



ปีการศึกษา 2533

การประมวลผลภาพ

Image Processing

ผู้จัดทำ

1. นาย เชิดพงษ์ รัตนอนวยชัย
2. นาย สยม งามเจริญ
3. นาย สุกิจ เมฆจาเริญ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. บุญวิวัฒน์ อัครชู

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง



การประมวลผลภาพ  
Image Processing

ผู้จัดทำ

1. นาย เชิดพงษ์ รัตน์อนวยชัย

CHERDPHONG RATTANAUMNUAISAI

2. นาย สยม งามเจริญ

SAYOM NGAMCHAROEN

3. นาย สุกิจ เมฆจาเจริญ

SUKIT MEKJAMROEN

อาจารย์ที่ปรึกษา

มศ. ดร. บุญวัฒน์ อัดชู

DR. BOONWAT ATTACHOO

ปริญญาโท สำหรับ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ปริญญาโทบริหารการศึกษา 2533

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณเทพาร ลาดกระบ้ง

เลขที่ T 33039 ๘3  
เลขทะเบียน 027872  
วัน, เดือน, ปี 12 ก.ค. 74

เรื่อง การประมวลผลภาพ

Image Processing

ผู้จัดทำ

นาย เข็ดพงษ์ รัตน์อนายชัย

นาย สยม งามเจริญ

นาย สุกิจ เมฆจาเจริญ

 อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผศ. ดร. บุญวัฒน์ อัดชู )

## การประมวลผลภาพ

เชิดพงษ์ รัตนอนวยชัย

สยม งามเจริญ

สุกิจ เมฆจาเจริญ

ผศ. ดร. บุญวัฒน์ อัครชู (อาจารย์ที่ปรึกษา)

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์หัวข้อนี้ เป็นการนำเสนอโครงการงานทางด้านการประมวลผลภาพ ( Image Processing ) ซึ่งจะเน้นทางด้านการทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้งานได้จริง โดยจุดมุ่งหมายของโครงการงานนี้ จะทำงานเกี่ยวกับการ ตกแต่งภาพ การประมวลผลภาพเบื้องต้น จะมีเครื่องมือช่วยในการตกแต่งภาพสำหรับช่วย ในการตกแต่งภาพที่ทำงานต่างๆที่ยากกลายเป็นงานที่ง่ายขึ้น ข้อมูลภาพที่ใช้ในโปรแกรมนี้ สามารถจะแปลงไปให้ใช้ได้กับ ข้อมูลแบบมาตรฐาน ซึ่งสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้กับโปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงข้อมูลใดๆ สำหรับภาพที่ได้จากการทำการประมวลผลต่างๆ นั้นจะมาแสดงออกจกจอภาพในระบบ ภาพสี 256 สี ซึ่งจะสามารถพิมพ์ผลลัพธ์ที่ต้องการ เป็นภาพออกทางเครื่องพิมพ์ แบบต่างๆได้หลายแบบ และมีวิธีการพิมพ์ได้หลายวิธี นอกจากนี้ยังเป็นโปรแกรมที่สามารถแสดงผล และใส่ข้อความ ภาษาไทย อังกฤษ รวมลงในรูปภาพได้ด้วย ซึ่งโปรแกรมนี้จะช่วยให้การทำงานด้าน การจำลองภาพ การตกแต่งภาพ การปรับปรุงคุณภาพของภาพ เป็นไปได้อย่างสะดวกขึ้น

ในการออกแบบและการสร้างส่วนการทำงานต่างๆ ในโครงการงานนี้นั้นได้รวบรวม วิธีการ ( Algorithm ) ต่างๆ มาจากเอกสารต่างๆหลายฉบับ รวมทั้งจากบทความทางวิชาการต่างๆ มาเขียนเป็นโปรแกรมขึ้นเพื่อความสะดวกในการใช้งาน เช่นเดียวกับ การพิมพ์ภาพ การแสดงผล จะใช้ วิธีการต่างๆมาช่วยในการทำงาน ทำให้ภาพที่ได้จากโปรแกรมสมจริงยิ่งขึ้นจึงทำให้โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมทางด้าน การตกแต่งภาพที่มีความสมบูรณ์ของภาพที่ได้ ในระดับที่น่า

พอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## IMAGE PROCESSING

Cherdphong Rattanaumnuaichai

Sayom Ngancharoen

Sukit Mekjamroen

Dr. Boonwat Attachoo (Advisor)

1990

### ABSTRACT

This thesis is dealing with a project in the field of image processing. The end goal of this project is emphasize to creat program application which can edit the image,process fundamentally about image ,put text in Thai or English onto image, print image in several styles and severaf types of printer and has some tools for help user such as line,fill color and so on. A image file that is used in this program can be converted to standard image file. So output file from this program can use with other program without changing anything. Display of this program will manifest in VGA system.

## บทนำ

### การประมวลผลภาพ

ในชีวิตประจำวันของคนเรานั้น เราต้องรับข่าวสารในรูป รูปภาพเกือบตลอดเวลา โดยข่าวสารทางด้านรูปภาพนั้น จัดได้ว่าเป็นข่าวสารที่สำคัญที่สุดของมนุษย์ก็ว่าได้

นับแต่โบราณมา มนุษย์ได้พยายามอย่างยิ่งในการที่จะเก็บข่าวสารที่ผ่านมา ในรูปของรูปภาพ โดยนับจาก การวาดภาพ ต่อมาได้มีการประดิษฐ์กล้องถ่ายภาพขึ้นมา ภาพถ่ายได้ มีส่วนสำคัญในการเก็บหลักฐานทางด้าน รูปภาพ ตลอดมาจนถึงปัจจุบัน

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาเจริญก้าวหน้ามากขึ้น มีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ไปใช้ในทุกสาขา ในด้านการบันทึกภาพก็เช่นเดียวกัน การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทำให้การถ่ายภาพถ่ายทำได้กว้างขวางขึ้น ภาพถ่ายจากดาวเทียมสามารถนำมาวิเคราะห์โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย ทำให้ทราบรายละเอียดที่เป็นประโยชน์แก่มนุษย์ เป็นอันมาก

ในทางการแพทย์ ขบวนการทางคอมพิวเตอร์ได้ช่วยปรับแยกสี หรือ เข้าไว้ระดับความเข้มของภาพให้อยู่ในระดับที่ง่ายต่อความเข้าใจหรือแปลความหมาย

### ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

จากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในงานต่างๆมีราคาสูงมาก รวมถึงขนาดของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ นั้น ก็มีขนาดใหญ่และราคาสูงเช่นเดียวกัน จากแนวความคิดนี้จึงได้นำการทำงานดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับเครื่องที่มีขนาดเล็ก เช่น เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถสูงในราคาที่ถูกลงกว่าเครื่องใหญ่  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการนี้จะทำการรวบรวม อัลกอริธึม จากที่ต่างมารวมเป็นโปรแกรมเพื่อความสะดวกในการใช้งานและจะ เน้นหนักไปในการตกแต่งภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่สวยงามออกมา ซึ่งรายละเอียดต่างๆของโครงการนี้ ได้แสดงไว้ในเนื้อหาของปฏิทินพจนานุกรมฉบับนี้แล้ว ซึ่ง เนื้อหาต่างๆ จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ภาค คือ 1.ภาคอินพุท ซึ่งประกอบด้วย คณิตศาสตร์, การแปลงรูปแบบไฟล์ 2. ภาคการประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบด้วย ระบบสี, การประมวลผลภาพ, อธิศเตอร์, แสดงผลตัวอักษร และ 3. ภาคเอาต์พุท ซึ่งประกอบด้วย การจัดการเกี่ยวกับไฟล์ในรูปแบบต่างๆ, ส่วนแสดงผล, ส่วนการพิมพ์ภาพและตัวอักษร ในตอนท้ายจะเป็น การวิจารณ์และแนวทางการพัฒนาต่อกับภาคผนวก ซึ่งกล่าวถึงบทสรุปของข้อมูลที่ได้ศึกษาและค้นคว้าทดลองมา ซึ่งคิดว่าจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาและพัฒนาต่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1 ส่วนดิจิทัล

ส่วนดิจิทัล นี้ใช้แผงวงจรสำหรับเก็บภาพ อิมเมจ ที่ใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC, XT, AT หรือเครื่องเทียบเท่า

### คุณสมบัติของแผงวงจร นี้มีดังนี้

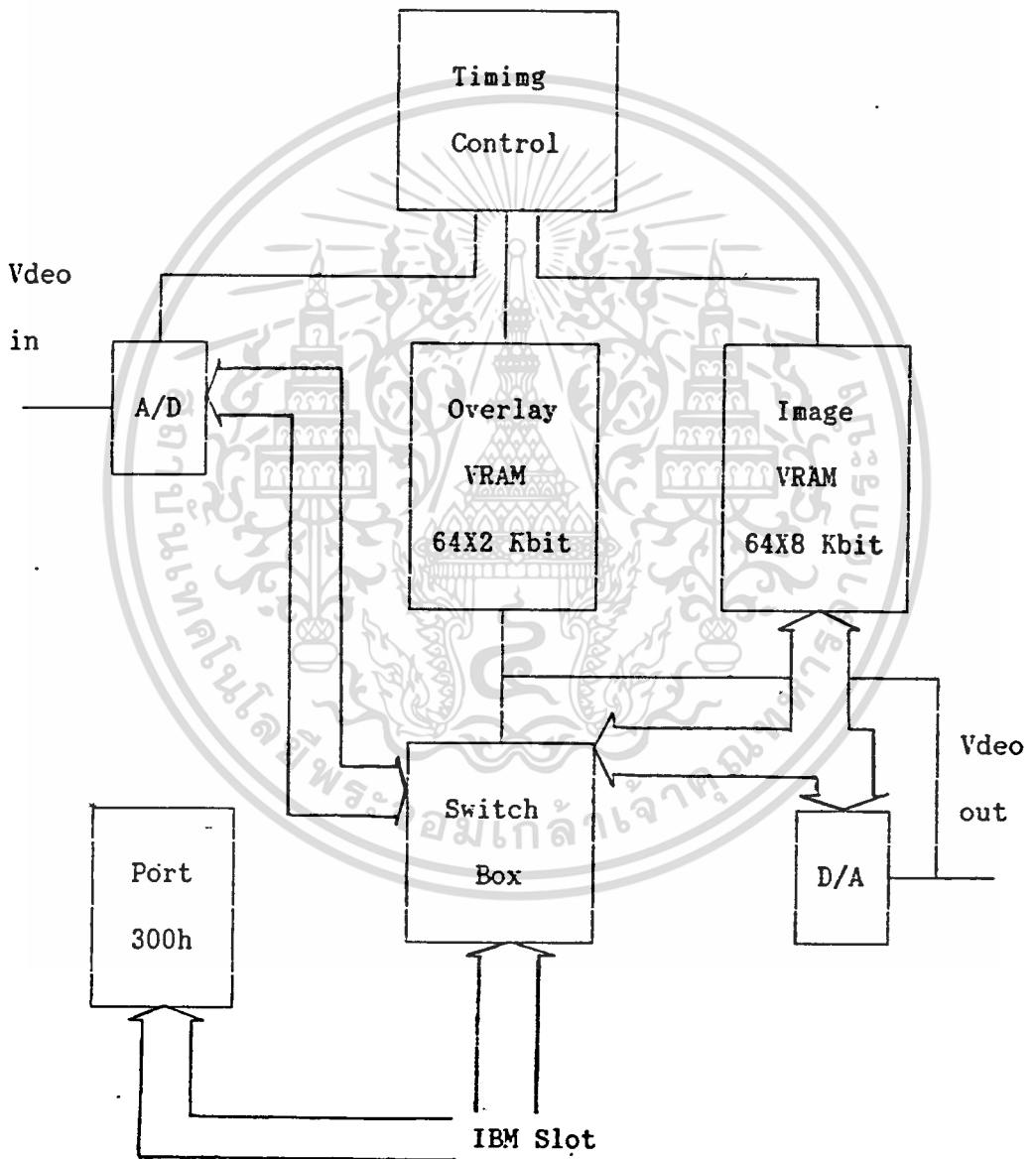
1. สามารถแสดงภาพขาวดำขนาด 256 X 256 จุด โดยแต่ละจุดสามารถมีความสว่าง ได้ 256 ระดับ
2. สามารถแสดงภาพซ้อน ( Overlay ) เป็นกราฟิกส์ขนาด 512 X 256 จุด หรือเป็นตัวอักษรขนาด 64 คอลัมน์ 32 บรรทัด
3. สามารถถ่ายภาพ ( Digitize ) จากกล้องวิดีโอ แบบ Real time ขนาด 256 X 256 จุดที่ 64 ระดับความสว่าง
4. บนแผงวงจรมีหน่วยความจำสำหรับภาพขนาด 64 กิโลบิต และหน่วยความจำสำหรับภาพซ้อนอีก 64 X 2 กิโลบิต ซึ่งไมโครคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อกับหน่วยความจำทั้งสองส่วนได้โดยตรง

### การทำงานของแผงวงจรดิจิทัล

แผงวงจร ดิจิทัล ประกอบด้วย ส่วนที่สำคัญ 4 ส่วนคือ

1. หน่วยความจำสำหรับเก็บภาพอิมเมจและภาพซ้อนขนาด 64X8 กิโลบิต และ 64 X 2 กิโลบิต ตามลำดับ
2. ส่วนแปลงสัญญาณวิดีโอให้เป็นข้อมูลดิจิทัล ( A/D )
3. ส่วนแปลง ข้อมูลดิจิทัลเป็นสัญญาณวิดีโอออกจอภาพ ( D/A )
4. ส่วนควบคุมการคิด ค่องระหว่างส่วนต่างๆ

แผนภาพแสดงการทำงานของแผงวงจรดิจิทัลมีดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานของแผงวงจรดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะแสดงภาพ ข้อมูลจากหน่วยความจำภาพอิมเมจจะถูกอ่านออกมาแสดงโดยผ่านส่วนวงจรแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณวีดิโอ ( D/A ) ส่วนข้อมูลจากหน่วยความจำภาพซ้อนก็จะนำภาพสมรวมกับสัญญาณภาพที่ได้จากวงจร D/A ขณะถ่ายภาพ ( Digitize ) สัญญาณวีดิโอจากกล้องจะป้อนเข้าวงจรแปลงสัญญาณวีดิโอเป็นข้อมูลดิจิทัล ( A/D ) ข้อมูลเหล่านี้จะเขียนลงสู่หน่วยความจำอิมเมจ ในเวลาเดียวกันก็จะนำออกแสดงผ่านวงจร D/A ด้วย

ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อกับหน่วยความจำทั้งสองได้ โดยการส่งผ่านพอร์ทควบคุมหมายเลข 300H ปกติหน่วยความจำนี้จะแยกออกจากระบบของไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้ใช้ต้องการติดต่อ เข้ากับระบบของคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลทั้งหมดจะอยู่ที่หน่วยความจำเซ็กเมนต์ D000H

คำสั่งที่ส่งผ่านพอร์ทควบคุมมี 5 แบบ คือ

- 00 - คัดจอภาพ
- 01 - ต่อหน่วยความจำภาพอิมเมจกับ IBM PC เพื่ออ่านหรือเขียน
- 03 - ต่อหน่วยความจำภาพซ้อนกับ IBM PC เพื่ออ่านหรือเขียน
- 08 - แสดงภาพ/หยุดการดิจิทัลภาพ
- 0C - ดิจิทัลภาพ

ตัวอย่างการส่งงานแผงวงจรมีดังนี้คือ

*outportb(0x300,00)*      คือการคัดจอภาพ

*outportb(0x300,01)*      คือการต่อหน่วยความจำภาพอิมเมจกับ IBM PC

ถ้าต้องการดิจิทัลภาพก็สั่ง

*outportb(0x300,0c)*

ถ้าต้องการหยุดก็สั่ง

*outportb(0x300,08)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ลักษณะของข้อมูลภาพ

ภาพอิมเมจที่แสดงบนจอ ขนาด 256 X 256 จุดนั้น แต่ละจุดจะต้องใช้เนื้อที่ขนาด 1 ไบต์เรียงกันไปในหน่วยความจำ ขนาด 64 กิโลไบต์ โดยข้อมูลภาพจุดแรกที่อยู่มุมบนซ้ายของจอภาพจะตรงกับหน่วยความจำแอดเดรส แรก คือ 0 ข้อมูลชุดถัดมา ( ตามแนวนอน ) ก็จะมีอยู่ที่แอดเดรส 1 จนจบข้อมูลภาพเส้นแรก ( จุดมุมบนขวา ) ก็จะมีตรงดับแอดเดรส 255 หรือ 00FFH ที่เส้นถัดมาจุดแรกก็จะมีแอดเดรสเป็น 256 หรือ 0100H เรียงกันเช่นนี้ไปจนจบที่จุดสุดท้าย ของจอภาพ คือ จุดมุมล่างขวาจะมีแอดเดรสเป็น 65535 หรือ 0FFFFH

สำหรับหน่วยความจำของภาพซ้อนหรือกราฟิกส์ ซึ่งมีขนาดของภาพเป็น 512 X 256 จุด ก็จะมีการเรียงข้อมูลเหมือนกับภาพอิมเมจทุกประการ คือ เรียงจากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง และมีจำนวนเท่ากันคือ 64 กิโลไบต์ ต่างกันก็เพียงข้อมูล 1 ไบต์ ของภาพซ้อนจะใช้งานเพียง 2 บิตล่าง และแทนจุดได้ 2 จุดที่ติดกันตามแนวนอน แอดเดรสที่ตรงกันของอิมเมจกับภาพซ้อนจะแสดงบนจอภาพตรงกันพอดี แต่ของภาพซ้อนจะเป็น 2 จุดที่บัง ภาพอิมเมจเพียงจุดเดียว ข้อมูลบิต 0 จะแทนจุดทางขวามือ และข้อมูลบิต 1 จะแทนจุดทางซ้ายมือ เช่น จุดมุมขวาบน ( 511,0 ) จะตรงกับบิต 0 ของ แอดเดรส 00FFH เป็นต้น

การจัดเรียงของหน่วยความจำภาพอิมเมจ และภาพซ้อน จะแสดงได้ดังรูปที่ 1.2 และ การแสดงภาพซ้อนลงบนภาพอิมเมจบนจอภาพจะเป็นดังรูปที่ 1.3

### การโปรแกรมแผงวงจรดิจิทัล

การโปรแกรมในโครงการนี้จะใช้ภาษาซีในการสั่งงานแผงวงจรดิจิทัล ซึ่งจะต้องทำตามลำดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

∅	1	-----	254	255	IMAGE		
∅ 1	2 3		50%	50%	61%	511	OVERLAY
256	257		51%	511			
6526∅	65281		65534	65535			

รูปที่ 1.2 แสดงการจัดเรียงของหน่วยความจำ ภาพอิมเมจ และ ภาพซ้อน

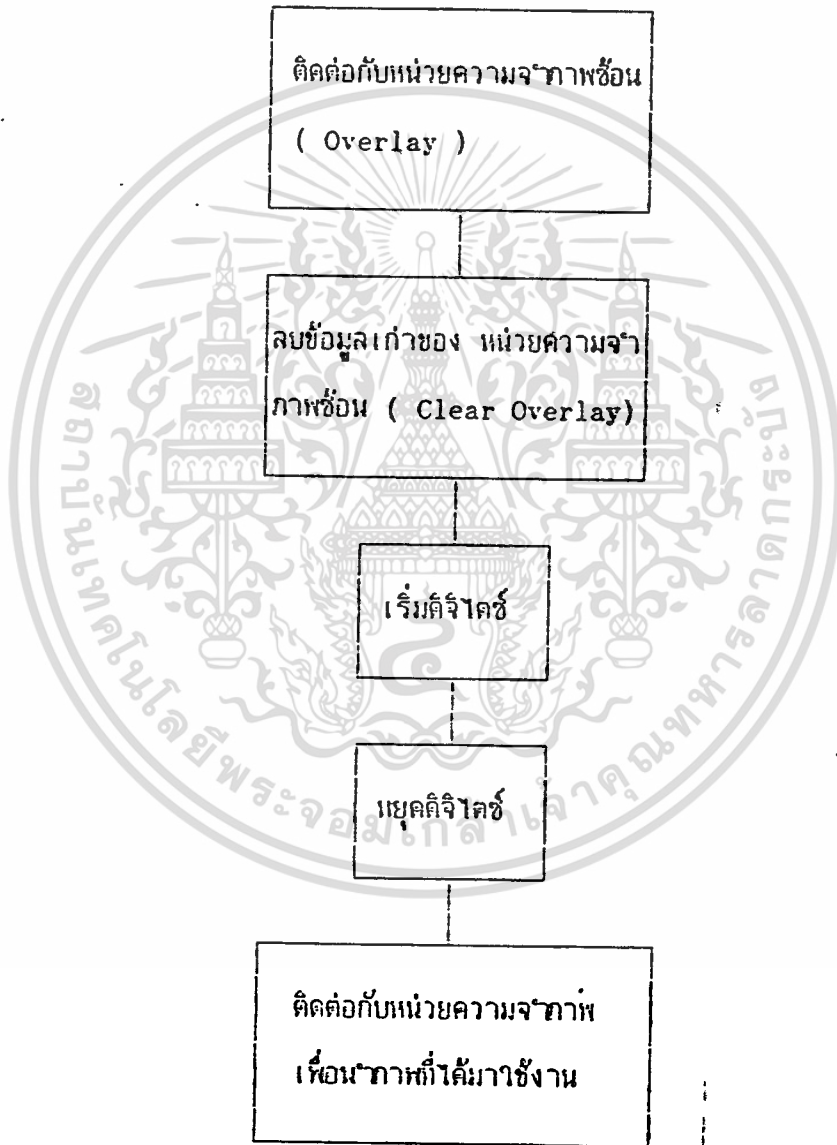


รูปที่ 1.3 แสดงการแสดงผลภาพ อิมเมจ กับ ภาพซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นตอนการทำงานของส่วนดิจิทัล

ขั้นตอนต่างๆในการดิจิทัลมีดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงการดิจิทัลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมการดิจิไทซ์ภาพภาษาซีมีดังนี้

```
/*-----  
Digitize module  
Last update 1 November 1990  
-----*/  
  
#include<dos.h>  
#include<string.h>  
  
do_digitize(buff)  
unsigned char (far *(far *buff))[256];  
{ long i;  
  
    outportb(0x300,0x03); /* conect overlay memory */  
    clear_overlay();  
    outportb(0x300,0x0c); /* start digitize */  
    getch();  
    outportb(0x300,0x08); /* stop digitize */  
    outportb(0x300,0x01); /* connect image memory */  
    for(i = 0;i<=256;i++)  
    { while((inport(0x300) & 2)!= 2) ; /* Vblank bit = 1 */  
      movedata(0xd000,i*256,FP_SEG(buff[i]),FP_OFF(buff[i]),256);  
    }  
    outportb(0x300,0x08); /* display picture */  
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
clear_overlay()  
{  
    long i;  
    unsigned char far *overlayptr;  
  
    overlayptr = MK_FP(0xd000,0x0000);  
  
    for(i=0;i<=(256*256)-1;i++)  
    {  
        *overlayptr = 0;  
        overlayptr++;  
    }  
}
```

สำหรับคำสั่ง " `while((inport(0x300) & 2) != 2) ; /* Vblank bit = 1 */` "

เป็นการตรวจสอบจนกว่าจะพบว่า สัญญาณ `Vblank` หรือไม่การอ่านหรือเขียนภาพจะทะลุช่วง `Vblank` เท่านั้น เพราะถ้าอ่านหรือเขียนโดยไม่ตรวจสอบจะทำให้ภาพดับไป (ซึ่งจะไม่มีผลต่อการทวนเอาต์พุต เพียงแต่ว่าขณะอ่านจะทำให้ภาพบนจอภาพดับไปเท่านั้น)

การลบข้อมูลเก่าของ หน่วยความจำภาพซ้อน ควรจะทำทุกครั้งที่เปิดเครื่อง เพราะว่าถ้าไม่ลบค่าเก่าออก อาจจะมีข้อมูลที่เป็นขยะมาแสดงที่บนข้อมูลภาพได้ เช่นเป็นแถบขาวขึ้นมาบนจอภาพทำให้งงไม่เห็นภาพอิมเมจ

การลบข้อมูลนี้คล้ายกับโปรแกรมที่ได้จาก ฟังก์ชัน `clear_overlay`

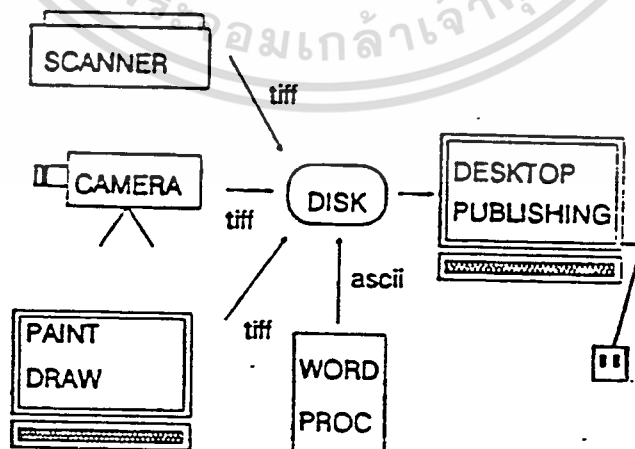


บทที่ 2 รูปแบบของไฟล์แบบติดป้าย (Tag Image File Format :TIFF)

ในการใช้งานโปรแกรมที่ทำงานกับรูปภาพจะต้องอาศัยเนื้อหาที่การทำงานหลายแบบ จึงทำให้ต้องมีการติดต่อกันระหว่างโปรแกรมซึ่งมีความสามารถเฉพาะทางต่างกันไป เช่น โปรแกรมสแกนภาพ (ไม่ว่าจะเพราะไม่รู้ถึงหลักการการโปรแกรมของตัวสแกนเนอร์ หรือแยกเป็นส่วนๆ ทั่วไปเนื่องจากต้องการให้ใช้หน่วยความจำน้อยลงโดยวิธีง่ายๆ), โปรแกรมปรับปรุงภาพ, โปรแกรมติดต่อกับกล้อง, งานทางด้านแคสทอปกับบลิสซิง อันเป็นงานที่ทำการรวมภาพ เข้ากับตัวอักษร และงานทางด้านกราฟิก ฯลฯ ดังนั้นเราจึงต้องการการจัดการและโครงสร้างของไฟล์ ที่เป็นมาตรฐานร่วมกัน ในที่นี้จึงใช้การติดต่อกันผ่านไฟล์มาตรฐานที่เป็นที่นิยมใช้กันอยู่ โดยในโครงงานนี้ใช้รูปแบบของไฟล์แบบติดป้าย (ไฟล์ TIFF) เนื่องจาก

1. มีโครงสร้างที่เหมาะสมที่จะสนับสนุนข้อมูลที่ใช้ในการจัดการด้านต่างๆกับรูปภาพ
2. สามารถเพิ่มขีดความสามารถบางอย่างของโปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้นเองได้โดยสะดวก

อีกทั้งยังสนับสนุนเทคนิคของการคอมเพรสข้อมูล (data compression) หลายเทคนิคด้วย



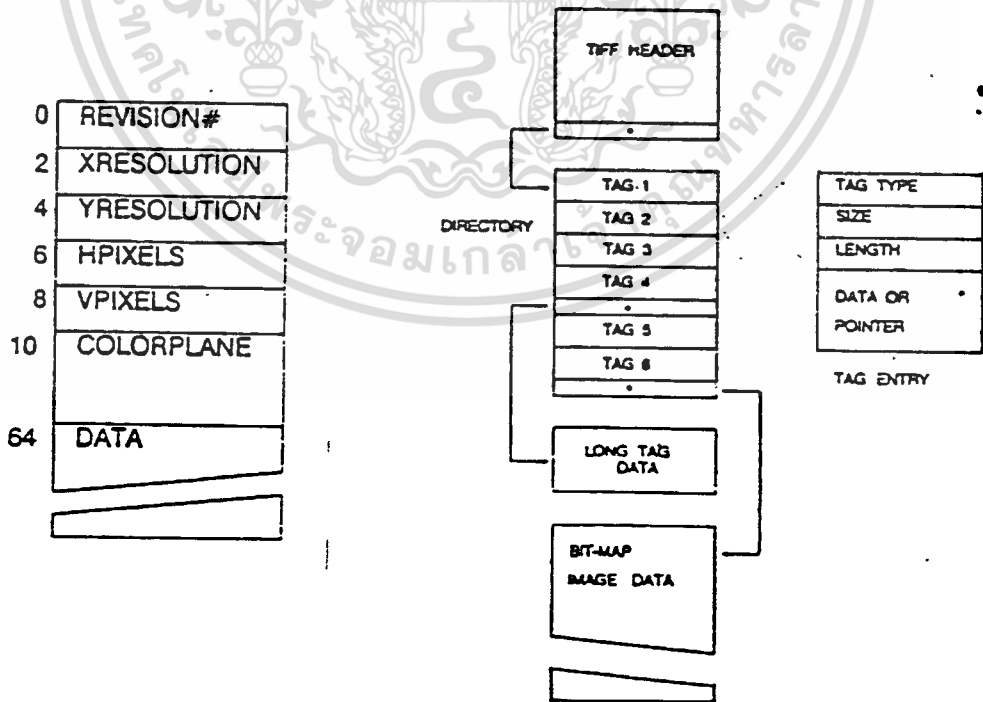
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 2.1 ประโยชน์ของไฟล์ข้อมูลแบบ TIFF ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การเปรียบเทียบระหว่าง TIFF และรูปแบบไฟล์อื่น

โดยทั่วไปแล้วโปรแกรมที่จัดการกับภาพ จะใช้โครงสร้างไฟล์ที่มีรูปแบบที่ค่อนข้างคงที่ การจัดการโครงสร้างและตำแหน่งของค่าต่างๆ จะค่อนข้างคงที่ตายตัว ต้องรู้มาก่อนจึงจะทำการอ่านไฟล์ได้ ทำให้โดยปกติแล้วต้องเก็บค่าความละเอียดทางแนวนอน (X resolution) ของไฟล์แบบนี้ ไว้ที่ตำแหน่งไบนารีที่ 2 และ 3

แต่ใน TIFF จะใช้โครงสร้างที่แตกต่างไป เพราะจะใช้ข้อมูลที่อยู่ในแต่ละแท็ก (tag information) บอกลักษณะต่างๆที่เกี่ยวกับภาพ อันเป็นหลักการที่ใช้ในการออกแบบฐานข้อมูล (database design) แต่ละแท็กของไฟล์ TIFF จะเป็นส่วนซึ่งไปยังส่วนอื่นของไฟล์ที่เก็บข้อมูล ที่อธิบายลักษณะในด้านนั้นของภาพ

จุดเด่นอีกจุดหนึ่งของ TIFF คือ สามารถเก็บภาพในหลายๆความละเอียด และในประเภทต่างๆ เช่น ไบนารี (binary), ระดับเทา (gray scale), และภาพสี ไว้ในไฟล์เดียวกันได้



รูปที่ 2.2 การเปรียบเทียบระหว่าง รูปแบบของไฟล์ที่คงที่ตายตัว และไฟล์แบบ TIFF

Abbreviation	Name	Machines on which the format is supported				Support for				
		Mac	MSDOS	Unix	Other	Bit-level Bit Maps	Gray-Scale Bit Maps	Color Bit Maps	O-O Graphics	PostScript
TIFF	Tag Image File Format	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N
EPS	Encapsulated PostScript	Y	Y	Y	Y	Y <sup>1</sup>	Y <sup>1</sup>	Y <sup>1,2</sup>	N	N
PICT	(Macintosh) PICT	Y	N	N	N	Y	N	N	Y	Y
PICT2	(Macintosh) PICT2	Y <sup>3</sup>	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
RIFF	Raster Image File Format	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	N
MacPaint	(Macintosh) MacPaint	Y	N	N	N	Y <sup>5</sup>	N	N	N	N

O-O graphics means object-oriented graphics (such as MacDraw).

Notes:

- 1-Bit-maps are supported, but not encouraged. Because EPS files are usually ASCII and not binary in form, bit-maps appear as large runs of digits.
- 2-Support for color in PostScript will improve when more color printers are available.
- 3-The PICT2 format is supported only on the Macintosh II at this time.
- 4-Support for PostScript in PICT and PICT2 files is through the use of special comments, so few applications can do anything with the PostScript commands directly.
- 5-MacPaint files are always 72 dpi and the maximum document size is 8 x 10 inches.

รูปที่ 2.3 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของรูปแบบไฟล์แบบต่างๆ

ข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของ TIFF

ถึงแม้ว่าโครงสร้างของไฟล์แบบ TIFF ในบางครั้งจะดูเหมือนว่ามีบางส่วนที่ไม่จำเป็นอยู่บ้าง แต่ก็เห็นได้ว่า จะมีข้อได้เปรียบบางข้อเมื่อเทียบกับระบบไฟล์ที่คงที่ตายตัว (fixed format) กล่าวคือ สามารถทำการเพิ่มเติมบางแท็กใหม่ๆ เข้าไปภายในรูปแบบได้ตามที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องทำการสร้างซอฟต์แวร์สนับสนุนขึ้นมาใหม่ทั้งหมด ตัวอย่างเช่น โปรแกรมประยุกต์ โปรแกรมหนึ่งอาจต้องการ ที่จะต่อเติมรูปแบบ เช่น แท็กบอก "วันที่ที่ทำการสร้างภาพ" ("date of creation") สำหรับภาพหนึ่ง โดยแท็กนี้สามารถถูกนำเข้าไปเก็บร่วมกับแท็กอื่นๆ เมื่อรูปแบบของไฟล์จะถูกสร้างขึ้น ซึ่งโปรแกรมประยุกต์อื่นๆ ที่ต้องการอ่านไฟล์ TIFF ไม่จำเป็นต้องสร้างส่วนอ่านแท็กนี้ขึ้นมาเพิ่มเติม นอกเสียจากว่าต้องการที่จะใช้ประโยชน์จากแท็กที่เพิ่มเติมเข้าไปใหม่นี้ โดยถ้าเป็นแท็กที่ไม่สำคัญนัก ตัวโปรแกรมควรจะไม่สนใจแท็กนี้ ในกรณีที่เป็นแท็กที่ไม่รู้จัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางกลับกัน, การจัดการโครงสร้างของไฟล์แบบที่ตัวข้อมูลมีตำแหน่งคงที่ตายตัว เรา ต้องการสร้างโปรแกรมใหม่ ทุกครั้งที่มีการเพิ่มฟิล์มเพิ่มเติมนำเข้า เพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลใหม่นี้ได้ ซึ่งการเพิ่มเติมเปลี่ยนแปลงในอนาคต อาจจะมีผลทำให้โปรแกรมที่มีอยู่แล้ว อาจจะไม่สามารถตีความภาพ (interpret the bit-map image) ได้ถูกต้องตามความเหมาะสม ตัวอย่างเช่น มีความต้องการแก้ไขเพิ่มเติมให้สามารถที่จะสนับสนุนข้อมูลแบบราสเตอร์ (raster data) ชนิดใหม่ชนิดหนึ่ง เราก็ต้องแก้ไขตัวโปรแกรมอย่างมากด้วย

แต่ในไฟล์แบบ TIFF มีการกำหนดชนิดของข้อมูลแบบราสเตอร์ที่ชัดเจนและไม่ซับซ้อน เช่น ภาพชนิดระดับเทา และภาพสี ซึ่งทำให้รูปแบบของไฟล์มีลักษณะที่ยืดหยุ่นได้เท่าที่จะเป็นไปได้

ข้อได้เปรียบอีกข้อหนึ่งของ TIFF คือ ได้ถูกออกแบบมาให้สามารถสนับสนุนความต้องการที่ หลากหลายของลักษณะของภาพ โดยมีหลายแท็กที่เข้ามาช่วยกำหนดลักษณะต่างๆ ไม่เฉพาะเพียงแค่ความกว้าง และความยาวของภาพ แต่ยังรวมถึงความละเอียดของภาพ, ชนิดของข้อมูลภาพว่าเป็นแบบระดับเทา หรือสี และใช้เทคนิคการคอมพิวเตอร์สข้อมูลแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป หรือออกแบบไว้ใช้เอง ข้อได้เปรียบที่สาม คือ สามารถใช้ได้กับโปรแกรมบน Apple และ IBM

แต่รูปแบบไฟล์แบบ TIFF ก็ยังมีจุดอ่อนอันหนึ่งมาซึ่งปัญหาอยู่บ้าง อันเกิดมาจากความยืดหยุ่นของไฟล์แบบ TIFF เพราะทำให้ไม่มีมาตรฐานของไฟล์ TIFF ดังนั้นจึงควรออกแบบ และจัดการให้ดี และมีการกำหนดข้อกำหนดบางประการให้ชัดเจน เพื่อทำให้การนำเอาไปใช้เป็นไปอย่างถูกต้อง และรู้ถึงข้อแตกต่างที่มีอยู่

ข้อเสียเปรียบอีกข้อหนึ่ง คือ ความซับซ้อนยุ่งยากที่จะทำความเข้าใจและออกแบบสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับจัดการกับรูปแบบไฟล์ที่คงที่ตายตัว

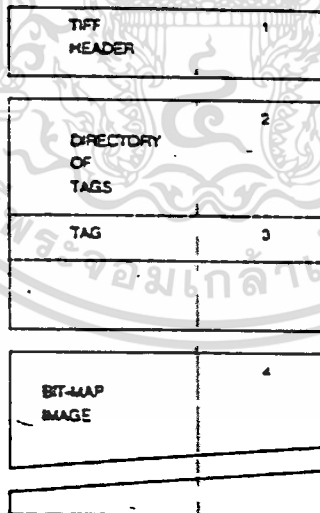
ในขั้นตอนของการอ่าน-เขียนกับไฟล์แบบ TIFF จะต้องทำมากกว่าการทำกับรูปแบบไฟล์อื่น อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับแล้ว จะเห็นว่าข้อดีในด้านต่างๆ เป็นอย่างมาก เพราะกำหนดลักษณะรูปแบบได้อย่างละเอียด

เนื้อหาที่จะกล่าวถึงจะขอแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

- โครงสร้างทั่วไปของไฟล์แบบ TIFF
- ตัวอย่างของไฟล์แบบ TIFF (ให้ดูได้ในภาคผนวก)
- รายละเอียดและความหมายของแต่ละแท็ก
- การออกแบบและการสร้างซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการอ่าน/เขียนไฟล์ TIFF

### โครงสร้างทั่วไปของไฟล์ TIFF

โครงสร้างไฟล์แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักแยกกัน ดังรูป



รูปที่ 2.4 โครงสร้างหลักของไฟล์แบบ TIFF

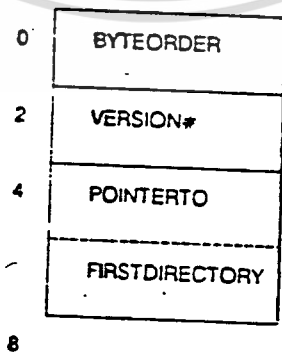
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของส่วนหัวไฟล์ (Header Section)

สองไบต์แรกสุดของไฟล์แบบ TIFF จะเป็นตัวบอกลักษณะของการลำดับของไบต์ที่ปรากฏอยู่  
 านส่วนที่เหลือของหัวไฟล์ (byte order) โดยลำดับของไบต์ที่ไฟล์ TIFF สนับสนุนอยู่ ได้แก่  
 แบบที่เก็บไบต์สูง (most significant byte)ไว้ก่อน แล้วตามด้วยไบต์ต่ำ (least  
 significant) ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรเซสเซอร์ตระกูล 68000, หรือแบบที่เก็บไบต์ต่ำไว้ก่อน  
 แล้วตามด้วยไบต์สูง ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรเซสเซอร์ตระกูล 8086 โดยจะเก็บค่ารหัส ASCII  
 "II" ไว้เพื่อบอกว่าเป็นรูปแบบของ INTEL และเก็บค่ารหัส ASCII "MM" ถ้าจะบอกว่าเป็น  
 รูปแบบของ Motorola ซึ่งการเก็บอย่างนี้จะทำให้การอ่านโดยซอฟต์แวร์ที่รันบนโปรเซสเซอร์  
 ทั้งสองแบบ จะอ่านค่าได้ตรงกัน ถึงแม้จะมีวิธีการอ่านต่างกัน

ส่วนต่อมาเป็นส่วนที่ระบุหมายเลขเวอร์ชัน (version number) ของไฟล์ TIFF นั้น และ  
 ส่วนสุดท้ายของส่วนหัวไฟล์ จะเป็นค่าของพอยน์เตอร์ที่ชี้ไปยัง ไดเรคตอรีแรกสุด ( first  
 directory entry : IFD )

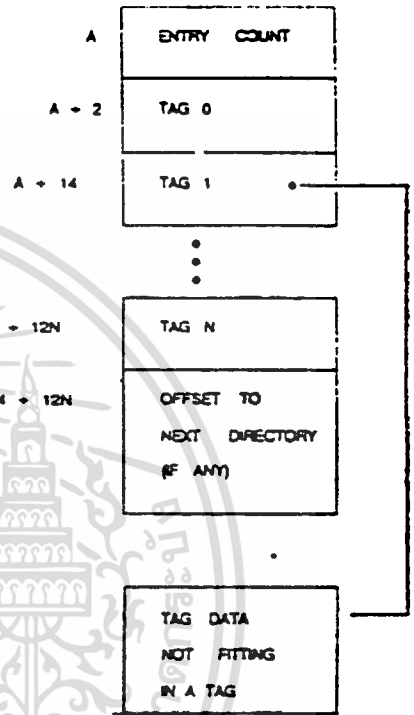
ข้อสังเกต ทุกพอยน์เตอร์ภายในไฟล์แบบ TIFF จะอ้าง (สัมพันธ์) กับจุดเริ่มต้นของไฟล์



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของส่วนหัวไฟล์

รายละเอียดของส่วนไดเรคตอรี

ส่วนไดเรคตอรีจะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังรูป



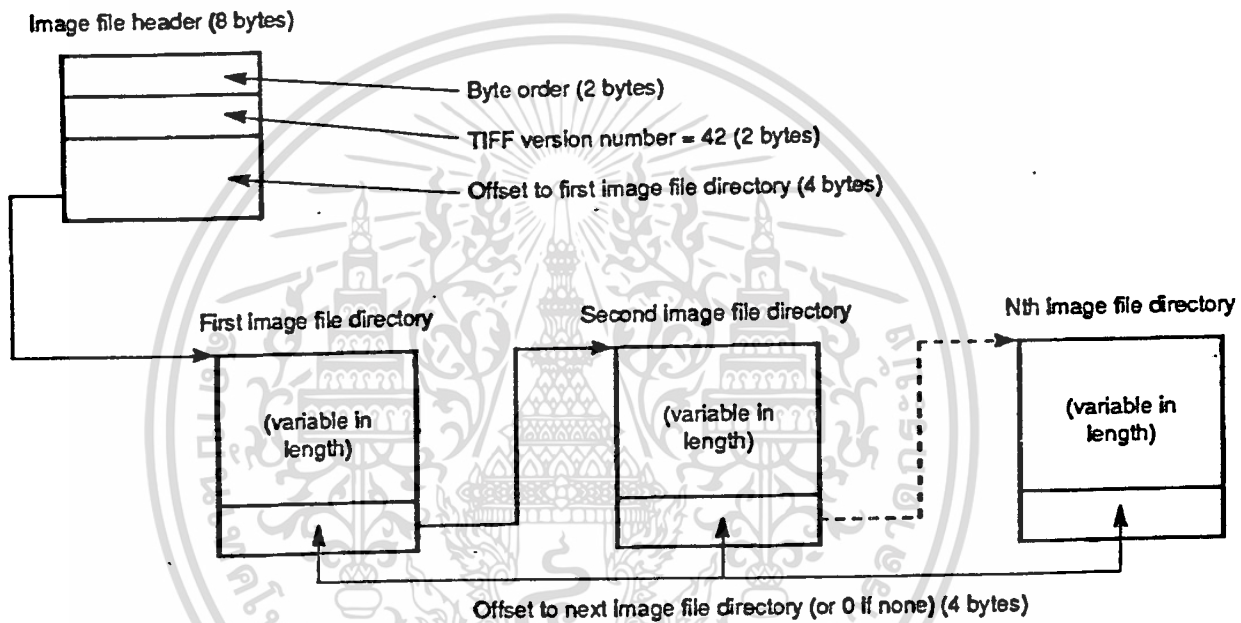
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของแต่ละไดเรคตอรี

สองไบต์แรกของแต่ละไดเรคตอรี จะเก็บจำนวนของเอนทรี (entry) ภายในไดเรคตอรี ซึ่งบอกจำนวนของแทกภายในแต่ละไดเรคตอรี ส่วนต่อมา จะเป็นแทกต่างๆ ขนาดแทกละ 12 ไบต์ ที่บอกความหมายของข้อมูลของภาพ (bit map information) ที่เกี่ยวข้องกับไดเรคตอรี นั้นอยู่ ท้ายสุดแล้ว, จะเป็นค่าออฟเซตภายในไฟล์ที่ชี้ไปยังไดเรคตอรีถัดไป (ถ้ามีอยู่) ซึ่งเก็บไว้ภายในไฟล์เดียวกัน แต่ถ้านี้ไม่มีไดเรคตอรีต่อไปจากไดเรคตอรีปัจจุบันแล้ว ไดเรคตอรีสุดท้าย จะเก็บค่าของศูนย์ไว้ในส่วนสุดท้ายของไดเรคตอรี

ข้อสังเกต ไดเรคตอรีสามารถที่จะถูกจัดเก็บไว้ใน ส่วนใดของไฟล์ก็ได้ แต่ควรจะอยู่บนขอบเขตของการอ้างได้ด้วยค่าในหนึ่งเวิร์ด (word boundary) ซึ่งจะทำให้สามารถอ่านค่าภายในแทกได้ด้วยซอฟต์แวร์มาตรฐานทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

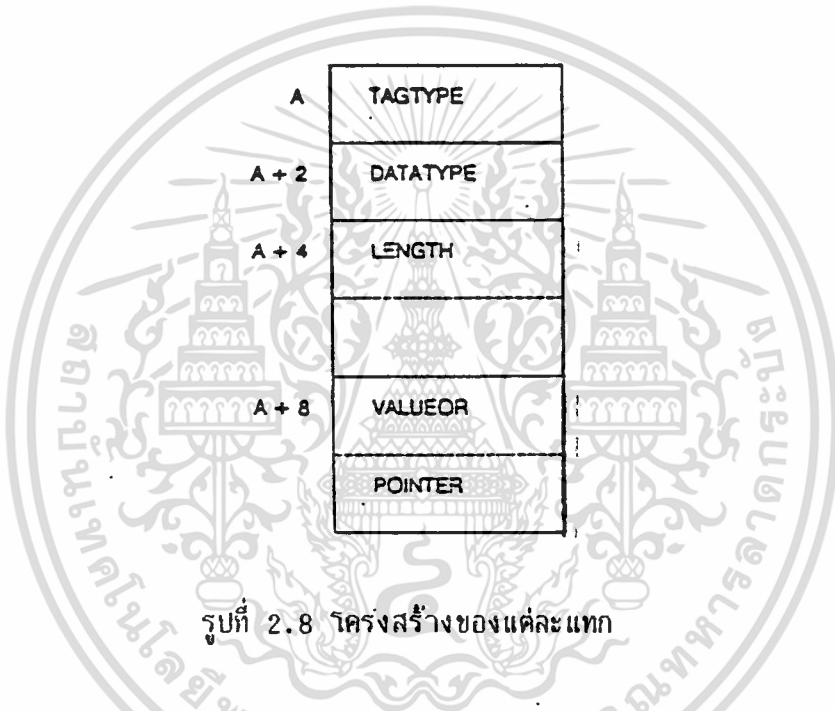
หลักสำคัญที่ควรกระทำ คือ แยกต่างๆภายในไฟล์ควรจะ เรียงกันตามลำดับ จากต่ำไปสูง อันจะทำให้การอ่านไฟล์แบบ TIFF เป็นไปได้ง่ายในการพิจารณาว่าแท่งนี้เป็นที่ต้องการหรือไม่ จะทำการจัดการอย่างไรต่อไป



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของไฟล์ TIFF ที่มีหลายไดเรคตอรี

### การจัดการโครงสร้างของแต่ละแท็ก

แท็กต่างๆจะ เก็บลักษณะที่เป็นพื้นฐานของภาพในไฟล์แบบ TIFF โครงสร้างของแต่ละแท็ก จะ เป็นดังรูป



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของแต่ละแท็ก

แต่ละแท็กจะถูกนำมาใช้ในการตีความภาพที่เกี่ยวข้องด้วย แต่ละแท็กจะมีขนาด 12 ไบต์ โดยที่ข้อมูลสองไบต์แรก จะเป็นประเภทของข้อมูลที่บอกลักษณะที่เกี่ยวข้องกับแท็ก (Tag Type)

ตัวอย่างเช่น

แท็กที่มีค่า 282 (11A ฐานสิบหก) จะบอกว่าแท็กนี้อธิบายถึงความละเอียดทางแนวแกน X (X resolution) ของภาพแบบบิตแมพ (bit map image)

และสองไบต์ถัดมาภายในแท็ก จะบอกชนิดของข้อมูล (Data Type) ที่ใช้ในข้อมูลของแท็ก ซึ่งชนิดของข้อมูลจะมีเพียงพอที่จะอธิบายลักษณะของข้อมูลเกี่ยวกับภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลแบ่งออกเป็น 5 ประเภท (ดูจากค่าในส่วนชนิดของข้อมูล (DATATYPE)) ดังนี้

- 1 = Byte: ข้อมูลขนาด 1 ไบต์ (8 บิต)
- 2 = Ascii: ข้อมูลรหัส ASCII ขนาด 8 บิต
- 3 = Short: ข้อมูลจำนวนเต็มบวก ขนาด 16 บิต (2 ไบต์)
- 4 = Long: ข้อมูลจำนวนเต็มบวก ขนาด 32 บิต (4 ไบต์)
- 5 = Rational: ข้อมูลขนาด 4 ไบต์จำนวน 2 ชุด, จำนวนแรกจะเป็นเศษ (numerator) ของเลขเศษส่วน (fraction), จำนวนที่สองจะเป็นส่วน (denominator) ของเลขเศษส่วน

ตัวอย่าง เช่น

ชนิดของข้อมูลสำหรับ แท็กที่บอกความละเอียดทางแนวนอน X ( X resolution tag ) เป็นชนิดจำนวนเศษส่วน (rational number) ดังนั้นสำหรับภาพที่มีความละเอียดภาพ 300 จุดต่อนิ้ว (dot per inch : dpi) ค่าในฟิลด์แรกจะเก็บค่า 300 (ตัวเศษ) และฟิลด์ที่สองจะเก็บค่า 1 (ตัวส่วน)

โดยปกติแล้วสำหรับแท็กชนิดใดๆชนิดหนึ่ง จะมีเพียงชนิดข้อมูลเพียงชนิดเดียว อย่างไรก็ตามจะมีบางแท็กที่เป็นไปได้ที่จะ เป็นได้มากกว่าหนึ่งชนิด

ตัวอย่าง เช่น

แท็กออฟเซตต่างๆของแถบ (StripOffsets) และจำนวนแถวในแต่ละแถบ (RowsPer Strip) สามารถที่จะมีชนิดของข้อมูลเป็น Short หรือแม้ก็เป็น Long ดังนั้นซอฟต์แวร์ที่เข้างานการอ่านไฟล์แบบ TIFF ต้องทำการตรวจสอบชนิดของข้อมูลอย่างระมัดระวัง และตีความฟิลด์ของความยาวและตัวข้อมูลอย่างรอบคอบและให้ถูกต้องตามชนิดของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี่ไบต์ถัดมาภายในแท่งจะบอกความยาวของข้อมูลที่อยู่โดยแท่ง โดยจะมีหน่วยเป็นชนิดของข้อมูลของแท่งนั้น

ตัวอย่าง เช่น

ในฟิลด์ของความยาวมีค่าเป็น 16 และในฟิลด์ของชนิดของข้อมูลมีค่าเป็นแบบ long ดังนั้นข้อมูลที่ถูกที่อยู่โดยแท่งจะเป็น 16 หน่วยของความยาว x 4 ไบต์ต่อหน่วย หรือ 64 ไบต์

ข้อควรสังเกต คือ ความยาวของข้อมูลชนิดรหัส ASCII ในไฟล์แบบ TIFF จะปิดท้ายด้วยอักขรณัล (null character) ต่อจากนั้นจะทำการต่อเติมมาให้จำนวนไบต์ลงเป็นเลขคู่ แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ต่อเติมเพิ่มขึ้นมา จะไม่ถูกนับรวมอยู่ด้วยในการคำนวณความยาว

ส่วนสี่ไบต์สุดท้ายภายในแท่งจะถูกใช้ในสองลักษณะ กล่าวคือ อาจจะถูกนำมาใช้เป็นพอยน์เตอร์ที่ชี้ไปยัง ตำแหน่งของข้อมูลของแท่งที่แท้จริงภายในไฟล์ หรือ อาจจะเป็นข้อมูลที่แท้จริงเสียเองก็ได้ ถ้าข้อมูลนั้นสามารถเก็บลงภายในสี่ไบต์ได้ มิฉะนั้นสี่ไบต์นี้ก็จะ เป็นออฟเซตของข้อมูลซึ่งเทียบเท่ากับจุดเริ่มต้นของไฟล์แบบ TIFF

การวางหลักการไว้ดังนี้คือออกจะยุ่งยากไปสักเล็กน้อย แต่จะช่วยประหยัดเวลา และ พื้นที่ที่ใช้เก็บ คำอ่าน/ตัวเขียนไฟล์ TIFF ไม่จำเป็นต้องทำการอ้างอิงโดยอ้อม ถ้าตัวข้อมูลสามารถเก็บลงในแท่งนั้นได้ อย่างไรก็ตามนั้นคำอ่าน/ตัวเขียนไฟล์ TIFF ก็ควรจะตรวจสอบว่าความยาวในหน่วยไบต์เป็น 4 ไบต์หรือน้อยกว่าหรือไม่ ถ้าใช่จะสามารถเก็บไว้ในแท่งนั้นได้เลย

คุณสมบัติของแท่งที่น่าสนใจข้อหนึ่ง คือ ค่าของแท่งอาจจะเป็นได้ทั้งประเภทที่ใช้กันอยู่ทั่วไป (public) หรือที่ใช้กันเฉพาะบางโปรแกรม (private) โดยส่วนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะถูกกำหนดและอธิบายขึ้นโดยบริษัทที่กำหนดมาตรฐานของไฟล์ TIFF ขึ้น และส่วนที่ใช้เป็นการเฉพาะจะถูกกำหนดขึ้นใช้เป็นประโยชน์ตามแต่ความต้องการที่ได้คิดออกแบบไว้ แต่ยังไม่ถูกเห็นถึงความจำเป็นกันเป็นที่ทั่วไป และแท่งควรจะเรียงลำดับจากน้อยไปมาก เพื่อความสะดวกในการอ่าน/เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของแท็กต่างๆภายในแต่ละโคเรคตอรี

แท็กประเภทที่เกี่ยวข้องกับการจัดโครงสร้างของภาพ (Image Organization Tags)

- Subfile Type
- ImageLength
- ImageWidth
- XResolution
- YResolution
- ResolutionUnit
- Orientation

1. แท็ก Subfile Type

Subfile Type

แท็ก = 255 (FFH)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 1, 3

จะบอกชนิดของภาพที่ชื่อโคเรคตอรีนั้นว่าเป็นอย่างไร เพราะในหนึ่งไฟล์เก็บได้มากกว่าหนึ่งภาพ (คุณสมบัติที่ชื่อของไฟล์ TIFF)

โดยถ้าค่าเป็น "1" หมายความว่าเป็นภาพที่มีความละเอียดเต็มที่ (full resolution)  
ค่าเป็น "2" หมายความว่าเป็นภาพที่ถูกลดความละเอียดลง (reduced resolution) และเป็นแบบที่ถูกลดความละเอียดลงของภาพที่มีความละเอียดเต็มที่ (ในไฟล์เดียวกัน เพื่อความรวดเร็ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เร็วในการแสดงภาพ (เพราะไม่ต้องย่อภาพลงมา) และค่าเป็น "3" จะหมายถึงภาพเดี่ยวใน  
หลายๆภาพ

## 2. แท็ก ImageWidth

ImageWidth

แท็ก = 256 (100H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = จำนวนเต็มระหว่าง 0 ถึง 65535

จะบอกถึงความกว้างของภาพในหน่วยของพิกเซล โดยปกติแล้วความกว้างจะเป็นไปตาม  
ทิศทางแกน x (แนวนอน)

โดยตัวอ่านไฟล์ต้องนำข้อมูลนี้มาพิจารณาเรื่องการจัดการหน่วยความจำว่าเพียงพอหรือไม่

## 3. แท็ก ImageLength

ImageLength

แท็ก = 257 (101H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = จำนวนเต็มระหว่าง 0 ถึง 65535

จะบอกถึงความยาวของภาพในหน่วยของพิกเซล โดยปกติแล้วความยาวจะเป็นไปตามทิศ  
ทางแกน Y (แนวตั้ง)

โดยตัวอ่านไฟล์ต้องนำข้อมูลนี้มาพิจารณา เรื่องการจัดการหน่วยความจำว่าเพียงพอหรือไม่

#### 4. แทก XResolution

XResolution

แทก = 282 (11AH)

ชนิด = Rational

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = จำนวนระหว่าง  $1/((2^{*}32)-1)$  ถึง  $(2^{*}32)-1$

โดยจะแสดงถึงความละเอียดเป็น จำนวนของจุดต่อหน่วยของความละเอียดที่ขึ้นอยู่กับ  
(ResolutionUnit) ในทิศทางแกน X (แนวนอน)

มีประโยชน์ในการกำหนดขนาดที่แท้จริงที่จะแสดงบนอุปกรณ์ชนิดต่างๆ เช่น จากสแกนเนอร์  
หรือออกเครื่องพิมพ์

#### 5. แทก YResolution

YResolution

แทก = 283 (11BH)

ชนิด = Rational

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = จำนวนระหว่าง  $1/((2^{*}32)-1)$  ถึง  $(2^{*}32)-1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะแสดงถึงความละเอียดเป็น จำนวนของจุดต่อหน่วยของความละเอียดที่ใช้  
(ResolutionUnit) ในทิศทางแกน Y (แนวตั้ง)

มีประโยชน์ในการกำหนดขนาดที่แท้จริงที่จะแสดงบนอุปกรณ์ชนิดต่างๆ เช่น จากสแกนเนอร์  
หรือออกเครื่องพิมพ์

#### 6. แทก ResolutionUnit

ResolutionUnit

แทก = 296 (128H)

ชนิด = Short

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 1 ถึง 3

จะเป็นหน่วยของค่าในแทก XResolution กับ YResolution โดยค่าปกติจะเป็น "2"  
พยางค์มีหน่วยเป็นนิ้ว

โดยทั่วไปแล้วจะใช้หน่วยเป็นนิ้วกัน ดังนั้นจึงควรทำการแปลงหน่วยไปมาได้

- 1 - ไม่มีหน่วยของความละเอียด โดยจะใช้ค่าของความละเอียดในการคำนวณหาอัตราส่วนของการแสดงภาพ (aspect ratio)
- 2 - นิ้ว (inch)
- 3 - เซนติเมตร (centimeter)

## 7. แทก Orientation

### Orientation

แทก = 274 (112H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 1 ถึง 8

จะกำหนดลักษณะการวางตัวของภาพ โดยกำหนดจากตำแหน่งของจุดเริ่มต้นสำหรับทั้งทางทิศทางแกน X และ Y

โดยเป็นไปได้ 8 ค่า ดังนี้

- 1 - แถวแรกของภาพเป็นแถบบนของจอ และหลักแรกของภาพเป็นหลักทางซ้ายของจอ
- 2 - แถวแรก = ด้านบนของภาพ, หลักแรก = ด้านขวาของภาพ
- 3 - แถวแรก = ด้านล่างของภาพ, หลักแรก = ด้านขวาของภาพ
- 4 - แถวแรก = ด้านล่างของภาพ, หลักแรก = ด้านซ้ายของภาพ
- 5 - แถวแรก = ด้านซ้ายของภาพ, หลักแรก = ด้านบนของภาพ
- 6 - แถวแรก = ด้านขวาของภาพ, หลักแรก = ด้านบนของภาพ
- 7 - แถวแรก = ด้านขวาของภาพ, หลักแรก = ด้านล่างของภาพ
- 8 - แถวแรก = ด้านซ้ายของภาพ, หลักแรก = ด้านล่างของภาพ

แท็กประเภทที่เกี่ยวข้องกับพอยน์เตอร์ที่ชี้ไปยังภาพ (Image Pointer Tags)

- StripOffsets

### 8. แท็ก StripOffsets

StripOffsets

แท็ก = 273 (111H)

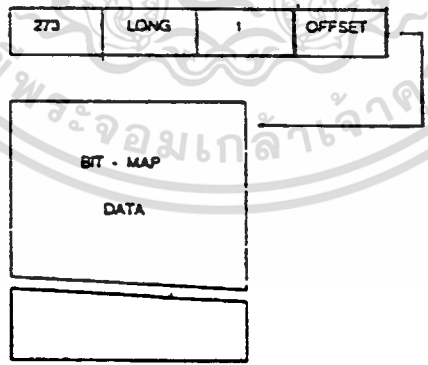
ชนิด = Short หรือ Long

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = หนึ่งค่าต่อแถบสำหรับภาพระนาบเดียว (single plane bit-map)

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 0 ถึง  $(2^{*}32)-1$  สำหรับ long

0 ถึง  $(2^{*}16)-1$  สำหรับ short

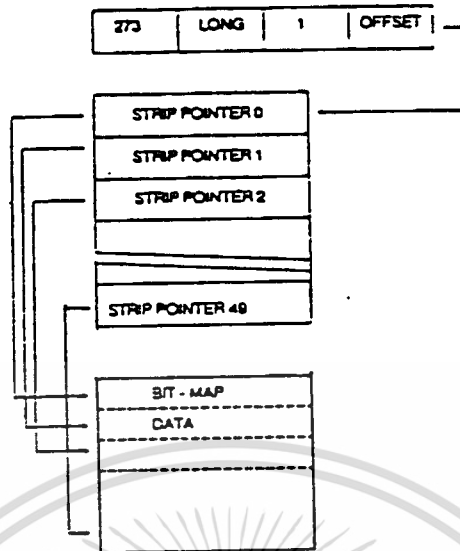
โดยอาจจะแบบพอยน์เตอร์เดี่ยว (single pointer) ไปยังจุดเริ่มต้นของภาพ ดังรูป



รูปที่ 2.9 StripOffsets แบบพอยน์เตอร์เดี่ยว

หรืออาจจะ เป็นพอยน์เตอร์เดี่ยวที่ชี้ไปยังอาร์เรย์ของพอยน์เตอร์อีกทีหนึ่ง ดังรูป

ข้อสังเกต จะเห็นว่าจะต้องมีอย่างน้อยหนึ่งค่า จึงจะ เข้าถึงข้อมูลภาพได้



รูปที่ 2.10 อาร์เรย์ของพอยน์เตอร์

แท็กที่อธิบายถึงลักษณะของจุด (Pixel Description Tags)

- SamplesPerPixel
- BitsPerSample
- MinSampleValue
- MaxSampleValue
- PhotometricInterpretation
- GrayResponseCurve
- GrayResponseUnit

### 9. แท็ก SamplesPerPixel

SamplesPerPixel

แท็ก = 277 (115H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 1 ถึง 65535

เป็นจำนวนของชุดข้อมูลที่ใช้ต่อหนึ่งจุด

- 1 - สำหรับภาพขาว-ดำ, ภาพ 4 หรือ 6 บิตระดับเทา
- 3 - 3 ระบายสีของข้อมูลภาพสี

ภาพระดับเทาบางครั้งอาจเก็บแยกเป็นระนาบก็ได้ สำหรับการคอมพิวเตอร์ข้อมูล

10. แทน BitsPerSample

BitsPerSample

แทน = 258 (102H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = จำนวนของชุดข้อมูลที่ใช้ต่อจุด

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 1 ถึง 65535

- 1 - สำหรับภาพขาว-ดำ
- 4 - ภาพระดับเทา 16 ระดับ
- 6 - ภาพระดับเทา 64 ระดับ
- 8 - ภาพสี RGB

สำหรับภาพ RGB แต่ละชุดของข้อมูลอาจจะใช้จำนวนบิตไม่เท่ากันก็ได้

เช่น จุดสีแดงอาจใช้ 8 บิตต่อจุด, จุดสีเขียวใช้ 6 บิตต่อจุด และจุดสีน้ำเงินใช้ 4 บิต

## 11. แทก MinSampleValue และ MaxSampleValue

MinSampleValue

แทก = 280 (118H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 1 ถึง 65535

MaxSampleValue

แทก = 281 (119H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 1 ถึง 65535

เพื่อให้การตีความค่าของข้อมูลเป็นระดับสีบนอุปกรณ์เป็นไปอย่างเหมาะสม

ค่าต่ำสุดของชุดข้อมูลเป็นค่าน้อยที่สุดที่กำหนดไว้ โดยมากจะเป็น "0"

ค่าสูงสุดโดยมากจะเท่ากับ  $(2 * \text{จำนวนบิตต่อชุดของข้อมูล}) - 1$

ตัวอย่าง เช่น

ภาพขาว-ดำ มีค่าต่ำสุดเป็น 0 และค่าสูงสุดเป็น 1

ภาพสีระดับเทา มีค่าต่ำสุดเป็น 0 และค่าสูงสุดเป็น 15

และมีประโยชน์ใช้ตรวจสอบว่าต้องการประมวลผลภาพก่อนนำไปแสดงอย่างไรบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 12. แพท Photometric Interpretation

Photometric Interpretation

แพท = 262 (106H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 0 ถึง 2

จะบอกว่าจะแสดงผลในลักษณะอย่างไร

0 - ค่าต่ำสุดถูกกำหนดให้เป็น สีขาว (white)

1 - ค่าต่ำสุดถูกกำหนดให้เป็น สีดำ (black)

2 - เป็นการตีความภาพสี RGB โดยค่าต่ำสุดแทนความเข้มแสงต่ำสุด และค่าสูงสุดเป็นค่าสูงสุดแทนความเข้มแสงสูงสุด ในโมเดลสีแบบ RGB

## 13. แพท GrayResponseCurve และ GrayResponseUnit

GrayResponseCurve

แพท = 291 (123H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน =  $2^{**}$ จำนวนบิตต่อชุดของข้อมูล

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 0 ถึง 65535

GrayResponseUnit

แทก = 290 (122H)

ชนิด = Short

จำนวนของค่าที่แตกต่างกัน = 1

ขอบเขตค่าของข้อมูล = 1 ถึง 5

1 = จำนวนแทนหนึ่ง ในลิบของหนึ่งหน่วย

2 = จำนวนแทนหนึ่ง ในร้อยของหนึ่งหน่วย

3 = จำนวนแทนหนึ่ง ในพันของหนึ่งหน่วย

4 = จำนวนแทนหนึ่ง ในหมื่นของหนึ่งหน่วย

5 = จำนวนแทนหนึ่ง ในแสนของหนึ่งหน่วย

จุดประสงค์เพื่อใช้ในการตีความข้อมูลภาพแบบระดับเทา โดยจะแทนค่าของระดับเทาต่าง ๆ ในเทอมของความหนาแน่นทางแสง (optical density)

เคอร์ฟของระดับเทา (gray scale curve) จะเก็บในรูปแบบของตารางที่ใช้ในการทำการค้นหา (look up table) โดยเป็นการแมพค่าจาก 0 ถึง  $(2^{**} \text{จำนวนบิตต่อชุดของข้อมูล}) - 1$  ไปเป็นค่าความหนาแน่นทางแสง

หน่วยของผลตอบสนองระดับเทา จะกำหนดถึงความแน่นอนของข้อมูลในเคอร์ฟ

ตัวอย่าง เช่น

ถ้า GrayResponseUnit = 3 และค่าใน GrayResponseCurve ที่ระดับที่ 4 เท่ากับ 345 ดังนั้นค่าที่แท้จริง เป็น 0.345 และค่าปกติจะเป็น 2

ส่วนแทกต่างๆที่เหลือสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากหนังสืออ้างอิงที่แสดงไว้ท้ายเล่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3 ส่วน อีดิเตอร์

ส่วนนี้จะ เป็นส่วนของการตกแต่งภาพ IMAGE ซึ่งจะสามารถ

- ลากเส้น , ต่อเติม
- ไล่ตัวอักษร

การใช้สีของการวาดภาพนั้นตามข้อกำหนดของจอภาพจะใช้ได้เพียง 256 สีเท่านั้นจากสีทั้งหมด 64x64x64 สี ดังนั้นเราจะแบ่งเป็น ระดับเทา 64 ระดับ และสีอีก 192 สีใน 192 สีนี้จะแบ่งเป็น 24 สี สีละ 8 ระดับ ซึ่งจากที่ได้นี้จะเห็นว่าเราต้องแปลงค่าข้อมูลจาก ไฟล์ IMG ซึ่งมี ระดับเทา 256 ระดับ ให้เหลือ 64 ระดับ โดยจะมีค่า 0 - 63

ในส่วนนี้นั้นส่วนใหญ่มักจะเป็นการทำงานที่เป็นลักษณะที่เป็นการเขียนโปรแกรมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการทำงานโปรแกรมต่าง ๆ นั้นจะมีขั้นตอนดังนี้ (รายละเอียดของ โปรแกรมและตัวโปรแกรมอยู่ใน ไฟล์ EDIT.C

1. กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของเคอร์เซอร์ ตัวแปร `curx` จะเก็บค่าตำแหน่งของเคอร์เซอร์ตามแกน `x` , `cury` จะเก็บค่าตำแหน่งของ เคอร์เซอร์ตามแกน `y` ตำแหน่งนี้จะคิดเทียบกับจอภาพโดยที่มุมบนซ้ายมี `curx cury` จะมีค่าเป็น 0 ทั้งคู่
2. นำค่าจุดกึ่งกลางไปลงในส่วนขยายภาพซึ่งอยู่ทางมุมล่างซ้ายของจอภาพ ( ฟังก์ชัน `Viewport` )
3. เก็บภาพบนจอที่จะถูกเคอร์เซอร์ทับลงไป (ฟังก์ชัน `get_bk`) ซึ่งข้อมูลจะนำไปเก็บที่ตัวแปร `neighbor`

4. รับค่าจากคีย์บอร์ดว่าต้องการทำอะไร ( `cmd = get_cmd()` ) จากนั้น  
การทำงานจะแบ่งเป็น 2 อย่างคือ

- การเลื่อนเคอร์เซอร์

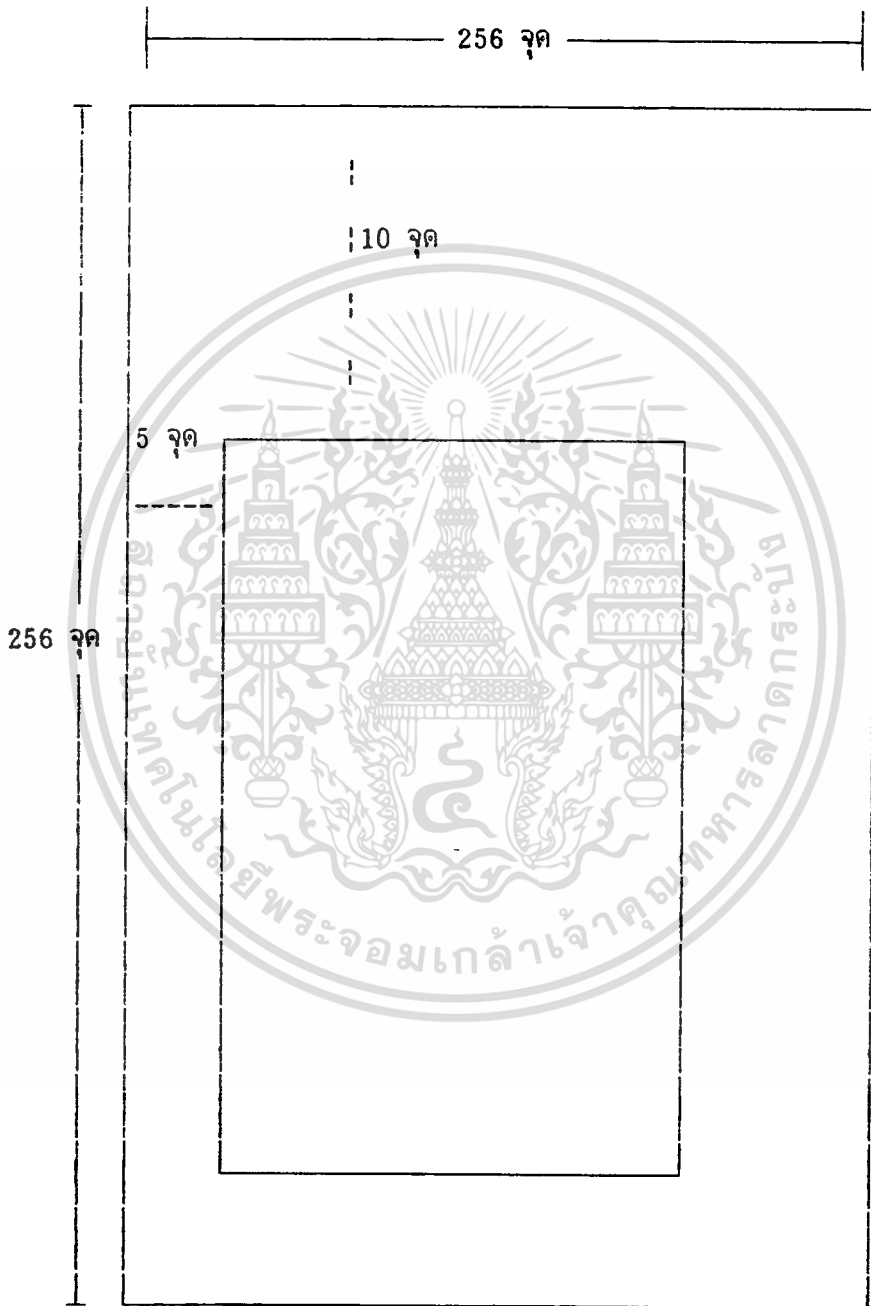
ขั้นแรกจะทำการนำข้อมูลภาพที่เราได้เก็บไว้ในตัวแปร `neighbor`  
มาวาดลงไปตำแหน่งเดิมซึ่งจะทำให้ตัวเคอร์เซอร์หายไป เมื่อเรา  
ทราบทิศทางที่เคอร์เซอร์ต้องเลื่อนไป ( จากการรับค่าจากคีย์บอร์ด )  
เราก็จะวาดรูปเคอร์เซอร์ในตำแหน่งใหม่ การวาดเคอร์เซอร์จะต้องทำ  
การเก็บค่าข้อมูลภาพที่จะถูกเคอร์เซอร์ทับลงไปก่อนเสมอ ดังกล่าวมาแล้ว  
ข้างต้นจากนั้นค่อยทำการวาดเคอร์เซอร์ในตำแหน่งใหม่

- การเลื่อนจอภาพ( Scroll )

เนื่องจากจอภาพที่ใช้อยู่มีขนาด 320 x 200 จุด และต้องแบ่งไปเป็นส่วนเมนูต่างๆ อีก ซึ่งในการแสดงภาพขนาด 256 x 256 จะทำได้ไม่พอ จึงแก้ไขโดยการแสดงภาพเป็นบางส่วนแล้วค่อยๆดูส่วนที่ต้องการโดยการเลื่อนภาพ ( การเลื่อนภาพนี้มีวิธีการคล้ายกับการเลื่อนเคอร์เซอร์ จะมีตัวแปร window\_x และ window\_y เพื่อเก็บค่า ตำแหน่งมุมบนซ้ายสุดของ window ของจอภาพว่าจะตรงกับตำแหน่งที่เท่าไรของภาพดังรูป ที่ 1.

จากรูปที่ 3.1 เราจะได้ว่า  $window\_x = 5$   $window\_y = 10$

ในการ edit นี้ถ้าตัวแปร handle มีค่าเป็น 1 จะทำการเอาตัวแปร tool\_color และตำแหน่ง curx cury มาทำตามฟังก์ชันของ tool นั้น เช่น ถ้า tool เป็น 1 ก็จะเป็นปากกา เมื่อกดปุ่ม < F5 > แล้วลากเคอร์เซอร์ ไปจะเป็นการเขียนระบายสีลงบนภาพ ตามทางที่เราลาก เมื่อเรากดปุ่ม < F5 > อีกครั้งจะเป็นการยกปากกาขึ้นสีที่จะลงบนภาพนั้นจะเป็นสีที่เก็บไว้ในตัวแปร color การเลือกชนิดของ tool และ color นั้นจะเลือกได้จาก tool เมนู ในเมนูหลัก



รูป 3.1 แสดงตำแหน่งและค่าของ ตัวแปร `window_x`, `window_y`

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนการใส่ตัวอักษร

ขั้นแรกจะต้องรู้ก่อนว่าจะแสดงตัวอักษรตัวใด โดยการรับค่ามาจากคีย์บอร์ด ซึ่งสามารถแสดงตัวอักษรได้ 2 ภาษา คือ ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ

เมื่อทราบแล้วว่า จะแสดงตัวอักษรตัวใด ขั้นตอนต่อไปก็จะดึงเอาพอนท์ตัวอักษรที่ได้ออกแบบไว้มาแสดง โดยขนาดของพอนท์จะเท่ากับ 8x14 การดึงเอาพอนท์ออกมานั้นจะดึงออกมาทีละ 8 จุด ( 1 ไบต์ ) ในแวนอน 14 ครั้งมาพลอต ( plot ) ก็จะสามารถแสดงตัวอักษรออกมาได้

เมื่อแสดงตัวอักษรได้แล้วก็ต้องทำการจัดระดับ ในกรณีที่เป็นภาษาไทย โดยการตรวจสอบรหัสตัวอักษร ซึ่งได้เข้ารหัสของ เกษตร โดยจะเห็นว่าถ้าค่ารหัสอยู่ในช่วง 32-214 จะเป็นตัวอักษรที่อยู่ตรงกลาง ถ้าค่ารหัสเท่ากับ 215 หรือ 218 จะเป็นตัวอักษรตัวล่าง ( " ", " " ) ถ้าค่าของรหัสอยู่ในช่วง 219-255 จะเป็นพวกสระบน

ถ้ากรณีสระบนซ้ำ ก็ต้องทำการตรวจสอบ เช่น กรณีสระอีไปตอนแรก แล้วอีมีโทซ้ำ เมื่อตอนแสดงผลและเก็บ ก็ต้องแสดง สระอีมีโท ในการตรวจสอบจะใช้ตารางช่วยในการตรวจสอบซึ่งตารางมีลักษณะดังนี้

{ {0xD9,0xDA,0xDB,0xDC,0xDD,0x00,0xDF,0xEE,0xEF,0xF0,0xF1,0xF2} ,  
 {0xD9,0xDA,0xDB,0xDC,0xDD,0x00,0xDF,0xF3,0xF4,0xF5,0xF6,0xE4} ,  
 {0xD9,0xDA,0xDB,0xDC,0xDD,0x00,0xDF,0xF7,0xF8,0xF9,0xFA,0xE4} ,  
 {0xD9,0xDA,0xDB,0xDC,0xDD,0x00,0xDF,0xFB,0xFC,0xFD,0xFE,0xE4} ,  
 {0xD9,0xDA,0xDB,0xDC,0xDD,0x00,0xDF,0xEA,0xEB,0xEC,0xED,0xE4} ,  
 {0xD9,0xDA,0xDB,0xDC,0xDD,0x00,0xDF,0xEA,0xEB,0xEC,0xED,0xE4} ,  
 {0xD9,0xDA,0xDB,0xDC,0xDD,0x00,0xDF,0xE0,0xE1,0xE2,0xE3,0xE4} ,  
 {0xEE,0xF3,0xF7,0xFB,0xEA,0x00,0xDF,0xE0,0xE1,0xE2,0xE3,0xE4} ,  
 {0xEF,0xF4,0xF8,0xFC,0xEB,0x00,0xDF,0xE0,0xE1,0xE2,0xE3,0xE4} ,  
 {0xF0,0xF5,0xF9,0xFD,0xEC,0x00,0xDF,0xE0,0xE1,0xE2,0xE3,0xE4} ,  
 {0xF1,0xF6,0xFA,0xFE,0xED,0x00,0xDF,0xE0,0xE1,0xE2,0xE3,0xE4} ,  
 {0xF2,0xDA,0xDB,0xDC,0xDD,0x00,0xDF,0xE0,0xE1,0xE2,0xE3,0xE4} } } ;

วิธีใช้ตารางนี้คือ จะนำเอารหัสของการศึยครั้งแรก ลบด้วย 217 (D9 ฐานสิบหก) มา  
เป็นแถวของ เมตริกซ์ และนำเอารหัสของการศึยครั้งหลัง ลบด้วย 217 (D9 ฐานสิบหก) มา  
เป็นหลักของ เมตริกซ์ และค่าที่อ่านได้จากเมตริกซ์ก็คือค่ารหัสของตัวอักษรที่จะนำไปเก็บและแสดง

ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการเก็บตัวอักษรที่ได้ศึยไปแล้ว โดยการเก็บจะทำการจองบัฟเฟอร์  
เป็นเมตริกซ์ 32x16 ซึ่งรายละเอียดกล่าวไว้แล้วในส่วนพิมพ์

#### บทที่ 4 การจัดการระบบสี ( Color System )

การแสดงภาพสีในการประมวลผลภาพทางดิจิทัล (digital image processing) อาจจะถูกนำไปแสดงบนจอซีอาร์ที (CRT), หรือบนอุปกรณ์สำเนาการ ( hard copy device) เช่น เครื่องพิมพ์ และอุปกรณ์การถ่ายรูป (photographic equipment) ภาพต่างๆอาจจะถูกนำมาแสดงในแบบช่วงสีเดี่ยว (monochromatic) เช่น ช่วงของสีเขียว, แบบช่วงที่ไม่เป็นสี (achromatic) ซึ่งจะเป็นช่วงของระดับเทา (shades of gray) หรือเป็นภาพสี (color)

ลักษณะของการแสดงภาพบนจอซีอาร์ที ความเข้มของแต่ละจุดบนจอจะถูกกำหนด โดยค่าของแต่ละพิกเซลบนภาพ ในจอโมโนโครมจะกำหนด โดยความสว่าง-มืดของแต่ละจุด, ส่วนในจอสีจะกำหนด โดยสีแดง, เขียว, และน้ำเงินของแต่ละจุด อย่างเป็นอิสระต่อกัน

ปัญหาหลักในการแสดงภาพ ได้แก่

1. ในการแสดงภาพโมโนโครม ค่าแต่ละค่าของพิกเซลในภาพ จะควบคุมความสว่างของแต่ละจุดอย่างไร เช่น ในลักษณะเชิงเส้น (linear) หรืออาจเป็นในลอการิทึม (logarithm) เพื่อให้ได้ลักษณะของภาพตามที่ต้องการ

2. สำหรับการแสดงภาพสี 3 แบนด์ จะใช้แต่ละแบนด์กำหนดองค์ประกอบของสีอย่างไร

การแก้ไขปัญหเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล และสภาพพิเศษที่เป็นจุดสนใจในภาพ และปัจจัยอื่นๆอีก

#### สเปซของสี (Color Space)

เนื่องจากผู้ใช้งานโปรแกรมจะมองภาพของการรวมกันของสีแดง (Red, R), เขียว (Green, G) และน้ำเงิน (Blue, B) ในระดับต่างๆกันได้อย่างไม่ชัดเจนนัก จึงต้องอาศัยระบบของการอ้างถึงสี (color space) ในอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งใกล้เคียงกับการรับรู้สีของมนุษย์ เช่น ความแตกต่างกันของสี, ระดับต่างๆของสี ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของการผสมสี และการรับรู้สีโดยมนุษย์ จะสามารถแสดงได้ โดยทฤษฎีของสีไตร-  
 สติมูลส์ (Tristimulus Color Theory) ,มีหลักการอย่างง่ายในการกำหนดสี โดยแสดงใน  
 รูปแบบของชุดของจำนวน (r, g, b) ซึ่งใช้กำหนดปริมาณของแม่สีหลักสามสี (primaries)  
 R, G, และ B ส่วนสีอื่นๆ (C) สามารถที่จะถูกผสมขึ้นจากแม่สีหลักทั้งสาม

$$C = rR + gG + bB$$

จากสมการข้างต้น เราจะเห็นได้ว่าถ้าสามารถหาชุดของสามสีใดๆ ที่เป็นอิสระต่อกัน  
 กล่าวคือ หนึ่งสีใดๆในชุดไม่สามารถผสมขึ้นจาก สองสีที่เหลือในชุดนั้นได้

การแสดงภาพสีโดยใช้ RGB

ตัวอย่างของการใช้ระบบการผสมสีจาก RGB โดยการลองผิดลองถูก (trial-and-error)

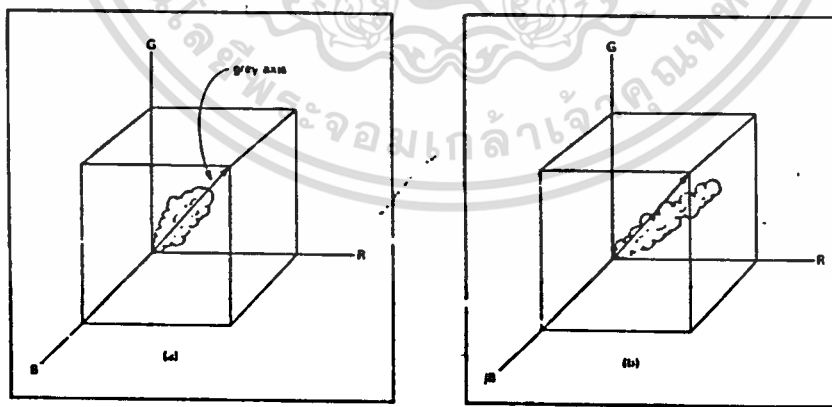
I	Red	Green	Blue	I	Red	Green	Blue
01	1.000	0.000	0.000	25	0.000	0.677	1.000
02	1.000	0.064	0.000	26	0.000	0.613	1.000
03	1.000	0.193	0.000	27	0.000	0.548	1.000
04	1.000	0.258	0.000	28	0.000	0.484	1.000
05	1.000	0.323	0.000	29	0.000	0.419	1.000
06	1.000	0.387	0.000	30	0.000	0.355	1.000
07	1.000	0.452	0.000	31	0.000	0.290	1.000
08	1.000	0.516	0.000	32	0.000	0.226	1.000
09	1.000	0.548	0.000	33	0.000	0.161	1.000
10	1.000	0.613	0.000	34	0.000	0.000	1.000
11	1.000	0.677	0.000	35	0.516	0.000	1.000
12	1.000	0.742	0.000	36	0.581	0.000	1.000
13	1.000	0.806	0.000	37	0.645	0.000	1.000
14	1.000	0.871	0.000	38	0.710	0.000	1.000
15	1.000	0.936	0.000	39	0.774	0.000	1.000
16	1.000	1.000	0.000	40	0.839	0.000	1.000
17	0.903	1.000	0.000	41	0.903	0.000	1.000
18	0.806	1.000	0.000	42	0.968	0.000	1.000
19	0.677	1.000	0.000	43	1.000	0.000	0.935
20	0.516	1.000	0.000	44	1.000	0.000	0.839
21	0.000	1.000	0.452	45	1.000	0.000	0.742
22	0.000	1.000	0.710	46	1.000	0.000	0.613
23	0.000	1.000	1.000	47	1.000	0.000	0.484
24	0.000	0.871	1.000	48	1.000	0.000	0.097

คุณลักษณะต่างๆของการแสดงภาพ โดยวิธีการ RGB

1. การปรับแต่งกับสีหนึ่งแบนด์ จะมีผลต่อสีหลายสี และจะเป็นการเปลี่ยนคุณลักษณะของการแสดงภาพ ถ้าเพิ่มกำลังขยายแบนด์สีแดง (red band) จะเป็นการเพิ่มความสว่าง (brightness)แก่ทุกพิกเซล ในส่วนของสีแดงในแต่ละสี (เช่น สีเพอร์เพิล (purple) , มาเจนตา (magenta) ฯลฯ) และไม่เพียงแต่สีแดงบริสุทธิ์เท่านั้นที่เปลี่ยนไป อีกทั้งยังจะลดค่าความอิ่มตัว (saturation) ของสีไซยาน (cyan, สีเขียว กับ น้ำเงิน) โดยการเลื่อนสีนั้นเข้าไปใกล้สีขาว (white) และจะลดปริมาณของสีเขียว โดยถูกแปลงไปสู่สีเหลือง (yellow, สีแดง กับ เขียว)

2. การควบคุมการรับรู้สี จากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของภาพ จะทำได้ยาก เช่น เป็นการที่ยากที่จะเพิ่มค่าความอิ่มตัว เพื่อที่จะเพิ่มความสว่างให้สีสว่างขึ้น และถ้าเพิ่มทั้งสามตัว จะทำให้ได้สีเข้าใกล้สีขาวมากขึ้น

3. ในกรณีที่บางส่วนของแต่ละแบนด์ มีการคาบเกี่ยวกันอยู่ จะทำให้การแสดงภาพในระบบ RGB มีลักษณะแบน และมีส่วนที่เป็นสีเทาอยู่มาก ซึ่งจะอยู่ใกล้แกน  $R = G = B$  ดังในรูป



รูปที่ 4.1 การกระจายของสี

ดังนั้นเพื่อทำการแก้ปัญหานข้อ 3. จึงต้องทำการกระจายสีต่างๆออกไปจากแกนของสีเทา (gray axis) การกระจายอาจจะทำได้โดยการขยายฮิสโตแกรมสองมิติ ทั้งสามชุด ได้แก่ BG, GR, และ RB โดยที่ทำการทำซ้ำตามขั้นตอน ดังนี้

1. สำหรับแต่ละค่า  $r$  ใน RG กระจายค่า  $g$
2. สำหรับแต่ละค่า  $g$  ใน GB กระจายค่า  $b$
3. สำหรับแต่ละค่า  $b$  ใน BR กระจายค่า  $r$

จะช่วยให้ข้อมูลกระจายไปทั่วลูกบาศก์ของสี (color cube) และจะทำให้สีแต่ละสีไม่ซ้ำซ้อน เพราะทำกันอย่างต่อเนื่อง (ไม่ขาดตอนเข้ามาไปมา)

อีกวิธีการหนึ่งใช้การคำนวณ แกนขององค์ประกอบหลักของ การกระจายของค่าของพิกเซล ในสามมิติดั้งเดิม (the original three dimensional pixel value distribution) ยืดขยายในทิศทางของแกนเหล่านี้ ในวิธีนี้การกระจายอาจจะเริ่มจากวงแคบ ซึ่งเราอาจประมาณว่าเป็นไปนรูปร่างรี (ellipsoidal shape) แล้วค่อยๆเป็นไปนรูปร่างกรวยที่กระจาย มีการคาบเกี่ยวกันน้อยลง (uncorrelated) ในที่สุดแล้ว เราจะได้การกระจายของจุดต่างๆที่สม่ำเสมอไปทั่วสเปซของ RGB การแปลงข้อมูล (data transformation) จะมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการแปลงข้อมูลในองค์ประกอบหลักของตัวข้อมูล
2. ยืดขยาย (อีควอลไรซ์) แต่ละองค์ประกอบหลัก
3. ทำการแปลงข้อมูลกลับไปนสเปซเดิม (สเปซของ RGB)

การกระทำเหล่านี้อาจจะนำมาแสดงร่วมกัน ในรูปแบบของการแปลงเชิงเส้น (linear transformation) ของแต่ละแบนด์ ซึ่งมีสมการดังนี้

$$D^+ = D E S E^{-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$D$  เป็น เมตริกซ์ขนาด  $n \times 3$  ของค่าพิคเซลที่จะถูกแสดง (สามองค์ประกอบ คือ  $r$ ,  $g$ , และ  $b$  สำหรับแต่ละตัวจำนวน  $n$  พิกเซล ซึ่ง  $n$  เป็นจำนวนของพิกเซลทั้งหมดในภาพ),

$E$  เป็น เมตริกซ์ที่มีคอลัมน์ เป็นโอเกนเวกเตอร์ (eigenvector) ของ  $D^T D$ ,

$S$  เป็น เมตริกซ์ที่แยงของการพิคเซล (diagonal scaling matrix),

$D^+$  เป็น เมตริกซ์ขนาด  $n \times 3$  ของค่าใหม่ของ  $r$ ,  $g$ , และ  $b$  สำหรับแต่ละตัวจำนวน  $n$  พิกเซล

จะเห็นได้ว่าแต่ละคอลัมน์ของ  $D$  และ  $D^+$  เป็นแบงค์ที่สมบูรณ์ของภาพ ขยายออกเป็นอาร์เรย์ขนาดหนึ่งมิติ,  $S$  คือ ค่าสเกลในสเปซขององค์ประกอบหลัก การกระทำจากซ้ายไปขวามีความหมายว่า ค่าพิกเซลแต่ละค่าใน  $D$  จะถูกแปลงไปยังองค์ประกอบหลัก (ที่กำหนดไว้) โดย  $E$ , แล้วถูกสเกลโดย  $S$  ต่อจากนั้นทำการแปลงกลับไปยังสเปซเดิม โดย  $E^{-1}$

สเปซสีที่ใช้กันอยู่มีหลายระบบ ได้แก่

IHS (Intensity, Hue, and Saturation spaces)

HLS (Hue, Lightness, and Saturation space) ของ Graphics - Standard Committee, Siggraph, ACM

HSV (Hue, Saturation, Value color space)

ฯลฯ

การนำสีที่ไม่ใช่ RGB (non-RGB space) จะมีปัญหาที่หนึ่งเกิดขึ้นบ่อย  
บ้าง ในการนำพาเข้า ได้แก่

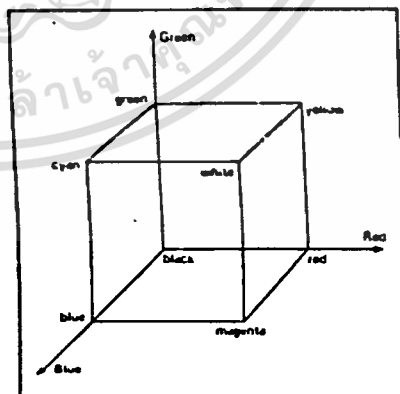
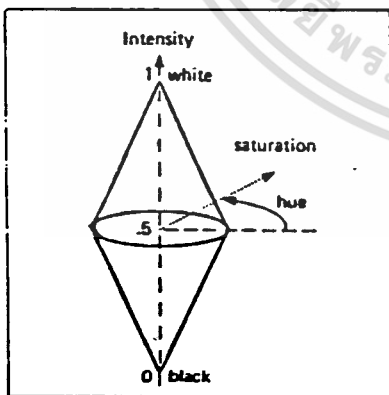
1. วิธีการแปลงสี (mapping) ค่าของพิกเซลที่ถูกใช้กับ แต่ละองค์ประกอบหลักของ-  
สเปซสี จะขึ้นอยู่กับว่าสเปซสีนั้นแปลงไปเป็นสเปซสีแบบ RGB ได้อย่างไรบ้าง
2. จำนวนระดับของแต่ละ R, G, B จะขึ้นอยู่กับระบบฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์แสดงภาพ  
แต่จำนวนระดับของแต่ละองค์ประกอบของสเปซสีที่ไม่ใช่สเปซสี RGB จะกำหนดได้จาก  
ระบบซอฟต์แวร์

ตัวอย่าง เช่น

	H	L	S	รวม
1.	24	8	1	192
2.	6	16	2	192

	H	S	V	รวม
1.	6	16	2	192



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานที่นี้ในขั้นแรกจะทำการทดลองใช้สีแบบ HSV

: ซึ่งมีลักษณะดังนี้

Hue เป็นค่าที่ใช้บ่งบอกตัวสีนั้นๆ เช่น red, purple, magenta, green ฯลฯ

Saturation บอกถึงความอิ่มตัว (ความเข้ม) ของสี โดยสีที่เข้มมีความอิ่มตัว คือสีที่เข้มหนักไปทางแม่สีใดเลย

Value บอกถึงความสว่างของสี โดยสีขาว (white) สว่างมากที่สุด, สีดำ (black) สว่างน้อยที่สุด เพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้นให้สังเกตจากรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 4.2 โมเดล HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลกอริธึมของการแปลงจากสเปซของ HSV ไปยังสเปซของ RGB และ  
จากสเปซของ RGB ไปยังสเปซของ HSV

HSV -> RGB

h, s, v /\* Hue, Saturation, Value ทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 \*/

r, g, b /\* Red, Green, Blue ทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 \*/

hh = 6.0 \* h;

i = ค่าจำนวนเต็มปัดเศษทั้งของค่า hh ;

f = hh - i;

m = v \* (1.0 - s);

n = v \* (1.0 - s \* f);

k = v \* (1.0 - s \* (1.0 - f));

switch (i) {

case 1 : r = n; g = v; b = m;

break;

case 2 : r = m; g = v; b = k;

break;

case 3 : r = m; g = n; b = v;

break;

case 4 : r = k; g = m; b = v;

break;

case 5 : r = v; g = m; b = n;

break;

default : r = v; g = k; b = m;

break;

}

return r, g, b;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RGB -> HSV

r, g, b /\* สี Red/Green/Blue \*/

h, s, v /\* ใกล้เคียงสี Hue/Saturation/Value \*/

v = ค่ามากที่สุดสามค่าของ r, g, b;

x = ค่าน้อยที่สุดสามค่าของ r, g, b;

s = (v - x) / v;

if (s == 0.0) return h, s, v;

rr = (v - r) / (v - x);

gg = (v - g) / (v - x);

bb = (v - b) / (v - x);

if (rr == v) {

h = 1.0 - gg;

if (gg == x) h = bb + 5.0;

}

if (gg == v) {

h = 3.0 - bb;

if (bb == x) h = rr + 1.0;

}

if (bb == v) {

h = 5.0 - rr;

if (rr == x) h = gg + 3.0;

}

h = h / 6.0;

return h, s, v;

END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลกอริธึมของการแปลงจากสเปซของ HLS ไปยังสเปซของ RGB และ  
จากสเปซของ RGB ไปยังสเปซของ HLS

HLS -> RGB

H, L, S /\* Hue/Lightness/Saturation, H มีค่าอยู่ระหว่าง (0°, 360°)

Lightness, Saturation มีค่าอยู่ระหว่าง (0, 1) \*/

R, G, B /\* Red/Green/Blue มีค่าอยู่ระหว่าง (0, 1) \*/

if (L <= 0.5) M = L \* (1.0 + S);

else M = L + S - (L \* S);

m = (2.0 \* L) - M;

R = Value(m, M, H);

G = Value(m, M, H-120.0);

B = Value(m, M, H-240.0);

END

โดยที่ Value(m, M, h) คือ

if (h < 0.0) h = h + 360.0;

if (h < 60.0) Value = m + (M - m) \* h / 60.0;

else if (h < 180.0) Value = M;

else if (h < 240.0)

Value = m + (M - m) \* (240.0 - h) / 60.0;

else Value = m;

RGB -> HLS

R, G, B /\* Red/Green/Blue มีค่าอยู่ระหว่าง (0, 1) \*/

H, L, S /\* Hue/Lightness/Saturation, H มีค่าอยู่ระหว่าง (0°, 360°)  
Lightness, Saturation มีค่าอยู่ระหว่าง (0, 1) \*/

M = ค่ามากที่สุดสามค่าของ R, G, B;

m = ค่าน้อยที่สุดสามค่าของ R, G, B;

if (M != m) {

    r = (M - R) / (M - m);

    g = (M - G) / (M - m);

    b = (M - B) / (M - m);

}

/\* else R = G = B และไม่ต้องใช้ r, g, และ b \*/

/\* ข้อสังเกต อย่างน้อยที่สุดมีตัวหนึ่งค่าใดใน r, g, b เป็น 0.0 และอย่างน้อยที่สุดมี  
ตัวหนึ่ง เป็น 1.0 \*/

L = (M + m) / 2.0;

if (M == m) S = 0.0;

else if (L <= 0.5) S = (M - m) / (M + m);

    else S = (M - m) / (2.0 - M - m);

/\*-----\*/

if (S == 0) h = 0.0;

else if (S == 0) h = 0.0;

    else if (R == M) h = 2.0 + b - g;

        else if (G == M) h = 4.0 + r - b;

            else h = 6 + g - r;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนที่จะเราสามารถกำหนดค่าต่างๆของสีได้ เราต้องทำการทดลองก่อนว่า การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ต่างๆ มีผลอย่างไรบ้าง

### การทดลองที่ 1

1. อาศัยอัลกอริทึมของการแปลงจาก HSV ไป RGB โดยเริ่มทดลองจากค่า  $h, s, v$  ของสีหลัก 6 สี (hue) อันได้แก่ แดง (Red), เหลือง (Yellow), เขียว (Green), ไซยาน (Cyan), น้ำเงิน (Blue), Magenta โดยทำการคำนวณให้ได้ 192 สี เพราะจะใช้ 64 สีแรกเป็น gray scales และต้องทำการทดลองหาจำนวนของระดับสีที่เหมาะสม (ในขั้นแรกเป็นแบบเชิงเส้น)
2. นำค่าในรูปแบบ normalization มาทำการคำนวณเป็นค่าที่จะใช้ตั้งค่าในรีจิสเตอร์สีของอาร์ตริจีโอ โดยเทียบให้ค่าสูงสุด (63) เป็น 1.0 และค่าต่ำสุด (0) เป็น 0.0
3. ทำการทดลองแสดงผลแล้วทำการสังเกตแล้วปรับปรุงต่อไป

### การทดลองที่ 2

1. คล้ายกับในการทดลองที่ 1 เพียงแต่ใช้สเปซของ HLS แทน HSV
2. ในโครงการนี้จะใช้สเปซของ HLS เข้ามาช่วยในการตั้งค่าของสีที่จะใช้ โดยมีจุดประสงค์หลัก คือ ต้องการให้มีการกระจายของสีต่างๆอย่างทั่วถึง ดังนั้นหลักการที่ได้กล่าวมาข้างต้น
3. เมื่อทำการพิจารณาแล้ว เนื่องจากเมื่อใช้รีจิสเตอร์สีไป 64 ตัว จะเหลืออยู่ 192 ตัว เห็นว่าควรจะต้องให้แต่ละสี มี 8 ระดับ และแบ่งออกเป็น 24 สี ส่วนค่าของความอิ่มตัวมีเพียงค่าเดียว (ในที่นี้ให้ค่าเป็น 1) เพราะการรับรู้สีของประสาทตาจะแยกแยะ

## บทที่ 5 ส่วนการประมวลผลภาพ (Image Processing)

ส่วนการประมวลผลภาพเป็นส่วนจัดการเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพของภาพ ในโครงการนี้จะใช้การประมวลผลอย่างง่ายไม่ซับซ้อนนัก ซึ่งจะประกอบด้วย

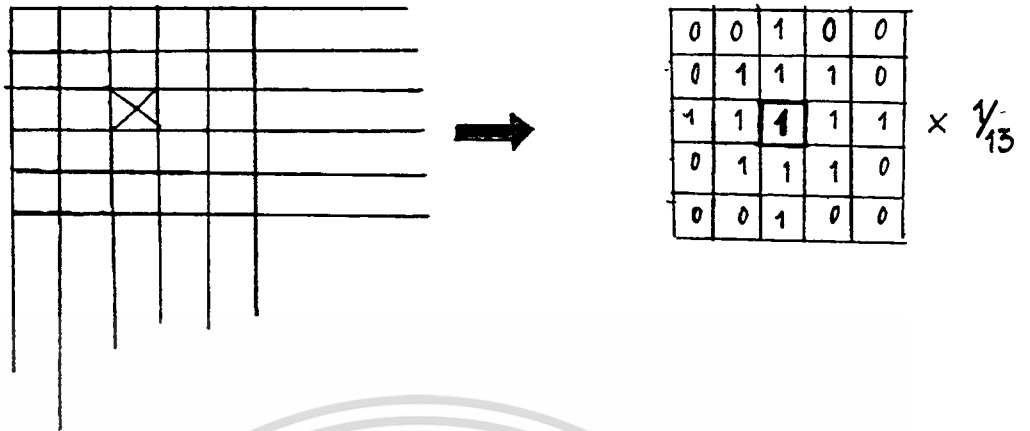
- Average Region (Mean)
- Median
- Convert Color
- Contour

การทำงานในส่วนนี้จะ เป็นส่วนที่สนับสนุนการตกแต่งภาพ เช่น การช่วยลดความผิดพลาดของข้อมูล (Noise) , การลากหาขอบภาพ โดยที่รายละเอียดในตัวข้อต่างๆ จะเป็นดังต่อไปนี้

### Average Region (Mean)

เป็นการหาค่าเฉลี่ยของจุดภาพกับบริเวณรอบๆจุดนั้น การคำนวณอาจกระทำได้ในหลายกรณีขึ้นอยู่กับว่า เราจะเลือกตำแหน่งของจุดรอบๆอย่างไรบ้าง และขนาดของบริเวณที่เราใช้เป็นเท่าไร (เช่น ขนาด 3x3, 5x5 หรือ 7x7)

การกระทำเราจะใช้มาสก์ (mask) แบบต่างๆเข้าไปหาคอนโวลูชัน (convolution) กับจุดภาพ (pixel) โดยมีขั้นตอนสำคัญคือ ถ้าต้องการหาว่าจุดภาพจุดหนึ่ง เมื่อถูกเฉลี่ยกับจุดรอบๆแล้วจะมีค่าเป็นเท่าไร เราสามารถกระทำได้โดยเอามาสก์ที่กำหนดไว้แล้ว เข้าไปหาการคอนโวลูชัน มีตัวอย่างดังรูป



รูปที่ 5.1 ตัวอย่างการหาค่าเฉลี่ยของจุดภาพกับบริเวณรอบๆ

จากรูปข้างบน ตรงบริเวณที่เป็นค่า 1 จะถูกคูณกับค่าของระดับเทาของจุดนั้นๆ ต่อจากนั้นจะนำค่าทั้งหมดที่คำนวณได้มารวมกันแล้วคูณด้วย ค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient) ประจําพิกัดนั้น (เสมือนหาค่าเฉลี่ยนั่นเอง)

ตัวอย่าง เช่น

0	1	0	x	x	x	x	x	
1	1	1	*	x	9	8	7	x
0	1	0	x	6	5	4	x	x
			x	3	12	1	x	x
coef = 1/5			x	x	x	x	x	x

เมื่อนำเอาผลลัพธ์มาหาคอนวาลูชัน กับจุดที่ต้องการหาค่าเฉลี่ยแล้ว จะได้

$$(8 + 6 + 5 + 4 + 12) \times \frac{1}{5} = \frac{35}{5} = 7$$

ต่อจากนั้นเราจะแทนจุดตรงกลางที่มีค่าเต็มเป็น 5 ด้วย ค่าที่เฉลี่ยแล้ว คือ 7

กระหว่าอย่างนี้ไปทั่วทั้งภาพเราจะ ได้ภาพที่มีค่าผิดพลาดน้อยลง เพราะโดยปกติแล้ว ค่าที่ผิดพลาดจะแตกต่าง จากค่าอื่นไปค่อนข้างมาก การหาค่าเฉลี่ยจะเป็นการดึงค่าต่างๆให้เข้าใกล้กันอย่างเหมาะสม

ตัวอย่างของมาสก์ก้ำซี่ มีดังนี้

AVGMASK1

1	1	1
1	1	1
1	1	1

AVGMASK2

0	1	0
1	1	1
0	1	0



AVGMASK3

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

AVGMASK4

0	0	1	0	0
0	1	1	1	0
1	1	1	1	1
0	1	1	1	0
0	0	1	0	0

AVGMASK5

1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AVGMASK6

0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0

AVGMASK7

1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AVGMASK8

0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0

Median

การหาค่า Median สามารถทำได้โดย

นำค่าของจุดต่างๆรอบๆจุดที่พิจารณาอยู่มาทำการเรียงลำดับแล้วเอาค่าที่อยู่ตำแหน่งตรง-  
กลางนั้น มาแทนจุดที่พิจารณานั้น

ตัวอย่าง เช่น จากรูป นำค่ามาเรียงลำดับกันจะได้ 7 5 4 3 3 2 2 2 1

จะได้ค่าที่อยู่ตรงกลางเป็น 3

5	3	2
7	1	2
4	3	2

### การแปลงสี

จะเป็นการแปลงจากช่วงของสีหนึ่งไปยังอีกช่วงสีหนึ่ง โดยกระทำโดยตรง แต่ในแต่ละช่วงสีต้องไล่ลำดับกันไว้ถูกต้อง และมีการไล่ลำดับของช่วงสีไปในทิศทางเดียวกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6 การติดต่อกับระบบฮาร์ดแวร์ของการ์ดวีจีเอ (VGA Cards Interfacing)

จากการที่พิจารณาเลือกลักษณะของสิ่งแวดล้อม ในการทำงานการประมวลผลภาพ (Environment of Image Processing) เพื่อให้ได้ภาพที่มีลักษณะใกล้เคียงภาพจริง (True Color) เช่นในด้านความกลมกลืนของสีต่างๆภายในภาพ, จำนวนของสีที่มีให้ใช้มีมากพอในการตกแต่ง เป็นต้น ดังนั้นในโครงงานนี้จึงเลือกใช้การจัดการทางกราฟิกในโหมด 13 ฐานสิบหกของการ์ดวีจีเอ ซึ่งสามารถแสดงได้ 256สี โดยใช้หน่วยความจำขนาด 256กิโลไบท์ ที่แบ่งออกเป็น 4ระนาบบิต (bit-plane) ซึ่งต่อกันอย่างลูกโซ่ (chained memory) หลักการทำงานในโหมดนี้จะแตกต่างจากโหมดอื่นในเรื่องของการอ่าน-เขียนหน่วยความจำภาพโดยตรง (direct video memory) เพราะในโหมดอื่นจะเป็นการจัดการโครงสร้างหน่วยความจำแบบระนาบ (planar configuration) ส่วนในโหมด 13 ฐานสิบหก จะเป็นการจัดการโครงสร้างหน่วยความจำแบบลูกโซ่ต่อกัน (chain configuration) และยังคงแตกต่างจากโหมดอื่นในเรื่องของการติดต่อกับชุดของรีจิสเตอร์สี (color registers) เพราะในโหมด 13 ฐานสิบหก แสดงได้ถึง 256สี ในขณะที่โหมดอื่นจะแสดงได้ 2ระดับโมโนโครม, 2สี, 4สี หรือ 16สี แต่ในด้านความละเอียดของภาพแล้วในโหมด 13 ฐานสิบหก จะไม่ละเอียดนัก (มีความละเอียด 320x200) เมื่อเทียบกับโหมดอื่น

แต่ในปัจจุบันได้มีการ์ดทางกราฟิกที่มีความสามารถสูงขึ้น เพราะมีความละเอียดสูงและยังแสดงได้ 256สี แต่ยังไม่มีการมาตรฐานร่วมกันที่แน่นอน ซึ่งก็คือ การ์ดซูเปอร์วีจีเอ (Super VGA Cards) โดยต้องอาศัยหน่วยความจำภาพมากขึ้นเป็น 512กิโลไบท์ โดยในโครงงานนี้จะกล่าวถึงเฉพาะหลักการการทำงานของการ์ดซูเปอร์วีจีเอของบริษัท Tseng-Lab ในโหมด 30 ฐานสิบหก 256สี ความละเอียด 800x600

รายละเอียดที่ควรรู้ก่อนการโปรแกรมเพื่อใช้งานทางกราฟิกของการ์ดวีจีเอ และซูเปอร์-วีจีเอ ในโหมด 13 ฐานสิบหก และ 30 ฐานสิบหก ตามลำดับ ได้แก่

- กราฟิกแอทริบิวต์ (Graphics Attributes)
- การจัดการหน่วยความจำภาพ (Display Memory)
- โหมดการแสดงผลทางกราฟิก (Graphics Display Modes)

### กราฟิกแอทริบิวต์ (Graphics Attributes)

ในโหมดกราฟิกแอทริบิวต์ของตัวอักษร (character attribute) จะถูกจัดการต่างไปจากในโหมดตัวเลขตัวอักษร (alphanumeric mode) ในโหมดกราฟิกนี้รูปแบบของจุดที่ประกอบเป็นตัวอักษรจะถูกเก็บลงในหน่วยความจำภาพเลย โดยจัดการแอทริบิวต์ตามโหมดกราฟิกที่ใช้แสดงอยู่ โดยจุดต่างๆที่เป็นฉากหน้า (foreground) ของตัวอักษรจะถูกทำการไหลลงเท่านั้น ซึ่งค่าที่ใช้ไหลมาจากค่าในไบต์แอทริบิวต์ (attribute byte) ส่วนฉากหลัง (background) จะไม่ถูกสนใจ

แต่ในตรงงานนี้จะทำการแสดงตัวเลขตัวอักษรทั้งไทยและอังกฤษ รวมทั้งสัญลักษณ์ต่างๆ จากฟอนต์ (font) ที่ได้ไหลเอาไว้ แล้วทำการแสดงและจัดระดับในโหมดกราฟิกเอง ซึ่งจะต้องจัดการในลักษณะที่สามารถแสดงอักษรซ้อนอยู่บนภาพได้ด้วย (เมื่อพิมพ์อักษรซ้อนอยู่บนภาพ)

ในโหมด 13 ฐานสิบหก ค่าในรีจิสเตอร์พาเลทท์ (palette register) จะใช้ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสของรีจิสเตอร์สี (color register) ที่เก็บสีที่ต้องการแสดงผล ซึ่งในโหมดนี้เท่านั้นของการ์ดวีจีเอ ที่ถ้าต้องการเปลี่ยนสีในชุดสีที่มี จะต้องตั้งค่าในรีจิสเตอร์สีใหม่ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดการหน่วยความจำในการแสดงภาพ (Video Memory Organization)

หน่วยความจำในการแสดงภาพจะประกอบด้วย หน่วยความจำขนาด 256 กิโลไบต์ (แบงก์ A) และที่เพิ่มเติมมาอีก 256 กิโลไบต์ (แบงก์ B) รวมเป็น 512 กิโลไบต์ หน่วยความจำส่วนนี้ จะแมพได้เพียง 128 กิโลไบต์ ในระบบของ IBM โดยโปรแกรม GDC Miscellaneous Register (GDC Index Register 6) ดังนี้

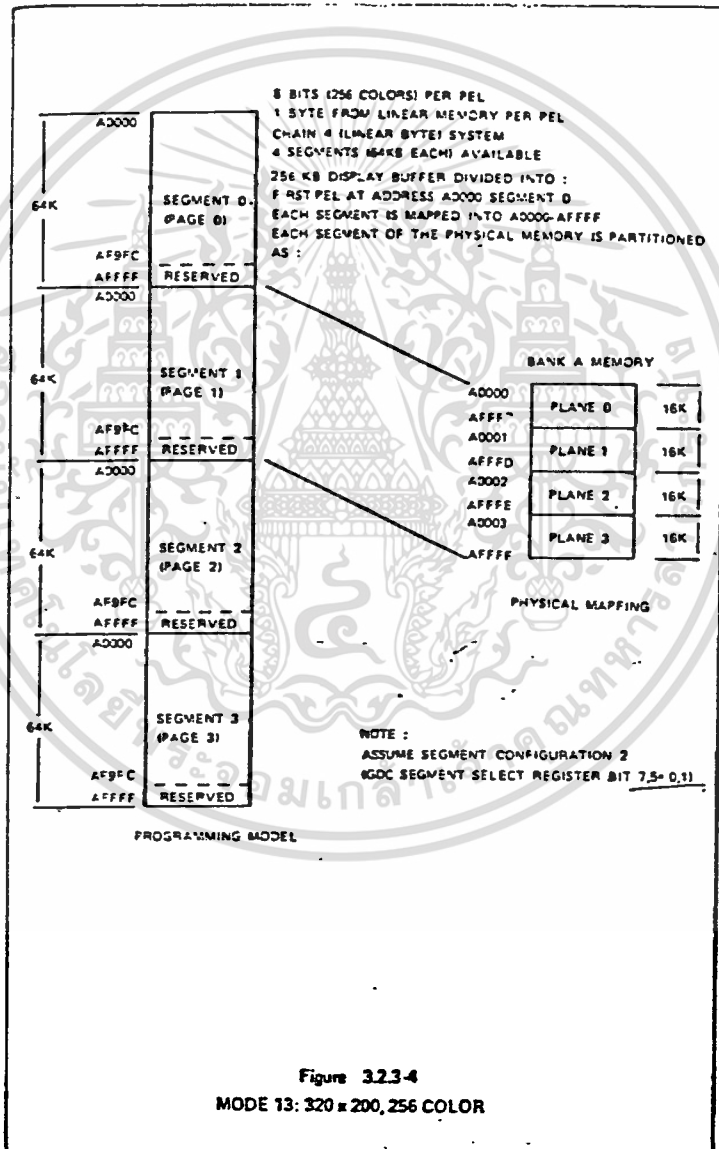
GDC Misc. Reg <3,2>	Address space	Size	Mode
00	A0000-BFFFF	128KB	Hi-resolution
01	A0000-B0000	64KB	
10	B0000-B8000	32KB	
11	B8000-BFFFF	32KB	

จากข้อจำกัดข้างต้นจึงต้องการแบ่ง (partition) หน่วยความจำออกเป็น เซกเมนต์เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรส

การทำเซกเมนต์ (segment configuration) ทำได้ 3 ลักษณะโดยการโปรแกรม GDC Segment Select Register (I/O address = 3CDฐานสิบหก): โดยในที่นี้จะอธิบาย เฉพาะแบบที่ 2 เท่านั้น ในแบบนี้แบ่งออกเป็น 8 เซกเมนต์ๆ ละ 64 กิโลไบต์ (A<15:0>) ขณะที่กำหนดเซกเมนต์โดยหมายเลขเซกเมนต์ใน RSP, WSP ในระหว่างการอ่าน/เขียน ตามลำดับ ซึ่งการจัดการอุปกรณ์แบบนี้จะใช้กับระบบการอ้างหน่วยความจำแบบเชิงเส้น (linear byte system) ในโหมด 256 สี

การอ้างหน่วยความจำแบบเชิงเส้น (linear byte system) มี 2 แบบแบ่งตามขนาดของหน่วยความจำที่ใช้คือ สี่ลูกเรือ (ใช้บัฟเฟอร์ภาพขนาด 256 กิโลไบต์) และ

แบริคูลูกอิช (อิชบัพเพอรภากพขนาด 512 กิลอบิท) ตัวอิชอิหุจะอิังถึงหนัวยควมจันโดยการอิชอิาย แอเดเครสและเซกเมนตรีจิสเอเออร์ และ Read Plane Select (RPS) และ Write Plane Mask (WPM) จะไม่ได้เ้ามาอิชอิานการนี้



รูปที่ 6.1 โครงสร้างหน่วยความจำแบบเชิงเส้นในโหมด 13H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

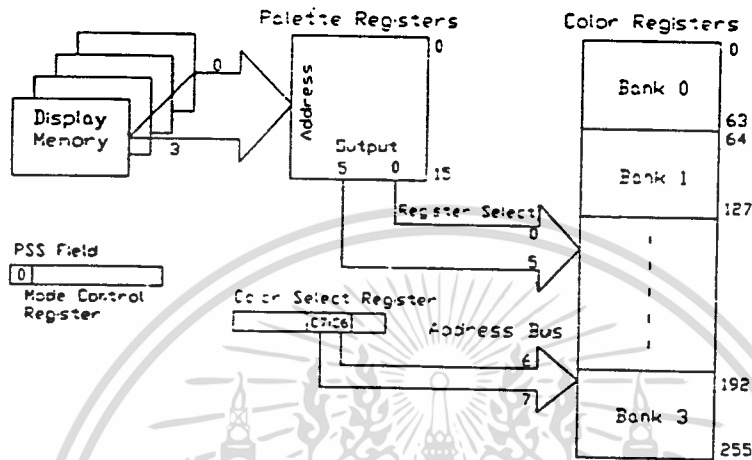
โหมด 256 สี ( VGA )

ทุกๆ จุด ถูกกำหนดโดยข้อมูลขนาด 8 บิต ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนๆละ 4 บิต ส่วนแรก คือ 4-บิตล่าง (บิต 0-3) แอดเดรส รีจิสเตอร์พาลีท, เอาท์พุท 4-บิตล่างของรีจิสเตอร์พาลีท จะใช้ในการแอดเดรส (บิต 0-3) ของรีจิสเตอร์สี ส่วนที่สอง คือ 4-บิตบน (บิต 4-7) จากหน่วยความจำภาพ จะใช้ในการแอดเดรส (บิต 4-7) รีจิสเตอร์สี ใน รีจิสเตอร์สี จะเก็บรหัสของสีที่เอาท์พุทผ่านตัวแปลงสัญญาณจากดิจิทัลไปอนาล็อก (DAC)

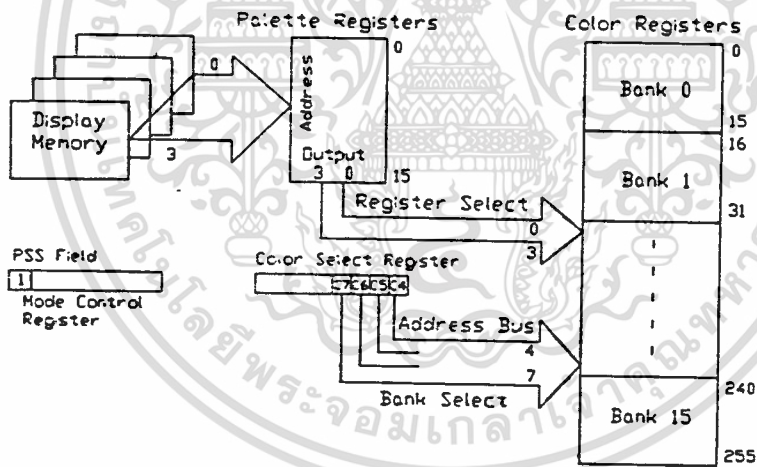
จากหลักการการแอดเดรสรีจิสเตอร์สี (Color Register) ในวีจีเอ จะทำได้ใน 2 ลักษณะคือ

1. แบบที่ใช้เอาท์พุทจาก รีจิสเตอร์พาลีท 6 บิต (บิต 0-5) ร่วมกับ อีก 2 บิตจาก Color Select Register (แอดเดรส 3C0 ฐานสิบหก อินเดกซ์ 14 ฐานสิบหก, C7/C6) และจะทำงานในลักษณะนี้โดย เซทบิต PSS (Palette Size Select) ใน Mode Control Register (แอดเดรส 3C0 ฐานสิบหก อินเดกซ์ 10 ฐานสิบหก) เป็น 1 เสมือนกับเป็นการแบ่งออกเป็น 4 แบนด์ๆ ละรีจิสเตอร์สี 64 ตัว (หมายเหตุ ในวีจีเอ โหมด 13 ฐานสิบหก บิต 6 ของ Mode Control Register จะถูกเซทเป็น 1)

2. แบบที่ใช้เอาท์พุทจาก palette registers 4 บิต (บิต 0-3) ร่วมกับ อีก 4 บิตจาก Color Select Register (แอดเดรส 3C0 ฐานสิบหก อินเดกซ์ 14 ฐานสิบหก, C7/C6/C5/C4) และจะทำงานในลักษณะนี้โดย เซทบิต PSS ใน Mode Control Register (แอดเดรส 3C0 ฐานสิบหก อินเดกซ์ 10 ฐานสิบหก) เป็น 0 เสมือนกับเป็นการแบ่งออกเป็น 16 แบนด์(bank)ๆละ 16 รีจิสเตอร์สี



Four Banks of 64-color Registers



Sixteen Banks of 16-color Registers

รูปที่ 6.2 การจัดแบ่งชุดของรีจิสเตอร์สี

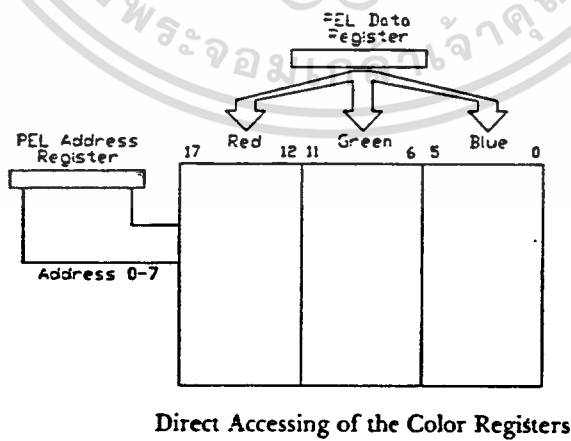
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำการแก้ไขรีจิสเตอร์โดยตรง โดยอาศัยชุดของรีจิสเตอร์ Video Digital-to-Analog Converter 4 ตัว ดังนี้

---

แอดเดรส	อ่าน/เขียน	หน้าที่
1. 3C8 ฐานสิบหก	อ่าน/เขียน	กำหนดแอดเดรสของ PEL ระหว่างเขียน
2. 3C7 ฐานสิบหก	เขียนเท่านั้น	กำหนดแอดเดรสของ PEL ระหว่างอ่าน
3. 3C7 ฐานสิบหก	อ่านเท่านั้น	บอกสถานะของ DAC (DAC state)
4. 3C9 ฐานสิบหก	อ่าน/เขียน	รีจิสเตอร์ข้อมูลของ PEL (PEL Data Register)
5. 3C6 ฐานสิบหก	อ่าน/เขียน	ใช้สำหรับมาร์สกรีจิสเตอร์ PEL (PEL mask)

---



รูปที่ 6.3 การตั้งค่าชุดของรีจิสเตอร์สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### PEL Address Register

มีขนาด 8 บิตและใช้ในการแอดเดรสรีจิสเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งในรีจิสเตอร์สี 256 ตัว รีจิสเตอร์แอดเดรสของ PEL จะมียู 2 แอดเดรสในระบบของพอร์ทรับ-ส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (host port I/O space) ซึ่งจะใช้แอดเดรสรีจิสเตอร์สีชุดที่จะให้ค่าหรืออ่านค่า โดยการเขียนพอร์ทแอดเดรส 3C8 ฐานสิบหก ใช้บอกว่าการทำการเขียนรีจิสเตอร์สีตัวที่กำหนดแอดเดรสไว้, ส่วนการเขียนพอร์ทแอดเดรส 3C7 ฐานสิบหก ใช้บอกว่าการทำการอ่าน-รีจิสเตอร์สีตัวที่กำหนดแอดเดรสไว้

### PEL Data Register

จะเก็บฟิลต์ขนาด 6 บิตที่จะถูกใช้โดยคอมพิวเตอร์ตัวแม่ในการอ่านข้อมูลจากหรือเขียนข้อมูลลงรีจิสเตอร์สี โดยต้องการอ่าน/เขียน PEL Data Registers 3 ครั้งติดต่อกันจึงจะครบ 1 ชุดของรีจิสเตอร์สีคือ แดง (red), เขียว (green), และน้ำเงิน (blue) ทีละตัวในแต่ละชุด แล้วแอดเดรสจะเพิ่มโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะเริ่มการอ่าน/เขียนที่ฟิลต์ของสีแดงในรีจิสเตอร์สี แล้วตามด้วยเขียว และน้ำเงิน ตามลำดับ การเพิ่มแอดเดรสโดยอัตโนมัติเพื่อที่ว่าจะสามารถจะติดต่อกับรีจิสเตอร์สีต่างๆโดยไม่ต้องทำการตั้งค่าแอดเดรสใน PEL Address Register ทุกครั้ง

เนื่องมาจากข้อจำกัดของฮาร์ดแวร์ที่กัมมันต์เล็กน้อย ระหว่างที่ได้ทำการอ่าน/เขียนกับ PEL Data Register เสร็จแล้ว

ขณะที่ทำการแก้ไขรีจิสเตอร์สีต่างๆ อาจจะเกิดสโนว์ (snow) ได้ เพื่อที่จะแก้ปัญหาการเกิดสโนว์ ควรจะไม่ทำการแก้ไขในช่วงช่วงแอกทีฟรีเฟรช (active refresh period) ซึ่งมี-ทางเป็นไปได้สองทาง คือ การแก้ไขเฉพาะในช่วงรีเทรซ (retrace period) เท่านั้น หรือ อาจจะทำการหยุดการรีเฟรชไว้ โดยการใช้ฟิลต์ Screen Off ใน Clocking Mode Register

### DAC State Register

สภาพของการติดต่อโดยคอมพิวเตอร์ตัวแม่กับรีจิสเตอร์ที่สามารถตรวจดูได้จาก DAC State Register ที่ต้องมีไว้ตรวจสอบได้เพราะระบบฮาร์ดแวร์ต้องการการอ่านหรือเขียนที่ติดต่อกันมา-ครั้ง ภายหลังจากข้อมูลได้ถูกเขียนลง PEL Address Register อาจเกิดการขัดข้องของข้อมูลขึ้นมาได้ ถ้ามีการตั้งค่าของ PEL Address Register ก่อนจะเสร็จสิ้นลำดับของการอ่าน/เขียน กับ PEL Data Register บิตที่บอกสภาพอยู่ที่บิต 0 และ 1 ของ DAC State Register โดยจะบอกสถานภาพ ดังนี้

บิตที่ 0, 1

ความหมาย

00

ขณะนี้ DAC อยู่ในโหมดของการอ่าน

11

ขณะนี้ DAC อยู่ในโหมดของการเขียน

## ชุดคำสั่ง เบื้องต้นที่ใช้ในการแสดงผลในโหมดกราฟิก โหมด 13 ฐานสิบหก

(เรียงตามลำดับขั้นตอนการทำงานในโปรแกรม)

### 1. set\_mode

ใช้สำหรับการเปลี่ยนจากโหมดตัวอักษรไปเข้าสู่โหมดกราฟิก ในที่นี้จะอาศัยการเรียกใช้ฟังก์ชันของไบออส ฟังก์ชัน 10H และฟังก์ชันย่อย 00H (โดยจะไปทำการเซตรีจิสเตอร์ต่าง ๆ ตามการต่ออย่างมีลำดับ)

ทำได้โดยการตั้งค่ารีจิสเตอร์ ดังนี้

AH = 00H

AL = ค่าของโหมดที่จะตั้งไว้

### 2. get\_curmode

ใช้ในการตรวจสอบว่าสามารถเข้าสู่โหมดที่ต้องการหรือไม่ โดยการที่ใช้ฟังก์ชันนี้ไปเอาค่าของโหมดปัจจุบันมาตรวจสอบ จะอาศัยการเรียกใช้ฟังก์ชันของไบออส ฟังก์ชัน 10H และฟังก์ชันย่อย 0FH โดยโหมดของการแสดงผลจะส่งค่ากลับมาทางรีจิสเตอร์ AL

### 3. plot13vga

ใช้ในการแสดงผลบนจอทีละจุด โดยจะทำการเขียนลงหน่วยความจำภาพโดยตรง โดยหน่วยความจำภาพจะเริ่มที่ตำแหน่งแอดเดรส A0000H แล้วแต่ละจุดบนหน่วยความจำเรียงต่อกันแบบเชิงเส้น

โดยใช้สูตรคำนวณตำแหน่งแอดเดรส ดังนี้

$$\text{แอดเดรส} = y * 320 + x$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างโปรแกรม

```
addr = y * 320 + x;  
pokeb(0xA000, addr, color);
```

โดยที่

```
addr = ค่าออฟเซตภายในเซกเมนต์ของหน่วยความจำภาพ A000H  
color = ค่าของสีที่จะเขียน (แสดง) บนจอ
```

#### 4. pad\_image13h

ใช้แสดงภาพบนจอ โดยจะแสดงบนจอทีละเส้น

#### 5. writeadac

ใช้เขียนข้อมูลของรีจิสเตอร์สีแดง, เขียว และน้ำเงินภายในแต่ละชุดของรีจิสเตอร์สี (color register)

โครงสร้างของข้อมูลของรีจิสเตอร์สีแต่ละชุด

```
struct DAC_TAB {  
    char red;  
    char green;  
    char blue;  
}
```

โดยจะมีทั้งสิ้น 256 ชุด ( ทานี้มีคํ่าทั้งสิ้น 256 สี )

ตัวอย่างโปรแกรม มีระดับดังนี้

```
writeadac(slot, number)
struct DAC_TAB *slot;
unsigned int number;
{
    outportb(0x3C8, number);
    outportb(0x3C9, slot->red);
    outportb(0x3C9, slot->green);
    outportb(0x3C9, slot->blue);
}
```

ในการตั้งค่ารีจิสเตอร์สีหลายๆชุดจะต้องการเซทไม่ให้ทำการแสดงผล (Screen Off) ไว้ก่อนแล้วจึงค่อยตั้งค่าให้ครบทั้ง 256 ตัว โดยเซทบิต Screen-Off ของรีจิสเตอร์ซีเควนเซอร์ (sequencer register) อินเด็กซ์ไปยังรีจิสเตอร์โหมดจิงหะนาฬิกา (Clocking Mode register) ให้เป็น 1

ตัวอย่างโปรแกรม

```
outportb(0x3C4, 0x01) /* รีจิสเตอร์อินเด็กซ์ของชุดของซีเควนเซอร์ */
/* โดยต้องการจะโปรแกรม Clocking Mode register */
clockmode = inportb(0x3C5);
/* เซทให้บิต Screen-Off เป็น 1 ไม่มีการสแกนจอแสดงผลไว้ชั่วคราว
เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดสกรีนรบกวน */
newclockmode = clockmode | 0x20;
```

## บทที่ 7 การหาและการเขียนขอบ (Edge Detection)

สำหรับในส่วนของ การหาและการเขียนขอบของภาพ จะใช้สำหรับหาขอบเพื่อการเติมสี ( Filling ) และได้ใช้ขั้นตอนวิธีการหาคอนทัวร์ ( Contour Alorithm ) ซึ่งได้แบ่ง การหาพิกเซลออกเป็น 2 ส่วนคือ

### 1. ส่วนของการหาจุดที่ขอบจุดแรก

โดยวิธีการเปรียบเทียบกับจุดที่อยู่ทางซ้ายของจุดที่เราพิจารณา ว่ามีค่าระดับความเข้ม อยู่ในช่วงเดียวกับค่าที่เราต้องการจะหาการเติมสี ถ้ามีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันก็ให้เลื่อนจุดที่จะพิจารณาทางซ้ายของจุดที่พิจารณาเติม จนกว่าจุดที่อยู่ทางซ้ายจะมีค่าระดับความเข้ม อยู่นอกช่วงของภาพ แสดงว่าจุดที่เราพิจารณาอยู่ที่ขอบของรูปแล้ว สำหรับตำแหน่ง และ ค่าระดับความเข้มของจุดที่เราพิจารณาเป็นจุดแรกนั้น จะ ได้มาจากการผ่านค่า

### 2. ส่วนของการเขียนขอบ

หลังจากที่เราหาจุดที่ขอบได้แล้ว เราก็จะนำเอาจุดนั้นเป็นจุดแรกของการเขียนขอบ โดยการเปลี่ยนค่าระดับความเข้มที่จุดนั้น ให้เป็นค่าระดับความเข้มของขอบ ซึ่งค่าระดับความเข้มของขอบนี้ จะต้องเป็นค่าเฉพาะ คือจะต้องไม่มีจุดใดในภาพมีค่าระดับเท่ากับค่าระดับความเข้มของขอบ จากนั้นทำการตรวจสอบค่าระดับของจุดที่อยู่รอบๆ เพื่อจะหาจุดที่เป็นขอบต่อไป และหาไปเรื่อยๆ จนครบรอบรูป นั่นคือจุดที่เราหาได้ใหม่ มีตำแหน่งเดียวกับ ตำแหน่งของจุดที่เราหาได้จุดแรก เราก็จะได้ขอบของรูปซึ่ง เป็นวงปิดที่สามารถจะนำไปใช้ในส่วนของ การเติมสีตามต้องการ

คำสั่งเทียมสำหรับการหาคอนทัวร์ ( Pseudo-Code For Contouring )

1. [Initialize]

direc = 8

2. [ Find first point ]

gray(x,y) = gray\_pic

gray\_pic = gray\_pic-(gray\_pic%8)+4

if ((gray(x-1,y) <= gray\_pic+3 ) and (gray(x-1,y)) >= gray\_pic-4

then x = x-1

goto step 2

else gray(x,y) = edge\_gr

ox = x

oy = y

3. [ Draw edge of picture ]

select case of direc

case direc = 1

if (y-1 = oy) then end

if (((gray(x,y-1) <= gray\_pic+3) and (gray(x,y-1) >= gray\_pic-4)) or (gray(x,y-1) = edge\_gr))

then direc = 2

else y = y-1

```
gray(x,y) = edge_gr
direc = 7

case direc = 2
  if ((x+1 = ox) and (y-1 = oy)) then end
  if (((gray(x+1,y-1) <= gray_pic+3) and (gray(x+1,y-1) >=
    gray_pic-4)) or (gray(x+1,y-1) = edge_gr))
  then direc = 3
  else x = x+1
    y = y-1
    gray(x,y) = edge_gr
    direc = 8
case direc = 3
  if (x+1 = ox) then end
  if (((gray(x+1,y) <= gray_pic+3) and (gray(x+1,y) >=
    gray_pic-4)) or (gray(x+1,y) = edge_gr))
  then direc = 4
  else x = x+1
    gray(x,y) = edge_gr
    direc = 1

case direc = 4
  if ((x+1 = ox) and (y+1 = oy)) then end
  if (((gray(x+1,y+1) <= gray_pic+3) and (gray(x+1,y+1) >=
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        gray_pic-4)) or (gray(x+1,y+1) = edge_gr))
then direc = 5
else x = x+1
      y = y+1
      gray(x,y) = edge_gr
      direc = 2

case direc = 5
  if (y+1 = oy) then end
  if (((gray(x,y+1) <= gray_pic+3) and (gray(x,y+1) >=
    gray_pic-4)) or (gray(x,y+1) = edge_gr))
  then direc = 6
  else y = y+1
        gray(x,y) = edge_gr
        direc = 3

case direc = 6
  if ((x-1 = ox) and (y+1 = oy)) then end
  if (((gray(x-1,y+1) <= gray_pic+3) and (gray(x-1,y+1) >=
    gray_pic-4)) or (gray(x-1,y+1) = edge_gr))
  then direc = 7
  else x = x-1
        y = y+1
        gray(x,y) = edge_gr
        direc = 4
```

```
case direc = 7
    if x-1 then end
    if (((gray(x-1,y) <= gray_pic+3) and (gray(x-1,y) >=
        gray_pic-4)) or (gray(x-1,y) = edge_gr))
    then direc = 8
    else x = x-1
        gray(x,y) = edge_gr
        direc = 5
case direc = 8
    if ((x-1 = ox) and (y-1 = oy)) then end
    if (((gray(x-1,y-1) <= gray_pic+3) and (gray(x-1,y-1) >=
        gray_pic-4)) or (gray(x-1,y-1) = edge_gr))
    then direc = 1
    else x = x-1
        y = y-1
        gray(x,y) = edge_gr
        direc = 6

end of case direc
goto step 3
[ Finish ]
```

- $gray(x,y)$  ให้อ่านค่าระดับความเข้มที่ตำแหน่ง  $(x,y)$
- $gray\_pic$  คือค่าระดับความเข้มของภาพที่เราต้องการหาขอบ ซึ่งในส่วนของ การจัดสี จะจัดแบ่งช่วงสีออกเป็นช่วงละ 8 เขต ในคำสั่ง  $gray\_pic = gray\_pic - (graypic\%8)+4$  คือการปรับระดับความเข้ม ให้อยู่ตรงกลางของช่วง นั้นเอง
- $edge\_gr$  คือระดับความเข้มที่อ่านเขียนขอบ
- $ox$  และ  $oy$  เป็นตัวแปรที่อ่านเก็บตำแหน่งเริ่มต้นของจุดที่จะนำมาวาดขอบ



## บทที่ 8 การเติมในขอบ (Zone Filling)

เราสามารถแบ่งการเติมในขอบแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

- การทาสีเลอร์ริง (colouring) ;
- การเติมในขอบ (filling as such) ;
- การทาสีครอสแฮชชิง (cross-hatching).

การทาสีเลอร์ริง : เมื่อมีเส้นรอบรูป (contour of a zone) ที่การเติมสีโดยเริ่มจากจุดใดจุดหนึ่งภายในขอบเขตซึ่งเรียกว่า "seed" ที่กำหนดขึ้น

การเติมในขอบ : เป็นการเติมจุดภายในขอบเขต โดยเส้นรอบรูปกำหนดอยู่ในรูปแบบของโครงสร้างาดานในพื้นที่ของผู้ใช้ (user space) หรือจุดต่อจุดในหน่วยความจำที่เก็บภาพบนหน้าจอ

โดยทั่วไปแล้วอัลกอริทึมการเติม (filling algorithm) แบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน

1. การเตรียมโครงสร้างของขอบรูป ได้แก่ การร่างลิสต์ของขอบถ้าทำอยู่ในรูปของพื้นที่ผู้ใช้ หรือการเขียนและการเข้ารหัสให้เส้นรอบรูปในเมตริกซ์ของภาพที่แทนพื้นผิวที่ผู้ใช้แสดงผล
2. การเติมภายในขอบเขตด้วยสีที่ต้องการ

ในโครงงานนี้เราจะทำการเติม (filling) โดยภาพวัตถุจะเป็นรูปทรงหลายเหลี่ยม ไม่จำเป็นต้องเป็นรูปหลายเหลี่ยม (polygonal zone) โดยอาศัยอัลกอริทึมที่ดัดแปลงมาจากอัลกอริทึมของลูคาส (Lucas's algorithm) ซึ่งใช้ได้กับรูปหลายเหลี่ยมเท่านั้น ทำให้สามารถใช้กับรูปแบบที่ไม่เป็นเหลี่ยม (non-polygonal zone) ได้ด้วย

เราจะสมมติให้ขอบเขตทุกก้านเกิดขึ้นจากเซตของเส้นรอบของรูปไม่เป็นเหลี่ยมหลายรูป โดยอาจจะอธิบายได้เป็น 2 ทางคือ ลิสต์ลำดับของพื้นฐานต่างๆของการแสดงภาพ (display primitives) เช่น ส่วนของเส้นตรง หรือส่วนโค้งของวงกลม, หรือลิสต์ลำดับของจุดต่างๆที่สร้างเส้นรอบรูปขึ้น อีกนัยหนึ่งเรากำลังมองหารูปของโครงสร้างวงแหวน (ring structure)

การทำารปรับปรุงอัลกอริธึมของลูคาส และอัลกอริธึมของแอดแลนด์ และ เวสต์ โดยการเข้ารหัสจุดต่างๆบนเส้นรอบรูปในเมตริกซ์ของภาพ (image matrix) แล้วทำการประยุกต์ อัลกอริธึมการควบคุมพาริตี (parity control algorithm) ซึ่งมีอุปสรรคต่างๆ ดังนี้

- ส่วนของเส้นตรงในแนวนอน (horizontal segments)
- จุดสูงสุด (extrema)
- ส่วนที่ทับกันอยู่ (overlaps) ฯลฯ

ในทุกๆเส้นรอบรูปการเข้ารหัสกระทำเป็นขั้นๆ โดยอาศัยการวิเคราะห์ตำแหน่งของจุดก่อนหน้าเทียบกับจุดปัจจุบันที่เพิ่งถูกคำนวณไป โดยให้  $(x_p, y_p)$  แทนจุดก่อนหน้า และ  $(x_c, y_c)$  แทนจุดปัจจุบัน, ถ้าที่  $IMAGE(*,*)$  เป็นเมตริกซ์ของภาพที่ถูกตั้งค่าเริ่มต้นไว้เป็น '0' อาศัยการเปลี่ยนแปลงของลำดับรวม (ordinate) ทำให้สามารถตรวจสอบส่วนของเส้นตรงในแนวนอนและจุดสูงสุดได้

การเข้ารหัสจะใช้รหัส 2 ตัวคือ

'1' แทน การเปลี่ยนแปลงในรูปแบบ (context)

'2' แทน จุดบนเส้นรอบรูปที่ใหม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบ

และอาศัยกฎดังนี้ ให้เครื่องหมาย  $s$  แทน การกระทำกับภาพ  $(x, y)$  กำหนดค่าได้ตาม ตารางข้างล่างนี้

image	$s$	code	result
0	1	1	1
0	2	2	2
1	1	2	2
1	2	1	1
2	1	1	1
2	2	2	2

1.  $y_p = y_c$  (คล้ายกับว่าเป็นส่วนของเส้นตรงในแนวนอนสั้นๆ)

$$\text{IMAGE}(x_c, y_c) := \text{IMAGE}(x_c, y_c) \text{ § 2}$$

2.  $y_p < y_c$  (ส่วนโค้งขึ้น)

$$\text{IMAGE}(x_c, y_c) := \text{IMAGE}(x_c, y_c) \text{ § 1}$$

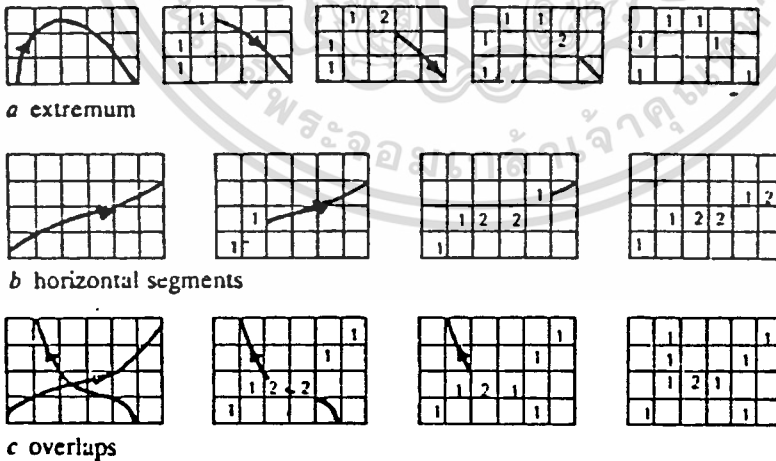
3.  $y_p > y_c$  (ส่วนโค้งลง)

$$\text{IMAGE}(x_p, y_p) := \text{IMAGE}(x_p, y_p) \text{ § 1}$$

และ

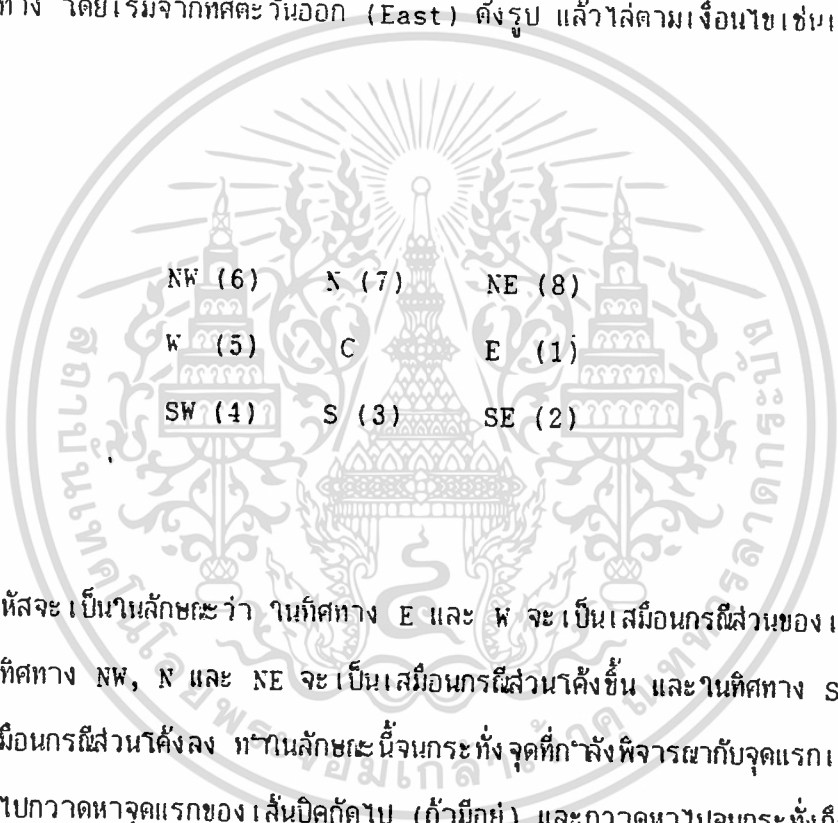
$$\text{IMAGE}(x_c, y_c) := \text{IMAGE}(x_c, y_c) \text{ § 2}$$

การแก้ปัญหาให้ได้จากรูปข้างล่างนี้ โดยต้องมีเงื่อนไขคือ ทุกๆจุดบนเส้นรอบรูปต่างๆควร  
จะต่อเนื่องกันและต้องเป็นวงปิด (จุดเริ่มกับจุดสุดท้ายเป็นจุดเดียวกัน)



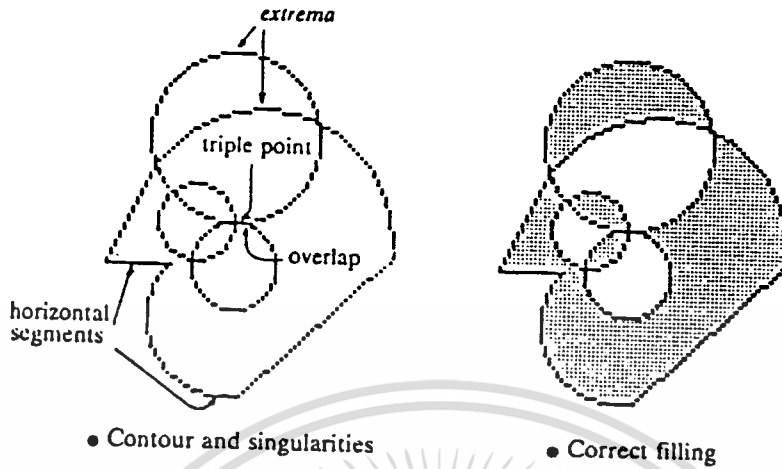
รูปที่ 8.1 การเข้ารหัสจุดตามขอบ

จากอัลกอริธึมข้างต้น เราสามารถนำมาตัดแปลงเพื่อใช้ในโมดูลการเคมลี โดยจะอาศัย -  
บัพเพอร์สองชุด ได้แก่ บัพเพอร์ที่ชี้เก็บรูปภาพ และบัพเพอร์ที่ชี้เก็บผลลัพธ์จากการควบคุมพาริตี  
ก่อนอื่นตามหลักการควบคุมพาริตี จะต้องทำการหาจุดแรกของแต่ละเส้นรอบรูป โดยการ  
สแกนหาทีละเส้นตามแนวนอน โดยที่เริ่มสแกนจากมุมซ้ายบน ซึ่งจุดแรกสุดของแต่ละเส้นรอบรูปจะ  
เป็นจุดที่อยู่บนสุดของเส้นรอบรูปนี้ เมื่อหาจุดแรกพบแล้ว โปรแกรมจะทำการตรวจจุดบนเส้นรอบ  
รูปาน 8 ทิศทาง โดยเริ่มจากทิศตะวันออก (East) ดังรูป แล้วไล่ตามเงื่อนไขเช่นเดียวกับใน  
ส่วนคอนทัวร์



และการเข้ารหัสจะเป็นในลักษณะว่า ในทิศทาง E และ W จะเป็นเสมือนกรณีส่วนของเส้นตรงใน-  
แนวนอน, ในทิศทาง NW, N และ NE จะเป็นเสมือนกรณีส่วนโค้งขึ้น และในทิศทาง SW, S และ  
SE จะเป็นเสมือนกรณีส่วนโค้งลง ท้ายในลักษณะนี้จนกระทั่งจุดที่กำลังพิจารณากับจุดแรกเป็นจุด  
เดียวกัน ก็จะไปกวาดหาจุดแรกของเส้นปิดถัดไป (ถ้ามีอยู่) และกวาดหาไปจนกระทั่งถึงจุดขวาล่าง  
จึงสิ้นสุดการควบคุมพาริตี จากนั้นจะเข้าสู่ส่วนการเคมลี โดยส่วนนี้จะนำบัพเพอร์ที่ชี้เก็บผลลัพธ์  
จากการควบคุมพาริตี มาเป็นตัวพิจารณาเงื่อนไขในการทำการเคมลี

หมายเหตุ โปรแกรมสามารถใช้งานได้กับภาพที่มีหลายเส้นรอบรูป แต่ต้องต่อเนื่องกันและเป็นวง-  
ปิดานแต่ละเส้นรอบรูป แต่ถ้าไม่เป็นวงปิด จะถูกกระทำตามเส้นขอบนั้น (ถูกเคมลีตามเส้นขอบ)



รูปที่ 8.2 ตัวอย่างการเติมสี

ในส่วนการเติมสี จะกำหนดสถานะขึ้นมา 2 สถานะคือ

1. สถานะอยู่ภายในเส้นรอบรูป คือในระหว่างทำการเติมสี ถ้าตรวจพบว่าอยู่ในสถานะนี้ จะทำการเติมสีทุกจุดที่กวาดไป
  2. สถานะเป็นอยู่ภายนอก คือระหว่างทำการเติมสี ถ้าตรวจพบว่าอยู่ในสถานะนี้ จะทำการกวาดผ่านไปโดยไม่ต้องทำการเติมสี
- และเราจะกำหนดสถานะ เริ่มก่อนทำการเติมสี + เป็นสถานะ เป็นอยู่ภายนอก

หลักการในการเติมสี โดยพิจารณาใช้เฟอร์ที่ชี้เก็บผลลัพธ์จากการควบคุมพาริตี ดังนี้

'1' มีความหมายว่า เป็นรหัสที่แสดงจุดเข้า-ออกของขอบที่กำลังพิจารณา เช่นขณะที่เรากำลังทำการเติมสีอยู่ (มีสถานะอยู่ภายในเส้นรอบรูป) แล้วตรวจพบว่าจุดถัดไปทางขวามือ มีค่าเป็น '1' ก็จะทำให้การเติมสีจุดนั้น (จุดที่มีค่าเป็น '1') แล้วจะต้องเปลี่ยนสถานะ เป็นอยู่ภายนอก

'2' มีความหมายว่า ให้ทำการเติมสี ณ จุดนั้นๆ ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะใดก็ตาม

ขั้นตอนในการเดิมสี จะทำการกวาดจากบนลงล่าง ในบัพเพอร์ที่ใช้เก็บผลลัพธ์จากการควบคุมพาริตี แล้วการเปลี่ยนค่าบัพเพอร์ที่เก็บรูปภาพ ในตำแหน่งที่แม่พบกับตำแหน่งที่กำลังกวาดอยู่ตามเงื่อนไขข้างต้น จนกระทั่งกวาดจนหมดทุกตำแหน่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 9 ส่วนของการพิมพ์ (Print Module)

ในส่วนของการพิมพ์ที่มีค่าที่จำ เป็นต้องส่งมาให้คือ บัฟเฟอร์ของรูปภาพ บัฟเฟอร์ของตัวอักษร ชนิดของเครื่องพิมพ์ซึ่งมีให้เลือกได้ 3 ชนิด คือ เครื่องพิมพ์แบบจุด 8 เข็ม เครื่องพิมพ์แบบจุด 24 เข็ม เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละชนิดจะได้กล่าวอย่างละเอียดต่อไป

สำหรับรายละเอียดของค่าที่ส่งมาให้มีดังนี้

1. บัฟเฟอร์ของรูปภาพ ในส่วนการพิมพ์จะทำการจองบัฟเฟอร์ของรูปภาพไว้เป็นเมตริกซ์ขนาด  $256 \times 256$  ซึ่งค่าที่อยู่ภายในเมตริกซ์คือค่าระดับความเข้ม ส่วนการอ้างอิงตำแหน่งต่างๆ ของจุดของภาพ จะอ้างอิงโดยใช้แถวและหลักของเมตริกซ์ แทน  $y$  และ  $x$  ตามลำดับ
2. บัฟเฟอร์ของตัวอักษร เวลาใช้คำสั่งอีดิต ข้อความต่างๆ จะถูกเก็บลงในเมตริกซ์ โดยทำการเก็บรหัสแอสกีของตัวอักษรแทนตัวอักษรนั้น สำหรับขนาดของเมตริกซ์ สามารถคำนวณได้จากขนาดของ ฟอนท์บนจอภาพ ซึ่งในขณะนี้ขนาดของฟอนท์บนจอภาพ มีขนาด  $8 \times 14$  แต่ในแต่ละบรรทัดจะเว้นอีก 1 จุด ดังนั้น จึงสามารถแทนขนาดของฟอนท์ได้เป็น  $8 \times 16$  ดังนั้นจำนวนหลักของเมตริกซ์ที่ใช้เก็บตัวอักษรจึงมีขนาด เท่ากับ 32 ( มาจาก  $256/8$  ) และจำนวนแถวของเมตริกซ์ที่ใช้เก็บตัวอักษรจึงมีขนาด เท่ากับ 16 (มาจาก  $256/16$ ) ที่ต้องทำการเก็บตัวอักษรแยกกับรูปภาพ เนื่องจากเวลาพิมพ์ ความละเอียดของภาพจะลดน้อยลง ทำให้ไม่สามารถจะอ่านข้อความต่างๆ ที่พิมพ์ออกมาได้ในกรณีเก็บตัวอักษรกับภาพไว้รวมกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเก็บตัวอักษรกับภาพไว้แยกกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ชนิดของเครื่องพิมพ์ จะส่งมาเป็นตัวเลขสำหรับแทนชนิดของเครื่องพิมพ์

ในการนำภาพ บิตแมพที่แต่ละจุดมีระดับความเข้ม 256 ระดับ มาพิมพ์ได้นั้น จำเป็นจะต้องแทน 1 จุดบนจอภาพ ด้วยจำนวนจุดหลายๆจุดบนเครื่องพิมพ์ เนื่องจากเครื่องพิมพ์ทุกแบบไม่ว่าจะเป็น แบบจุดหรือแบบเลเซอร์ สามารถแสดงระดับความเข้มได้ 2 ระดับเท่านั้นสำหรับ 1 จุด ดังนั้นถ้านำเอาหลายๆจุดมาประกอบกัน ก็สามารถมองเห็นจุดรวมๆใหญ่ๆ มีระดับความเข้มได้หลายระดับ ซึ่งในการแทน 1 จุดบนจอด้วยหลายๆจุดบนเครื่องพิมพ์นี้จำเป็นต้องมีรูปแบบที่แน่นอน นั่นคือถ้าระดับความเข้มเท่ากันในการพิมพ์ทุกครั้งก็ต้องได้รูปแบบเหมือนกัน จากแนวคิดนี้เอง ทำให้มีการใช้เมตริกซ์มาเป็นตัวกำหนดรูปแบบขึ้น ซึ่งเมตริกซ์ที่นำมาเป็นตัวกำหนดรูปแบบนี้มีชื่อเฉพาะว่า ดิธเตอร์ (Dither) ในการใช้งานนั้นก็จะนำเอาค่าระดับความเข้มของภาพที่ต้องการจะพิมพ์ มาทำการเปรียบเทียบกับ ดิธเตอร์ ค่าที่ได้หลังจากการเปรียบเทียบแล้วนั้น ก็จะได้เป็นเมตริกซ์ที่ภายใน เก็บค่าอยู่ 2 ค่าคือ 0 กับ 1 แล้วจึงนำเอาเมตริกซ์ที่ได้นี้ส่งให้กับเครื่องพิมพ์ และระดับความเข้มของภาพที่จะพิมพ์มีได้มากขนาดไหนก็ขึ้นอยู่กับ ขนาดของ ดิธเตอร์ คือถ้าดิธเตอร์มีขนาดใหญ่ ค่าระดับความเข้มที่นำมาเปรียบเทียบกับมีมาก ทำให้ช่วงที่แบ่งค่าระดับความเข้มแคบ นั่นก็ทำให้ระดับความเข้มที่นำไปพิมพ์มีมากด้วย เช่น ถ้าดิธเตอร์มีขนาด  $4 \times 4$  ระดับความเข้มที่สามารถพิมพ์ได้จะเป็น 16 ระดับ ซึ่งแต่ละระดับ จะแทนช่วงระดับความเข้มบนจอที่มีความกว้างของช่วง 16 ระดับ (มาจาก  $256/16$ ) นั่นคือถ้าระดับความเข้มบนจอ เท่ากับ 255 หรือ 254 ก็จะถูกแทนด้วยรูปแบบที่เหมือนกัน

ในการจัดเรียงค่าต่างๆ ลงบนดิธเตอร์นั้นมีความสำคัญมาก เพราะภาพที่พิมพ์ออกมานั้น จะมีความกลมกลืน (Smooth) เพียงใดขึ้นกับการจัดเรียงอันนี้

สำหรับระดับความเข้มของภาพที่เกิดจากโปรแกรมนี้มี 2 แบบ คือ แบบระดับความเข้ม เรียงกันไป (เป็นแบบ 1ฟิล์มแมจอร์รามา ) และแบบภาพสี่ซึ่งแบบนี้ ระดับความเข้ม 0-63 จะแทน ระดับความเข้ม 0-255 ในแบบแรก และระดับความเข้ม 64-255 จะแทน สี 24 สี สีละ 8 เขต ดังนั้นในการพิมพ์แบบหลังจึงต้องมีการแปลงค่าให้เป็นแบบแรกเสียก่อนโดยมี หลักการดังนี้คือ

- ถ้าระดับความเข้มที่นำมาพิมพ์มีค่าอยู่ในช่วง 0-63 ให้นำ 4 ไปคูณ ระดับความเข้มนั้น
- ถ้าระดับความเข้มที่นำมาพิมพ์มีค่าอยู่ในช่วง 64-255 ให้นำไปแปลงค่าโดยหาร 1.5- คาราง เปรียบเทียบ

รายละเอียดของส่วนพิมพ์สำหรับเครื่องพิมพ์แบบจุด 8 เข็ม

งานชิ้นแรกต้องการหาขนาดของดิธเตอร์ก่อน โดยพิจารณาว่าเครื่องพิมพ์มีความสามารถในการพิมพ์ได้ละเอียดแค่ไหน ในที่นี้ได้กำหนดค่าที่งาน 1 บรรทัด พิมพ์จุดได้ 512 จุด นั่นคือ ถ้า นำเอา 1 จุดมาแทน 1 ดิธเตอร์ จะทำให้ขนาดของ ดิธเตอร์เป็น 2x2 ซึ่งสามารถแสดงระดับความเข้มมาได้ 4 ระดับ แต่ถ้าทำการเฉลี่ย 4 จุดของภาพ (2x2) มาแทน 1 ดิธเตอร์ ก็จะทำให้ขนาดของดิธเตอร์ เท่ากับ 4x4 ซึ่งจะทำได้แสดงระดับความเข้มได้ 16 ระดับ และใน 1 บรรทัดเครื่องพิมพ์จะทำการพิมพ์ที่ละ 8 จุดในแนวตั้ง ดังนั้นใน 1 บรรทัดจึงต้องใช้เวลา 2 ดิธเตอร์

**ตัวอย่างการหาข้อมูลที่ส่งให้เครื่องพิมพ์**

**ถ้าจุดบนรูปมีค่าดังนี้**

102 104

103 101

ฉนั้นค่าเฉลี่ยของ 4 จุดนี้คือ 102.5 และคิดเตอร์ที่ใช้งานจริงมีลักษณะดังนี้

15 135 45 165  
195 75 225 105  
60 180 30 150  
240 120 210 90

เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วจะได้ข้อมูลดังนี้

0 1 0 1  
1 0 1 1  
0 1 0 1  
1 1 1 0

เนื่องจากค่าขนาดภาพที่มีค่ามากภาพจะขาว ดังนั้นในการเปรียบเทียบ ถ้าค่าที่นำมาเปรียบเทียบ มีค่ามากกว่าค่าในคิดเตอร์ ก็ให้ค่าที่จุดนั้น เป็น 0

คำสั่งเปรียบเทียบการหาข้อมูลที่จะส่งพิมพ์ที่ตำแหน่งใดๆ

1. [Initialize]

```
dit[4][4] = {{ 15 135 45 165 }
              { 195 75 225 105 }
              { 60 180 30 150 }
              { 240 120 210 90 }}
```

2. [Calculate mean & Data]

```
mean = (picbuff[x][y]+picbuff[x+1][y]
        +picbuff[x][y+1]+picbuff[x+1][y+1])/4
data = 0
For loop t = 8
  data = data shift left 1 bit
  if (mean <= dit[t][c])
    then data = data+1
end loop
```

- c คือค่าที่ตำแหน่งที่จะพิมพ์ในแนวนอนอาหารเอาเศษด้วย 4 เช่น คำสั่งพิมพ์ที่ตำแหน่ง 99 ฉะนั้น c เท่ากับ 3
- x และ y จะต้องเป็นตำแหน่งที่ตรงกับที่จะพิมพ์

เมื่อได้ข้อมูลของภาพที่พิมพ์แล้วจะต้องทำการตรวจดูว่าที่ตำแหน่งนั้น มีตัวอักษรจะพิมพ์หรือไม่ โดยตรวจสอบที่บิตเพอร์ตัวอักษรให้ตรงกับตำแหน่งที่จะพิมพ์ ว่ามีค่าเท่ากับศูนย์หรือไม่ ถ้าเท่ากับศูนย์แสดงว่าที่ตำแหน่งนั้นไม่มีตัวอักษรที่พิมพ์ ถ้าไม่เท่ากับศูนย์จะต้องทำการดึงเอา

พอนท์ของการพิมพ์ออกมาหาการช้อนกับข้อมูลที่จะพิมพ์ ซึ่งรายละเอียดของพอนท์ของ เครื่องพิมพ์ ชนิดต่างๆ จะกล่าวอย่างละเอียดในภาคผนวก ซึ่งพอนท์นี้ได้ทำการโหลดจาก คัสต์ภายหลัง จากการเลือกชนิดของ เครื่องพิมพ์

ในการหาการช้อนข้อมูลของภาพกับพอนท์ตัวอักษร จะหาการช้อนกันบิตต่อบิต โดยมีหลัก การดังนี้

- ถ้าที่จุดนั้นมีค่าของพอนท์เท่ากับ 00 (พอนท์เป็นพอนท์แบบ 2 บิต) ให้เปลี่ยนค่าบิตที่จะ พิมพ์ที่จุดนี้เป็น 0
- ถ้าที่จุดนั้นมีค่าของพอนท์เท่ากับ 01 ให้เปลี่ยนค่าบิตที่จะพิมพ์ที่จุดนี้เป็น 1
- ถ้าที่จุดนั้นมีค่าของพอนท์เท่ากับ 11 ให้จุดที่จะพิมพ์มีค่าเท่าเดิม

เนื่องจากว่าขนาดของพอนท์ของ เครื่องพิมพ์แบบจุด 8 เข็ม มีขนาด 16x16 ดังนั้นตัว อักษร 1 ตัว จึงต้องพิมพ์ 2 บรรทัด ฉะนั้นเวลาการช้อนต้องมีการตรวจสอบว่าขณะนี้กำลังพิมพ์ บรรทัดคู่หรือบรรทัดคี่ จะได้ทำการพอนท์ได้ถูกว่าจะดึงช่วงบนหรือช่วงล่างมาช้อน

### ตัวอย่างการช้อน

ถ้าข้อมูลภาพที่จะพิมพ์มีค่า	1	0	1	1	0	0	0	1
พอนท์ที่จะนำมาช้อนมีค่า	00	00	11	11	10	10	11	00
ข้อมูลที่ช้อนกับตัวอักษรมีค่า	0	0	1	1	1	1	0	0

คำสั่ง เกี่ยวกับการซ่อนตัวอักษร

```
twp = bufftxt[1][c]
d1 = font[twp][b]   ถ้าเป็นบรรทัดล่างจะบวกด้วย 32
d2 = font[twp][b+1] ถ้าเป็นบรรทัดล่างจะบวกด้วย 33
dt = 0
For loop t = 8
dt = dt shift left 1 bit
dm1 = d1 and 192   {mark bit technic}
dm2 = d2 and 192
if (t<4)
then
  { if ((dm1 = 192)and(data>=128)) dt = dt+1
    if (dm1 = 128) dt = dt+1
    d1 = d1 shift left 2 bits
  }
else
  { if ((dm2 = 192)and(data>=128)) dt = dt+1
    if (dm2 = 128) dt = dt+1
    d2 = d2 shift left 2 bits
  }
data = data shift left 1 bit
end of loop t
```

ในการจะส่งภาพที่พิมพ์นั้นจะต้องมีการส่งรหัสควบคุม(Control code)ให้เครื่องพิมพ์ก่อน โดยรายละเอียดของรหัสควบคุมจะอยู่ที่ภาคผนวก

รายละเอียดของส่วนพิมพ์สำหรับเครื่องพิมพ์แบบจุด 24 เข็ม

ในการหาขนาดของ คิวเตอร์ ก็มีหลักการพิจารณาเหมือนของ 8 เข็ม ในที่นี้กำหนดให้ 1 บรรทัด พิมพ์ 1024 จุด และเพื่อความสะดวกในการคำนวณจึงให้การพิมพ์แต่ละตำแหน่งใน แถวนอนพิมพ์ที่ละ 16 จุด (ตามปกติจะพิมพ์ที่ละ 24 จุด) โดยการส่ง 0 ให้กับเครื่องพิมพ์ใน ไรต์สุดท้าย และปรับระยะห่างระหว่างบรรทัดให้พอดี สำหรับคิวเตอร์จะใช้ชนิดเดียวกับของ เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ ที่มีขนาด 8x8 และเครื่องพิมพ์แบบ 24 เข็ม จุดในแนวนอนจะอยู่ ชิดกว่าในแนวขวาง ดังนั้นรูปที่พิมพ์ออกมาถ้าให้ขนาดเท่ากัน (1024x1024) จะทำให้ภาพ ผิดขนาดไป ดังนั้นจึงต้องกำหนดให้ขนาดของภาพเป็น (1024x1536) นั่นก็คือจำนวนบรรทัดเท่ากับ 96 (มาจาก 1536/16) ในการเปรียบเทียบกับคิวเตอร์ จะนำเอาจุด 12 จุด (2x6) มาเปรียบเทียบกับคิวเตอร์ และการช้อนตัวอักษรก็มีหลักการเหมือนกับของ 8 เข็ม

รายละเอียดของส่วนพิมพ์สำหรับเครื่องพิมพ์เลเซอร์

เนื่องจากว่าเครื่องพิมพ์ชนิดนี้มีความละเอียดในการพิมพ์สูงมาก (300 จุด ต่อ 1 นิ้ว) ดังนั้นจึงสามารถนำเอา 1 จุดของภาพมาคิดเปรียบเทียบกับ คิวเตอร์ขนาด 8x8 ได้ ทำให้ระดับความเข้มที่พิมพ์ออกมาได้มีได้หลายค่า และในการช้อนตัวอักษร ฟอนท์ของตัวอักษรจะมีขนาด ใหญ่มาก คือมีขนาด 64x128 จุด ทำให้ขนาดไฟล์ของฟอนท์ ใหญ่มาก(256 k) และการออกแบบฟอนท์ทำได้ยากมาก ดังนั้นเนื่องจากว่า ได้นำเอาจุดมา เปรียบเทียบโดยตรงโดยไม่มีการ หาค่าเฉลี่ยอยู่แล้ว กรณีนี้จึงสามารถพิมพ์ตัวอักษรไปพร้อมภาพได้ ฉะนั้นเมื่อมีการเลือกเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์เลเซอร์ บัฟเฟอร์ภาพที่จะส่งมาจะต้องส่งภาพที่มีตัวอักษรปรากฏอยู่ด้วยมา และในการ  
ซ้อนทับภาพจะต้องมีการตรวจ ว่าถ้าภาพออกโทรทัศน์ ตัวอักษรต้องเป็นสีขาว ถ้าออกโทรทัศน์ขาว ตัว  
อักษรต้องเป็นสีดำ และขนาดของจุดที่พิมพ์ทั้งหมดคือ 2048x2048 จุด และการส่งข้อมูลไปพิมพ์  
จะแตกต่างกับเครื่องพิมพ์แบบจุดคือ เครื่องพิมพ์เลเซอร์จะมีลักษณะการพิมพ์คล้ายการกวาด  
(scan)ของจอภาพคือจะพิมพ์ตามแนวนอนไปทีละ 8 จุด (1 ไรต์)

และในส่วนนี้สามารถย่อขนาดของภาพได้โดยอาศัยเทคนิคการซูมภาพ เช่นถ้าต้องการ  
ภาพขนาด 2 นิ้ว คูณ 2 นิ้ว ก็ต้องทำการย่อขนาดจุดให้เหลือ 600x600 จุด นั่นก็คือ 75x75  
ดอตเตอร์ หรือย่อภาพขนาด 256x256 จุด ให้เหลือ 75x75 จุด

สำหรับลักษณะของดอตเตอร์ที่ใช้ซึ่งใช้ในเครื่องพิมพ์แบบจุด 24 เข็มด้วยมีลักษณะดังนี้

{ {152,200,184,136,112, 64, 80,128},  
{ 168,248,232,216, 96, 16, 32, 48},  
{ 224,240,255,176, 40, 24, 8, 88},  
{ 144,192,208,160,120, 72, 56,104},  
{ 112, 64, 80,128,152,200,184,136},  
{ 96, 16, 32, 48,168,248,232,216},  
{ 40, 24, 8, 88,224,240,255,176},  
{ 120, 72, 56,104,144,192,208,160} };

## สรุปผลการทบทวน

ผลการทบทวนสำหรับโครงการนี้ จะได้ว่าสามารถพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาซึ่งความสามารถของโปรแกรม ที่ได้จะสามารถแสดงผลภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ลงบนภาพได้ และสามารถตกแต่งภาพได้ สำหรับปัญหาในการทบทวน ส่วนใหญ่จะมีเรื่อง แนวความจำซึ่งมีไม่พอแก่การทำงาน นอกจากนี้จะทำการตรวจสอบโปรแกรม การรวมโปรแกรม จะทำได้ยาก อาจทำให้โปรแกรมเกิดการหยุดทบทวนได้ ปัญหาเรื่องที่สองคือ เรื่องความละเอียดของจอภาพ ซึ่งมีน้อยไป ทำให้การแสดงผล มีความละเอียดน้อยลง และทำให้ต้องเขียนโปรแกรมที่ยากขึ้นด้วย ปัญหาข้อสุดท้ายคือ เรื่องของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการถ่าย ( Digitize ) ภาพเป็นรุ่นเก่า ซึ่งการทบทวนไม่ได้สนับสนุนเครื่องรุ่นใหม่ ทำให้ไม่สามารถติดตั้ง ตัวฮาร์ดแวร์ลงในเครื่องที่ใช้งานได้

## แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาต่อสามารถกระทำได้ในหลายด้าน ได้แก่ ทำการออกแบบโครงสร้างข้อมูลพื้นฐานของส่วนต่างๆใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น, การจัดการเรื่องสี อาจหาการศึกษาทดลองหาวิธีการที่เหมาะสมการตั้งชุดสี การให้ชื่อสีเพื่อความสะดวกในการเลือกใช้, การเพิ่มเติมส่วนการประมวลผลภาพ และการพัฒนาเทคนิคการพิมพ์ ฯลฯ

## กิตติกรรมประกาศ

การทำมาในครั้งนี้อย่างนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา, คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมทั้งเพื่อนนักศึกษาที่ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี ที่ฯปริญาฯทุกท่าน ตลอดจนบุคคลต่าง ๆ ที่มีได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ผู้จัดทำขอขอบคุณอย่างยิ่ง

## เอกสารอ้างอิง

### รูปแบบของไฟล์แบบติดป้าย (Tag Image File Format :TIFF)

1. "A GUIDE TO THE TAG-IMAGE FILE FORMAT", Hewlette-Packard Company, June 17, 1987
2. "Tag Image File Format Specification Revision 5.0 FINAL", Aldus Corperation/Microsoft Corperation, 1988
3. "GRAPHICS FORMATS", BYTE, September 1989, pp 305-310.

### การจัดการระบบสี ( Color System )

1. Niblack, Wayne, "An Introduction to Digital Image Processing, " Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, pp. 58-64, 1986.
2. Sproull, R.F., Sutherland W.R., and Ullner M.K., "DEVICE\_INDEPENDENT GRAPHICS," New York: McGraw-HILL, pp. 485-491, 1989.

### การติดต่อกับระบบฮาร์ดแวร์ของการ์ดวีจีเอ (VGA Cards Interfacing)

1. Richard F. Ferraro, "Programmer's Guide to the EGA and VGA Cards", Addison-Wesley Publishing Company, 1988
2. "ET 3000-AX/BX DATA BOOK", Tseng Labs, 1988
3. "EVA/1024 VGA-SYNC VERSION 1.1", Tseng Labs, 1989

## การเติมในขอบ (Zone Filling)

1. Gerard He'gron, "Image Synthesis.", The MIT Press, 1988, 3, pp 87-94.
2. Bryan D. Ackland.,Neil H. Weste, "The Edge Flag Algorithm A Fill Method for Raster Scan Displays",IEEE Transactions on Computers, Vol. c-30, No. 1, January 1981, pp 41-47.

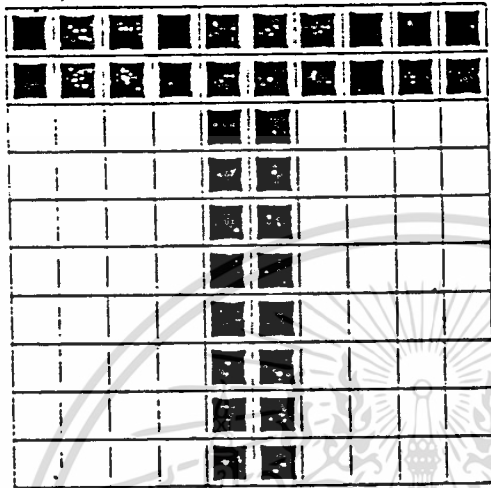
## ส่วนของการพิมพ์ (Print Module)

1. "LaserJet series II Printer Technical Reference Manual", Hewlette Packard, 1987



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 An 8086-format 10-pixel x 10-pixel Black and White TIFF Image



300 DPI Image  
 BINARY (Line art) image  
 No data compression  
 8086 byte order

Tag #	Tag Name	Value
<u>  </u> x <u>  </u> 0FFH	Subfile Type	Value: <u>  </u> 1 <u>  </u>
<u>  </u> x <u>  </u> 100H	Image Width	Value: <u>  </u> 10 <u>  </u>
<u>  </u> x <u>  </u> 101H	Image Length	Value: <u>  </u> 10 <u>  </u>
<u>  </u> x <u>  </u> 102H	Bits per sample	Value: <u>  </u> 1 <u>  </u>
<u>  </u> x <u>  </u> 103H	Data compression	Value: <u>  </u> 1 <u>  </u>
<u>  </u> x <u>  </u> 106H	Photometric Interp.	Value: <u>  </u> 1 <u>  </u>
<u>  </u> <u>  </u> 107H	Thresholding	Value: <u>  </u> <u>  </u>
<u>  </u> <u>  </u> 108H	Cell Width	Value: <u>  </u> <u>  </u>
<u>  </u> <u>  </u> 109H	Cell Length	Value: <u>  </u> <u>  </u>
<u>  </u> x <u>  </u> 10AH	Fill Order	Value: <u>  </u> 1 <u>  </u>

_____	10DH	Document name	Value: _____
_____	10EH	Image description	Ascii: _____
_____	10FH	Scanner make	Ascii: _____
_____	110H	Scanner model	Ascii: _____
<u>  x  </u>	111H	Strip Offsets	Value/Offset: Offset
<u>  x  </u>	112H	Orientation	Value: <u>  1  </u>
<u>  x  </u>	115H	Samples per pixel	Value: <u>  1  </u>
<u>  ✓  </u>	116H	RowsPerStrip	Value: _____
<u>  ✓  </u>	117H	StripByteCounts	Value/Offset: _____
<u>  x  </u>	118H	Min Sample Value	Value: <u>  0  </u>
<u>  x  </u>	119H	Max Sample Value	Value: <u>  1  </u>
<u>  x  </u>	11AH	X resolution	Value: <u> 300 </u>
<u>  x  </u>	11BH	Y resolution	Value: <u> 300 </u>
<u>  x  </u>	11CH	Planar configuration	Value: <u>  1  </u>
_____	11DH	Page Name	Ascii: _____
_____	11EH	X position	Value: _____
_____	11FH	Y position	Value: _____
_____	120H	FreeOffsets	Value/Offset: _____
_____	121H	FreeByteCounts	Value/Offset: _____
_____	122H	GrayResponseUnit	Value: _____
_____	123H	GrayResponseCurve	Value/Offset: _____
_____	124H	Group3Options	Value: _____
_____	125H	Group4Options	Value: _____
_____	128H	ResolutionUnit	Value: _____
_____	129H	PageNumber	Value: _____
_____	12CH	ColorResponseUnit	Value: _____
_____	12DH	ColorResponseCurves	Value/Offset: _____

File worksheet

I. Header

Offset	Value	
000	49	Note byte order is Intel format.
001	49	
002	2A	Version #42, Note byte reversal
003	00	
004	08	Pointer to first directory
005	00	
006	00	
007	00	

II. Directory

008	0F	15 tags in this directory
009	00	

	Offset	Tag	Type	Length	Value/Offset
Tag 1	00A	FF 00	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00 (Subfile type)

Tag 2	016	00 01	03 00	01 00 00 00	0A 00 00 00	(Image width 10 pixels)
Tag 3	022	01 01	03 00	01 00 00 00	0A 00 00 00	(Image length 10 pixels)
Tag 4	02E	02 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(1 Bit per sample)
Tag 5	03A	03 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Packed data compression)
Tag 6	046	06 01	03 00	01 00 00 00	00 00 00 00	(Black is 1)
Tag 7	052	0A 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Filled MSB to LSB)
Tag 8	05E	11 01	04 00	01 00 00 00	D2 00 00 00	(Offset to raster data)
Tag 9	06A	12 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Normal orientation)
Tag 10	076	15 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(1 sample/pixel)
Tag 11	082	18 01	03 00	01 00 00 00	00 00 00 00	(Min value is 0)
Tag 12	08E	19 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Max value is 1)
Tag 13	09A	1A 01	05 00	01 00 00 00	C2 00 00 00	(Offset to X resolution)
Tag 14	0A6	1B 01	05 00	01 00 00 00	CA 00 00 00	(Offset to Y resolution)
Tag 15	0B2	1C 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Planar config is normal)

End of directory

BE 00 00 00 00 (no more directories)

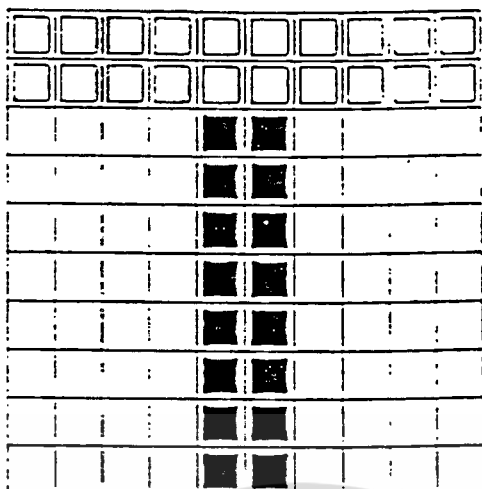
III. Extended tag information (as needed)

C2 2C 01 00 00 01 00 00 00 (300 dpi X resolution)  
 CA 2C 01 00 00 01 00 00 00 (300 dpi Y resolution)

IV. Raster data (as needed)

D2 FFC0 (10 black pixels)  
 D4 FFC0 (10 black pixels)  
 D6 0C00 (2 black pixels)  
 D8 0C00 (2 black pixels)  
 DA 0C00 (2 black pixels)  
 DC 0C00 (2 black pixels)  
 DE 0C00 (2 black pixels)  
 E0 0C00 (2 black pixels)  
 E2 0C00 (2 black pixels)  
 E4 0C00 (2 black pixels)

### 3.5 An 8086-format 10 pixel x 10 pixel 4 Bit Gray Scale TIFF Image



300 DPI Image  
4 bit gray scale image  
No data compression  
8086 byte order

	Hex	Name	Value
<u>  </u> x <u>  </u>	0FFH	Subfile Type	Value: <u>  1  </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	100H	Image Width	Value: <u> 10 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	101H	Image Length	Value: <u> 10 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	102H	Bits per sample	Value: <u>  4 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	103H	Data compression	Value: <u>  1 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	106H	Photometric Interp.	Value: <u>  1 </u>
<u>  </u>	107H	Thresholding	Value: <u>     </u>
<u>  </u>	108H	Cell Width	Value: <u>     </u>
<u>  </u>	109H	Cell Length	Value: <u>     </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	10AH	Fill Order	Value: <u>  1 </u>
<u>  </u>	10DH	Document name	Value: <u>     </u>
<u>  </u>	10EH	Image description	Ascii: <u>     </u>
<u>  </u>	10FH	Scanner make	Ascii: <u>     </u>
<u>  </u>	110H	Scanner model	Ascii: <u>     </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	111H	Strip Offsets	Value/Offset: <u>  Offset </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	112H	Orientation	Value: <u>  1 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	115H	Samples per pixel	Value: <u>  1 </u>
<u>  </u>	116H	RowsPerStrip	Value: <u>     </u>
<u>  </u>	117H	StripByteCounts	Value/Offset: <u>     </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	118H	Min Sample Value	Value: <u>  0 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	119H	Max Sample Value	Value: <u>  1 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	11AH	X resolution	Value: <u> 300 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	11BH	Y resolution	Value: <u> 300 </u>
<u>  </u> x <u>  </u>	11CH	Planar configuration	Value: <u>  1 </u>
<u>  </u>	11DH	Page Name	Ascii: <u>     </u>
<u>  </u>	11EH	X position	Value: <u>     </u>

_____	11FH	Y position	Value: _____
_____	120H	FreeOffsets	Value/Offset: _____
_____	121H	FreeByteCounts	Value/Offset: _____
__x_	122H	GrayResponseUnit	Value: <u>  2  </u>
__x_	123H	GrayResponseCurve	Value/Offset:Offset
_____	124H	Group3Options	Value: _____
_____	125H	Group4Options	Value: _____
_____	128H	ResolutionUnit	Value: _____
_____	129H	PageNumber	Value: _____
_____	12CH	ColorResponseUnit	Value: _____
_____	12DH	ColorResponseCurves	Value/Offset: _____

File worksheet

I. Header

Offset	Value	
000	49	Note byte order is Intel format.
001	49	
002	2A	Version #42. Note byte reversal
003	00	
004	08	Pointer to first directory
005	00	
006	00	
007	00	

II. Directory

008	11	17 tags in this directory
009	00	

	Offset	Tag	Type	Length	Value/Offset	
Tag 1	00A	FF 00	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Subfile type)
Tag 2	016	00 01	03 00	01 00 00 00	0A 00 00 00	(Image width 10 pixels)
Tag 3	022	01 01	03 00	01 00 00 00	0A 00 00 00	(Image length 10 pixels)
Tag 4	02E	02 01	03 00	01 00 00 00	04 00 00 00	(4 Bits per sample)
Tag 5	03A	03 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Packed data compression)
Tag 6	046	06 01	03 00	01 00 00 00	00 00 00 00	(Black is 1)
Tag 7	052	0A 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Filled MSB to LSB)
Tag 8	05E	11 01	04 00	01 00 00 00	0E 01 00 00	(Offset to raster data)
Tag 9	06A	12 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(Normal orientation)
Tag 10	076	15 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00	(1 sample/pixel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tag 11	082	18 01	03 00	01 00 00 00	00 00 00 00 (Min value is 0)
Tag 12	08E	19 01	03 00	01 00 00 00	0F 00 00 00 (Max value is .15)
Tag 13	09A	1A 01	05 00	01 00 00 00	DA 00 00 00 (Offset to X resolution)
Tag 14	0A6	1B 01	05 00	01 00 00 00	E2 00 00 00 (Offset to Y resolution)
Tag 15	0B2	1C 01	03 00	01 00 00 00	01 00 00 00 (Planar config is normal)
Tag 16	0BE	90 02	03 00	01 00 00 00	02 00 00 00 (Hundreths)
Tag 17	0CA	91 02	03 00	10 00 00 00	EA 00 00 00 (Pt: gray scale information)

00 00 00 00  
1 1 = 4 1/2

End of directory

D6 00 00 00 00 (no more directories)

III. Extended tag information (as needed)

DA 2C 01 00 00 01 00 00 00 (300 dpi X resolution)  
 E2 2C 01 00 00 01 00 00 00 (300 dpi Y resolution)  
 EA 00 00 09 00 (gray response curve)  
 F2 10 00 13 00  
 F6 17 00 1B 00  
 FA 20 00 24 00  
 FE 2B 00 32 00  
 102 39 00 44 00  
 106 4B 00 64 00  
 10A 82 00 A0 00

IV. Raster data (as needed)

10E 66 66 66 66 66 (10 medium gray pixels)  
 113 66 66 66 66 66 (10 medium gray pixels)  
 118 00 00 FF 00 00 (2 black pixels)  
 11D 00 00 FF 00 00 (2 black pixels)  
 122 00 00 FF 00 00 (2 black pixels)  
 127 00 00 FF 00 00 (2 black pixels)  
 12C 00 00 FF 00 00 (2 black pixels)  
 131 00 00 FF 00 00 (2 black pixels)  
 136 00 00 FF 00 00 (2 black pixels)  
 13B 00 00 FF 00 00 (2 black pixels)

V. Strip offset pointers (as needed)

None needed.

VI Strip byte counts (as needed)

None needed

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ทำกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 File is 140 bytes long

VI. Strip byte counts (as needed)

None needed.

File is 140H bytes long.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 0 Hue 0, Luminance 0.937500 ,  
 | h=0.000000,l=0.937500,s=1.000000  
 | r=0.875000,g=0.875000,b=1.000000  
 | R=55, G=55, B=63

-----

Color # 1 Hue 0, Luminance 0.875000 ,  
 | h=0.000000,l=0.875000,s=1.000000  
 | r=0.750000,g=0.750000,b=1.000000  
 | R=47, G=47, B=63

-----

Color # 2 Hue 0, Luminance 0.812500 ,  
 | h=0.000000,l=0.812500,s=1.000000  
 | r=0.625000,g=0.625000,b=1.000000  
 | R=39, G=39, B=63

-----

Color # 3 Hue 0, Luminance 0.750000 ,  
 | h=0.000000,l=0.750000,s=1.000000  
 | r=0.500000,g=0.500000,b=1.000000  
 | R=31, G=31, B=63

-----

Color # 4 Hue 0, Luminance 0.687500 ,  
 | h=0.000000,l=0.687500,s=1.000000  
 | r=0.375000,g=0.375000,b=1.000000  
 | R=23, G=23, B=63

-----

Color # 5 Hue 0, Luminance 0.625000 ,  
 | h=0.000000,l=0.625000,s=1.000000  
 | r=0.250000,g=0.250000,b=1.000000  
 | R=15, G=15, B=63

-----

Color # 6 Hue 0, Luminance 0.562500 ,  
 | h=0.000000,l=0.562500,s=1.000000  
 | r=0.125000,g=0.125000,b=1.000000  
 | R= 7, G= 7, B=63

-----

Color # 7 Hue 0, Luminance 0.500000 ,  
 | h=0.000000,l=0.500000,s=1.000000  
 | r=0.000000,g=0.000000,b=1.000000  
 | R= 0, G= 0, B=63

-----

- Color System #1 0 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 8 Hue 15, Luminance 0.937500 ,  
h=15.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.906250,g=0.875000,b=1.000000  
R=57, G=55, B=63

Color # 9 Hue 15, Luminance 0.875000 ,  
h=15.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.812500,g=0.750000,b=1.000000  
R=51, G=47, B=63

Color # 10 Hue 15, Luminance 0.812500 ,  
h=15.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.718750,g=0.625000,b=1.000000  
R=45, G=39, B=63

Color # 11 Hue 15, Luminance 0.750000 ,  
h=15.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.625000,g=0.500000,b=1.000000  
R=39, G=31, B=63

Color # 12 Hue 15, Luminance 0.687500 ,  
h=15.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.531250,g=0.375000,b=1.000000  
R=33, G=23, B=63

Color # 13 Hue 15, Luminance 0.625000 ,  
h=15.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.437500,g=0.250000,b=1.000000  
R=27, G=15, B=63

Color # 14 Hue 15, Luminance 0.562500 ,  
h=15.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.343750,g=0.125000,b=1.000000  
R=21, G= 7, B=63

Color # 15 Hue 15, Luminance 0.500000 ,  
h=15.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.250000,g=0.000000,b=1.000000  
R=15, G= 0, B=63

- Color System #1 1 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 16 Hue 30, Luminance 0.937500 ,  
h=30.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.937500,g=0.875000,b=1.000000  
R=59, G=55, B=63

Color # 17 Hue 30, Luminance 0.875000 ,  
h=30.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.875000,g=0.750000,b=1.000000  
R=55, G=47, B=63

Color # 18 Hue 30, Luminance 0.812500 ,  
h=30.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.812500,g=0.625000,b=1.000000  
R=51, G=39, B=63

Color # 19 Hue 30, Luminance 0.750000 ,  
h=30.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.750000,g=0.500000,b=1.000000  
R=47, G=31, B=63

Color # 20 Hue 30, Luminance 0.687500 ,  
h=30.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.687500,g=0.375000,b=1.000000  
R=43, G=23, B=63

Color # 21 Hue 30, Luminance 0.625000 ,  
h=30.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.625000,g=0.250000,b=1.000000  
R=39, G=15, B=63

Color # 22 Hue 30, Luminance 0.562500 ,  
h=30.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.562500,g=0.125000,b=1.000000  
R=35, G= 7, B=63

Color # 23 Hue 30, Luminance 0.500000 ,  
h=30.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.500000,g=0.000000,b=1.000000  
R=31, G= 0, B=63

- Color System #1 2 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 24 Hue 45, Luminance 0.937500 ,  
h=45.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.968750,g=0.875000,b=1.000000  
R=61, G=55, B=63

Color # 25 Hue 45, Luminance 0.875000 ,  
h=45.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.937500,g=0.750000,b=1.000000  
R=59, G=47, B=63

Color # 26 Hue 45, Luminance 0.812500 ,  
h=45.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.906250,g=0.625000,b=1.000000  
R=57, G=39, B=63

Color # 27 Hue 45, Luminance 0.750000 ,  
h=45.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.875000,g=0.500000,b=1.000000  
R=55, G=31, B=63

Color # 28 Hue 45, Luminance 0.687500 ,  
h=45.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.843750,g=0.375000,b=1.000000  
R=53, G=23, B=63

Color # 29 Hue 45, Luminance 0.625000 ,  
h=45.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.812500,g=0.250000,b=1.000000  
R=51, G=15, B=63

Color # 30 Hue 45, Luminance 0.562500 ,  
h=45.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.781250,g=0.125000,b=1.000000  
R=49, G= 7, B=63

Color # 31 Hue 45, Luminance 0.500000 ,  
h=45.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.750000,g=0.000000,b=1.000000  
R=47, G= 0, B=63

- Color System #1 3 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 32 Hue 60, Luminance 0.937500 ,  
h=60.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.875000,b=1.000000  
R=63, G=55, B=63

Color # 33 Hue 60, Luminance 0.875000 ,  
h=60.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.750000,b=1.000000  
R=63, G=47, B=63

Color # 34 Hue 60, Luminance 0.812500 ,  
h=60.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.625000,b=1.000000  
R=63, G=39, B=63

Color # 35 Hue 60, Luminance 0.750000 ,  
h=60.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.500000,b=1.000000  
R=63, G=31, B=63

Color # 36 Hue 60, Luminance 0.687500 ,  
h=60.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.375000,b=1.000000  
R=63, G=23, B=63

Color # 37 Hue 60, Luminance 0.625000 ,  
h=60.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.250000,b=1.000000  
R=63, G=15, B=63

Color # 38 Hue 60, Luminance 0.562500 ,  
h=60.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.125000,b=1.000000  
R=63, G= 7, B=63

Color # 39 Hue 60, Luminance 0.500000 ,  
h=60.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.000000,b=1.000000  
R=63, G= 0, B=63

- Color System #1 4 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 40 Hue 75, Luminance 0.937500 ,  
h=75.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.875000,b=0.968750  
R=63, G=55, B=61

Color # 41 Hue 75, Luminance 0.875000 ,  
h=75.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.750000,b=0.937500  
R=63, G=47, B=59

Color # 42 Hue 75, Luminance 0.812500 ,  
h=75.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.625000,b=0.906250  
R=63, G=39, B=57

Color # 43 Hue 75, Luminance 0.750000 ,  
h=75.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.500000,b=0.875000  
R=63, G=31, B=55

Color # 44 Hue 75, Luminance 0.687500 ,  
h=75.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.375000,b=0.843750  
R=63, G=23, B=53

Color # 45 Hue 75, Luminance 0.625000 ,  
h=75.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.250000,b=0.812500  
R=63, G=15, B=51

Color # 46 Hue 75, Luminance 0.562500 ,  
h=75.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.125000,b=0.781250  
R=63, G= 7, B=49

Color # 47 Hue 75, Luminance 0.500000 ,  
h=75.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.000000,b=0.750000  
R=63, G= 0, B=47

- Color System #1 5 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 48 Hue 90, Luminance 0.937500 ,  
h=90.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.875000,b=0.937500  
R=63, G=55, B=59

Color # 49 Hue 90, Luminance 0.875000 ,  
h=90.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.750000,b=0.875000  
R=63, G=47, B=55

Color # 50 Hue 90, Luminance 0.812500 ,  
h=90.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.625000,b=0.812500  
R=63, G=39, B=51

Color # 51 Hue 90, Luminance 0.750000 ,  
h=90.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.500000,b=0.750000  
R=63, G=31, B=47

Color # 52 Hue 90, Luminance 0.687500 ,  
h=90.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.375000,b=0.687500  
R=63, G=23, B=43

Color # 53 Hue 90, Luminance 0.625000 ,  
h=90.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.250000,b=0.625000  
R=63, G=15, B=39

Color # 54 Hue 90, Luminance 0.562500 ,  
h=90.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.125000,b=0.562500  
R=63, G= 7, B=35

Color # 55 Hue 90, Luminance 0.500000 ,  
h=90.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.000000,b=0.500000  
R=63, G= 0, B=31

- Color System #1 6 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 56 Hue 105, Luminance 0.937500 ,  
h=105.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.875000,b=0.906250  
R=63, G=55, B=57

Color # 57 Hue 105, Luminance 0.875000 ,  
h=105.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.750000,b=0.812500  
R=63, G=47, B=51

Color # 58 Hue 105, Luminance 0.812500 ,  
h=105.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.625000,b=0.718750  
R=63, G=39, B=45

Color # 59 Hue 105, Luminance 0.750000 ,  
h=105.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.500000,b=0.625000  
R=63, G=31, B=39

Color # 60 Hue 105, Luminance 0.687500 ,  
h=105.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.375000,b=0.531250  
R=63, G=23, B=33

Color # 61 Hue 105, Luminance 0.625000 ,  
h=105.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.250000,b=0.437500  
R=63, G=15, B=27

Color # 62 Hue 105, Luminance 0.562500 ,  
h=105.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.125000,b=0.343750  
R=63, G= 7, B=21

Color # 63 Hue 105, Luminance 0.500000 ,  
h=105.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.000000,b=0.250000  
R=63, G= 0, B=15

- Color System #1 7 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 64 Hue 120, Luminance 0.937500 ,  
h=120.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000;g=0.875000,b=0.875000  
R=63, G=55, B=55

Color # 65 Hue 120, Luminance 0.875000 ,  
h=120.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.750000,b=0.750000  
R=63, G=47, B=47

Color # 66 Hue 120, Luminance 0.812500 ,  
h=120.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.625000,b=0.625000  
R=63, G=39, B=39

Color # 67 Hue 120, Luminance 0.750000 ,  
h=120.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.500000,b=0.500000  
R=63, G=31, B=31

Color # 68 Hue 120, Luminance 0.687500 ,  
h=120.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.375000,b=0.375000  
R=63, G=23, B=23

Color # 69 Hue 120, Luminance 0.625000 ,  
h=120.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.250000,b=0.250000  
R=63, G=15, B=15

Color # 70 Hue 120, Luminance 0.562500 ,  
h=120.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.125000,b=0.125000  
R=63, G= 7, B= 7

Color # 71 Hue 120, Luminance 0.500000 ,  
h=120.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.000000,b=0.000000  
R=63, G= 0, B= 0

- Color System #1 8 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 72 Hue 135, Luminance 0.937500 ,  
h=135.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.906250,b=0.875000  
R=63, G=57, B=55

Color # 73 Hue 135, Luminance 0.875000 ,  
h=135.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.812500,b=0.750000  
R=63, G=51, B=47

Color # 74 Hue 135, Luminance 0.812500 ,  
h=135.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.718750,b=0.625000  
R=63, G=45, B=39

Color # 75 Hue 135, Luminance 0.750000 ,  
h=135.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.625000,b=0.500000  
R=63, G=39, B=31

Color # 76 Hue 135, Luminance 0.687500 ,  
h=135.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.531250,b=0.375000  
R=63, G=33, B=23

Color # 77 Hue 135, Luminance 0.625000 ,  
h=135.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.437500,b=0.250000  
R=63, G=27, B=15

Color # 78 Hue 135, Luminance 0.562500 ,  
h=135.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.343750,b=0.125000  
R=63, G=21, B= 7

Color # 79 Hue 135, Luminance 0.500000 ,  
h=135.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.250000,b=0.000000  
R=63, G=15, B= 0

- Color System #1 9 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 80 Hue 150, Luminance 0.937500 ,  
h=150.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.937500,b=0.875000  
R=63, G=59, B=55

Color # 81 Hue 150, Luminance 0.875000 ,  
h=150.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.875000,b=0.750000  
R=63, G=55, B=47

Color # 82 Hue 150, Luminance 0.812500 ,  
h=150.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.812500,b=0.625000  
R=63, G=51, B=39

Color # 83 Hue 150, Luminance 0.750000 ,  
h=150.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.750000,b=0.500000  
R=63, G=47, B=31

Color # 84 Hue 150, Luminance 0.687500 ,  
h=150.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.687500,b=0.375000  
R=63, G=43, B=23

Color # 85 Hue 150, Luminance 0.625000 ,  
h=150.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.625000,b=0.250000  
R=63, G=39, B=15

Color # 86 Hue 150, Luminance 0.562500 ,  
h=150.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.562500,b=0.125000  
R=63, G=35, B= 7

Color # 87 Hue 150, Luminance 0.500000 ,  
h=150.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.500000,b=0.000000  
R=63, G=31, B= 0

- Color System #1 10 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 88 Hue 165, Luminance 0.937500 ,  
h=165.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.968750,b=0.875000  
R=63, G=61, B=55

Color # 89 Hue 165, Luminance 0.875000 ,  
h=165.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.937500,b=0.750000  
R=63, G=59, B=47

Color # 90 Hue 165, Luminance 0.812500 ,  
h=165.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.906250,b=0.625000  
R=63, G=57, B=39

Color # 91 Hue 165, Luminance 0.750000 ,  
h=165.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.875000,b=0.500000  
R=63, G=55, B=31

Color # 92 Hue 165, Luminance 0.687500 ,  
h=165.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.843750,b=0.375000  
R=63, G=53, B=23

Color # 93 Hue 165, Luminance 0.625000 ,  
h=165.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.812500,b=0.250000  
R=63, G=51, B=15

Color # 94 Hue 165, Luminance 0.562500 ,  
h=165.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.781250,b=0.125000  
R=63, G=49, B= 7

Color # 95 Hue 165, Luminance 0.500000 ,  
h=165.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=0.750000,b=0.000000  
R=63, G=47, B= 0

- Color System #1 11 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 96 Hue 180, Luminance 0.937500 ,  
h=180.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=1.000000,g=1.000000,b=0.875000  
R=63, G=63, B=55

Color # 97 Hue 180, Luminance 0.875000 ,  
h=180.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=1.000000,g=1.000000,b=0.750000  
R=63, G=63, B=47

Color # 98 Hue 180, Luminance 0.812500 ,  
h=180.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=1.000000,g=1.000000,b=0.625000  
R=63, G=63, B=39

Color # 99 Hue 180, Luminance 0.750000 ,  
h=180.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=1.000000,g=1.000000,b=0.500000  
R=63, G=63, B=31

Color # 100 Hue 180, Luminance 0.687500 ,  
h=180.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=1.000000,g=1.000000,b=0.375000  
R=63, G=63, B=23

Color # 101 Hue 180, Luminance 0.625000 ,  
h=180.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=1.000000,g=1.000000,b=0.250000  
R=63, G=63, B=15

Color # 102 Hue 180, Luminance 0.562500 ,  
h=180.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=1.000000,g=1.000000,b=0.125000  
R=63, G=63, B= 7

Color # 103 Hue 180, Luminance 0.500000 ,  
h=180.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=1.000000,g=1.000000,b=0.000000  
R=63, G=63, B= 0

- Color System #1 12 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 104 Hue 195, Luminance 0.937500 ,  
h=195.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.968750,g=1.000000,b=0.875000  
R=61, G=63, B=55

Color # 105 Hue 195, Luminance 0.875000 ,  
h=195.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.937500,g=1.000000,b=0.750000  
R=59, G=63, B=47

Color # 106 Hue 195, Luminance 0.812500 ,  
h=195.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.906250,g=1.000000,b=0.625000  
R=57, G=63, B=39

Color # 107 Hue 195, Luminance 0.750000 ,  
h=195.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.875000,g=1.000000,b=0.500000  
R=55, G=63, B=31

Color # 108 Hue 195, Luminance 0.687500 ,  
h=195.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.843750,g=1.000000,b=0.375000  
R=53, G=63, B=23

Color # 109 Hue 195, Luminance 0.625000 ,  
h=195.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.812500,g=1.000000,b=0.250000  
R=51, G=63, B=15

Color # 110 Hue 195, Luminance 0.562500 ,  
h=195.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.781250,g=1.000000,b=0.125000  
R=49, G=63, B= 7

Color # 111 Hue 195, Luminance 0.500000 ,  
h=195.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.750000,g=1.000000,b=0.000000  
R=47, G=63, B= 0

- Color System #1 13 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 112	Hue 210, Luminance 0.937500 ,
	h=210.000000,l=0.937500,s=1.000000
	r=0.937500,g=1.000000,b=0.875000
	R=59, G=63, B=55
Color # 113	Hue 210, Luminance 0.875000 ,
	h=210.000000,l=0.875000,s=1.000000
	r=0.875000,g=1.000000,b=0.750000
	R=55, G=63, B=47
Color # 114	Hue 210, Luminance 0.812500 ,
	h=210.000000,l=0.812500,s=1.000000
	r=0.812500,g=1.000000,b=0.625000
	R=51, G=63, B=39
Color # 115	Hue 210, Luminance 0.750000 ,
	h=210.000000,l=0.750000,s=1.000000
	r=0.750000,g=1.000000,b=0.500000
	R=47, G=63, B=31
Color # 116	Hue 210, Luminance 0.687500 ,
	h=210.000000,l=0.687500,s=1.000000
	r=0.687500,g=1.000000,b=0.375000
	R=43, G=63, B=23
Color # 117	Hue 210, Luminance 0.625000 ,
	h=210.000000,l=0.625000,s=1.000000
	r=0.625000,g=1.000000,b=0.250000
	R=39, G=63, B=15
Color # 118	Hue 210, Luminance 0.562500 ,
	h=210.000000,l=0.562500,s=1.000000
	r=0.562500,g=1.000000,b=0.125000
	R=35, G=63, B= 7
Color # 119	Hue 210, Luminance 0.500000 ,
	h=210.000000,l=0.500000,s=1.000000
	r=0.500000,g=1.000000,b=0.000000
	R=31, G=63, B= 0

- Color System #1 14 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 120 Hue 225, Luminance 0.937500 ,  
h=225.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.906250,g=1.000000,b=0.875000  
R=57, G=63, B=55

Color # 121 Hue 225, Luminance 0.875000 ,  
h=225.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.812500,g=1.000000,b=0.750000  
R=51, G=63, B=47

Color # 122 Hue 225, Luminance 0.812500 ,  
h=225.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.718750,g=1.000000,b=0.625000  
R=45, G=63, B=39

Color # 123 Hue 225, Luminance 0.750000 ,  
h=225.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.625000,g=1.000000,b=0.500000  
R=39, G=63, B=31

Color # 124 Hue 225, Luminance 0.687500 ,  
h=225.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.531250,g=1.000000,b=0.375000  
R=33, G=63, B=23

Color # 125 Hue 225, Luminance 0.625000 ,  
h=225.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.437500,g=1.000000,b=0.250000  
R=27, G=63, B=15

Color # 126 Hue 225, Luminance 0.562500 ,  
h=225.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.343750,g=1.000000,b=0.125000  
R=21, G=63, B= 7

Color # 127 Hue 225, Luminance 0.500000 ,  
h=225.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.250000,g=1.000000,b=0.000000  
R=15, G=63, B= 0

Color # 128 Hue 240, Luminance 0.937500 ,  
h=240.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.875000,g=1.000000,b=0.875000  
R=55, G=63, B=55

Color # 129 Hue 240, Luminance 0.875000 ,  
h=240.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.750000,g=1.000000,b=0.750000  
R=47, G=63, B=47

Color # 130 Hue 240, Luminance 0.812500 ,  
h=240.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.625000,g=1.000000,b=0.625000  
R=39, G=63, B=39

Color # 131 Hue 240, Luminance 0.750000 ,  
h=240.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.500000,g=1.000000,b=0.500000  
R=31, G=63, B=31

Color # 132 Hue 240, Luminance 0.687500 ,  
h=240.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.375000,g=1.000000,b=0.375000  
R=23, G=63, B=23

Color # 133 Hue 240, Luminance 0.625000 ,  
h=240.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.250000,g=1.000000,b=0.250000  
R=15, G=63, B=15

Color # 134 Hue 240, Luminance 0.562500 ,  
h=240.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.125000,g=1.000000,b=0.125000  
R= 7, G=63, B= 7

Color # 135 Hue 240, Luminance 0.500000 ,  
h=240.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.000000,g=1.000000,b=0.000000  
R= 0, G=63, B= 0

- Color System #1 16 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 136 Hue 255, Luminance 0.937500 ,  
h=255.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.875000,g=1.000000,b=0.906250  
R=55, G=63, B=57

Color # 137 Hue 255, Luminance 0.875000 ,  
h=255.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.750000,g=1.000000,b=0.812500  
R=47, G=63, B=51

Color # 138 Hue 255, Luminance 0.812500 ,  
h=255.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.625000,g=1.000000,b=0.718750  
R=39, G=63, B=45

Color # 139 Hue 255, Luminance 0.750000 ,  
h=255.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.500000,g=1.000000,b=0.625000  
R=31, G=63, B=39

Color # 140 Hue 255, Luminance 0.687500 ,  
h=255.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.375000,g=1.000000,b=0.531250  
R=23, G=63, B=33

Color # 141 Hue 255, Luminance 0.625000 ,  
h=255.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.250000,g=1.000000,b=0.437500  
R=15, G=63, B=27

Color # 142 Hue 255, Luminance 0.562500 ,  
h=255.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.125000,g=1.000000,b=0.343750  
R= 7, G=63, B=21

Color # 143 Hue 255, Luminance 0.500000 ,  
h=255.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.000000,g=1.000000,b=0.250000  
R= 0, G=63, B=15

- Color System #1 17 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 144 Hue 270, Luminance 0.937500 ,

h=270.000000,l=0.937500,s=1.000000

r=0.875000,g=1.000000,b=0.937500

R=55, G=63, B=59

Color # 145 Hue 270, Luminance 0.875000 ,

h=270.000000,l=0.875000,s=1.000000

r=0.750000,g=1.000000,b=0.875000

R=47, G=63, B=55

Color # 146 Hue 270, Luminance 0.812500 ,

h=270.000000,l=0.812500,s=1.000000

r=0.625000,g=1.000000,b=0.812500

R=39, G=63, B=51

Color # 147 Hue 270, Luminance 0.750000 ,

h=270.000000,l=0.750000,s=1.000000

r=0.500000,g=1.000000,b=0.750000

R=31, G=63, B=47

Color # 148 Hue 270, Luminance 0.687500 ,

h=270.000000,l=0.687500,s=1.000000

r=0.375000,g=1.000000,b=0.687500

R=23, G=63, B=43

Color # 149 Hue 270, Luminance 0.625000 ,

h=270.000000,l=0.625000,s=1.000000

r=0.250000,g=1.000000,b=0.625000

R=15, G=63, B=39

Color # 150 Hue 270, Luminance 0.562500 ,

h=270.000000,l=0.562500,s=1.000000

r=0.125000,g=1.000000,b=0.562500

R= 7, G=63, B=35

Color # 151 Hue 270, Luminance 0.500000 ,

h=270.000000,l=0.500000,s=1.000000

r=0.000000,g=1.000000,b=0.500000

R= 0, G=63, B=31

- Color System #1 18 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 152 Hue 285, Luminance 0.937500 ,  
h=285.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.875000,g=1.000000,b=0.968750  
R=55, G=63, B=61

Color # 153 Hue 285, Luminance 0.875000 ,  
h=285.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.750000,g=1.000000,b=0.937500  
R=47, G=63, B=59

Color # 154 Hue 285, Luminance 0.812500 ,  
h=285.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.625000,g=1.000000,b=0.906250  
R=39, G=63, B=57

Color # 155 Hue 285, Luminance 0.750000 ,  
h=285.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.500000,g=1.000000,b=0.875000  
R=31, G=63, B=55

Color # 156 Hue 285, Luminance 0.687500 ,  
h=285.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.375000,g=1.000000,b=0.843750  
R=23, G=63, B=53

Color # 157 Hue 285, Luminance 0.625000 ,  
h=285.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.250000,g=1.000000,b=0.812500  
R=15, G=63, B=51

Color # 158 Hue 285, Luminance 0.562500 ,  
h=285.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.125000,g=1.000000,b=0.781250  
R= 7, G=63, B=49

Color # 159 Hue 285, Luminance 0.500000 ,  
h=285.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.000000,g=1.000000,b=0.750000  
R= 0, G=63, B=47

- Color System #1 19 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 160 Hue 300, Luminance 0.937500 ,  
h=300.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.875000,g=1.000000,b=1.000000  
R=55, G=63, B=63

Color # 161 Hue 300, Luminance 0.875000 ,  
h=300.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.750000,g=1.000000,b=1.000000  
R=47, G=63, B=63

Color # 162 Hue 300, Luminance 0.812500 ,  
h=300.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.625000,g=1.000000,b=1.000000  
R=39, G=63, B=63

Color # 163 Hue 300, Luminance 0.750000 ,  
h=300.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.500000,g=1.000000,b=1.000000  
R=31, G=63, B=63

Color # 164 Hue 300, Luminance 0.687500 ,  
h=300.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.375000,g=1.000000,b=1.000000  
R=23, G=63, B=63

Color # 165 Hue 300, Luminance 0.625000 ,  
h=300.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.250000,g=1.000000,b=1.000000  
R=15, G=63, B=63

Color # 166 Hue 300, Luminance 0.562500 ,  
h=300.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.125000,g=1.000000,b=1.000000  
R= 7, G=63, B=63

Color # 167 Hue 300, Luminance 0.500000 ,  
h=300.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.000000,g=1.000000,b=1.000000  
R= 0, G=63, B=63

- Color System #1 20 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 168 Hue 315, Luminance 0.937500 ,  
h=315.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.875000,g=0.968750,b=1.000000  
R=55, G=61, B=63

Color # 169 Hue 315, Luminance 0.875000 ,  
h=315.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.750000,g=0.937500,b=1.000000  
R=47, G=59, B=63

Color # 170 Hue 315, Luminance 0.812500 ,  
h=315.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.625000,g=0.906250,b=1.000000  
R=39, G=57, B=63

Color # 171 Hue 315, Luminance 0.750000 ,  
h=315.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.500000,g=0.875000,b=1.000000  
R=31, G=55, B=63

Color # 172 Hue 315, Luminance 0.687500 ,  
h=315.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.375000,g=0.843750,b=1.000000  
R=23, G=53, B=63

Color # 173 Hue 315, Luminance 0.625000 ,  
h=315.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.250000,g=0.812500,b=1.000000  
R=15, G=51, B=63

Color # 174 Hue 315, Luminance 0.562500 ,  
h=315.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.125000,g=0.781250,b=1.000000  
R= 7, G=49, B=63

Color # 175 Hue 315, Luminance 0.500000 ,  
h=315.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.000000,g=0.750000,b=1.000000  
R= 0, G=47, B=63

- Color System #1 21 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 176 Hue 330, Luminance 0.937500 ,  
h=330.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.875000,g=0.937500,b=1.000000  
R=55, G=59, B=63

Color # 177 Hue 330, Luminance 0.875000 ,  
h=330.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.750000,g=0.875000,b=1.000000  
R=47, G=55, B=63

Color # 178 Hue 330, Luminance 0.812500 ,  
h=330.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.625000,g=0.812500,b=1.000000  
R=39, G=51, B=63

Color # 179 Hue 330, Luminance 0.750000 ,  
h=330.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.500000,g=0.750000,b=1.000000  
R=31, G=47, B=63

Color # 180 Hue 330, Luminance 0.687500 ,  
h=330.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.375000,g=0.687500,b=1.000000  
R=23, G=43, B=63

Color # 181 Hue 330, Luminance 0.625000 ,  
h=330.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.250000,g=0.625000,b=1.000000  
R=15, G=39, B=63

Color # 182 Hue 330, Luminance 0.562500 ,  
h=330.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.125000,g=0.562500,b=1.000000  
R= 7, G=35, B=63

Color # 183 Hue 330, Luminance 0.500000 ,  
h=330.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.000000,g=0.500000,b=1.000000  
R= 0, G=31, B=63

- Color System #1 22 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color # 184 Hue 345, Luminance 0.937500 ,  
h=345.000000,l=0.937500,s=1.000000  
r=0.875000,g=0.906250,b=1.000000  
R=55, G=57, B=63

Color # 185 Hue 345, Luminance 0.875000 ,  
h=345.000000,l=0.875000,s=1.000000  
r=0.750000,g=0.812500,b=1.000000  
R=47, G=51, B=63

Color # 186 Hue 345, Luminance 0.812500 ,  
h=345.000000,l=0.812500,s=1.000000  
r=0.625000,g=0.718750,b=1.000000  
R=39, G=45, B=63

Color # 187 Hue 345, Luminance 0.750000 ,  
h=345.000000,l=0.750000,s=1.000000  
r=0.500000,g=0.625000,b=1.000000  
R=31, G=39, B=63

Color # 188 Hue 345, Luminance 0.687500 ,  
h=345.000000,l=0.687500,s=1.000000  
r=0.375000,g=0.531250,b=1.000000  
R=23, G=33, B=63

Color # 189 Hue 345, Luminance 0.625000 ,  
h=345.000000,l=0.625000,s=1.000000  
r=0.250000,g=0.437500,b=1.000000  
R=15, G=27, B=63

Color # 190 Hue 345, Luminance 0.562500 ,  
h=345.000000,l=0.562500,s=1.000000  
r=0.125000,g=0.343750,b=1.000000  
R= 7, G=21, B=63

Color # 191 Hue 345, Luminance 0.500000 ,  
h=345.000000,l=0.500000,s=1.000000  
r=0.000000,g=0.250000,b=1.000000  
R= 0, G=15, B=63

- Color System #1 23 -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

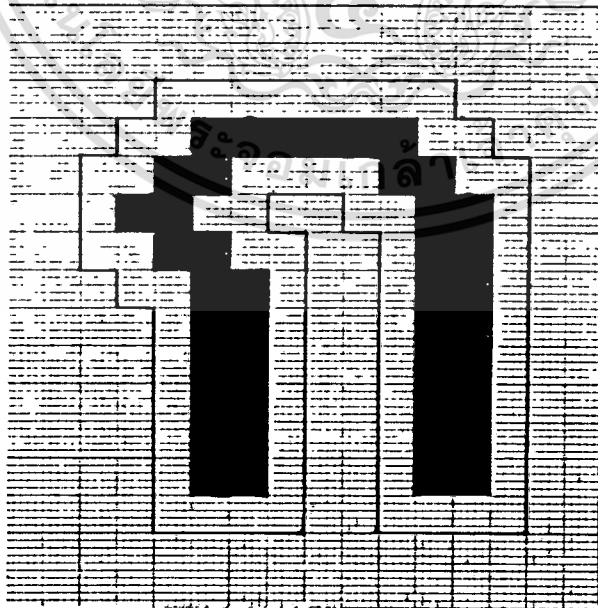
### 1. ลักษณะพอนท์และการเก็บของ เครื่องพิมพ์แบบจุด

#### 1.1 เครื่องพิมพ์แบบจุด 8 เข็ม

พอนท์จะมีขนาด 8x8 จุด และแต่ละจุดจะแทนด้วย 2 บิต ซึ่งมีความหมายดังนี้

- 00 คือที่จุดนั้นเป็นสีขาว
- 01 คือที่จุดนั้นเป็นสีดำ
- 11 คือที่จุดนั้นจะมีลักษณะสี

รูปร่างล่างนี้คือตัวอย่างพอนท์ของตัว "ก"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ดังนั้นการเก็บ ฟิลด์ของตัว "ก" จะเก็บได้ดังนี้

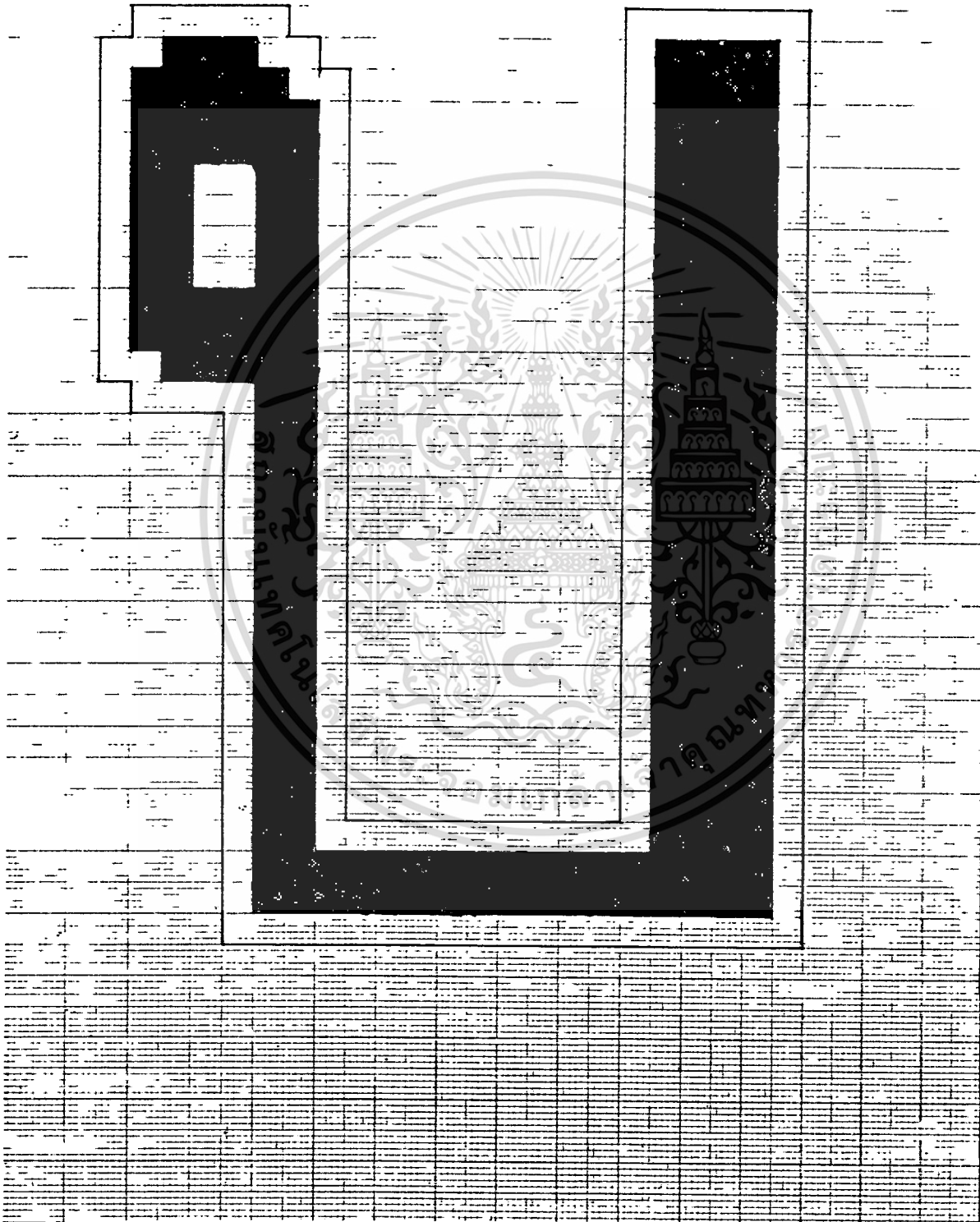
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFC2 FFFF FFOA  
FFFF FC2A FFFF FCAA FFFF FOA2 FFFF F282  
FFFF F280 FFFF C28F FFFF CA8F FFFF CA0F

## 1.2 เครื่องพิมพ์แบบจุด 24 เข็ม

พอนท์จะมีขนาด 32x48 จุด และแต่ละจุดจะแทนด้วย 2 บิต ซึ่งมีความหมายดังนี้

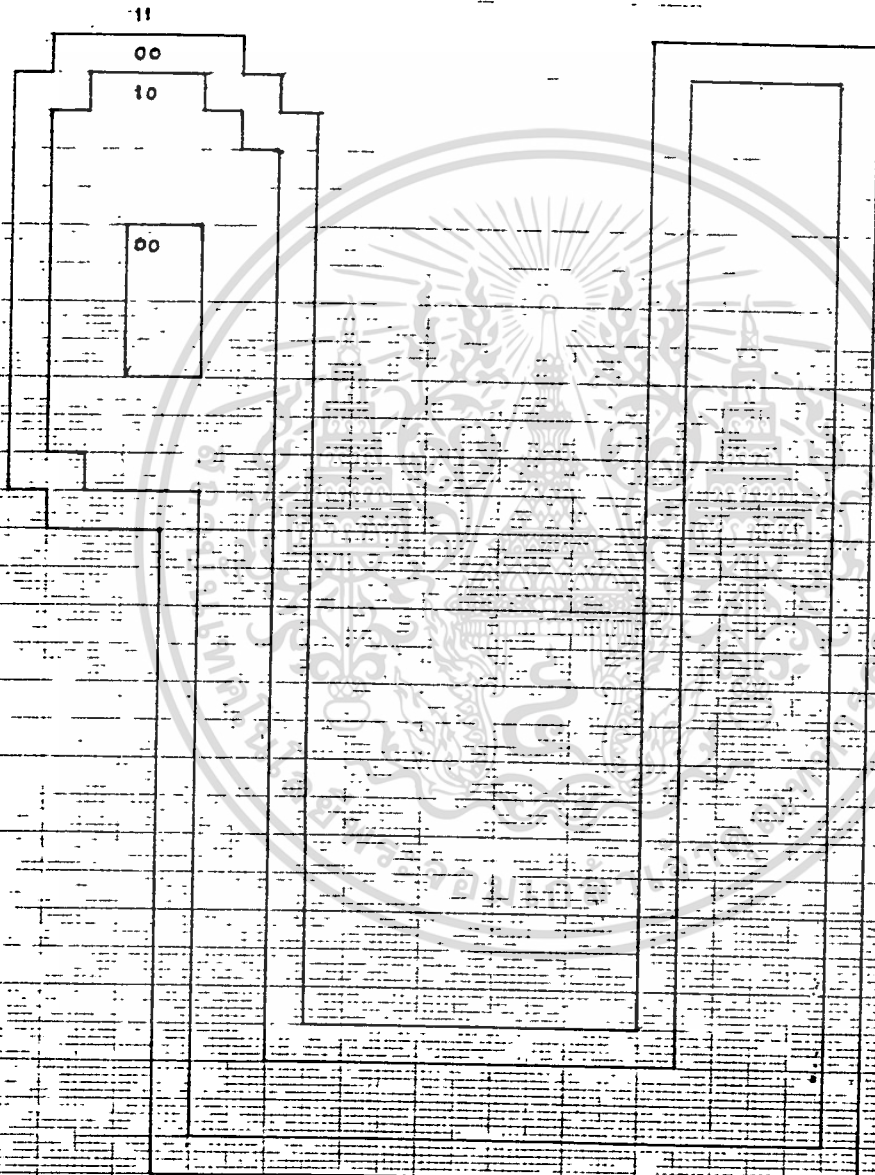
- 00 คือที่จุดนั้นเป็นสีขาว
- 01 คือที่จุดนั้นเป็นสีดำ
- 11 คือที่จุดนั้นจะมีลักษณะ 1/3

รูปบนหน้าถัดไปคือตัวอย่างพอนท์ของตัว "บ"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่ง เมื่อมาแปลง ไรต์จะ ได้ดังนี้





ดังนั้นการเก็บ ไรต์ของตัว "บ" จะเก็บได้ดังนี้

FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF F000  
FFFF C2AA FFFF CAAA FFFF CAA0 FFFF CAA0  
FFFF C2AA FFFF F0AA FFFF FC00 FFFF FFFF  
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  
FFFF C000 FFFF CAAA FFFF CAAA FFFF CAAA  
FFFF CAAA FFFF C000 FFFF FFFF FFFF FFFF  
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF 003F FFFF  
AA0F FFFF AA0F FFFF 0A8F FFFF 0A80 FFFF  
AAAA AAAA AAAA AAAA 0000 0000 FFFF FFFF  
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF  
0000 0000 AAAA AAAA AAAA AAAA AAAA AAAA  
AAAA AAAA 0000 0000 FFFF FFFF FFFF FFFF  
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุดคำสั่งสำหรับเครื่องพิมพ์ต่างๆ

- การกำหนดระยะห่างระหว่างบรรทัด จะส่ง

CHRS(27),CHRS(51),CHRS(N)

คือตั้งระยะห่างระหว่างบรรทัดเป็น N/180 นิ้ว

- การกำหนดการพิมพ์เป็น bit image จะส่ง

CHRS(27),CHRS(42),CHRS(m),CHRS(b1)CHRS(b2)

โดย m คือตัวกำหนดความเข้มของการพิมพ์ซึ่งมีค่าต่างๆ ดังนี้

ความเข้ม

จำนวนเข้ม

รหัสของ m

single-density	8	0
double-density	8	1
high-speed double density	8	2
quadruple-density	8	3
CRT I	8	4
CRT II	8	6
single-density	24	32
double-density	24	33
CRT III	24	38
triple-density	24	39
hex-density	24	40

b1 และ b2 คือตัวกำหนดว่าใน 1 บรรทัดจะเพิ่มพิกัดกี่จุด โดย b2 คือการนำเอาจำนวนจุดที่ต้องการเพิ่มพิกัด 1 บรรทัดมาหารตัดเศษด้วย 256 ส่วน b1 คือเศษที่ได้จากการหารนั้น

- การทำให้เครื่องพิมพ์อยู่ในสภาพเริ่มต้น

CHRS(27), CHRS(64)

สำหรับชุดคำสั่งการพิมพ์ของ เครื่องพิมพ์เลเซอร์นั้นจะแตกต่างกับ เครื่องพิมพ์แบบจุด ซึ่งชุดคำสั่งการพิมพ์ของ เครื่อง เลเซอร์ที่จำเป็นต้องใช้มีดังนี้

- การกำหนดจำนวนจุดต่อนิ้ว

CHRS(27), CHRS(42), CHRS(116), CHRS(n), CHRS(82)

โดยที่ n มีความหมายดังนี้

n = 75 คือกำหนดให้ความละเอียดเป็น 75 จุด ต่อ นิ้ว

n = 100 คือกำหนดให้ความละเอียดเป็น 100 จุด ต่อ นิ้ว

n = 150 คือกำหนดให้ความละเอียดเป็น 150 จุด ต่อ นิ้ว

n = 300 คือกำหนดให้ความละเอียดเป็น 300 จุด ต่อ นิ้ว

- การกำหนดการพิมพ์เป็นแบบกราฟิก

CHRS(27), CHRS(42), CHRS(114), CHRS(n), CHRS(65)

โดยที่ n มีความหมายดังนี้

n = 0 หมายความว่าตำแหน่งงานแนวนอนที่จะพิมพ์ต่อไปเป็น 0

n = 1 หมายความว่าจุดที่จะพิมพ์ต่อไปให้พิมพ์ต่อจากตำแหน่ง เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำสั่งงานการสั่งงานให้พิมพ์ (Transfer Rsater Data)

CHR\$(27),CHR\$(42),CHR\$(98),CHR\$(n),CHR\$(87)

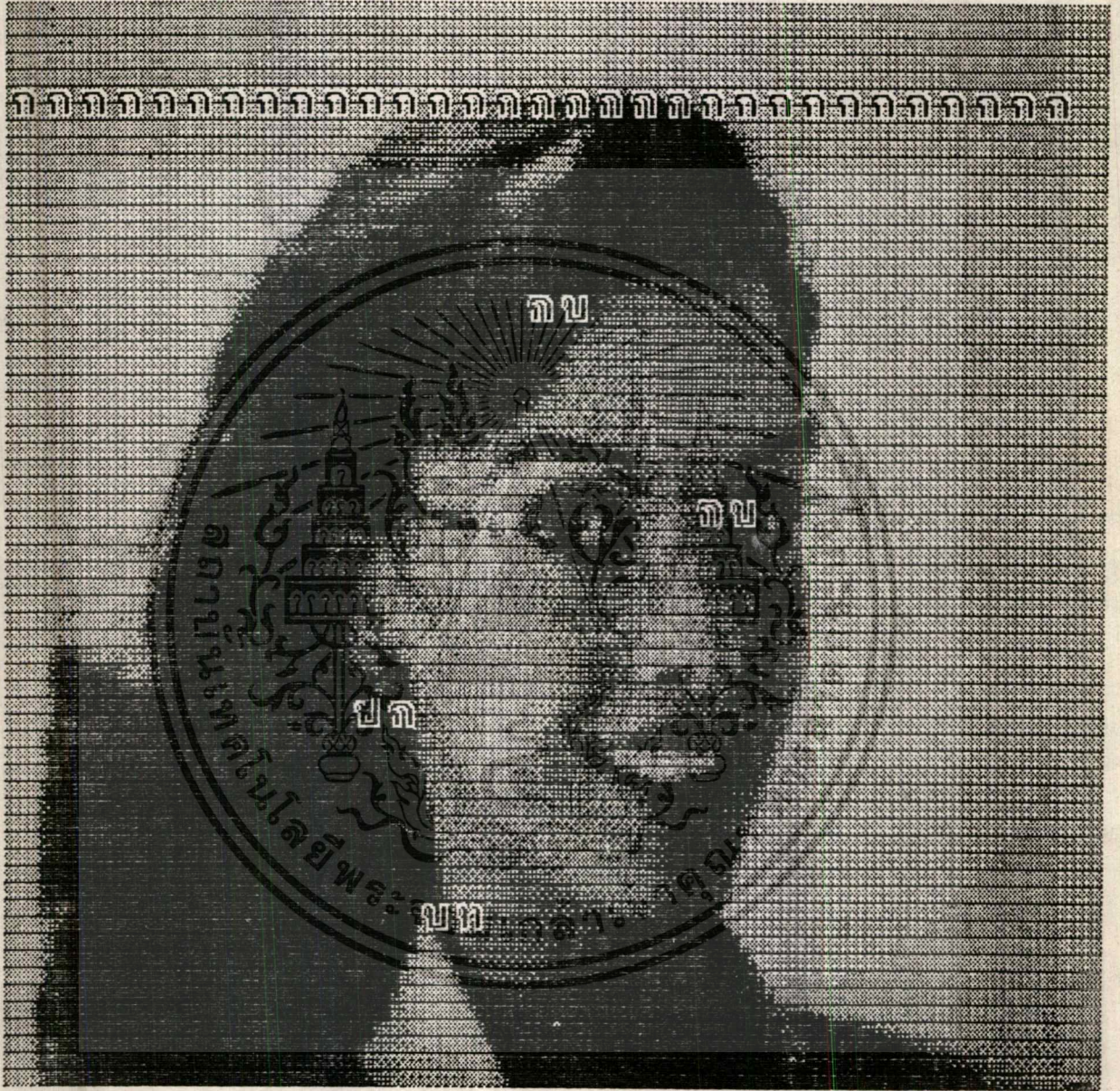
โดย n เป็นจำนวนไบต์ที่จะพิมพ์ ฉะนั้นจำนวนจุดที่จะพิมพ์จะเท่ากับ  $n \times 8$  จุด

- การทบทวนเครื่องพิมพ์อย่างสม่ำเสมอ

CHR\$(27),CHR\$(42),CHR\$(114),CHR\$(66),CHR\$(12)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพพิมพ์ที่มีการซ้อนตัวอักษรบนภาพ ของ เครื่องพิมพ์ 8 เข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป



ภาพพิมพ์ที่มีการซ้อนตัวอักษรบนภาพ ของเครื่องพิมพ์ 24 เซ็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้