.....31
4.12 แสดงปุ่ม play sound เพื่อเล่นไฟล์เสียง.....32
4.13 แสดงปุ่ม encode sound to dot code and save to image เพื่อเริ่มการเข้ารหัสไฟล์เสียง.....32
4.14 แสดงการ Save file.....33
4.15 รอผลการเข้ารหัสไฟล์เสียง.....33
4.16 ผลการเข้ารหัสโปรแกรมแบบเสียง.....34
4.17 หน้าหลักของโปรแกรม Color Dot Code Decoder.....35
4.18 แสดงการเอาเมาส์ชี้ที่ช่องรับอินพุตท์(ว่าง).....35
4.19 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่.....36
4.20 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่2.....36
4.21 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่3.....37
4.22 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่4.....37
4.23 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่5(ว่าง).....38
4.24 แสดงการอินพุทต์ตามผลการเข้ารหัส Engineer.....38
4.25 กดปุ่ม Decode Dot Code To Text Data เพื่อแสดงผลการถอดรหัสจากการเข้ารหัสEngineer.39
4.26 มีช่องว่างใน Dot Code.....39
4.27 แสดงผล error ที่มีช่องว่างใน Dot Code.....40
4.28 แสดงการใส่ Dot Code ไม่ครบตามจำนวน.....40
4.29 แสดงผลจากการใส่ Dot Code ไม่ครบตามจำนวน.....40

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

Dot Pattern เป็นเทคโนโลยีในการเก็บข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบใหม่ โดยใช้เทคนิคการเข้ารหัสข้อมูลแล้วแปลงเป็นจุดเล็กๆ พิมพ์ไว้บนภาพด้วยวิธีการพิมพ์ชนิดพิเศษที่ทำให้ไม่สามารถมองรหัสข้อมูลด้วยตาเปล่าได้ ต้องใช้กล้องอินฟาเรดในการอ่านข้อมูลร่วมกับระบบประมวลผลภาพที่ซับซ้อน ทำให้ข้อมูลที่ใส่ลงไปมีความปลอดภัยสูง และไม่ทำให้ภาพต้นฉบับที่ใส่ข้อมูลเอาไว้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย ทำให้เกิดความคิดริเริ่มที่จะศึกษาถึงทฤษฎีนี้ และนำเอาทฤษฎีของ Color Dot Code ซึ่งอยู่ใน Dot Pattern Technology มาทดลองสร้างเพื่อใช้งานจริง เนื่องจาก Color Dot Code เป็นการเข้ารหัสข้อมูลหลากหลายประเภทไปเป็นจุดสีแล้วพิมพ์ลงบนกระดาษด้วยเครื่องพิมพ์ทั่วไป ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ภาพที่ซับซ้อนและมีราคาสูงทำให้ง่ายต่อการทดสอบทฤษฎี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของเทคโนโลยี Dot Pattern
2. เพื่อศึกษาหลักการทำงานของ Color Dot Code
3. เพื่อสร้างโปรแกรมแบบจำลองการเข้ารหัส และถอดรหัส Color Dot Code

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานและวิธีการนำ Dot Pattern มาประยุกต์ใช้งาน
2. ศึกษาเทคนิคการเข้ารหัสและถอดรหัส Color Dot Code
3. ศึกษาแนวทางการนำเทคโนโลยี Dot Pattern ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน
   - รวบรวมข้อมูลและบทความที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน
   - เลือก Tool เพื่อนำมาใช้พัฒนาโปรแกรม และศึกษาวิธีการใช้งาน
   - ศึกษารูปแบบและวิธีการเขียนรายงานที่ถูกต้อง
2. เขียนโปรแกรม
3. ทดสอบและปรับปรุงโปรแกรมให้สมบูรณ์และเหมาะสม
4. เขียนรายงานและจัดทำรูปเล่ม

1.5 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2550						2551	
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1.ศึกษาหลักการทำงานของ Dot Pattern และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง	←	→						
2.ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพ		←	→	→				
3.ออกแบบโปรแกรม			←	→				
4.เขียนโปรแกรม				←	→			
5.ทดลองใช้โปรแกรม					←	→		
6.ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรม					←	→	→	
7.ทำการติดตั้งและทดลองใช้โปรแกรม						←	→	
8.ทำรายงาน							←	→

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจการทำงานของเทคโนโลยี Dot Pattern
2. ความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ความรู้ทางด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing)
4. ความรู้ทางด้านการพิมพ์ภาพ
5. ความรู้ทางด้านการทำงานของเซ็นเซอร์รับภาพแบบอินฟาเรด
6. รู้จักพัฒนาและนำโปรแกรมต่างๆมาประยุกต์ใช้

1.7 งบประมาณที่ใช้

1.	ค่าวัสดุสำนักงาน	เป็นเงิน	200	บาท
2.	ค่าจัดทำเอกสาร	เป็นเงิน	500	บาท
3.	ค่าวัสดุอื่นๆ	เป็นเงิน	100	บาท
4.	ค่าหนังสือ	เป็นเงิน	1,200	บาท
		รวมเป็นเงิน	2,000	บาท (สองพันบาทถ้วน)

หมายเหตุ (ถ้วเฉลี่ยทุกรายการ)

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบรหัสแบบจุด (Dot Code System)

2.1.1 การรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition : OCR)

โอซีอาร์เป็นคำย่อของภาษาอังกฤษ คือ "Optical Character Recognition : OCR" แปลเป็นภาษาไทยได้ว่า "การรู้จำอักขระด้วยแสง" ซึ่งเป็นงานประยุกต์งานหนึ่งของสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ได้รับความสนใจและพัฒนามานานกว่า 70 ปีแล้ว โอซีอาร์เป็นการรู้จำรูปแบบตัวอักษร ซึ่งเป็นงานวิจัยในสาขาการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) เป็นเทคโนโลยีที่ส่งผลให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถระบุรูปแบบได้อย่างถูกต้อง เช่น สามารถบอกได้ว่า ภาพนั้นคือภาพอะไร ตัวอักษรนั้นคือตัวอักษรอะไร หรือเสียงนั้นคือเสียงของคำสั่งอะไร เป็นต้น

นักวิจัยเป็นจำนวนมากมีความสนใจงานโอซีอาร์ เพราะเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับเอกสาร ซึ่งมีปริมาณมากมายมหาศาล การเก็บข้อมูลเหล่านี้ให้เป็นแฟ้มข้อความ (Text File) ไว้ในระบบคอมพิวเตอร์นั้น ต้องใช้บุคลากรในการจัดพิมพ์เอกสารนั้น ๆ โดยใช้โปรแกรมพิมพ์และประมวลผลเอกสาร (Word Processing Program) ถึงแม้ว่าโปรแกรมประเภทนี้จะมีความสามารถและเป็นเครื่องมือที่ดี แต่ก็ต้องใช้บุคลากรในการพิมพ์งานซึ่งใช้เวลามากพอสมควร และยังเป็นงานที่จำเจสำหรับบุคลากรอีกด้วย ถ้าโอซีอาร์ประสบความสำเร็จ งานพิมพ์เอกสารต่าง ๆ เพื่อเก็บเป็นแฟ้มข้อความก็จะกลายเป็นหน้าที่ของระบบคอมพิวเตอร์แทน โดยทั่วไปแล้ว เวลาในการประมวลผลของโอซีอาร์จะเร็วกว่าการพิมพ์ด้วยมนุษย์โดยเฉลี่ยประมาณ 5 เท่า และในบางระบบงานที่ได้จากโอซีอาร์จะมีความถูกต้องมากกว่า งานที่ได้จากการพิมพ์ของมนุษย์อีกด้วย จึงทำให้งานวิจัยด้านโอซีอาร์ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก

2.1.2 รหัสบาร์โค้ด (Bar Codes)

คือ สัญญลักษณ์รหัสแท่งที่ใช้แทนข้อมูลตัวเลขมีลักษณะเป็นแถบมีความหนาบางแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวเลขที่กำกับอยู่ข้างล่าง การอ่านข้อมูลจะอาศัยหลักการสะท้อนแสง เพื่ออ่านข้อมูลเข้าเก็บในคอมพิวเตอร์โดยตรงไม่ต้องผ่านการกดปุ่มที่แป้นพิมพ์ ระบบนี้เป็นมาตรฐานสากลที่นิยมใช้กันทั่วโลก การนำเข้าข้อมูลจากรหัสแถบของสินค้าเป็นวิธีที่รวดเร็วและความน่าเชื่อถือได้ของข้อมูลมีสูงและให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้งานได้ดี การใช้บาร์โค้ดเพื่อความรวดเร็วทันสมัยต่อเหตุการณ์

ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนลายเส้นซึ่งเป็นลายเส้นสีขาว (โปร่งใส) และสีดำ มีขนาดความกว้างของลายเส้นตามมาตรฐานแต่ละชนิดของบาร์โค้ด ส่วนข้อมูลตัวอักษรเป็นส่วนที่แสดงความหมายของข้อมูลลายเส้นสำหรับให้อ่านเข้าใจได้ และส่วนสุดท้ายแถบว่าง (Quiet Zone) เป็นส่วนที่เครื่องอ่านบาร์โค้ดใช้กำหนดขอบเขตของบาร์โค้ดและกำหนดค่าให้กับสีขาว (ความเข้มของการสะท้อนแสงในสีของพื้นผิวแต่ละชนิดที่ใช้แทนสีขาว) โดยแต่ละเส้นจะมีความยาวเท่ากันเรียงตามลำดับในแนวนอนจากซ้ายไปขวา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) ในการอ่านข้อมูลที่บันทึกไว้

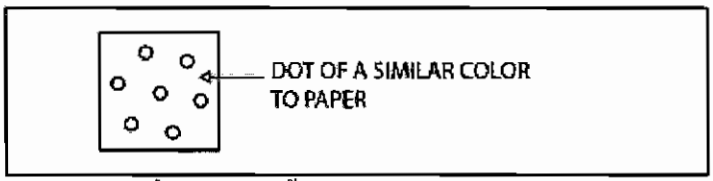
2.1.3 ดอทโค้ด (Dot Codes)

ระบบ Dot code ใช้ทั้งมิติของพื้นผิวราบเพื่อบันทึกข้อมูล Dot codes ปกตินั้นยากที่จะอ่านโดยต้องมีการกระทำในจังหวะเดียวอย่างแม่นยำด้วยเครื่องอ่านที่มีรูปแบบของข้อมูล ปกตินั้น การอ่านข้อมูล หมายถึง ความต่อเนื่องของข้อมูลเดิมที่สร้างขึ้นมาใหม่เพื่อให้เครื่องอ่านปรับแนวแถวของ data dots ได้อย่างแม่นยำ ข้อเรียกร้องนี้คือ ความชัดเจนที่มากขึ้นทั้งหมดในแสงของข้อมูลระดับสูงที่ต้องมีอยู่อย่างหนาแน่นกับระบบ dot code เพื่อให้ดำเนินการได้สำเร็จ และอาจจะต้องนำ dot screens ชั้นสูงมาใช้ร่วมด้วย

หากเครื่องอ่านไม่อาจจะผสมผสานหรือจัดเรียงรูปแบบของข้อมูลได้ ผลลัพธ์อาจจะหายไป และต้องสร้างขึ้นมาใหม่ ข้อมูลอ้างอิงบางชนิดจะต้องนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการประสาน ในลักษณะของข้อมูลที่ไม่อาจจะคัดลอกออกมาจาก dot pattern ได้ด้วยตนเอง (autocorrelation).

Dot code systems ของประเภทแรก (synchronized reader) ถูกทำขึ้น โดนเน้นที่การอ่านในเวลาเดียวกัน โดยมีองค์ประกอบทางเทคโนโลยีเป็นหลัก ระบบเหล่านี้ไม่ค่อยประสบความสำเร็จในการทำการตลาด พวกเขาจึงจำเป็นต้องใช้มันไปในลักษณะของเครื่องมือที่มีความแม่นยำสูงแต่ราคาของมันก็หักล้างกับผลประโยชน์ที่ได้รับเป็นอย่างมาก

2.2 กระบวนการพิมพ์และการอ่านรหัสแบบจุด

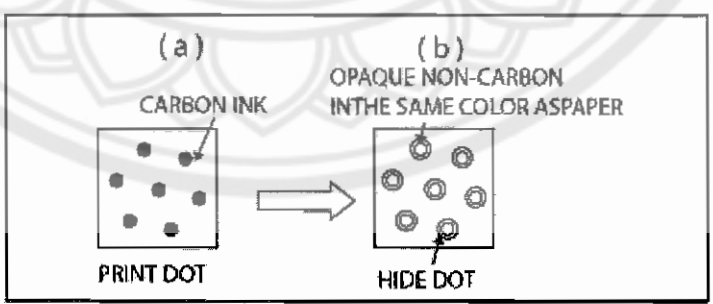


รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการพิมพ์ Dot Pattern

รูปที่2.1 อธิบายถึงรูปแบบของ Dot Pattern ที่พิมพ์ออกมาบนกระดาษ Dot Pattern ที่พิมพ์ออกมาจะใช้หมึกที่มีส่วนผสมของสารคาร์บอน โดยใช้สีใกล้เคียงกับกระดาษ จากนั้นกระบวนการพิมพ์ปกติจะใช้หมึกที่ไม่มีคาร์บอนเจือปน โดยใช้สี CMYK

ตัว Dot Pattern นั้นแทบแยกไม่ออกด้วยตาเปล่า เพราะมันถูกพิมพ์ออกมาโดยใช้หมึกที่มีสีใกล้เคียงกับกระดาษ (medium surface) หากกระดาษมีความขาวมากหรือเกือบขาว วิธีการหนึ่งที่ได้ผล คือ การพิมพ์ Dot Pattern โดยใช้หมึกสีเทา (Black) หรือฟ้า (Cyan) ที่มีคาร์บอนอยู่บ้างในเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างน้อย ด้วยวิธีนี้ บริเวณที่พิมพ์ออกมาบน Dot Pattern ด้วยกระบวนการพิมพ์ปกติ จะลดความชัดเจนของ Dot Pattern ลง อีกวิธีการหนึ่งในการสร้างจุดให้ยากต่อการแยกแยะด้วยสายตาคือ การใช้ Stealth Ink ซึ่งก็คือหมึกที่ไม่มีคาร์บอนแต่ก็ทำปฏิกิริยากับแสงในคลื่นอินฟราเรด

สำหรับกระดาษที่มีสีเนื้อหรือโทนสีอุ่น ควรจะพิมพ์ Dot Pattern โดยใช้สีเหลือง(Yellow) หรือ Stealth Ink ขณะที่หมึกนั้นมีปริมาณคาร์บอนประมาณ 10% จึงต้องใช้อุปกรณ์อ่านภาพด้วยแสงอินฟาเรดที่สามารถอ่านภาพที่พิมพ์ด้วยหมึกที่มีคาร์บอนในปริมาณน้อยๆได้ โดยอาศัยการปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์อ่านภาพ



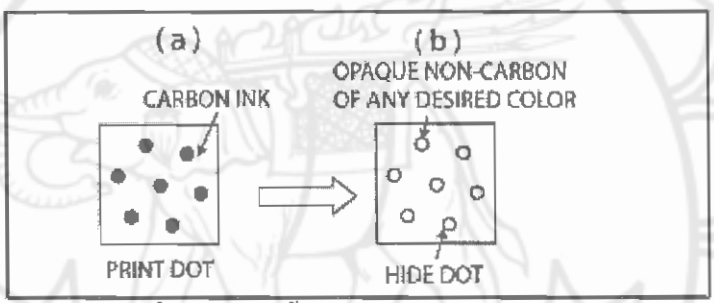
รูปที่2.2 แสดงขั้นตอนการพิมพ์ Dot Pattern

ภาพ 2.2(a) และ 2.2(b) เป็นซ่อน Dot Pattern เอาไว้ไม่ให้มองเห็นด้วยตาเปล่า โดยใช้การพิมพ์แบบ superpose-printing คือ ใช้หมึกทึบแสงพิมพ์ทับ Dot Pattern เอาไว้

หมึกทึบแสง หมายถึง หมึกที่ไม่ยอมให้แสงผ่าน หมึกประเภทนี้จะยอมให้รังสีอินฟราเรดที่มีขนาดคลื่นยาวเดินทางผ่านได้แต่แสงปกติที่อยู่ในคลื่นช่วงสั้นจะไม่สามารถผ่านได้ ดังนั้นในการอ่าน Dot Pattern จึงไม่อาจแยกแยะได้ด้วยตาเปล่า แต่จะมีปฏิกิริยาต่อรังสีอินฟราเรด

Dot Pattern จะพิมพ์ลงบนกระดาษในครั้งแรกโดยใช้หมึกคาร์บอน (รูปที่ 2.2 (a)) แล้วใช้หมึกทึบแสงไร้คาร์บอนที่มีสีเหมือนกับผิวกระดาษพิมพ์ทับลงไป (รูปที่ 2.2 (b)) จากนั้นจึงดำเนินการพิมพ์ปกติโดยใช้หมึก 4 สีที่ไม่มีคาร์บอน (CMYK)

ดังที่กล่าวไว้ในรูปที่ 2.2 (b) เนื่องจาก Dot Pattern นั้นปกคลุมไว้ด้วยหมึกทึบแสงไร้คาร์บอน Dot Pattern ที่พิมพ์ไว้ข้างใต้จึงไม่อาจแยกแยะได้ด้วยสายตา ส่วนรังสีอินฟาเรดจะเป็นไปในทางตรงข้ามเพราะสามารถทะลุผ่านชั้นหมึกทึบแสงไร้คาร์บอนได้ และจะถูกพื้นที่ๆเป็น Dot Pattern ดูดซับเอาไว้แทนที่จะสะท้อนออกมา ดังนั้น จึงมั่นใจได้ว่า Dot Pattern จะแยกได้ด้วยการใช้อุปกรณ์อ่านภาพโดยรังสีอินฟาเรด

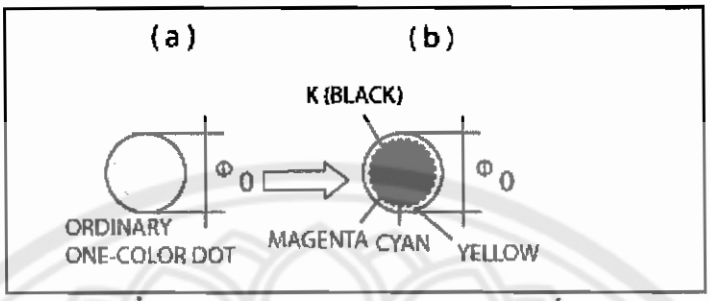


รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการพิมพ์ Dot Pattern

จากตัวอย่างที่ผ่านมาได้อธิบายถึงขั้นตอนการพิมพ์แบบ superpose-printing โดยใช้หมึกทึบแสงที่ทำขึ้นพิมพ์ลงเฉพาะพื้นที่ๆเป็น Dot Pattern ถึงตรงนี้จะมีอีกทางเลือกหนึ่งคือพิมพ์ครั้งแรกโดยใช้หมึกคาร์บอน (รูปที่ 2.3 (a)) จากนั้นจึงพิมพ์พื้นที่ที่เหลือทั้งหมดบนกระดาษโดยใช้หมึกทึบแสงไร้คาร์บอน (รูปที่ 2.3 (b))

ในกรณีนี้ หมึกทึบแสงไร้คาร์บอนจะใช้เพื่อการพิมพ์ผิวกระดาษทั้งหมดด้วยสีที่ต้องการดังอธิบายไว้ในภาพ 2.2 ข้างต้น ตามที่แสดงในภาพ 2.3 (b) เนื่องจาก Dot Pattern ถูกเคลือบไว้ด้วยหมึกทึบแสงไร้คาร์บอน Dot Pattern ที่พิมพ์ไว้ข้างล่างจึงไม่อาจแยกแยะได้ด้วยสายตา ส่วนรังสีอินฟาเรดจะเป็นไปในทางตรงข้ามเพราะสามารถทะลุผ่านชั้นหมึกทึบแสงไร้คาร์บอนได้ และจะถูกพื้นที่ๆเป็น Dot Pattern ดูดซับเอาไว้แทนที่จะสะท้อนออกมา ดังนั้น จึงมั่นใจได้ว่า Dot Pattern จะแยกได้ด้วยการใช้อุปกรณ์อ่านภาพโดยรังสีอินฟาเรด

Dot Pattern จะปกปิดได้มากขึ้นจากการเพิ่มจำนวนสีของหมึกทึบแสงไร้คาร์บอนที่ใช้สำหรับการพิมพ์ในชั้นเหนือขึ้นไปบนกระดาษและพิมพ์ Dot Pattern ข้างใต้โดยใช้หมึกคาร์บอนในสีที่ทำการประมาณไว้แล้วว่า เมื่อพิมพ์ครบทุกสี การผสมของสีจะได้สีที่ต้องการ

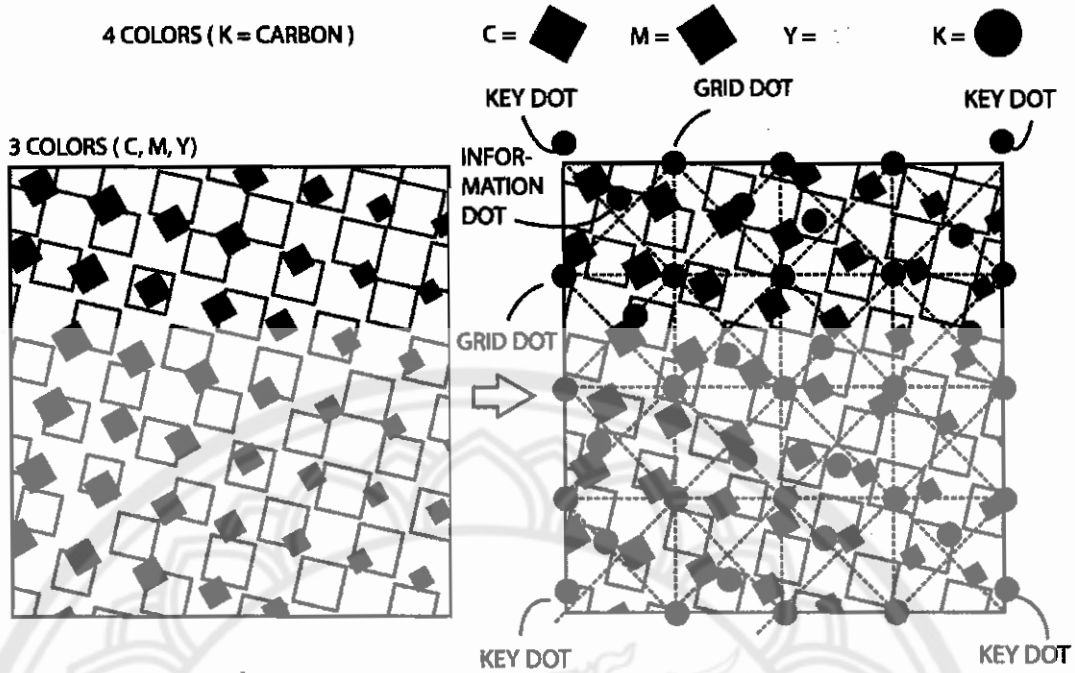


รูปที่ 2.4 แสดงรายละเอียดภายในของจุดที่พิมพ์

รูปแบบพิเศษที่แสดงในรูปที่ 2.4 คือการพิมพ์ Dot Pattern ออกมาโดยใช้หมึกคาร์บอนที่มีสีเดียวกันกับสีพื้นหลังทั้ง 4 ภายในพื้นที่ของ Dot Pattern (จำนวนสีอาจจะต่างกันไป) ดังนั้น สีของ Dot Pattern จะผสมกับสีข้างเคียงเพื่อให้ได้ระดับการปกปิดที่สูงขึ้น

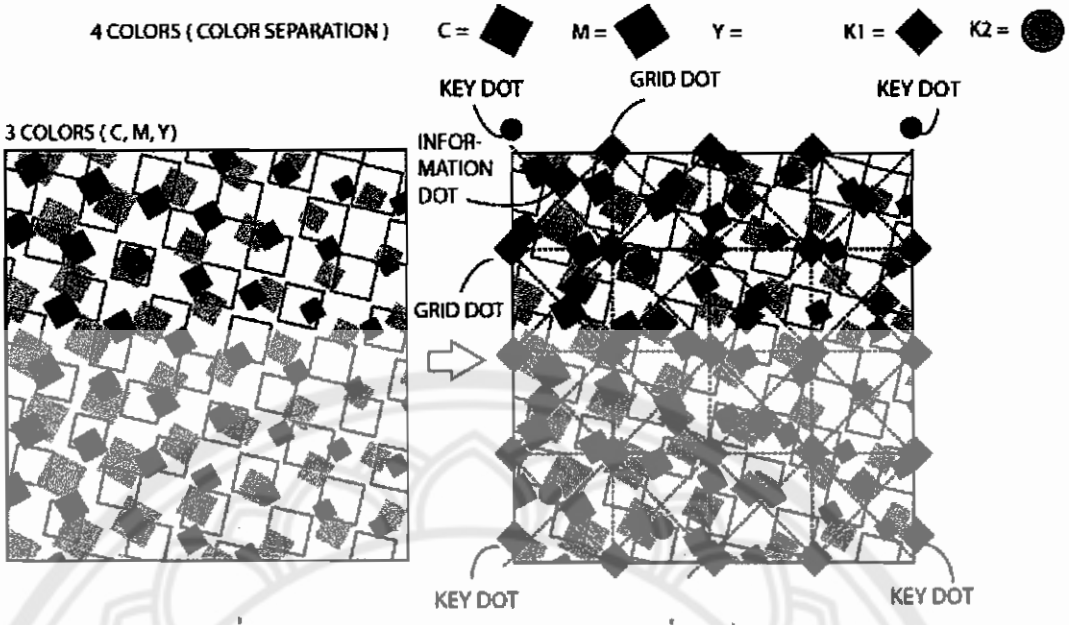
รูปที่ 2.4 (a) แสดงให้เห็นจุดสีเดียว ขณะที่ภาพ 2.4 (b) แสดงให้เห็นจุดที่ประกอบด้วยการร่วมกันของสีต่างๆ4จุด ลักษณะพิเศษเหล่านี้เป็นศิลปะของการพิมพ์ซ่อนจุดขั้นสูง บนเงื่อนไขของ Halftone Dots จากวิธีการพิมพ์ AM

รูปที่ 2.4 (b) แสดงตัวอย่างของการพิมพ์จุด โดยใช้หมึกคาร์บอน 4 สี โดยพิมพ์ตามลำดับจากทั้ง 4 สี คือ Y (yellow), M (magenta), C (cyan), and K (black) เริ่มจากชั้นล่างสุด



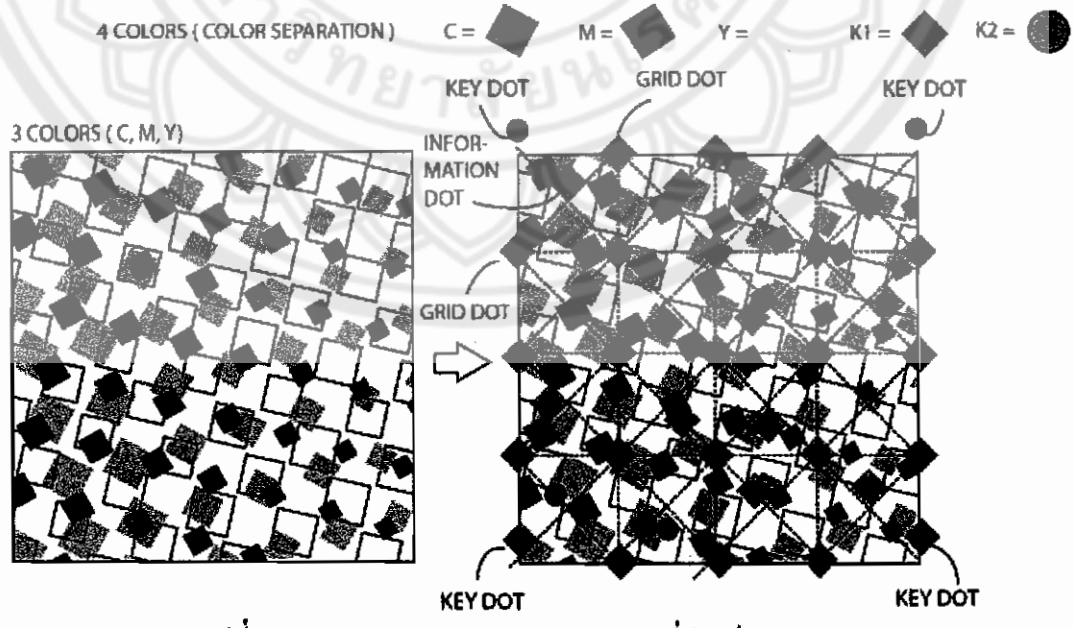
รูปที่ 2.5 แสดงการแยก Dot ออกจาก ภาพที่พิมพ์แบบ AM

ในรูปแบบนี้โทนสีดำที่เป็นแบบ Halftone จึงถูกแบ่งออกไปเพื่อใช้เป็น Dot Pattern. รูปที่ 2.5 เป็นภาพตัวอย่างของกระบวนการพิมพ์แบบ AM โดยใช้ halftone dots เป็น Dot Pattern บนพื้นฐานของ GRID-1 ภาพทางซ้ายเป็นภาพจริงของการพิมพ์ด้วยหมึก C, M, และ Y ส่วนภาพทางขวาเป็นพื้นผิวที่พิมพ์ด้วยส่วนประกอบจากสีดำ K ที่แยกออกมาจากส่วนประกอบ CMY เพื่อแบ่งปันจุดระหว่าง halftone กับ dot pattern ในภาพนี้ สารประกอบ K จะใช้เพื่อเป็นตัวแทนของ Dot Pattern ที่พิมพ์ออกมาโดยใช้หมึกคาร์บอน ส่วน CMY ในภาพขวามือจะมีสารประกอบ K อยู่เหมือนกัน แต่มีเพียง K ใน Dot Pattern เท่านั้นที่สอดคล้องต่อ halftone dots ที่แยกออกมาจาก CMY ในภาพเดิม



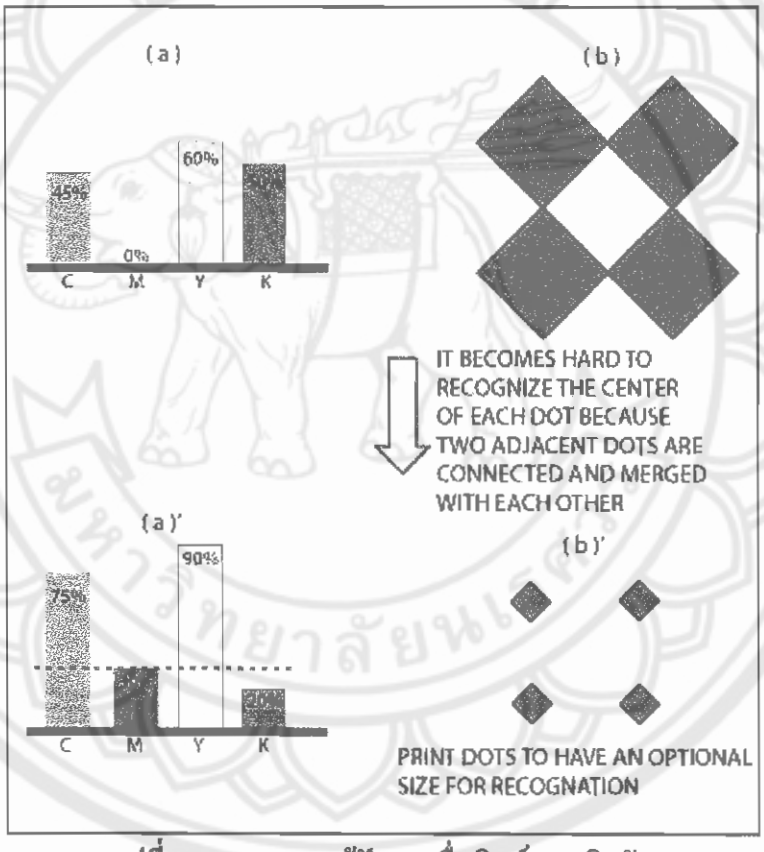
รูปที่ 2.6 แสดงการแยก Dot ออกจาก ภาพที่พิมพ์แบบ AM

รูปที่2.6 เป็นภาพตัวอย่างของกระบวนการพิมพ์แบบ AM โดยใช้ halftone dots เป็น Dot Pattern และเป็นไปตามแบบของ GRID-1 ภาพทางซ้ายเป็นภาพดั้งเดิมที่พิมพ์ด้วยหมึก C, M, และ Y และภาพทางขวาเป็นภาพพิมพ์ขององค์ประกอบ K (black component) ที่แยกมาจาก CMY เพื่อแบ่งจุดต่างๆ ระหว่าง halftone dots และจุดใน Dot Pattern ในภาพนี้ จึงได้ว่าองค์ประกอบ K ที่พิมพ์ออกมานั้นเป็นทั้งหมึกที่มีคาร์บอนและไม่มีคาร์บอน และ Dot Pattern จะแยกออกมาได้โดยกระบวนการแยกสี



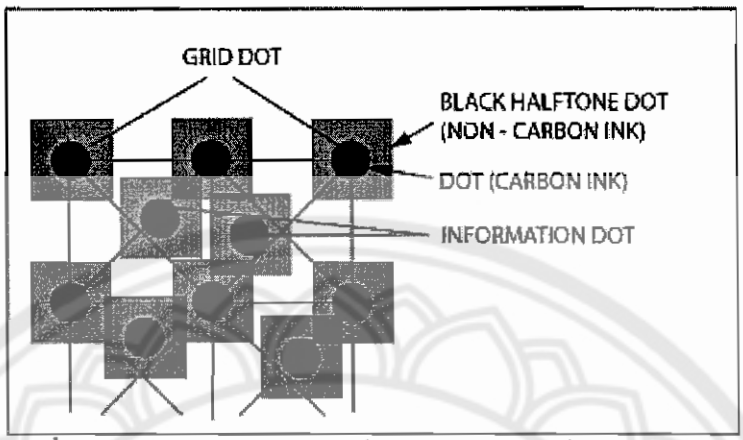
รูปที่ 2.7 แสดงการแยก Dot ออกจาก ภาพที่พิมพ์แบบ AM

รูปที่2.7 เป็นภาพตัวอย่างของกระบวนการพิมพ์แบบ AM โดยใช้ halftone dots เป็น Dot Pattern และเป็นไปตามแบบของ GRID-1 ภาพทางซ้ายเป็นภาพดั้งเดิมที่พิมพ์ด้วยหมึก C, M, และ Y และภาพทางขวาเป็นภาพพิมพ์ของ K (black component) ที่แยกมาจาก CMY เพื่อแบ่งระหว่างจุด K1และK2 ที่เป็น halftone dots ออกจาก dot pattern ในภาพนี้ จุด K1 จะพิมพ์โดยใช้หมึกที่ไม่เป็นคาร์บอน และจุด K2 จะพิมพ์โดยหมึกที่เป็นคาร์บอน จุด K1 ที่เป็น halftone จะถูกแบ่งกับจุดที่เป็น Dot Pattern ส่วนจุด K2 เป็นการพิมพ์ superpose บนพื้นที่ของ K1 โดยใช้จุด halftone dots ให้เล็กที่สุดเท่าที่จะแยกเป็นจุดได้ ข้อตกลงประการเดียวของจุด K2 คือต้องเล็กกว่าจุด K1 ดังนั้นจุด K2 จะมีระดับความเป็นอิสระสูงในการตอบสนองเพื่อแยกแยะ



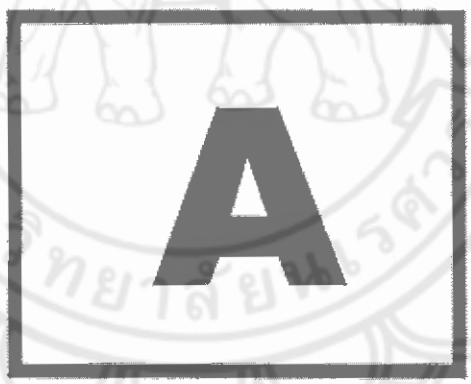
รูปที่ 2.8 แสดงการแก้ปัญหาเมื่อพิมพ์ Dot ติดกัน

รูปที่2.8 (a) และ 2.8(b) เพื่อป้องกันไม่ให้จุดสองจุดที่อยู่ใกล้กันเชื่อมกันจึงทำการลดสี K (black) (ซึ่งมีอยู่ประมาณ 50%) ลง 30% และเพิ่มสี CMY อย่างละอันลงไปอีก 30% ดังแสดงในภาพ 2.8(a') และ 2.8(b') แม้ว่าจุดเหล่านี้จะถูกจัดเรียงให้มีช่องว่างเท่ากันแต่ก็ไม่อาจกล่าวได้ว่าจุดต่างๆอาจจะแทนที่กันได้ เมื่อ halftone dots ถูกใช้เป็นจุดข้อมูลใน dot pattern

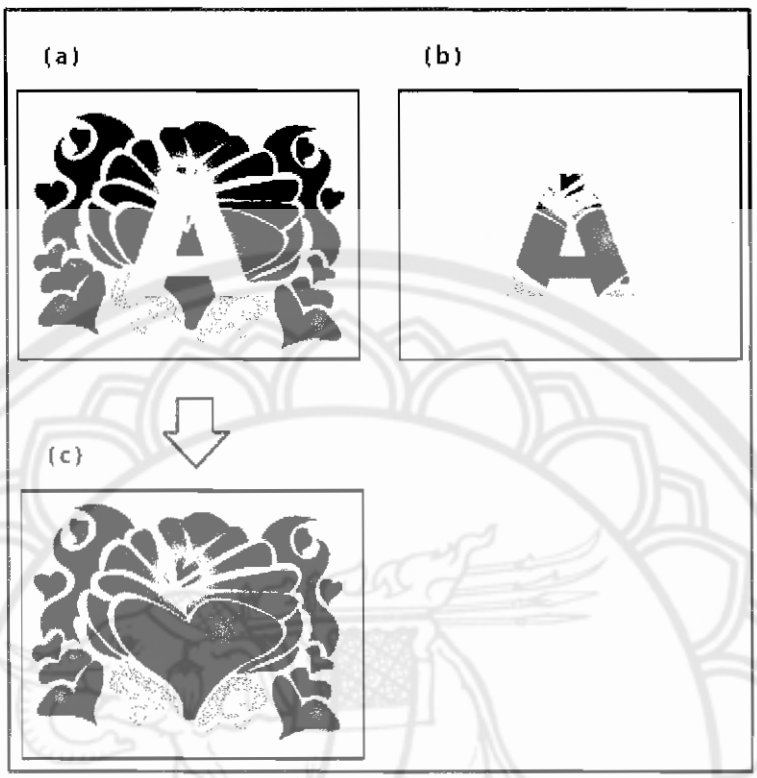


รูปที่ 2.9 แสดงตำแหน่งของจุดที่เป็นข้อมูลกับจุดที่เป็นโครงสร้าง

รูปที่2.9 เป็นภาพที่แสดงให้เห็น dot pattern ตาม GRID-1 ในแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ ใน dot pattern นี้ จุดข้อมูลแสดงด้วยวงกลมสีดำจะเป็น superposed บน halftone dots ที่แสดงด้วยรูปสี่เหลี่ยม



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างของการพิมพ์รูปที่ได้การสแกนจากอินฟาเรดแล้ว



รูปที่ 2.11 แสดงการพิมพ์ภาพส่วนที่ใช้หมึกที่มีคาร์บอนกับส่วนที่ใช้หมึกไม่มีคาร์บอน

ในส่วนนี้จะเป็นการเตรียมพื้นที่ๆจะทำการ Mask บนภาพที่พิมพ์เพื่อกำหนดส่วนที่จะต้องทำให้แยกแยะออกได้

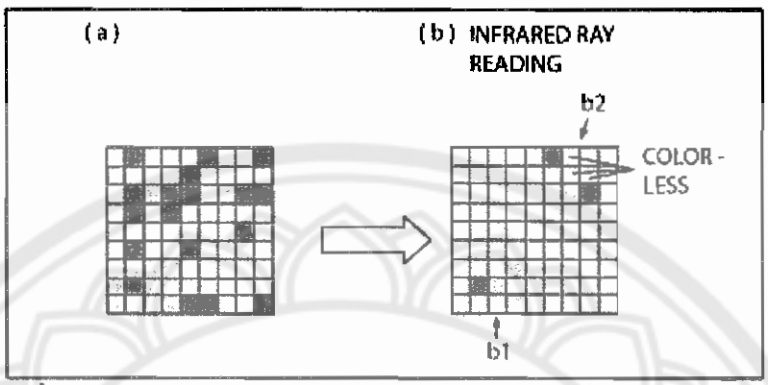
จะทำการแบ่งพื้นที่ของภาพเป็น 2 ส่วน ตามแบบที่ได้กำหนดไว้ ส่วนหนึ่งจะพิมพ์โดยใช้หมึก non-carbon CMYK และอีกส่วนหนึ่งพิมพ์โดยใช้หมึก carbon CMYK ดังนั้น ตัวอักษร ภาพและโค้ดต่างๆที่พิมพ์ด้วยหมึกคาร์บอนจะอ่านได้โดยใช้รังสีอินฟาเรด

ที่พิเศษไปกว่านั้น ดังแสดงในภาพ 2.10 ลักษณะพิเศษเหล่านี้ จะอยู่ภายในภาพในกรอบที่เป็น mask จากนั้นจึงพิมพ์ภาพที่ไม่รวมกับส่วนที่เป็น maskโดยใช้หมึกไร้คาร์บอน ดังแสดงใน 2.11(a) จากนั้นพิมพ์ส่วนที่เป็น mask โดยใช้หมึกคาร์บอนดังแสดงในภาพ 2.11(b)

ผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นในภาพ 2.11(c) ระหว่างกระบวนการนี้ เนื่องจากหมึกที่มีและไม่มีคาร์บอนจะต่างกันในคุณลักษณะที่เป็น chromogenic ทำให้สามารถแยกส่วนที่เป็น Mask ออกได้จากสีสันที่ดูแตกต่างกัน ดังนั้นในการสร้างภาพที่ดูเป็นธรรมชาติ หมึกที่ผสมกับ Stealth Ink จึงถูกนำมาใช้มากกว่าหมึกคาร์บอน

เมื่อฉายรังสีอินฟาเรดลงในภาพ 2.11(c) แล้วอ่านภาพที่สะท้อนด้วย infrared optical reading unit ภาพที่แฝงไว้จะแสดงออกดังภาพ 2.10 โดยจะวิเคราะห์ได้เฉพาะส่วนที่อยู่ใน Mask ที่

พิมพ์โดยใช้หมึกคาร์บอนที่ดูดซับแสงอินฟาเรด ส่วนที่ Mask ไว้จะอยู่ในรูปของตัวอักษร A ใหญ่ โดยสามารถทำเป็นรูปร่างใดๆก็ได้ที่ต้องการ ทั้งสัญลักษณ์หรือกราฟิก ส่วนที่อยู่ใน Mask จะพิมพ์ออกมาโดยใช้ dot patterns ใดก็ได้



รูปที่ 2.12 ภาพอธิบายการสร้าง dot pattern โดยใช้ FM screen printing

การแสดง dot-pattern stealth printing ตามเทคนิค FM screen printing. วิธี FM screen printing แทนโดยภาพที่มีความเข้มของ pixels ต่างกัน ในขนาดเดียวกัน (ดูภาพ 2.12)

รูปแบบพิเศษเหล่านี้ช่วยให้แยกแยะจุดต่างๆ ที่ฉายด้วยรังสีอินฟาเรดได้ด้วยการพิมพ์ขอบเขตของจุด กล่าวคือการใช้พิกเซลสร้างจุดต่าง ๆ โดยใช้ CMY ของหมึกคาร์บอนสีเดียวกับในส่วนพื้นที่นี้ ส่วนที่เหลือของภาพพิมพ์ออกมาโดยใช้หมึกไร้คาร์บอน

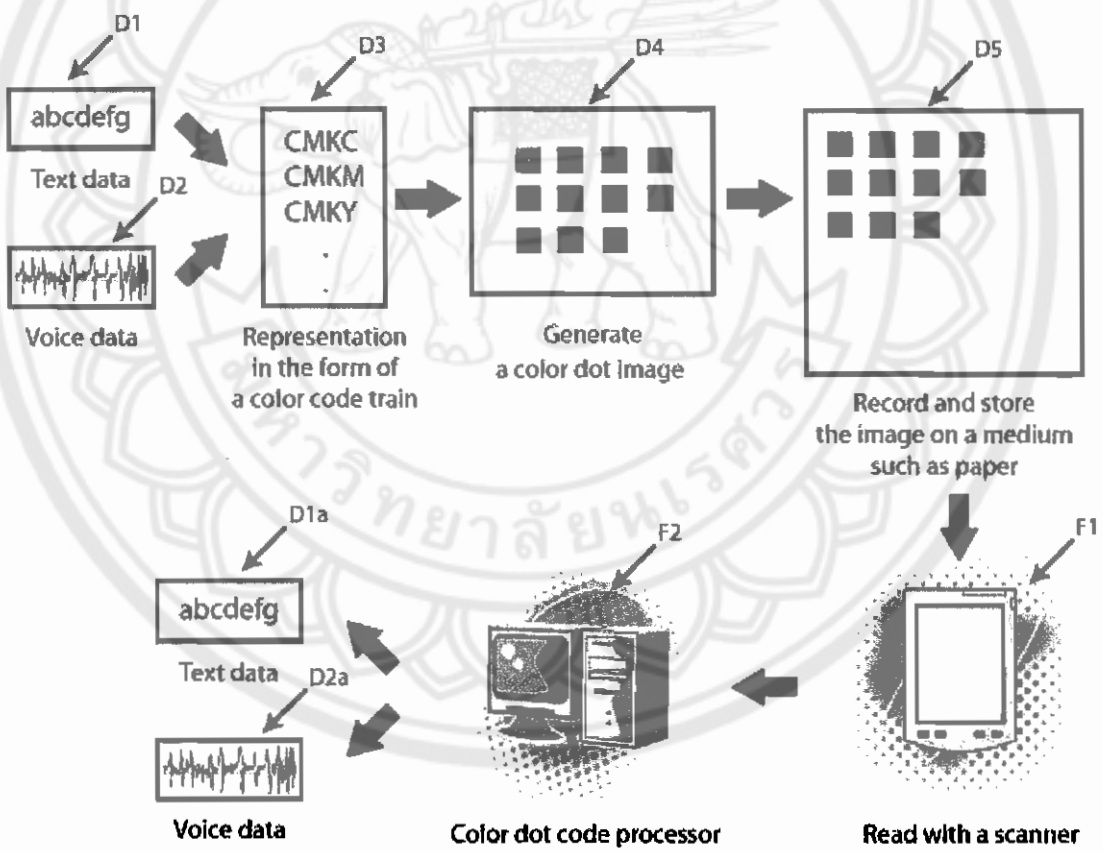
หากส่วนต่างๆ ของ dot pattern ในจุดที่สร้างขึ้นมา ไม่มีข้อมูลสีดังแสดงในภาพ 2.12 (b) จำเป็นต้องสร้างรูปร่างที่แยกได้เหมือนกับจุด อาจจะด้วยการแลกสีกับพิกเซลใกล้เคียง หรือกำหนดให้สีเหมือนกับพิกเซลข้างเคียง

หากไม่มีข้อมูลสีในพิกเซลที่ใกล้เคียง ต้องพิมพ์โดยสร้างสีที่ใกล้เคียงกับกระดาษโดยใช้หมึกคาร์บอน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

จากการดำเนินการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับ Dot Pattern มาข้างต้นแล้วได้พบว่า Dot Pattern นั้นมีหลักการบางส่วนที่ยากแก่การทดสอบ จึงได้นำส่วนหนึ่งของทฤษฎีของ Dot Pattern มาใช้ในการทดสอบ เพื่อให้การศึกษาทฤษฎีมีความถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ โดยทฤษฎีที่นำมาใช้ในการทดสอบนั้นคือ ระบบรหัสจุดสี(COLOR DOT CODE SYSTEM) มีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้

3.1 ระบบรหัสจุดสี (COLOR DOT CODE SYSTEM)

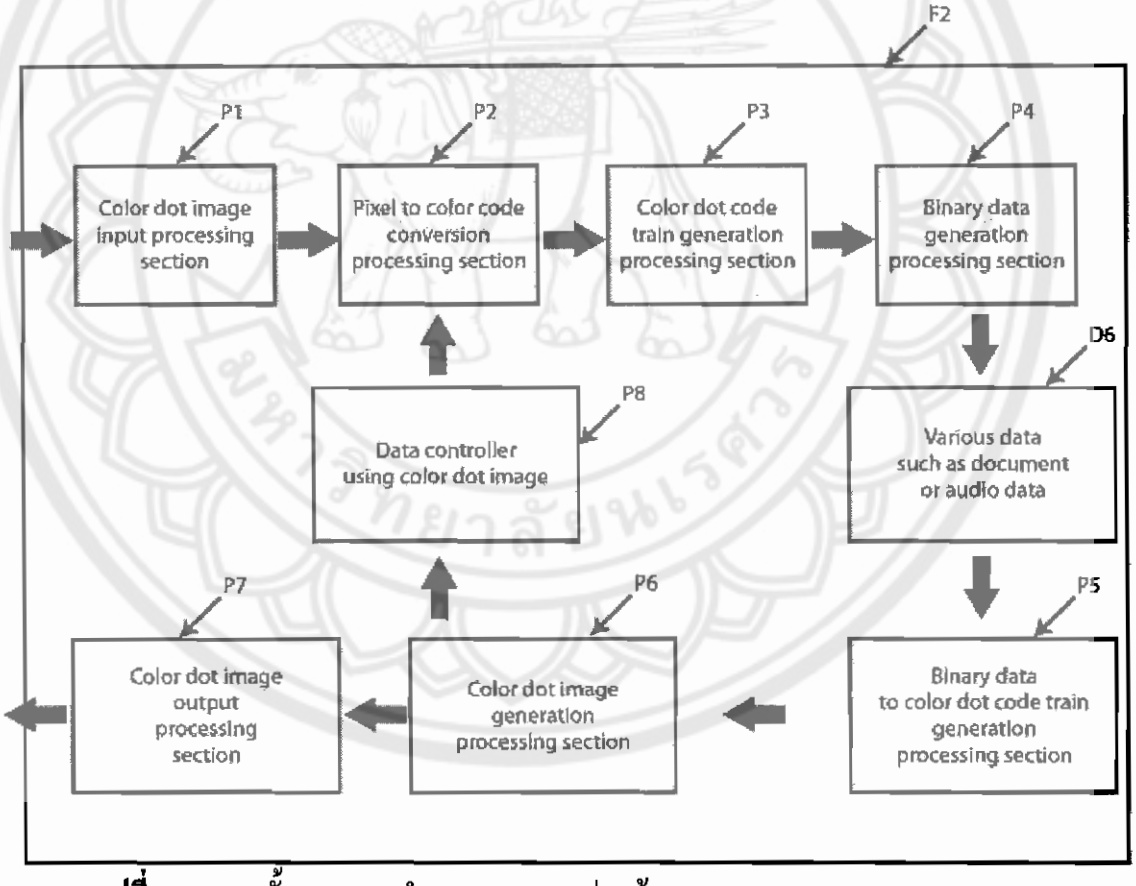


รูปที่ 3.1 แสดงหลักการทำงานของ Color Dot Code System

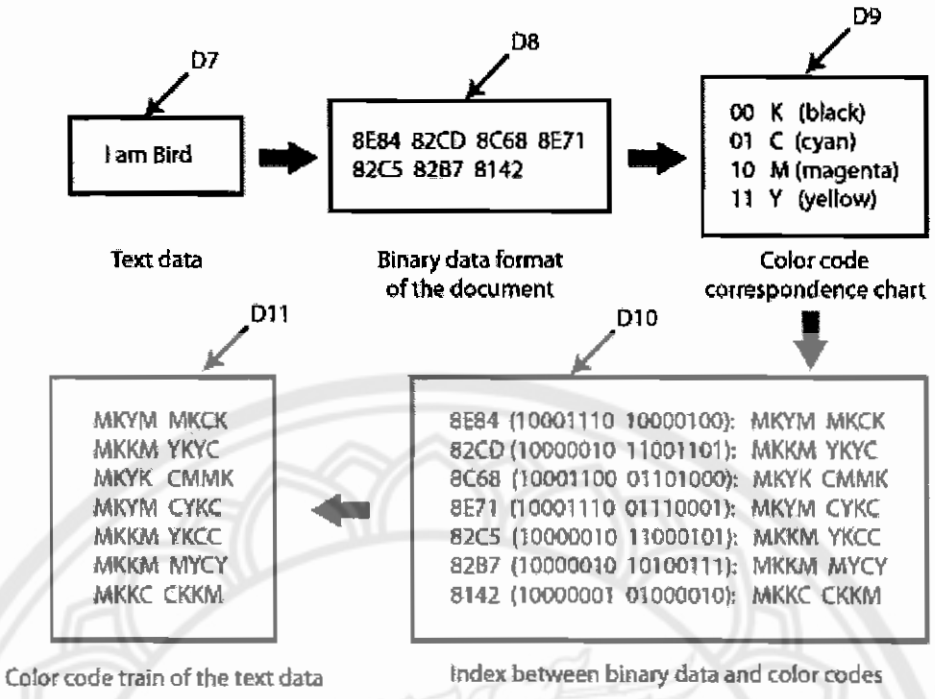
รูปที่3.1 เป็น block diagram ของระบบ color dot code system โดยข้อมูล เช่น เอกสาร และข้อมูลเสียงจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ color dot images และจะเก็บ color dot images เหล่านี้ไว้

บนตัวกลางเช่น กระดาษ หรือไม้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกอ่านจากตัวกลางประเภทต่างให้กลับมาเป็นข้อมูลต้นฉบับโดยกล้องถ่ายรูปหรือสแกนเนอร์ และซอฟแวร์ประมวลผลภาพ

ขั้นแรกสุด คือ ข้อมูลตัวอักษร **D1** ข้อมูลเสียง **D2** และข้อมูลประเภทอื่นๆจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ color code train **D3** เมื่อพิมพ์ด้วย ink jet printer โดยสีพื้นฐานของหมึกพิมพ์ C (cyan), M (magenta), Y (yellow), และK (black) จากนั้น color dot image **D4** ที่สร้างมาจาก color code train จะถูกบันทึกบนตัวกลาง เช่น กระดาษ โดยการพิมพ์ ดังนั้นข้อมูลต่างๆ เช่น เอกสาร และข้อมูลเสียงจะถูกบันทึกเป็นรูปภาพ **D5** ลงบนตัวกลาง ในการจะเรียกกลับของข้อมูลตัวอักษรเดิม **D1**หรือ ข้อมูลเสียง **D2** จากภาพ color dot images **D4** ที่บันทึกและเก็บไว้บนสื่อต่างๆ **D5** จะถูกอ่านโดย color dot code processor **F2** ที่สร้างจากคอมพิวเตอร์หรืออ่านผ่านอุปกรณ์อ่านภาพ เช่น เครื่องสแกน และจะนำข้อมูลกลับคืนมาด้วยการประมวลผลของ color dot code processor ข้อมูลเดิม **D1a** และข้อมูลเสียง **D2a** จึงจะเรียกคืนกลับมาได้

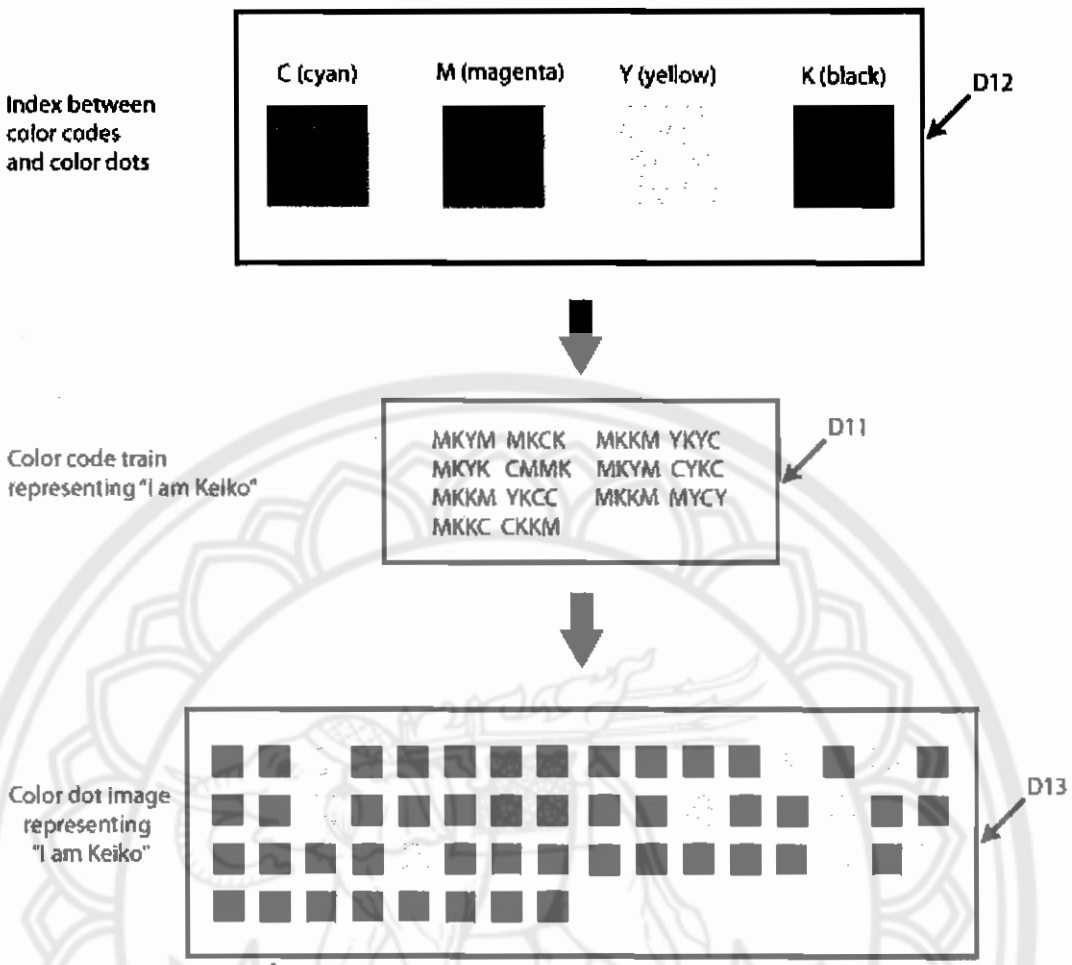


รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานและการแปลงข้อมูลของ Color Dot Code System



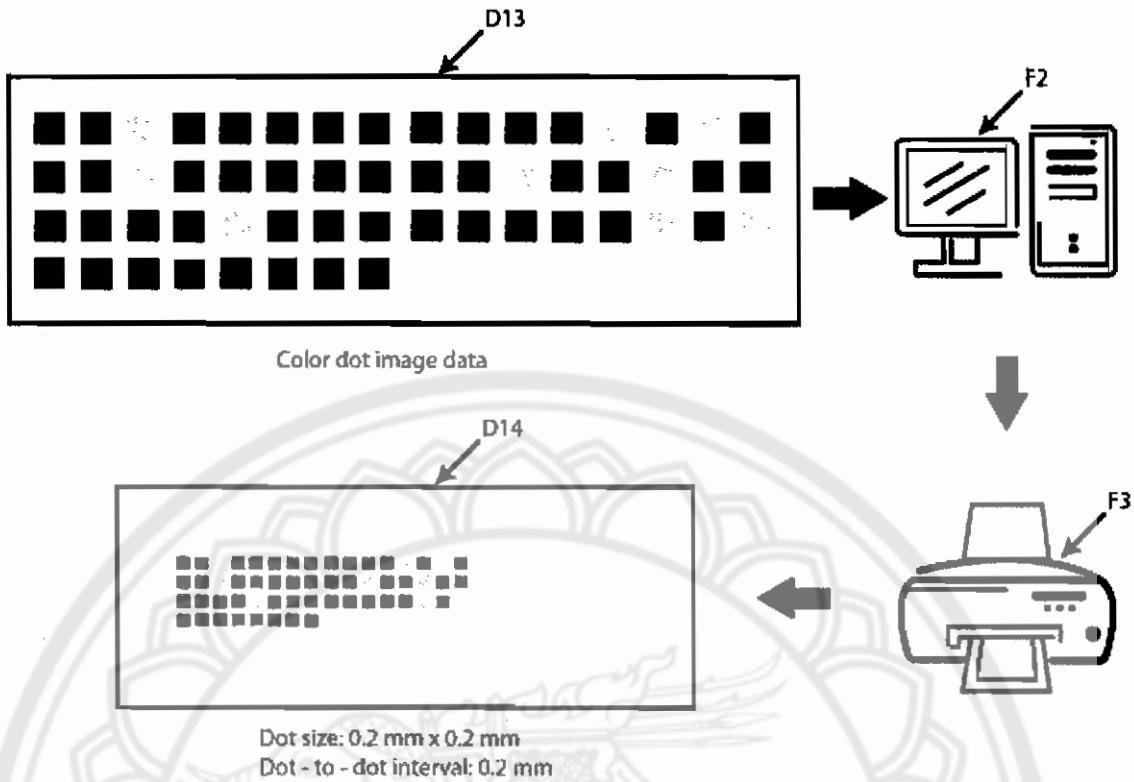
รูปที่ 3.3 แสดงการแปลงข้อมูลของ Color Dot Code System

รูปที่3.3 เป็นแผนภาพอธิบายวิธีการแทนข้อมูลเอกสารด้วย color dot code train. ข้อมูลตัวอักษร **D7** จะถูกแทนในรูปแบบของเลขฐานสอง **D8** ดังนั้นข้อมูล 2-bit จะถูกแทนด้วย color codes 4 แบบที่ประกอบด้วย C (cyan), M (magenta), Y (yellow), และ K (black) ที่ใช้ใน color codes เมื่อเป็นตามนี้ผัง D9 ที่ได้มาจะเหมาะสำหรับ bit information และ color codes relationship เช่น 00 สัมพันธ์กับ M (magenta), และ 11 สัมพันธ์กับ Y (yellow). เมื่อเป็นเช่นนั้นข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ **D7** จะถูกแปลงเป็นข้อมูลเลขฐานสอง **D8** และใช้ร่วมกับผัง **D9** เพื่อสร้างดัชนี **D10** จากนั้น color dot code train **D11** จึงถูกสร้างขึ้น



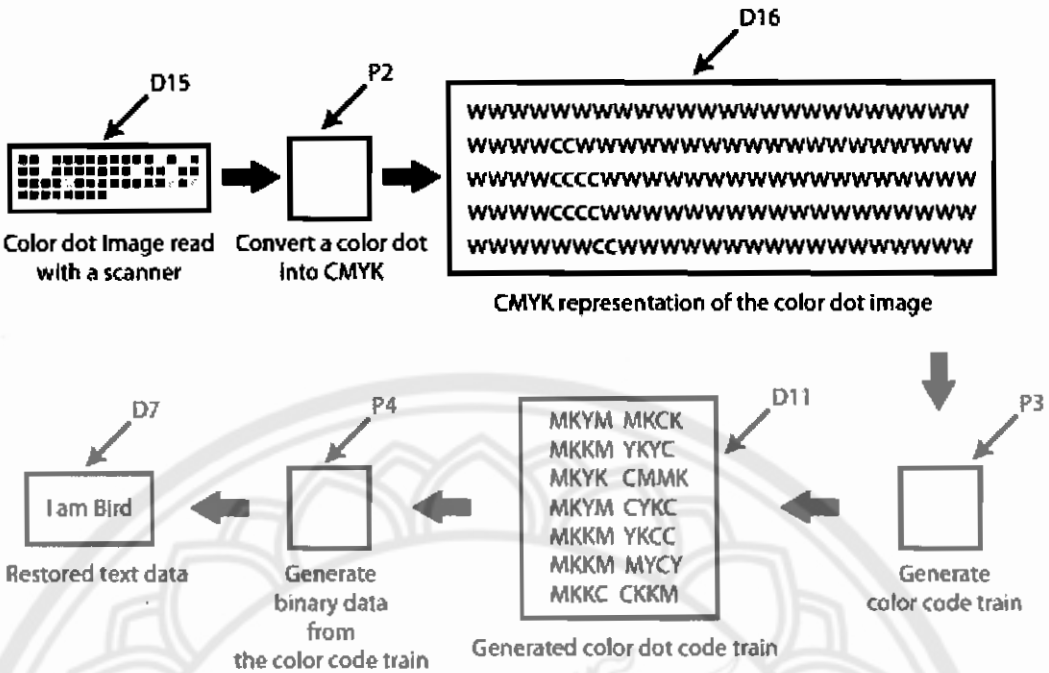
รูปที่ 3.4 แสดงการแปลงข้อมูลจากรหัสสีให้เป็นสีต่างๆ

รูปที่ 3.4 เป็นผังอธิบายความสัมพันธ์ของวิธีการแทน color dot code train ด้วย color dot image. ในผังนี้ color codes ของ C (cyan), M (magenta), Y (yellow), K (black) แทนด้วย color dots **D12** ที่มีสีสอดคล้องกันการใช้ color dots **D12**, color dot code train **D11** สำหรับ text data จะแทนด้วย color dot image **D13**.



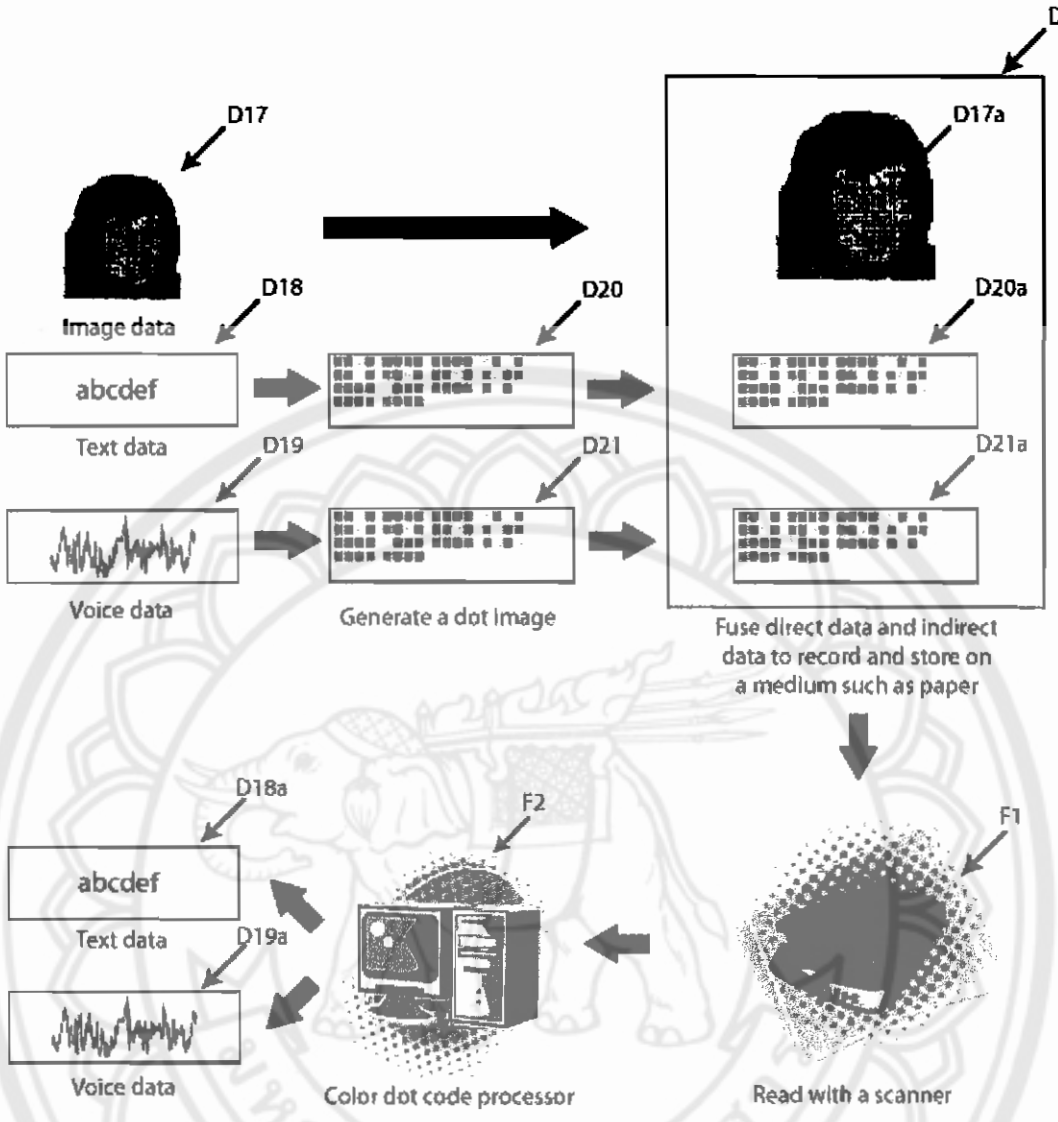
รูปที่ 3.5 แสดงหลักการพิมพ์รหัสจุดสี

รูปที่3.5 เป็นผังอธิบายการพิมพ์และการบันทึก color dot image บนกระดาษโดยใช้ printer ดังแสดงในผัง, color dot code processor **F2** เช่น PC จะควบคุมขนาดของแต่ละจุด และช่วงเว้นทั้งแนวนอนและแนวดิ่งระหว่างจุดต่างๆ ของ color dot image **D3**, และ printer **F3** จะทำการพิมพ์ color dot image **D14** ลงบนกระดาษได้



รูปที่ 3.6 แสดงหลักการแปลงค่ากลับคืนของรหัสจุดสี

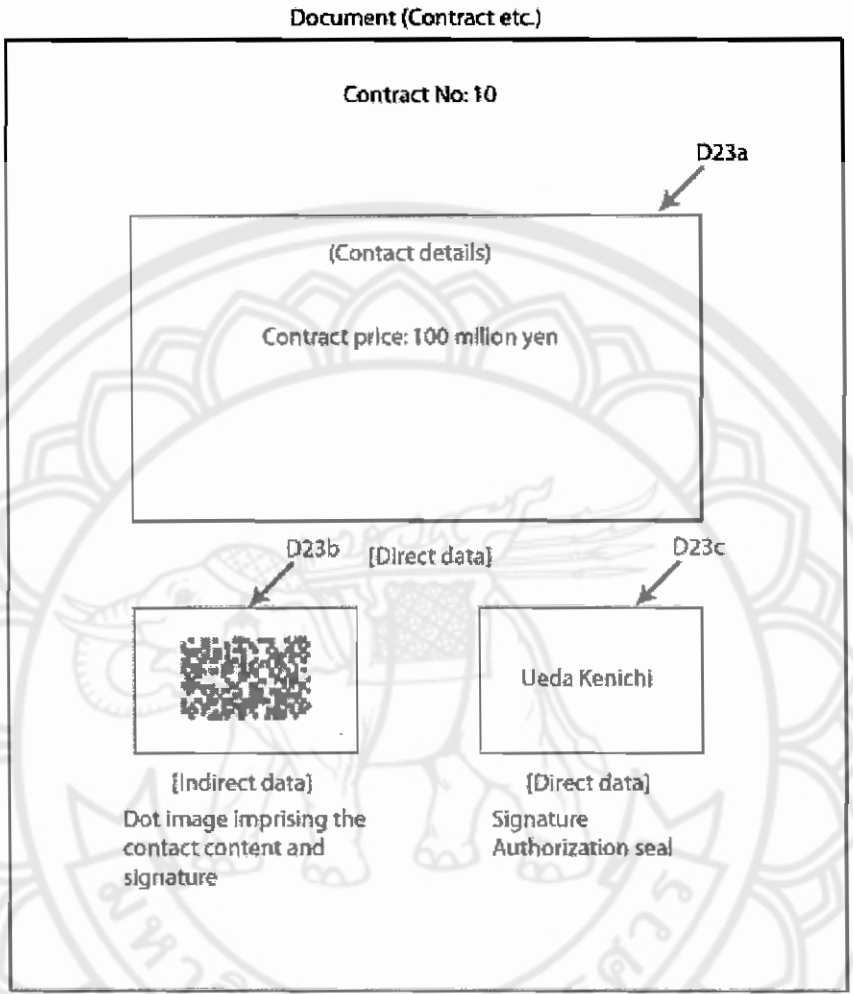
รูปที่3.6 เป็นผังอธิบายการเรียกเก็บข้อมูลเดิมจาก color dot image โดยอ่านภาพเข้าใน color dot image processing device ด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ดังแสดงในภาพ color dot image **D15** m อ่านเข้ามาจะถูกแปลงเป็น color codes ที่สอดคล้องกับแต่ละพิกเซลของมันโดยใช้ส่วนการแปลง pixel to color code **P2** ของ color dot code processor **F2**, แล้วเก็บเป็น C (cyan), M (magenta), Y (yellow),และ K (black) ดังที่แสดงใน D16. จากนั้น Color code train **D11** จะถูกสร้างขึ้นโดยใช้ color dot code train generation processing section **P3** ของ color dot code processor. ตามนี้แล้ว เอกสารเดิม **D7** ก็สามารถเรียกกลับมาจาก color code train **D11** ได้โดยใช้ binary data generation processing section **P4** ของ color dot code processor.



รูปที่ 3.7 แสดงการเปรียบเทียบของข้อมูลที่ทิ้งไป

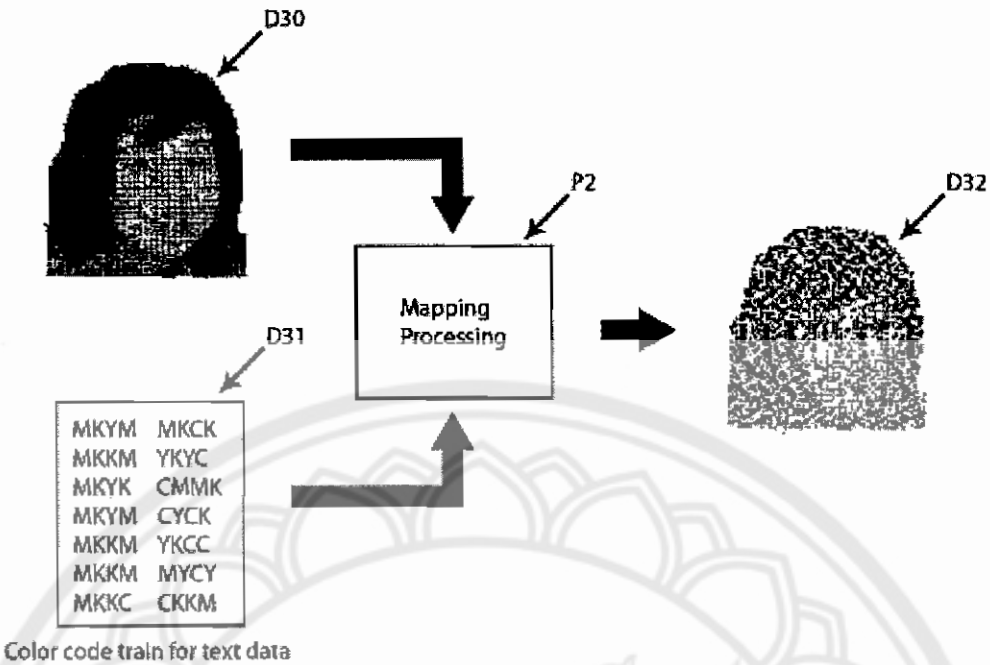
รูปที่3.7 เป็นผังผสมข้อมูลตรงกับข้อมูลอ้อม โดยที่ข้อมูลอ้อมจะตรงกับลักษณะต่างๆ ที่แสดงออกที่ทำให้เข้าใจได้โดยตรง โดยคน และข้อมูลอ้อมนั้น แทนด้วย color dot code image ที่แปลงจากข้อมูลต่างๆ ที่ผสมและบันทึก แล้วเก็บไว้ด้วยการพิมพ์บนสื่อกลางอย่างกระดาษพิมพ์ ไม้ และ color dot code image ของข้อมูลอ้อมนั้นที่บันทึกและเก็บไว้ในสื่อต่างๆ จะอ่านโดยใช้ กล้อง หรือ scanner โดยแยกรหัส แล้วแปลงเป็นข้อมูลตรง เช่นในผังที่แสดง image data **D17** ใช้เป็นข้อมูลตรง text data **D18** และ voice data **D19** ถูกแปลงเป็น dot images ไปสู่ **D20, D21** เพื่อแทนข้อมูลอ้อม และบันทึกเก็บ ในตัวกลาง เช่น กระดาษผ่านทางการพิมพ์ รูปแบบของตัวกลาง **D22** จะมีทั้งข้อมูลตรง **D20a** และข้อมูลอ้อมของข้อมูลเสียง **D21a** ในตัวกลาง **D22** ถูกอ่านเข้าสู่ dot code

processor **F2** โดย PC ผ่านเครื่องอ่าน **F1** อย่าง scanner และเรียกคืนข้อมูลตรงใน dot code processor, ข้อมูลเดิม **D18a** และ voice data **D19a** จะถูกเรียกคืน



รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างที่นำหลักการใช้รหัสจุดสีมาใช้

รูปที่3.8 เป็นผังแสดงอีกตัวอย่างหนึ่งของตัวกลางเช่น กระดาษที่มีการผสมระหว่างข้อมูลตรงกับข้อมูลอ้อมที่บันทึก และเก็บไว้ ในผัง ตัวกลาง **D23** อย่างกระดาษและบันทึกรวมกันทั้งส่วนที่เก็บข้อมูลตรงกับข้อมูลอ้อมเป็นเอกสาร เช่น สัญญา ที่บันทึกรายละเอียดของการทำสัญญา ไว้ใน **D23a** รวมถึง ราคาการทำสัญญา ลายเซ็น และ ส่วนรับรอง **D23c** เป็นข้อมูลตรง และ dot image **D23b** ประกอบขึ้นจากส่วนสำคัญของเนื้อหาสัญญาและลายเซ็นที่เป็นรหัสลับ โดยใช้คำสำคัญของระบบ public-key encryption หรือ common key ของระบบสร้างรหัสจากข้อมูลอ้อม



รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างที่นำหลักการใช้รหัสจุดสีมาใช้

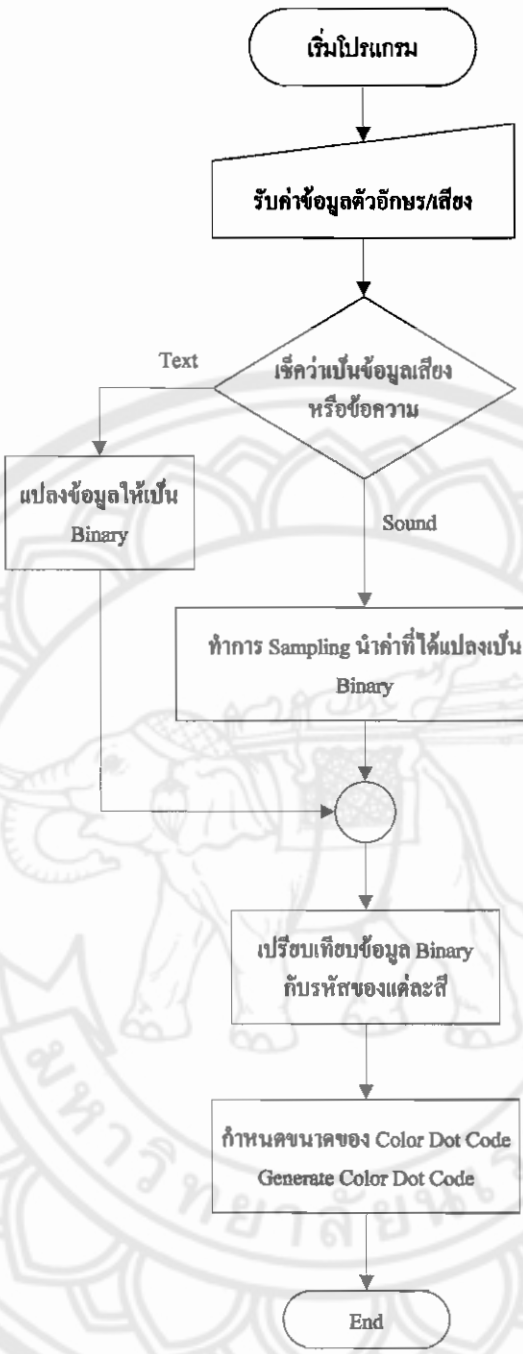
รูปที่3.9 เป็นผังแสดงตัวอย่างของการสร้าง color dot images ของรูปร่างอิสระจากข้อมูลต่างๆ โดยการ mapping color code train ไปยัง arbitrarily-shaped color dot image ดังแสดงไว้ในผัง จากการทำงานของ mapping processing **P9** ต่อ arbitrarily-shaped color dot image **D30** และ color code train **D31** สำหรับข้อมูลตัวอักษรและดัชนีสำหรับสีของ color code train ที่มีแต่ละจุดของ arbitrarily-shaped color dot image **D30**, color dot image **D32** ของ arbitrary shape จะถูกสร้างขึ้นสำหรับข้อมูลประเภทต่างๆ

3.2 สร้างแบบจำลองการทำงานของระบบรหัสจุดสี

การสร้างแบบจำลองการทำงานของระบบรหัสจุดสี สร้างขึ้นเพื่ออธิบายการทำงานของระบบรหัสจุดสี จากการวิเคราะห์หลักการได้นำส่วนของวิธีการดังแสดงในภาพที่3.1ถึงภาพที่3.7 สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น2ส่วน โดยแบ่งตามลักษณะของการทำงาน ทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และสะดวกในการนำไปพัฒนาโปรแกรมต่อไป ซึ่งแบบจำลองการทำงานจะอธิบายโดยใช้ Flow Chart สามารถสร้างแบบจำลองการทำงานของระบบได้ดังนี้

3.2.1 การเข้ารหัส Color Dot Code System

ลักษณะการทำงานเข้ารหัส คือมีการใส่ข้อมูลที่เป็นตัวอักษรและข้อมูลเสียง โปรแกรมจะนำข้อมูลทั้งสองไปทำการเข้ารหัสแล้วได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น Color Dot Code ซึ่งจะมีกระบวนการทำงานดังแสดงในภาพ

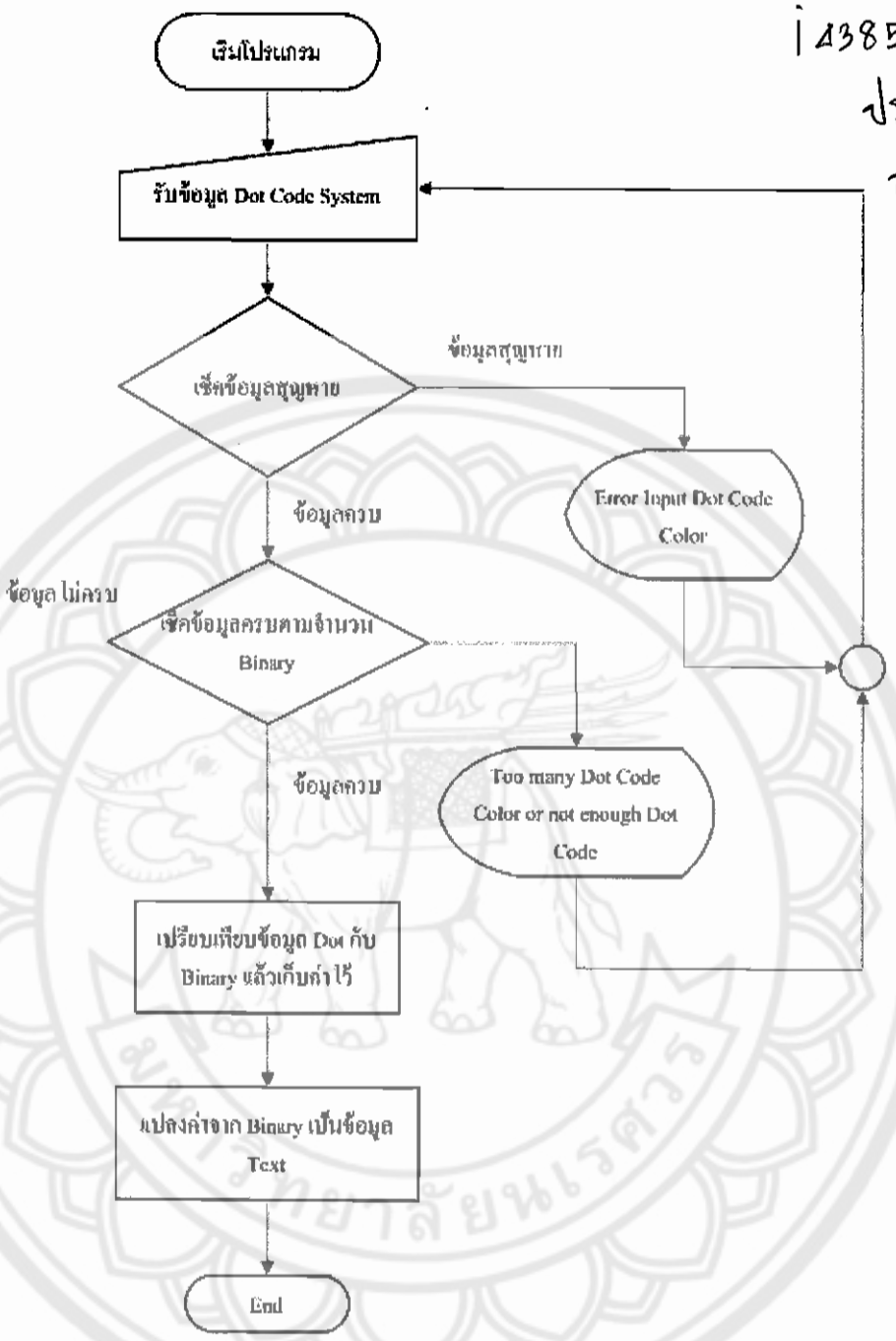


รูปที่ 3.10 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรม Color Dot Code Encoder

3.2.2 การถอดรหัส Color Dot Code System

ลักษณะการทำงานถอดรหัส คือมีจำลองการใส่ข้อมูลเป็นรูป Color Dot Code โปรแกรมจะนำข้อมูลไปทำการถอดรหัสแล้วได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นข้อมูล Text ซึ่งจะมีกระบวนการทำงานดังแสดงในภาพ

I 4385106
ปร
ป 394 ก
2550



รูปที่ 3.11 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรม Color Dot Code Decoder

บทที่ 4

ผลการทดลอง

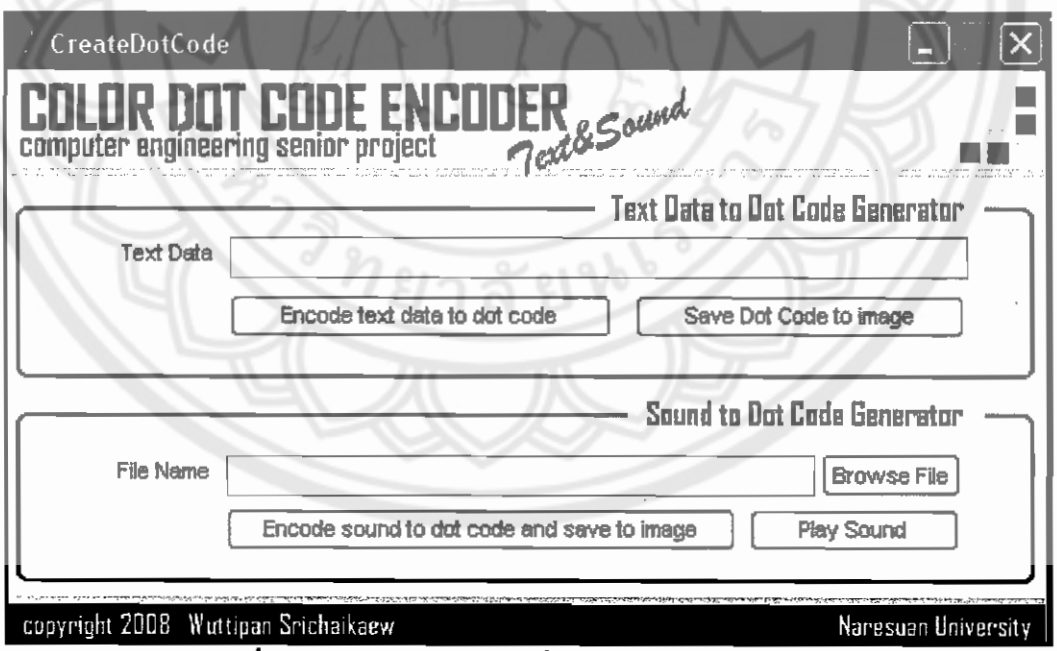
ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบโปรแกรมและแสดงผลของการทดสอบโปรแกรม โดยขั้นตอนการทดสอบโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยการทดสอบส่วนที่หนึ่งเป็นการทดสอบ โปรแกรมส่วนการเข้ารหัส และการทดสอบส่วนที่สองเป็นการทดสอบโปรแกรมถอดรหัส

4.1 ทดสอบโปรแกรมส่วนการเข้ารหัส

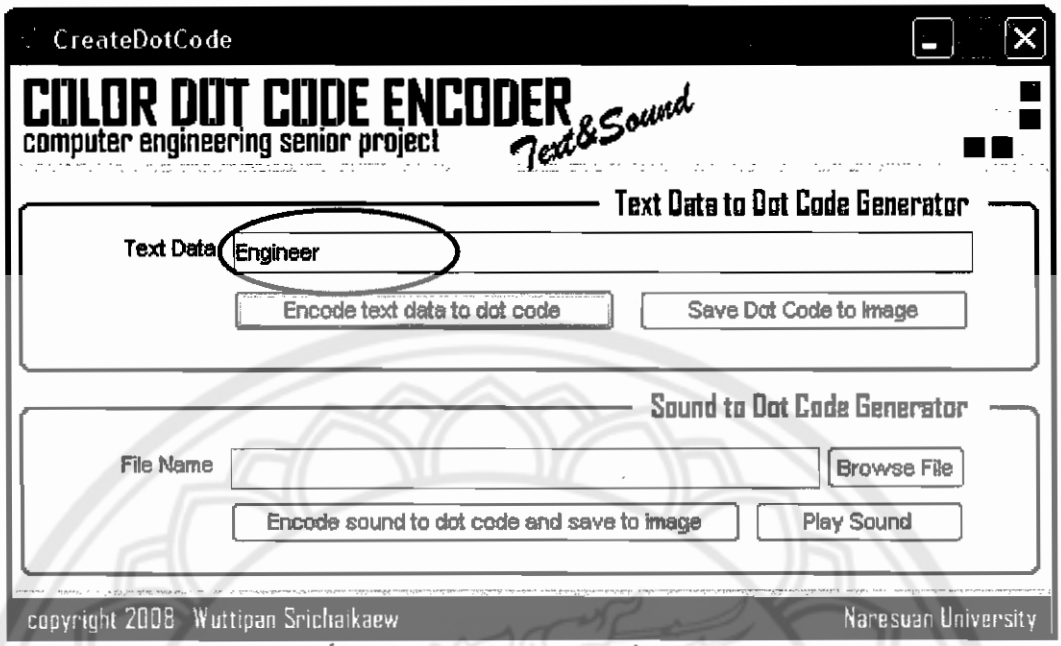
การทดสอบโปรแกรม Color Dot Code Encoder ในส่วนนี้เป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมสามารถอินพุตท์จากการกดคีย์บอร์ดจากนั้นนำค่าที่ได้จากการรับอินพุตท์ไปทำการเข้ารหัสแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากการเข้ารหัสไปแสดงผลเป็น Dot Code ได้ถูกต้อง โดยแบ่งการเข้ารหัสเป็น2ส่วน เข้ารหัสแบบข้อความ เข้ารหัสแบบเสียง

4.1.1 การเข้ารหัสข้อความ

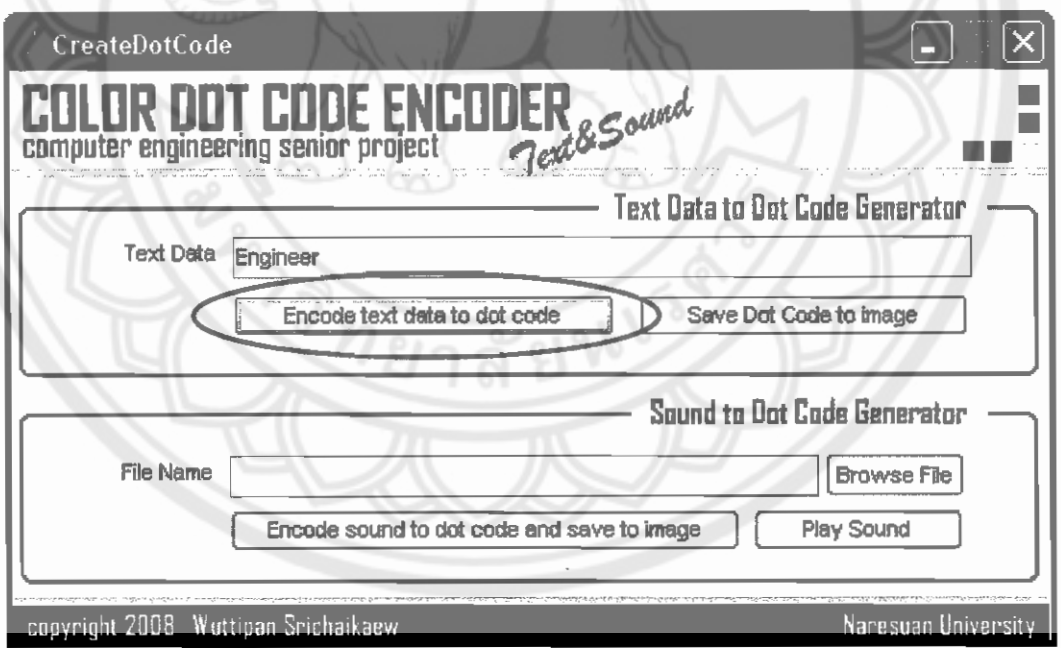
การทดสอบโปรแกรมในส่วนการเข้ารหัสข้อความเป็นการทดสอบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง



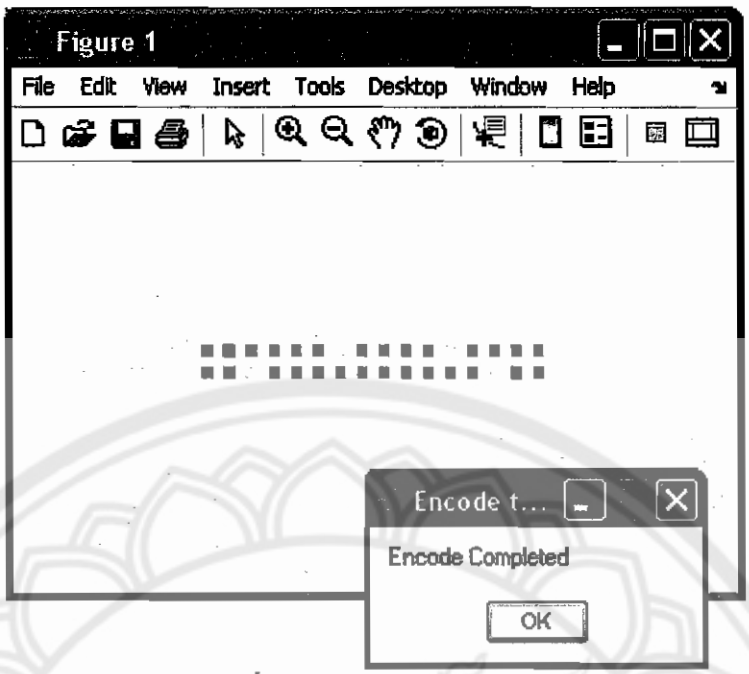
รูปที่ 4.1 หน้าหลักโปรแกรมที่ยังไม่มีการรับอินพุตท์ใดๆ



รูปที่ 4.2 แสดงการรับอินพุตที่เป็นข้อความ



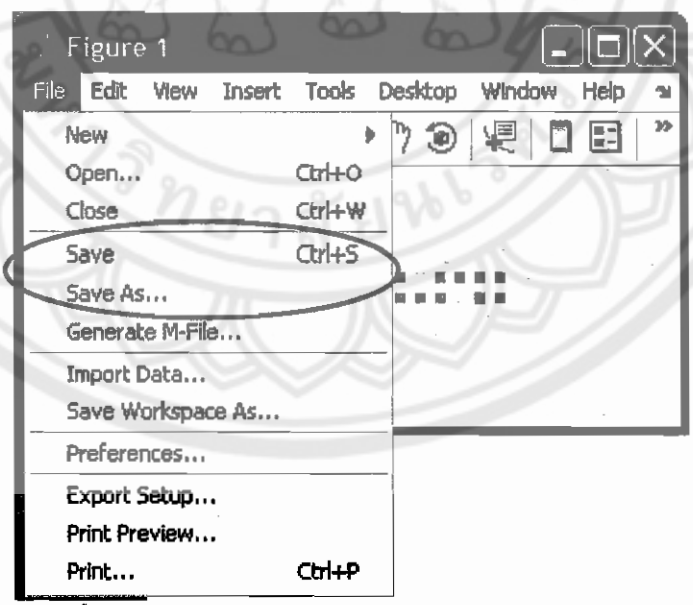
รูปที่ 4.3 แสดงการกดปุ่มเพื่อดูผลการเข้ารหัส



รูปที่ 4.4 แสดงผลการเข้ารหัส

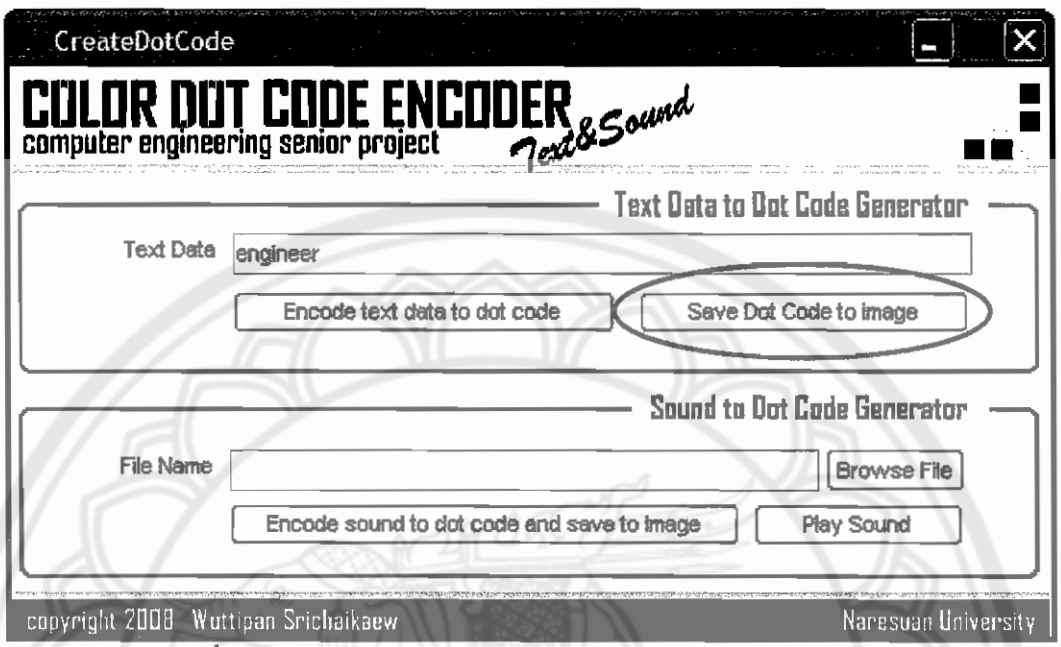
การ save file ภาพ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

- Save เมื่อหลังทำการ encode เสร็จ(รูปที่ 4.4) โดยคลิกที่ File -> Save หรือ Save As...



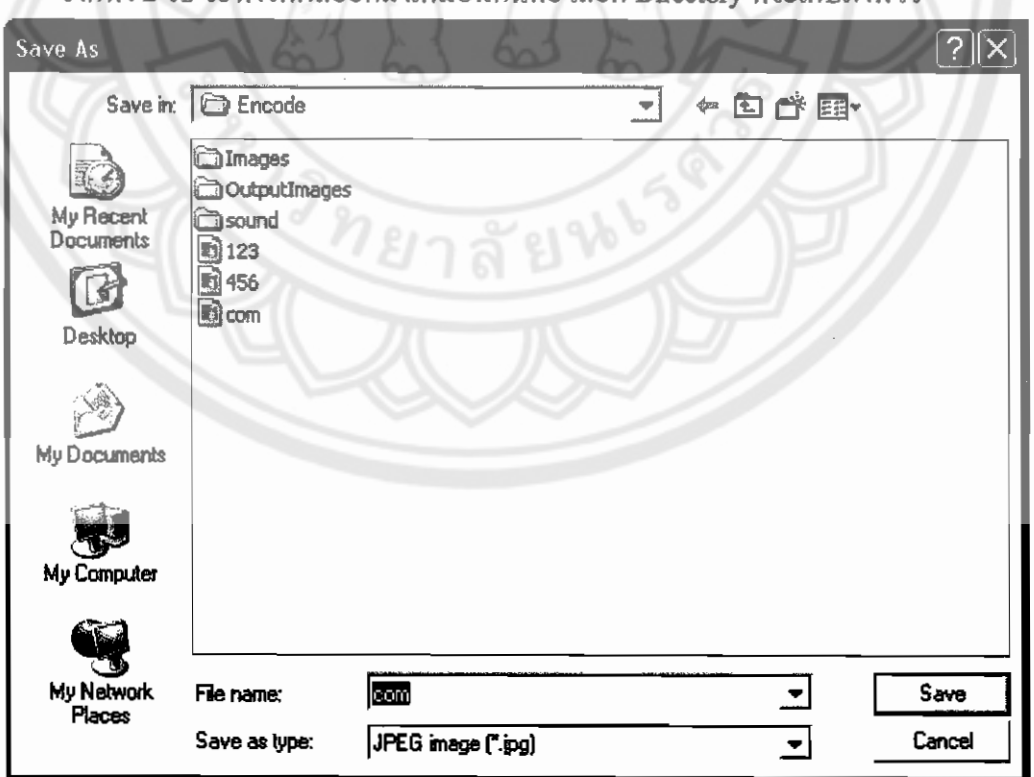
รูปที่ 4.5 เลือกฟังก์ชัน Save หรือ Save as จาก Menu File

- Save โดยกดปุ่ม Save Dot Code to image ที่ตัวโปรแกรม ในที่นี้จะไม่มีการแสดงภาพการ encode ออกมาให้เห็นก่อน

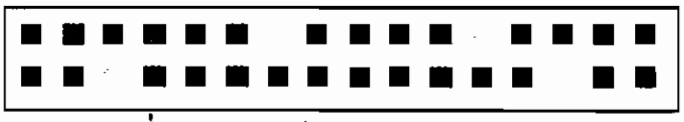


รูปที่ 4.6 แสดงการ Save File โดยใช้ปุ่ม Save Dot Code to image

จากทั้ง 2 วิธี จะทำให้ผลออกมาเหมือนกันคือ เลือก Directory ที่จะเก็บภาพไว้



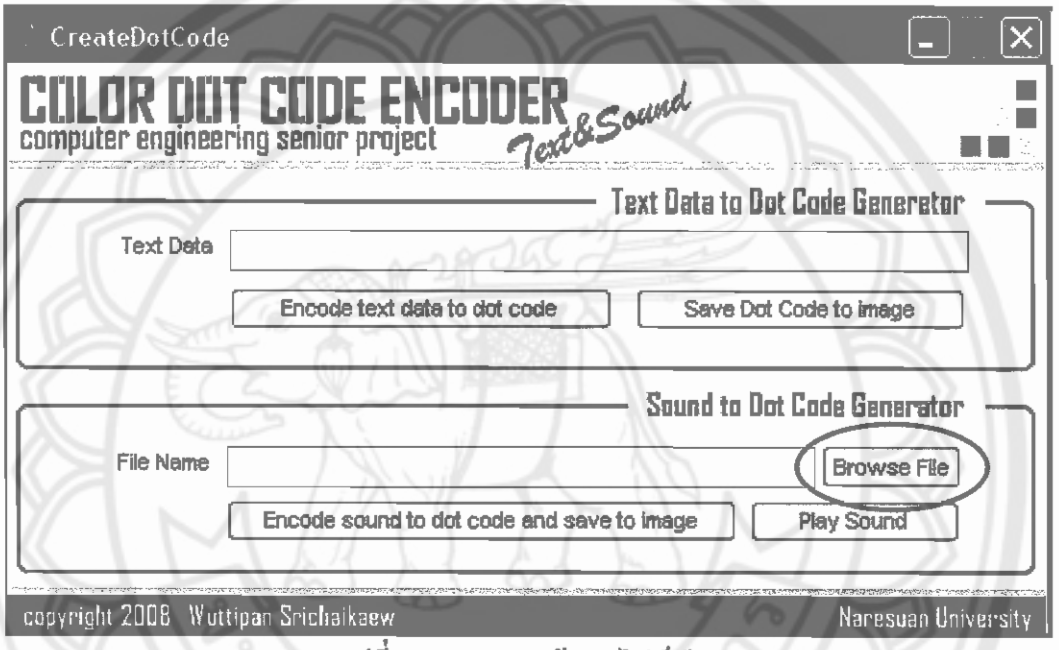
รูปที่ 4.7 ตั้งชื่อไฟล์ก่อน save



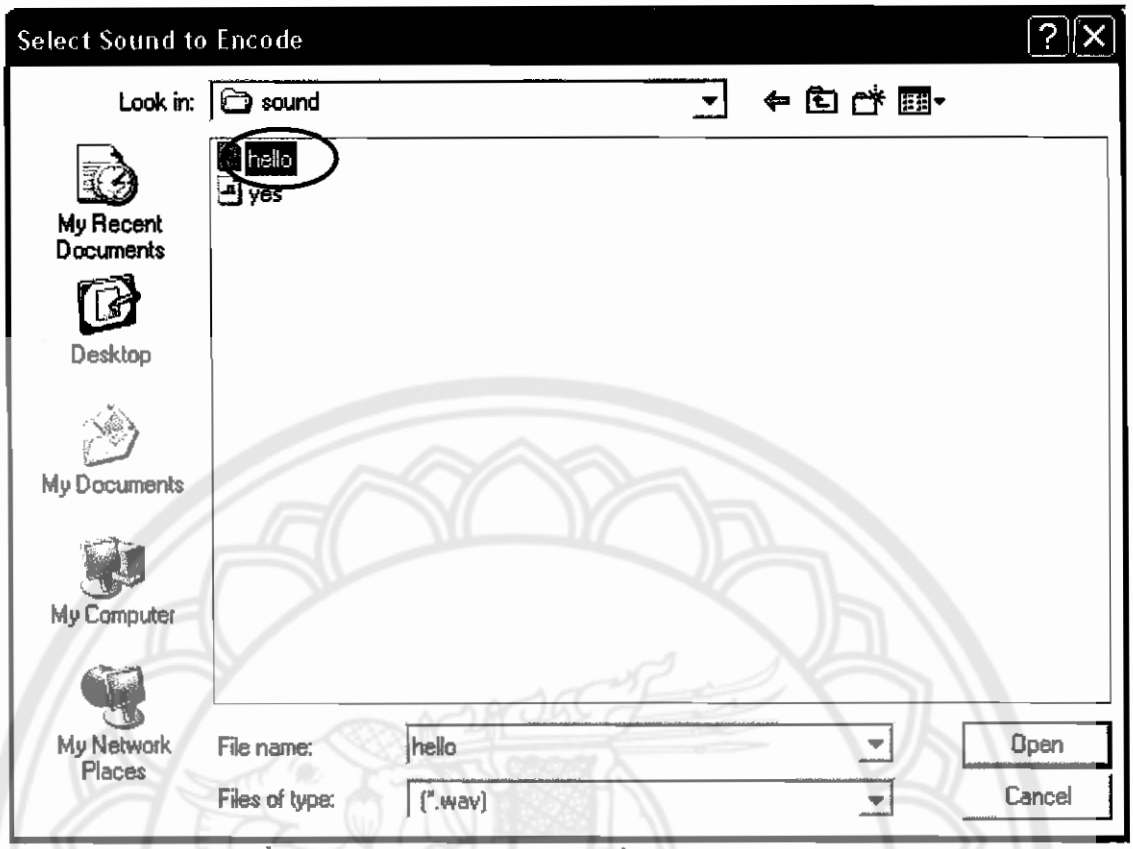
รูปที่ 4.8 ผลการเข้ารหัสจากคำว่า Engineer

4.1.2 การเข้ารหัสเสียง

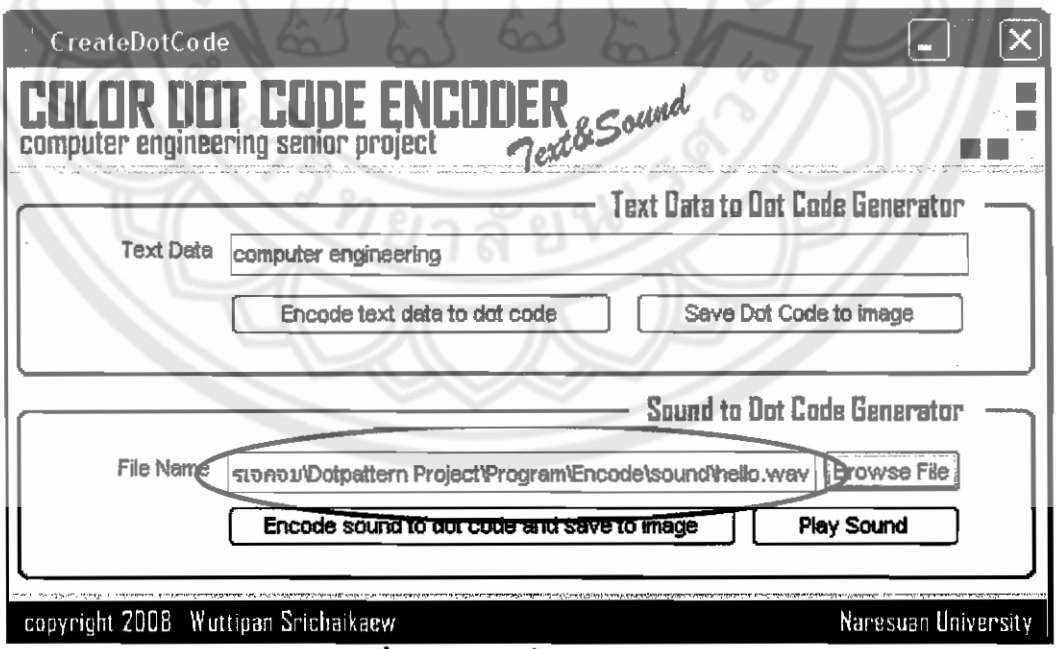
การทดสอบโปรแกรมในส่วนการเข้ารหัสเสียงเป็นการทดสอบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้



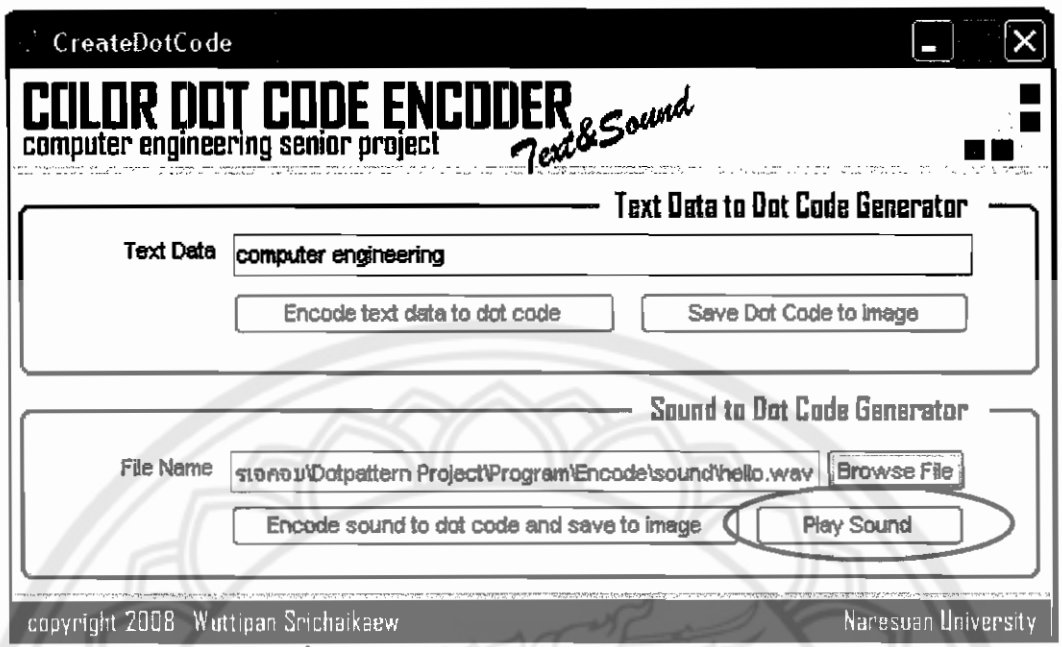
รูปที่ 4.9 แสดงการค้นหาไฟล์เสียง



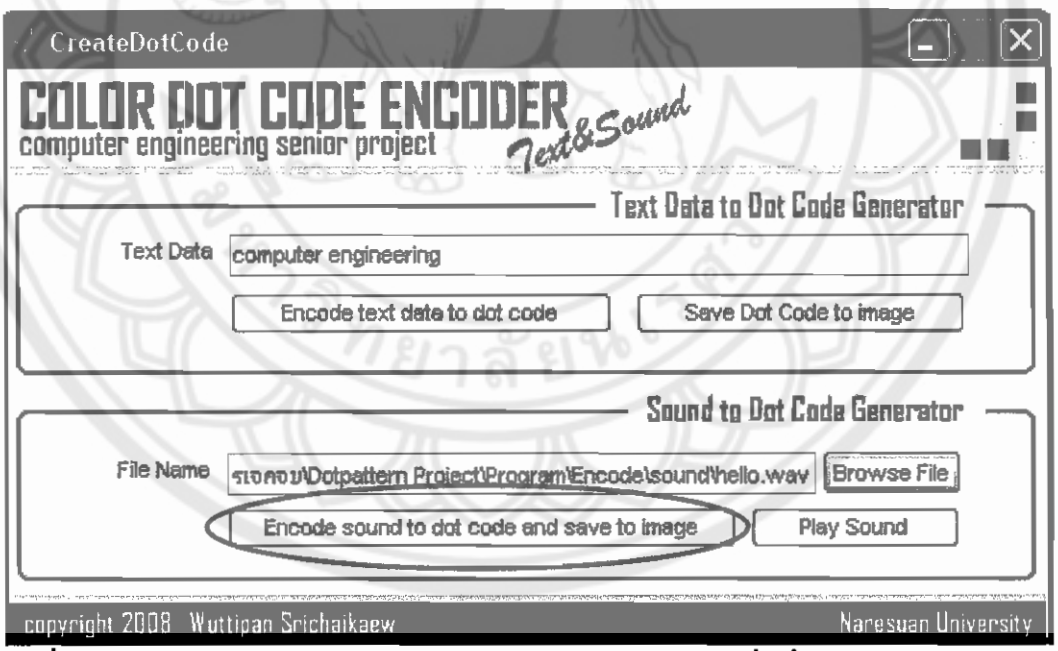
รูปที่ 4.10 แสดงการเลือกไฟล์เสียงที่มีนามสกุลไฟล์เป็น .wav



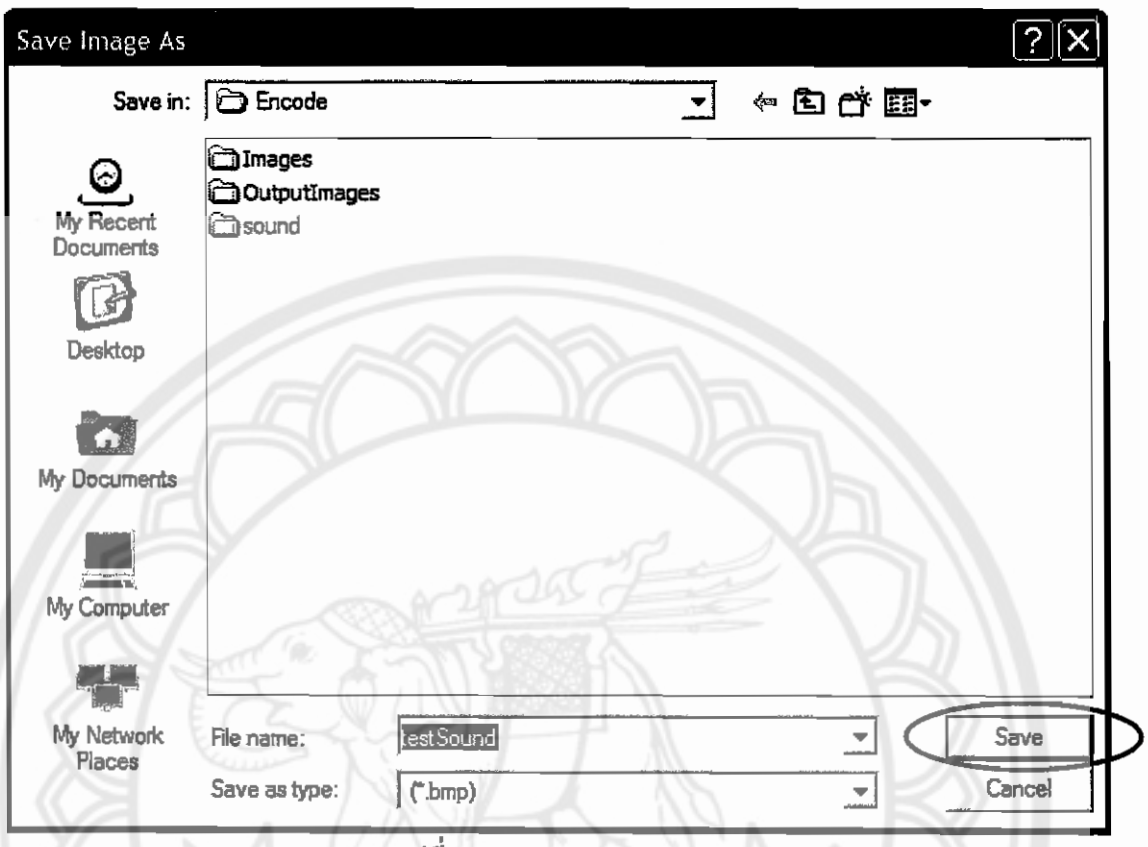
รูปที่ 4.11 แสดงที่อยู่ของไฟล์เสียง



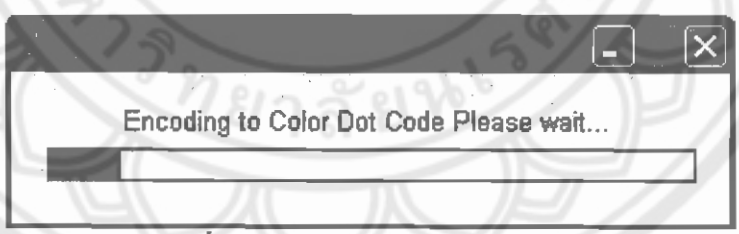
รูปที่ 4.12 แสดงปุ่ม play sound เพื่อเล่นไฟล์เสียง



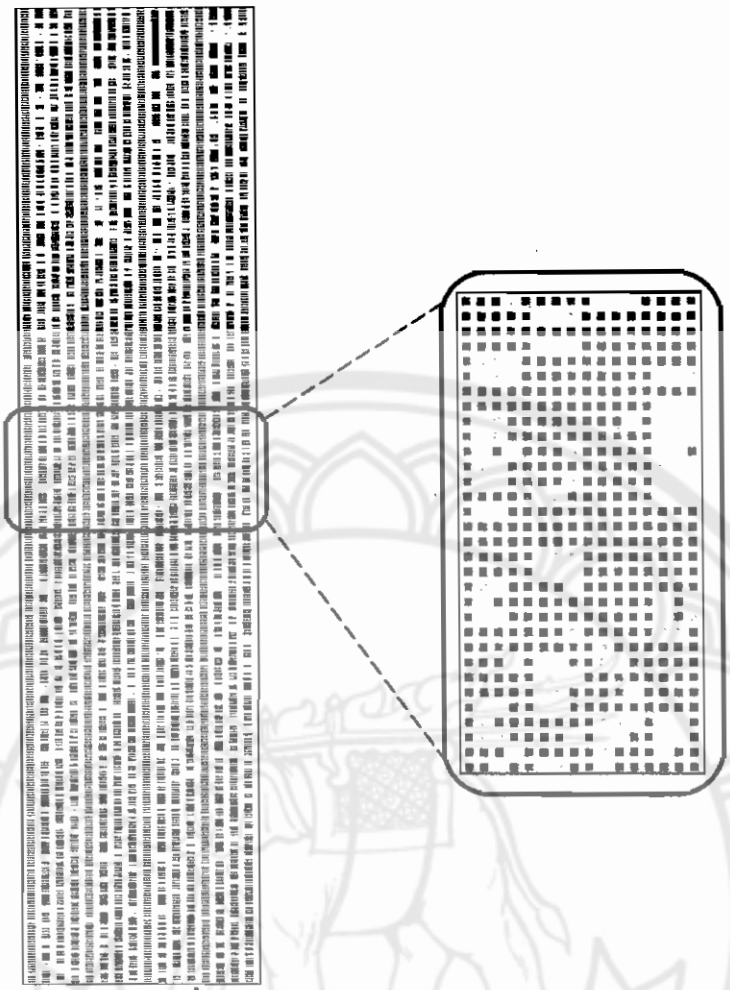
รูปที่ 4.13 แสดงปุ่ม encode sound to dot code and save to image เพื่อเริ่มการเข้ารหัสไฟล์เสียง



รูปที่ 4.14 แสดงการ Save file



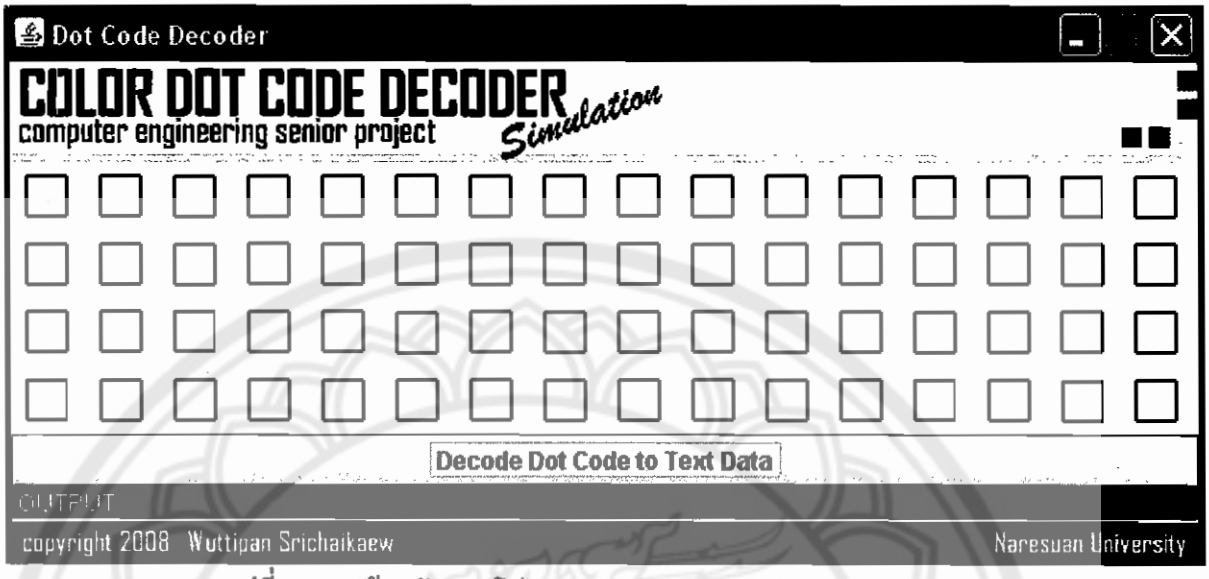
รูปที่ 4.15 รอผลการเข้ารหัสไฟล์เสียง



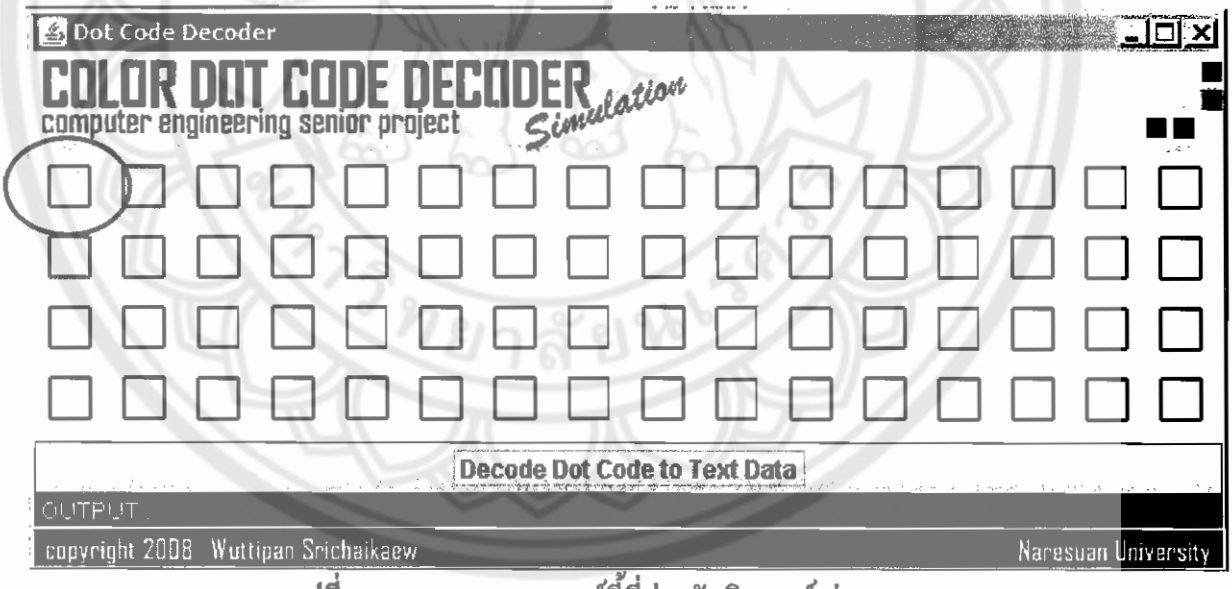
รูปที่ 4.16 ผลการเข้ารหัสโปรแกรมแบบเสียง

4.2 ทดสอบโปรแกรมส่วนการถอดรหัส

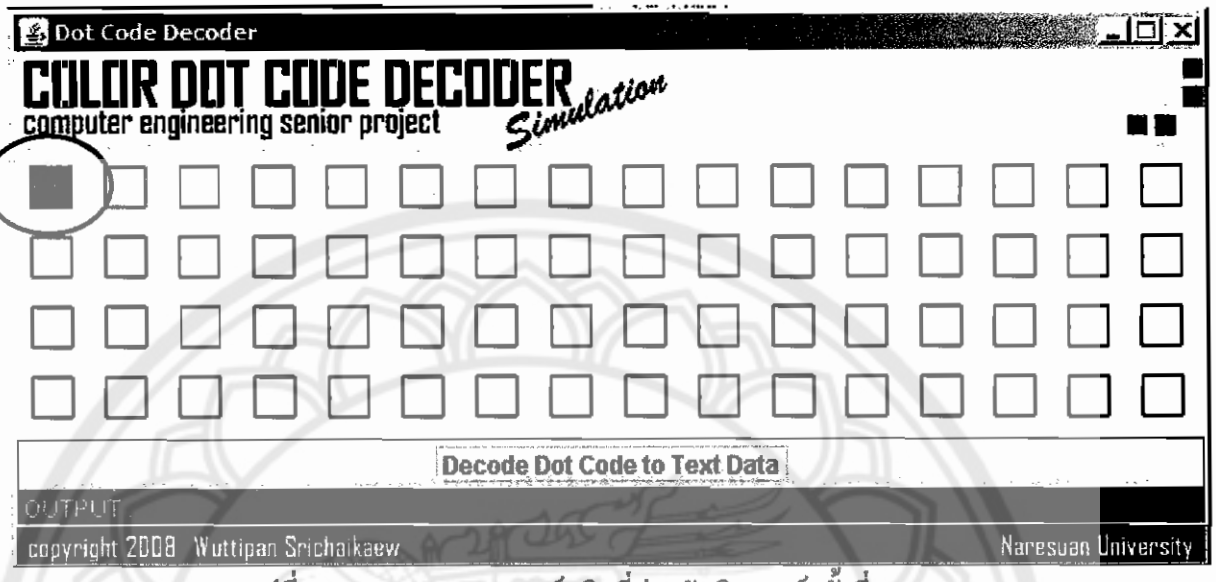
การทดสอบโปรแกรม Color Dot Code Decoder ในส่วนนี้เป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมจะสามารถรับค่าอินพุตท์จากเมาท์สจากนั้นนำค่าที่ได้จากการรับอินพุตท์ไปทำการถอดรหัสแล้วแสดงผลเป็นข้อความได้ถูกต้องโดยที่ช่องสี่เหลี่ยมหนึ่งช่องเท่ากับ 2 bit และทดสอบส่วนที่เป็นการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดของการรับค่าอินพุตท์



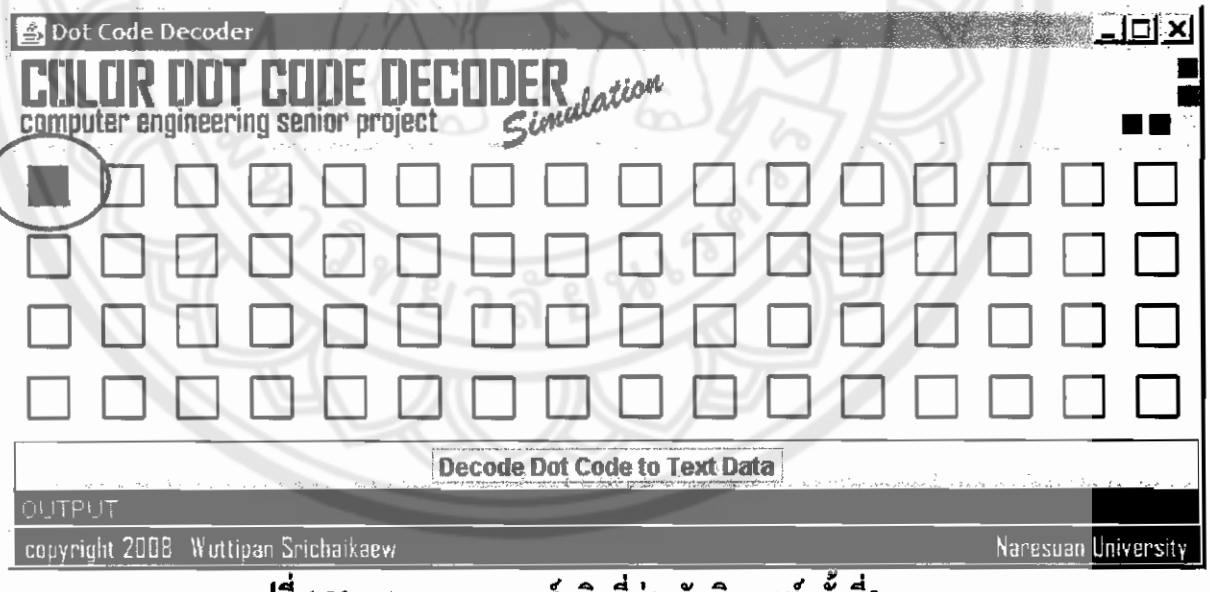
รูปที่ 4.17 หน้าหลักของโปรแกรม Color Dot Code Decoder



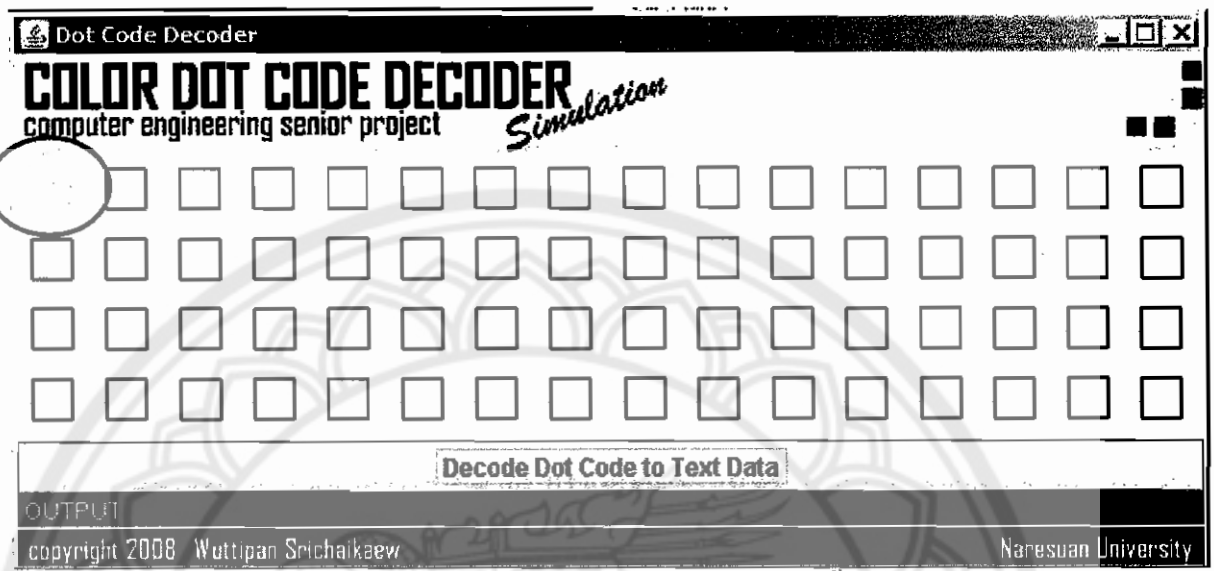
รูปที่ 4.18 แสดงการเอาเมาส์ชี้ที่ช่องรับอินพุตท์(ว่าง)



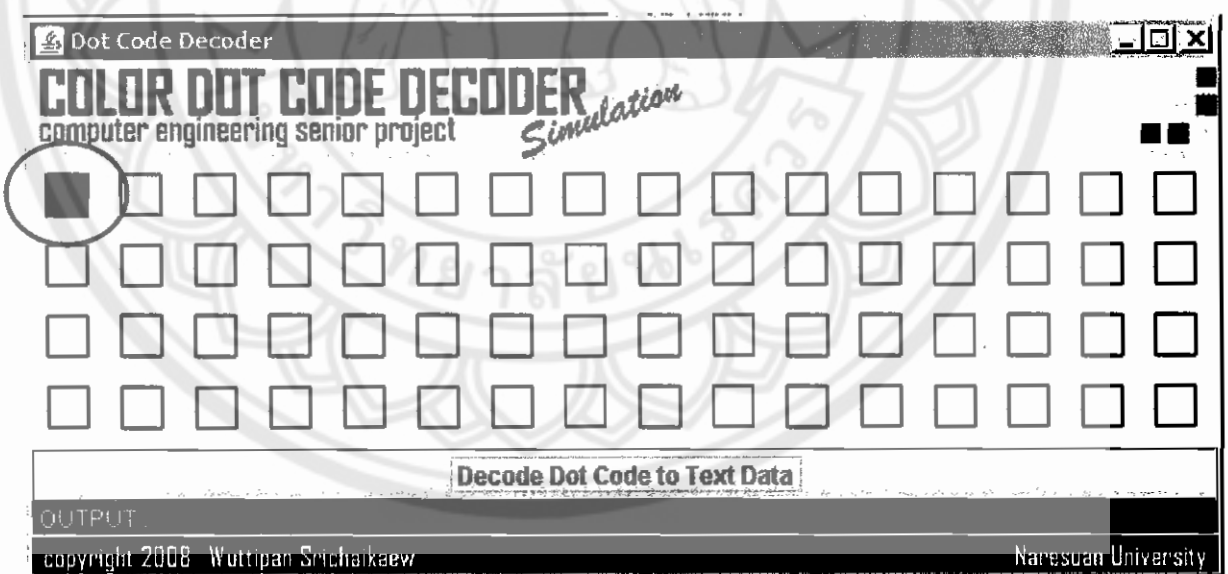
รูปที่ 4.19 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่1



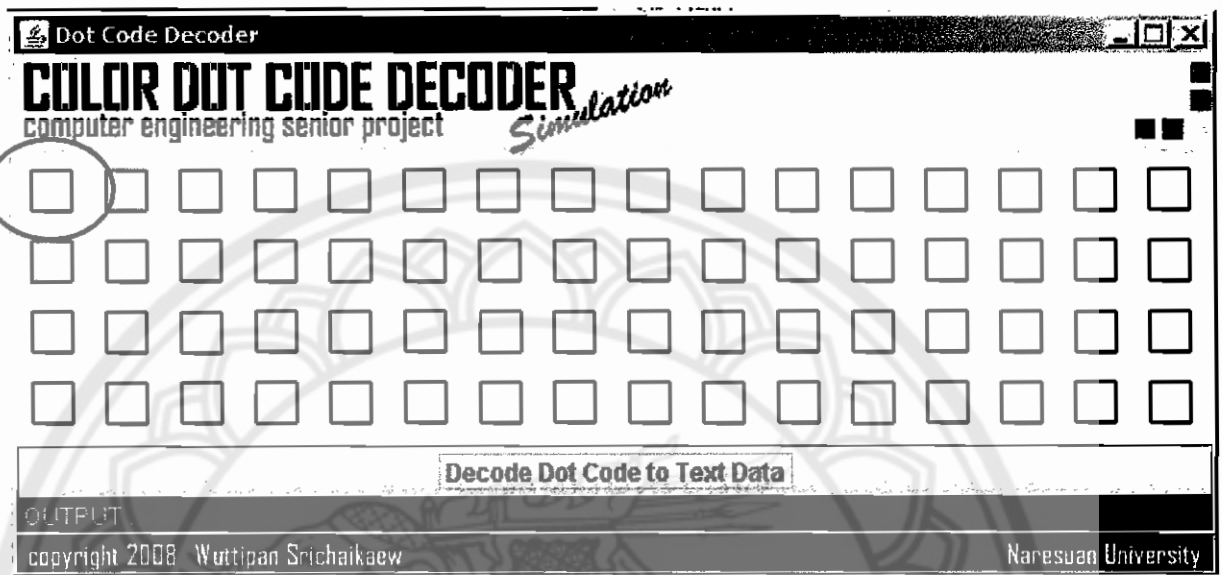
รูปที่ 4.20 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่2



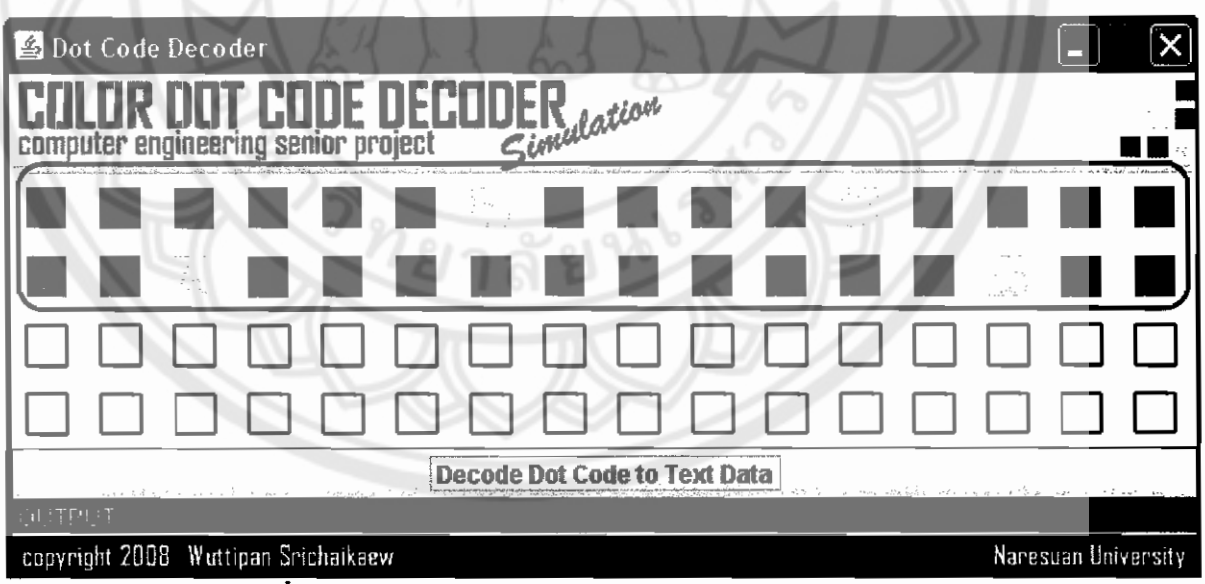
รูปที่ 4.21 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่3



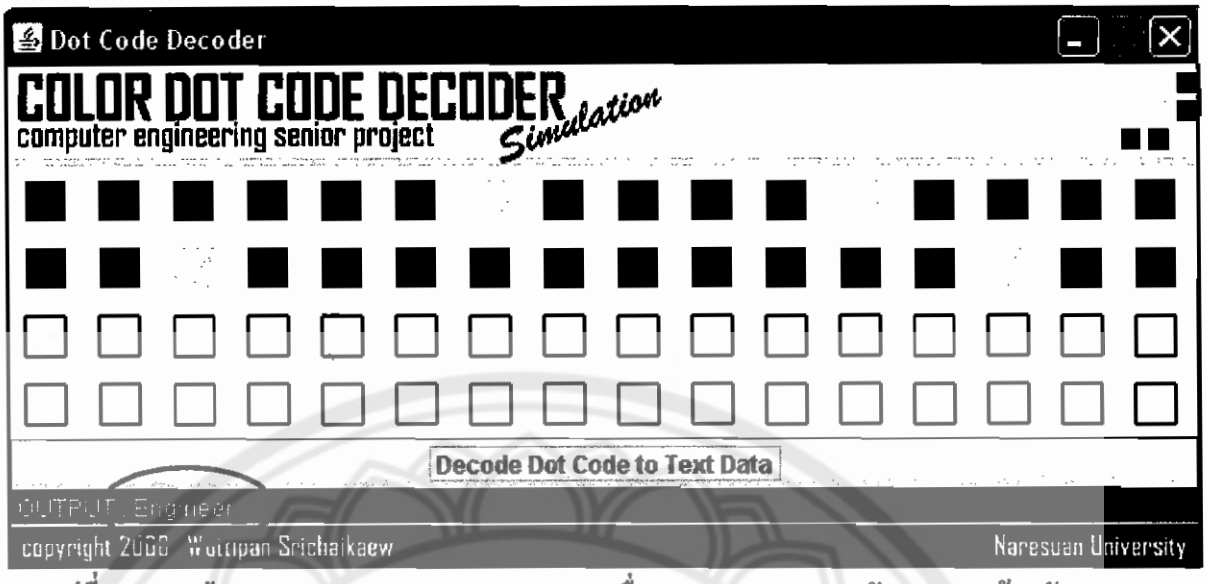
รูปที่ 4.22 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่4



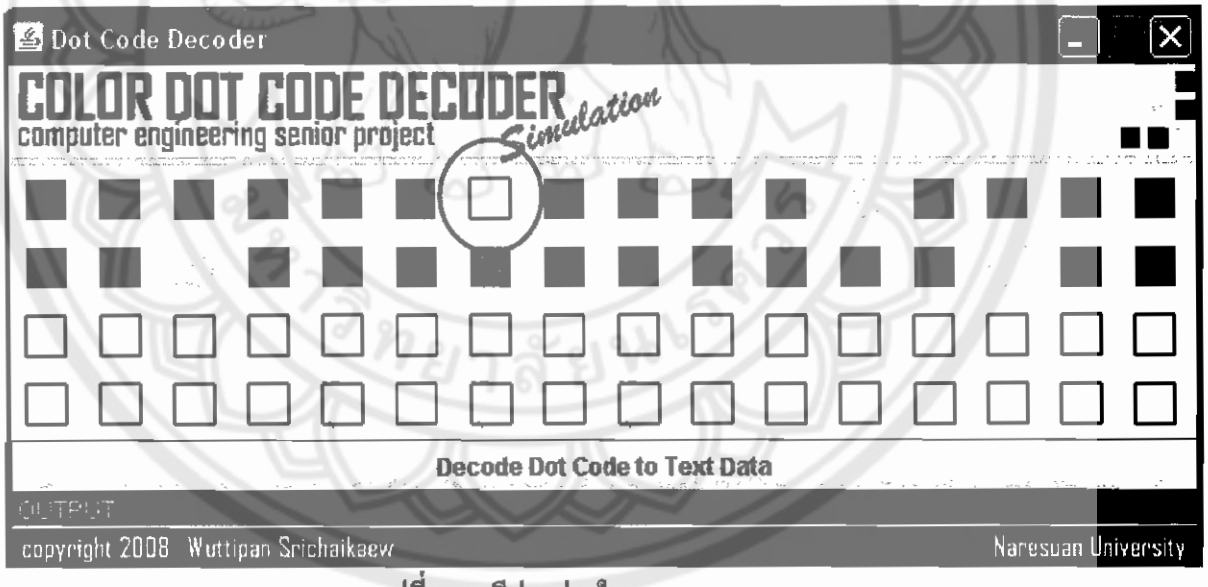
รูปที่ 4.23 แสดงการเอาเมาส์คลิกที่ช่องรับอินพุตท์ครั้งที่5(ว่าง)



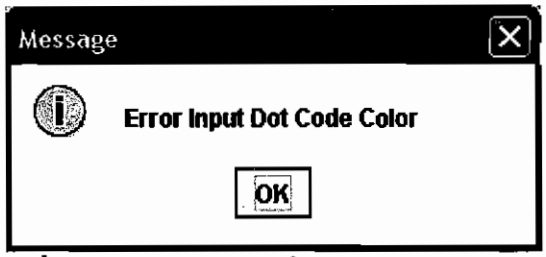
รูปที่ 4.24 แสดงการอินพุทต์ตามผลการเข้ารหัส Engineer



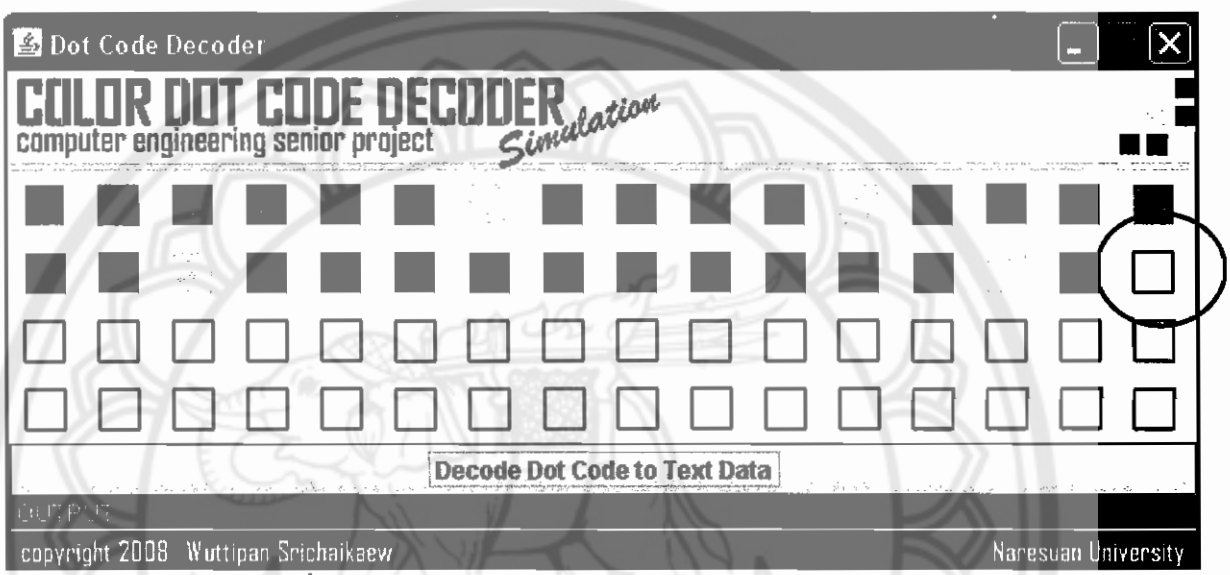
รูปที่ 4.25 กดปุ่ม Decode Dot Code To Text Data เพื่อแสดงผลการถอดรหัสจากการเข้ารหัส Engineer



รูปที่ 4.26 มีช่องว่างใน Dot Code



รูปที่ 4.27 แสดงผล error ที่มีช่องว่างใน Dot Code



รูปที่ 4.28 แสดงการใส่ Dot Code ไม่ครบตามจำนวน

รูปที่ 4.29 แสดงผลจากการใส่ Dot Code ไม่ครบตามจำนวน

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองบทที่ 4 ซึ่งได้แบ่งการทดสอบโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนเข้ารหัส และส่วนถอดรหัส การใช้งานของโปรแกรม การทดสอบโปรแกรมได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการทดสอบโปรแกรม Dot Code Encoder

รายการ	โปรแกรมเข้ารหัส Dot Code Encoder
แสดงผลการเข้ารหัสแบบข้อความ	✓
แสดงผลการเข้ารหัสแบบเสียง	✓

ตารางที่ 5.2 แสดงการตอบสนอง requirements

Requirements	โปรแกรมเข้ารหัส Dot Code Encoder
รับอินพุตท์จากคีย์บอร์ดเป็นข้อความแล้วเข้ารหัสเป็น Dot Code	✓
รับอินพุตท์จากไฟล์เสียงแล้วเข้ารหัสเป็น Dot Code	✓

ตารางที่ 5.3 สรุปผลการทดสอบโปรแกรม Dot Code Decoder

รายการ	โปรแกรมถอดรหัส Dot Code Decoder
แสดงผลการถอดรหัสแบบข้อความ	✓

ตารางที่ 5.4 แสดงการตอบสนอง requirements

Requirements	โปรแกรมถอดรหัส Dot Code Decoder
รับอินพุตท์จากเมาทส์เป็นรูปภาพแล้วถอดรหัสเป็นข้อความ	✓
แสดงข้อผิดพลาดเนื่องจาก dot code เกิดผิดพลาด	✓
แสดงข้อผิดพลาดเนื่องจาก dot code ไม่ครบตามจำนวน byte	✓

จากตารางที่ 5.1,5.2 ,5.3 และ 5.4 เครื่องหมายถูก แสดงว่า โปรแกรมสามารถทำงานตามรายการนั้น ๆ ได้ ซึ่งจากตารางที่ 5.1 และ 5.2 พบว่า โปรแกรม Color Dot Code Encoder สามารถเข้ารหัสแบบข้อความและสามารถเข้ารหัสแบบเสียงได้ และโปรแกรม Color Dot Code Decoder สามารถรับอินพุตท์จากเมาส์ทได้และสามารถถอดรหัสแบบข้อความได้ตรงตามที่ได้เข้ารหัสข้อความนั้น และมีฟังก์ชันที่แสดงข้อผิดพลาดของ Dot Code ก่อนที่จะทำการถอดรหัส

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการได้ศึกษาทฤษฎี Dot Pattern พบปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ดังนี้

1. ในช่วงแรกคณะผู้จัดทำต้องการทำโปรแกรมเพื่อนำเสนอสื่อ Multimedia ในรูปแบบใหม่ซึ่งที่จะนำทฤษฎีของ Dot Pattern เข้ามาใช้งาน แต่ประสบปัญหาในเรื่องการพิมพ์ภาพชนิดพิเศษเพื่อให้อุปกรณ์รับภาพอินฟาเรดสามารถอ่านข้อมูลที่ถูกพิมพ์ไว้ด้วยหมึกที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ซึ่งจะต้องสั่งพิมพ์จากต่างประเทศ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปแบบมาเป็นการจำลองการทำงานบนคอมพิวเตอร์แทน โดยยังคงอ้างอิงถึงทฤษฎี Dot Code ที่ได้ทำการศึกษาเอาไว้

2. ปัญหาของการเขียนโปรแกรม ในการออกแบบโปรแกรมในช่วงแรกนั้น การใช้งานนั้นจะค่อนข้างยุ่งยาก ทำให้ต้องมีการแก้ไขปรับปรุงส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถเข้าใจและใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

3. ปัญหาที่พบในการเขียนโปรแกรมการถอดรหัส คือ Matlab ไม่สามารถสร้าง GUI ที่เปลี่ยนจะสีปุ่มไปตามการ click เม้าส์ได้ จึงต้องใช้ภาษา Java ในการเขียนโปรแกรมถอดรหัสแทน

4. ปัญหาที่พบในการเขียนโปรแกรมเข้ารหัสในช่วงแรก คือ ไม่มีฟังก์ชันในการค้นหาไฟล์เสียงทำให้ผู้ใช้จึงต้องพิมพ์ที่อยู่ของไฟล์เอง จึงได้เพิ่มฟังก์ชั่นค้นหาไฟล์เพื่อง่ายต่อการใช้โปรแกรม

5.3 การเปรียบเทียบผลลัพธ์

เมื่อทำการทดสอบความสามารถของโปรแกรมการเข้ารหัส Color Code System Encoder จึงทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการเข้ารหัสข้อมูลแบบ text กับโปรแกรมถอดรหัส Color Dot System Decoder ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ถอดรหัส Color Dot Code Decoder เช่นกัน โดยผลการเปรียบเทียบมีดังนี้

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรมเข้ารหัสและโปรแกรมถอดรหัส

คำที่ใช้ทดสอบ	ผลลัพธ์	
	Color Dot Code Encoder	Color Dot Code Decoder
Engineer	✓	✓
Who am I?	✓	✓
Where are you?	✓	✓
Computer	✓	✓
I am human.	✓	✓
A[]=”STR”;	✓	✓
3+2=6	✓	✓
Ekk_kainoi	✓	✓
This is 20฿.	✓	✓
Int C = 36;	✓	✓
084597xxxx	✓	✓
Char c = ‘H’	✓	✓

5.4 สรุปผลการทดลอง

จากการทำโครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง ศึกษาเทคโนโลยี Dot Pattern สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ได้ระบบจำลองการทำงานของ Dot Pattern
2. ได้ทราบถึงหลักการทำงานของเทคโนโลยี Dot Pattern
3. ได้ทำการเข้ารหัส Text Data และ Sound Data ไปเป็น Dot code
4. ได้ทำการถอดรหัส Dot code กลับไปเป็น Text Data

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. โปรแกรมนี้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปเป็นแนวทางการศึกษาต่อได้

2. ในการพัฒาแบบจำลองการเข้ารหัส Dot Pattern ต่อไป อาจจะเพิ่มฟังค์ชั่นในการเข้ารหัสไฟล์วิดิโอได้ หรือฟังก์ชันอื่น ๆ

3. ในการพัฒาแบบจำลองการเข้ารหัส Dot Pattern ต่อไป อาจจะพัฒนา Algorithm ในการเข้ารหัส เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น

4. ในการพัฒาแบบจำลองการถอดรหัส Dot Pattern ต่อไป อาจจะเพิ่มฟังค์ชั่นในการรับค่าที่เป็นรูป Dot Code

เอกสารอ้างอิง

[1] วีระศักดิ์ ซึงถาวร. **Java Programming Volume I(JavaSE 5.0)**. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2549.

[2] วีระศักดิ์ ซึงถาวร. **Java Programming Volume II**. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2548.

[3] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. **คัมภีร์ Java เล่ม 1**. กรุงเทพมหานคร : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์. 2546.

[4] สุธี พงศาสกุลชัย. **คัมภีร์ Java เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์. 2548.

[5] Kenichi Ueda. **COLOR DOT CODE SYSTEM.** U.S. 0053162 Al. March 2006.

[6] Yoshida Kenji. **Printing Structure of medium surface on which Dot Pattern is formed by print, print method, and its reading method**. EP 1800883 A1. April 2006.